



FUNDACJA POSZANOWANIA ENERGII w Gdańsku

ul. G. Narutowicza 11/12 80-952 Gdańsk

tel. 58 347-20-46, tel./fax 58 347-12-93,

e-mail: fpegda@fpegda.nazwa.pl; www.fpegda.pl

NIP: 584 – 035 – 69 – 83 REGON: 190553800 KRS: 0000211552

Badania dotyczące określenia prawidłowości zrealizowanych działań projektowych i termomodernizacyjnych budynku Sali BHP Stoczni Gdańskiej pod kątem optymalizacji efektywności energetycznej w oparciu o model obliczeniowy zgodny z przepisami dotyczącymi wykonywania audytów energetycznych

CZĘŚĆ I



Gdańsk 2012



Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)

Co₂Bricks

Rodzaj budynku	BUDYNEK SALI BHP STOCZNI GDAŃSKIEJ	Rok budowy	przełom XIX i XX w.
Zleceniodawca	EUROPEJSKA FUNDACJA OCHRONY ZABYTKÓW ul. Traugutta 94-94a kod: 80-226 miejscowość: Gdańsk	Adres budynku ul. Doki 1 kod: 80-855 miejscowość: Gdańsk województwo: pomorskie	
Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego opracowanie FUNDACJA POSZANOWANIA ENERGII w GDAŃSKU 80-952 Gdańsk, ul. Gabriela Narutowicza 11/12 REGON : 190553800			
Imię i nazwisko audytora energetycznego koordynującego wykonanie opracowania, posiadane kwalifikacje, podpis dr inż Teresa Żurek Studium Podyplomowe "Audyting energetyczny" Kurs Audytor Energetyczny na potrzeby Certyfikacji Uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/805/2009			
Współautorzy opracowania:			
Imię i nazwisko		Posiadane kwalifikacje (w tym uprawnienia)	
dr inż. Teresa Żurek		Studium Podyplomowe "Audyting energetyczny" Kurs Audytor Energetyczny na potrzeby Certyfikacji Uprawnienia nr MI/ŚE/805/2009	
mgr inż. Leszek Wróblewski		Studium Podyplomowe "Ciepłownictwo i ogrzewnictwo z audytingiem energetycznym" Kurs Audytor Energetyczny na potrzeby Certyfikacji Uprawnienia nr MI/ŚE/793/2009	
dr inż. Tadeusz Żurek		Kurs audytorów energetycznych Kurs Audytor energetyczny sporządzający świadectwa charakterystyki energetycznej budynku	
inż. Dariusz Formela		Studium Podyplomowe "Audyty energetyczny na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynku"	
Miejscowość: Gdańsk		Data wykonania opracowania: kwiecień - 2012 r.	



Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)

Co₂olBricks

SPIS TREŚCI

PODSTAWA I CEL OPRACOWANIA	4
DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY WYKONYWANIU OPRACOWANIA	5

CZĘŚĆ I

OKREŚLENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU SALI BHP STOCZNI GDAŃSKIEJ DLA STANU WYJŚCIOWEGO PRZED PRZEPROWADZONĄ REWALORYZACJĄ I PRZEBUDOWĄ ORAZ OKREŚLENIE NAJEFEKTYWNIJSZYCH DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH Z PUNKTU WIDZENIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	9
--	----------

1. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU DLA STANU WYJŚCIOWEGO PRZED PRZEPROWADZONĄ REWALORYZACJĄ I PRZEBUDOWĄ.....	10
1.1 HISTORIA OBIEKTU	10
1.2 ZAŁOŻENIA DOTYCZĄCE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ I ANALIZ ORAZ UWAGI DODATKOWE	11
1.3 OGÓLNE DANE O OBIEKCIE DLA STANU WYJŚCIOWEGO	12
1.4 KONSTRUKCJA I PODSTAWOWE PRZEGRODY BUDOWLANE	14
1.4.1. Charakterystyka przegród budowlanych.....	14
1.4.2. Charakterystyka stolarki okiennej i drzwiowej	18
1.5 SYSTEM GRZEWczy.....	21
1.5.1. Źródło ciepła.....	21
1.5.2. Instalacja centralnego ogrzewania.....	21
1.6 UKŁAD ZAOPATRZENIA BUDYNKU W CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ.....	21
1.7 SYSTEM WENTYLACJI	21
2. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYK ENERGETYCZNYCH OBIEKTU ORAZ ROCZNYCH KOSZTÓW OGRZEWANIA I CIEPŁEJ WODY DLA STANU WYJŚCIOWEGO	24
2.1 OKREŚLENIE SPRAWNOŚCI SYSTEMU GRZEWczego I SYSTEMU PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY DLA STANU WYJŚCIOWEGO	26
2.2 TARYFY I STAWKI OPŁAT DLA STANU WYJŚCIOWEGO	27
2.3 ZAPOTRZEBOWANIE NA CIEPŁO DO CELÓW GRZEWczyCH ORAZ ROCZNE KOSZTY OGRZEWANIA BUDYNKU DLA STANU WYJŚCIOWEGO	28
2.4 OKREŚLENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO NA POTRZEBY PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ ORAZ ROCZNYCH KOSZTÓW C.W.U. DLA STANU WYJŚCIOWEGO.....	29
2.5 ZESTAWIENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU ORAZ ROCZNYCH KOSZTÓW OGRZEWANIA I PRZYGOTOWANIA CIEPŁEJ WODY DLA STANU WYJŚCIOWEGO.....	31
3. OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PODSTAWOWYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH OBIEKTU ORAZ OCENA MOŻLIWOŚCI POPRAWY STANU WYJŚCIOWEGO W WYNIKU DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH REALIZOWANYCH ZGODNIE Z ZASADAMI AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO.....	32
3.1 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH DLA STANU WYJŚCIOWEGO	34
3.2 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ STROPÓW POD Poddaszem NIEUŻYTKOWYM	35
3.3 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ Podłóg NA GRUNCIE.....	36
3.4 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ OKIEN I DRZWI ZEWNĘTRZNYCH	36

4. MOŻLIWOŚCI POPRAWY STANU WYJŚCIOWEGO W WYNIKU DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH W ODNIESIENIU DO SYSTEMU GRZEWCZEGO	37
4.1 ŹRÓDŁO CIEPŁA	37
4.2 INSTALACJA CENTRALNEGO OGRZEWANIA.....	39
4.3 INSTALACJA CIEPLEJ WODY UŻYTKOWEJ	41
5. WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU WYJŚCIOWEGO	42
6. ANALIZA PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH ORAZ OKREŚLENIE OSZCZĘDNOŚCI ENERGETYCZNYCH I OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW W STOSUNKU DO STANU WYJŚCIOWEGO	45
6.1 ANALIZA USPRAWNIEŃ DOTYCZĄCYCH ZMNIĘSZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO DLA PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH	45
6.1.1. Ściany zewnętrzne parteru i piętra.....	47
6.1.2. Stropy pod poddaszem nieużytkowym	60
6.1.3. Okna i drzwi zewnętrzne	63
6.1.4. Podsumowanie i uwagi dodatkowe.....	65
6.2 ANALIZA USPRAWNIEŃ DOTYCZĄCYCH SYSTEMU GRZEWCZEGO.....	66
6.2.1. Opis proponowanych rozwiązań	66
6.2.2. Zmiany współczynników sprawności spowodowane wprowadzeniem proponowa- nych usprawnień	67
6.2.3. Ocena proponowanych usprawnień.....	70
6.3 OKREŚLENIE EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH I EKONOMICZNYCH DLA KOMPLEKSOWEJ REALIZACJI PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ OBEJMUJĄCYCH STRUKTURĘ BUDOWLANĄ OBIEKTU ORAZ ŹRÓDŁO CIEPŁA I INSTALACJE	72
7 PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	74
 ZAŁĄCZNIKI DO CZĘŚCI I.....	 77

PODSTAWA I CEL OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowi umowa nr BSR1/12/2011 z dnia 01.12.2011 r. zawarta pomiędzy Europejską Fundacją Ochrony Zabytków w Gdańsku przy ul. Traugutta 94-94a a Fundacją Poszanowania Energii z siedzibą w Gdańsku przy ul. G. Narutowicza 11/12.

Celem opracowania jest przeprowadzenie badań i analiz dotyczących określenia prawidłowości zrealizowanych działań projektowych i termomodernizacyjnych budynku dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej w Gdańsku przy ul. Doki 1 pod kątem optymalizacji efektywności energetycznej w oparciu o model obliczeniowy zgodny z przepisami dotyczącymi wykonywania audytów energetycznych.

Opracowanie składa się z dwóch części obejmujących:

- I. CZĘŚĆ I
OKREŚLENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU SALI BHP STOCZNI GDAŃSKIEJ DLA STANU WYJŚCIOWEGO PRZED PRZEPROWADZONĄ REWALORYZACJĄ I PRZEBUDOWĄ ORAZ OKREŚLENIE NAJEFEKTYWNIEJSZYCH DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH Z PUNKTU WIDZENIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

- II. CZĘŚĆ II
OKREŚLENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU SALI BHP STOCZNI GDAŃSKIEJ DLA STANU AKTUALNEGO ORAZ OKREŚLENIE MOŻLIWYCH DO WYKONANIA DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH LUB ORGANIZACYJNYCH W CELU POPRAWY STANU ISTNIEJĄCEGO

DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY WYKONYWANIU OPRACOWANIA

1. Dokumentacja budynku

1. Ekspertyza możliwości i opłacalności przebudowy części Budynku 131A na pomieszczenia ZOITE. Przedsiębiorstwo Projektowo Technologiczne Przemysłu Okrętowego „PROMOR”, Gdańsk – luty 1971 r.
2. Program przebudowy i remontu obiektu 372A i 131A, Projekt wielobranżowy. Centrum Techniki Wytwarzania Przemysłu Okrętowego „PROMOR”, Gdańsk – wrzesień 1977 r.
3. Projekt adaptacji budynku 131A na Salę Konferencyjną i Izbę Pamięci. Opr. inż. R. Kierejsza, Gdańsk – lipiec 1978 r.
4. Ekspertyza stanu technicznego budynku wraz z oceną bezpieczeństwa użytkowania, ustalenie przyczyn występowania uszkodzeń budynku i sposobu ich usunięcia. Pracownia Projektowa – architekt Grażyna Stojek, Autorzy: J. Olejniczak i P. Sterczak, Szczecin – lipiec 2005 r.
5. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Projekt budowlany. Branża Architektura – tom 1. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – listopad 2005 r.
6. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Projekt budowlany – tom 2. Branże: Architektura, Konstrukcja, Sanitarna, Elektryczna i Teletechniczna. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – listopad 2005 r.
7. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Projekt wykonawczy. Branża Architektura. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – marzec 2006 r.
8. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na centrum wystawienniczo-konferencyjne. Projekt budowlany zamienny. Branża Architektura i Konstrukcja. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – lipiec 2006 r.
9. Rewaloryzacja i przebudowa budynku dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Projekt budowlany wykonawczy. Część konstrukcyjna. Szymon Graczyk – Pracownia Projektowa w Gdyni i Pracownia Konstrukcyjna inż. Stasiński w Gdańsku, Gdańsk – marzec 2006 r.
10. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Projekt wykonawczy – Etap 1. Branże: Architektura i Konstrukcja. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – lipiec 2006 r.
11. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Projekt budowlany zamienny. Branże: Architektura i Konstrukcja. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – lipiec 2006 r.
12. Projekt rewaloryzacji i przebudowy dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Projekt zamienny budowlano-wykonawczy. Projekt wielobranżowy – tom 1. Branże: Architektura i Konstrukcja. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – październik 2009 r.

13. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Dokumentacja powykonawcza – części A i B. Branża: Architektura i Konstrukcja. Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – lipiec 2006 r.
14. Program przebudowy i remontu obiektu 372A i 131A. Stocznia Gdańska im. Lenina. Centrum Techniki Wytwarzania Przemysłu Okrętowego „PROMOR”, Gdańsk – wrzesień 1977 r.
15. Projekt techniczny instalacji wentylacji w budynku 131A. Adaptacja na salę konferencyjną i izbę pamięci – sierpień 1978 r.
16. Projekt techniczny instalacji wodociągowo-kanalizacyjnej w budynku 131A. Adaptacja na salę konferencyjną i izbę pamięci – sierpień 1978 r.
17. Projekt Budowlany. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej sali „BHP” na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne. Część C – Branża Sanitarna. Biuro Badawczo-Projektowe - Agencja Rewaloryzacji Zabytków „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – listopad 2005 r.
18. Projekt wykonawczy wentylacji i klimatyzacji Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Biuro Techniczne KOWIEL, Gdańsk – marzec 2006 r.
19. Rewaloryzacja i przebudowa dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Centrale grzewczo-chłodnicze z pompami ciepła. Koncepcja. MIKOP Mirosław Kozłowski Technika Grzewcza i Chłodnicza Pompy Ciepła, Jagatowo – lipiec 2009 r.
20. Ekspertyza dotycząca projektów instalacji sanitarnych i związanych z nimi ofertami na ich wykonanie. „AWIS” Aleksander Wojtczak Instalacje Sanitarne, Gdańsk – sierpień 2009 r.
21. Projekt budowlano-wykonawczy zamienny. Projekt rewaloryzacji i przebudowy dawnej sali BHP Stoczni Gdańskiej. Projekt Wielobranżowy. Branża Sanitarna. Biuro Badawczo-Projektowe Agencja Rewaloryzacji Zabytków „DART” Architekt Jacek Gzowski, Gdańsk – październik 2009 r.
22. Projekt budowlano-wykonawczy instalacji przyłącza wodociągowego, kanalizacji sanitarnej, kanalizacji deszczowej oraz zasilania instalacji dolnego źródła ciepła. Budynek dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Sun Energy Sp. z o.o. IVT Pompy Ciepła, Gdańsk – kwiecień 2010 r.
23. Opis działania i instrukcja obsługi węzła ciepła w budynku Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Sun Energy Sp. z o.o. IVT Pompy Ciepła w Gdańsku.
24. Projekt powykonawczy instalacji wod.-kan., centralnego ogrzewania i chłodzenia pasywnego oraz instalacji węzła ciepła. Budynek dawnej sali BHP Stoczni Gdańskiej. Sun Energy Sp. z o.o. IVT Pompy Ciepła, Gdańsk – lipiec 2010 r.
25. Dokumentacja techniczna automatyki sterowania nadrzędnego węzła ciepła w budynku Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Sun Energy Sp. z o.o. IVT Pompy Ciepła w Gdańsku.
26. Dokumentacja powykonawcza automatyki nr 5/2010 węzła ciepła w budynku Sali BHP Stoczni Gdańskiej. Sun Energy Sp. z o.o. IVT Pompy Ciepła w Gdańsku.

2. Inne dokumenty i dane źródłowe

27. Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst jednolity Dz.U. nr 89 z 2006 r., poz. 625 z późn. zm.)
28. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. nr 89 z 1994 r., poz. 414 z późn. zmianami)
29. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2009 r., poz. 1459).

30. 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 algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346)
31. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dn. 15.06.2002 r., poz. 690 z późn. zmianami).
32. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6.11.2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 201 z dn. 13.11.2008 r., poz. 1238).
33. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. nr 201 z dn. 13.11.2008 r., poz. 1240)
34. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. nr 120, poz. 1133 z późn. zmianami).
35. PN-EN ISO 6946 : 2008. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
36. PN-EN 12831: 2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
37. PN-EN ISO 13790 : 2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
38. PN-83/B-03430. Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania (wraz ze zmianą Az3 z dn. 8.02.2000 r.).
39. PN-EN ISO 13370 : 2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
40. PN-EN ISO 14683 : 2008. Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
41. PN-EN ISO 13788 : 2003. Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metody obliczania.
42. Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków. Baza danych klimatycznych opublikowana na stronie internetowej Ministerstwa Infrastruktury (www.mi.gov.pl).
43. Maciej Robakiewicz. Ocena cech energetycznych budynków. Wymagania - dane - obliczenia. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa 2005 r.
44. Jarosław Chudzicki. Instalacje ciepłej wody w budynkach. Fundacja Poszanowania Energii - Sorus. Warszawa - Poznań 2006 r.
45. Jan Górzyński. Audyting energetyczny. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa 2000 r.
46. Termomodernizacja budynków dla poprawy jakości środowiska. Poradnik dla audytorów energetycznych, inspektorów środowiska, projektantów oraz zarządców budynków i obiektów budowlanych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Norwica, Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Gliwice 2004 r.
47. Materiały informacyjne producentów materiałów budowlanych (Xella Polska, Recticel Izolacje, Ecovario, Remmers, Rockwool, Purinova).
48. Taryfa dla zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków dla odbiorców usług świadczonych przez Saur Neptun Gdańsk S.A. w Gdańsku obowiązująca od dnia 01.01.2012 r. do dnia 31.12.2012 r.

49. Taryfa za ciepło GPEC Gdańsk obowiązująca od dnia 2.04.2012 r.
50. Taryfy za energię elektryczną obowiązujące od dnia 1.01.2012 r.
51. Regionalna strategia energetyki dla woj. pomorskiego ze szczególnym uwzględnieniem źródeł odnawialnych. Opr. Fundacja Poszanowania Energii w Gdańsku, Gdańsk – 2006 r.
52. Raport – Opinia z pomiarów termowizyjnych budynku BHP w Stoczni Gdańskiej. Opr. Termobudowa – Karol Kwiatek, marzec 2011 r.

3. Osoby udzielające informacji

Aleksandra Kociałkowska – Europejska Fundacja Ochrony Zabytków

Mateusz Smolana – Pełnomocnik ds. Sali BHP Komisji Krajowej NSZZ „Solidarność”.

CZĘŚĆ I

OKREŚLENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU SALI BHP STOCZNI GDAŃSKIEJ DLA STANU WYJŚCIOWEGO PRZED PRZEPROWADZONĄ REWALORYZACJĄ I PRZEBUDOWĄ ORAZ OKREŚLENIE NAJEFEKTYWNIJSZYCH DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH Z PUNKTU WIDZENIA AU- DYTINGU ENERGETYCZNEGO

1. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNO-BUDOWLANA OBIEKTU DLA STANU WYJŚCIOWEGO PRZED PRZEPROWADZONĄ REWALORYZACJĄ I PRZEBUDOWĄ

1.1 Historia obiektu

Obiekt wzniesiony został w formie pierwotnej w drugiej połowie XIX w. na terenie ówczesnej Stoczni Królewskiej (później zwanej Stoczną Cesarską).

W latach 70-tych XIX w. przeprowadzono rozbudowę obiektu. Źródła historyczne podają, że ówczesny budynek był drewniany lub murowano-drewniany.

Od samego powstania obiekt pełnił funkcję magazynu-montowni uzbrojenia okrętów wojennych („Torpedo-Lagerhaus” czyli magazyn torped).

Początkowo posiadał główną halę magazynową od strony wschodniej.

Przed 1929 r. dostawiono podobną halę od strony zachodniej (obecna Sala BHP), powiększając budynek prawie dwukrotnie. Obiekt składał się wówczas z trzech segmentów wykonanych w różnych okresach czasu.

Funkcje związane z morskim przemysłem militarnym budynek pełnił również w okresie od jesieni 1939 r. do wiosny 1945 r.

Po II wojnie światowej halę wschodnią wyburzono, a obiekt przyjął formę znaną obecnie. Jednocześnie budynek zaczął służyć jako miejsce do przeprowadzania szkoleń dla nowoprzyjmowanych pracowników Stoczni Gdańskiej.

W latach 60-tych obiekt zaadaptowano na potrzeby Wydziału Kooperacji stoczni, co umocniło nowe przeznaczenie obiektu, dzięki któremu zawdzięcza on swoją współczesną nazwę „Sala Bezpieczeństwa i Higieny Pracy” (w skrócie Sala BHP).

Kolejna adaptacja i przebudowa budynku miała miejsce w latach 1978÷1980.

Obiekt przystosowano budynek na potrzeby Muzeum Zakładowego Stoczni Gdańskiej, a dobudówkę północną - na część administracyjno-biurową.

W sierpniu 1980 r. Sala BHP była siedzibą Międzyzakładowego Komitetu Strajkowego (MKS). 31 sierpnia 1980 r. w Sali BHP podpisano ze stroną rządową tzw. „Porozumienia Sierpniowe”, na mocy których powstał Niezależny Samorządowy Związek Zawodowy „Solidarność”.

Decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z dn. 6.12.1999 r. obiekt został wpisany do Rejestru Zabytków Województwa Pomorskiego pod numerem A-1206.

Od 2004 r. prawnym właścicielem obiektu jest NSZZ „Solidarność”.

W 2006 r. rozpoczął się generalny remont, w trakcie którego przeprowadzono również nowoczesną adaptację wszystkich pomieszczeń na obiekt konferencyjno-muzealny.

Po zakończeniu remontu 24.08.2010 r. uroczystie otwarto Salę BHP w nowej formie. Budynek wykorzystywany jest obecnie jako muzeum osiągnięć Stoczni Gdańskiej wraz z częścią ekspozycyjną dotyczącą wydarzeń sierpniowych z 1980 r. oraz jako zaplecze szkoleniowo-wystawowe.

1.2 Założenia dotyczące przeprowadzonych badań i analiz oraz uwagi dodatkowe

Przedmiotem opracowania jest budynek dawnej Sali BHP Stoczni Gdańskiej położony w Gdańsku przy ul. Doki 1.

Część I opracowania obejmuje analizy mające na celu określenie potrzeb cieplnych budynku dla stanu wyjściowego (przed przeprowadzonym w latach 2006÷2010 remontem i przebudową) oraz określenie najefektywniejszych działań termomodernizacyjnych, które można było zalecić z punktu widzenia audytyngu energetycznego.

W opracowaniu nie uwzględnia się późniejszej wewnętrznej przebudowy pomieszczeń ani prac remontowych, których nie można zakwalifikować jako działania termomodernizacyjne, a jedynie jako prace naprawcze konieczne do przeprowadzenia ze względu na zły stan techniczny elementów budowlanych lub instalacji.

Ze względu na niekompletność dokumentacji technicznej budynku odzwierciedlającej faktyczny stan obiektu sprzed sześciu lat (duże braki w dokumentacji budowlanej oraz całkowity brak dokumentacji dotyczącej systemu grzewczego) przy przeprowadzaniu analiz w przypadku brakujących danych zakładano stan prawdopodobny (w oparciu o dane doświadczone).

W związku z powyższym uzyskane wyniki mogą w pojedynczych przypadkach nie odzwierciedlać wiernie ówczesnego stanu faktycznego.

Jednakże ocenia się, że pomimo ww. braków zbudowany model obliczeniowy budynku pozwala na retrospektywne oszacowanie ówczesnych potrzeb cieplnych analizowanego obiektu oraz na sformułowanie zaleceń i wytycznych dotyczących jego termomodernizacji.

Uwagi szczegółowe:

- 1) Pomimo tego, że w części I niniejszego opracowania przeprowadza się analizę retrospektywną, w opisach budynku i przeprowadzanych obliczeniach dla większej przejrzystości używa się czasu teraźniejszego wychodząc z założenia, że zgodnie z zasadami audytyngu energetycznego ocenie poddaje się budynki istniejące, zaś przeprowadzane w pracy obliczenia i analizy będą stanowiły jedynie materiał porównawczy służący ocenie i weryfikacji prawidłowości faktycznie podjętych działań termomodernizacyjnych, które nie były w minionym okresie poprzedzone wykonaniem audytu energetycznego budynku.
- 2) W ocenie izolacyjności cieplnej przegród budowlanych oraz ocenie systemów i instalacji stosuje się kryteria i wymagania wynikające z aktualnie obowiązujących przepisów sformułowanych w Warunkach Technicznych (WT2008) oraz przepisach dotyczących audytyngu energetycznego.
- 3) Ze względu na brak danych dotyczących cen i stawek opłat za ciepło obowiązujących w okresie minionym (przed 2006 r.) do obliczeń przyjmuje się przez analogię ceny ciepła dostarczanego w parze wg aktualnej taryfy Gdańskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej (GPEC Gdańsk).
- 4) Przy opracowywaniu propozycji dotyczących termomodernizacji przegród budowlanych uwzględnia się materiały i technologie docieplenia stosowane na dzień wykonania niniejszego opracowania.

1.3 Ogólne dane o obiekcie dla stanu wyjściowego

Opis dotyczy stanu wyjściowego przyjętego do analiz w części I niniejszego opracowania i odzwierciedla prawdopodobny stan budynku przed 2006 r. (przed przeprowadzoną rewaloryzacją i przebudową).

Pomimo oceny stanu retrospektywnego (zgodnie z przyjętymi w pkt. 1.2 założeniami) w opisach stosuje się czas terażniejszy.

Obiekt składa się z trzech niepodpiwniczonych wzajemnie połączonych części ułożonych w rzucie na kształt litery „L”:

- Część A – Sala BHP
– jednoprzestrzenny obiekt jednokondygnacyjny z podwójnymi sekcjami okien w ścianach podłużnych;
- Część B – przylegający do Sali BHP od strony południowo-wschodniej jednokondygnacyjny zespół pomieszczeń obejmujący hol wraz z salami konferencyjnymi i zapleczem technicznym Sali BHP;
- Część C – dobudówka do obiektu od strony północno-wschodniej mieszcząca w sobie część administracyjno-biurową wraz z węzłem sanitarnym, obiekt dwukondygnacyjny.

Budynek o zróżnicowanej bryle stanowiący kompleks obiektów jednokondygnacyjnych (Sala BHP wraz z zapleczem) wraz z dwukondygnacyjnym skrzydłem w części północno-wschodniej budynku.

Osi wzdłużna obiektu ułożona w kierunku północny zachód – południowy wschód.

Budynek posiada cztery wejścia do wnętrza oraz oddzielne wejście do pomieszczenia technicznego.

Budynek niepodpiwniczony. W części „C” obiektu od strony północno-wschodniej poniżej poziomu gruntu usytuowane jest jedynie pomieszczenie techniczne, w którym znajduje się węzeł cieplny.

Ogólne dane o budynku zestawiono w tabeli 1.1.

Zestawienie powierzchni i kubatury pomieszczeń pokazano w tabeli 1.2.

Uwaga:

W istniejącej dokumentacji technicznej budynku Sali BHP podawana jest różna powierzchnia użytkowa budynku dla stanu przed 2006 r. – zależna prawdopodobnie od materiałów źródłowych, którymi autorzy opracowań dysponowali (w większości w oparciu o własne uproszczone inwentaryzacje i szacunki).

Wielkość powierzchni budynku oceniana jest od 1142 m² do 1181 m².

Autorzy niniejszego opracowania przeprowadzili obliczenia weryfikujące w oparciu o dostępne inwentaryzacje i rysunki przekrojowe pomieszczeń.

Tabela 1.1 Ogólne dane o budynku

Przeznaczenie budynku		szkoleniowo-wystawowy	
Adres		80-855 Gdańsk ul. Doki 1	
Typ budynku		budynek użyteczności publicznej	
Rok budowy		przełom XIX i XX w. (przebudowywany)	
Technologia budynku		tradycyjna	
1	Powierzchnia zabudowy	[m ²]	1159
2	Kubatura budynku	[m ³]	6956
3	Powierzchnia budynku		
	a) część A	[m ²]	541
	b) część B	[m ²]	288
	c) część C	[m ²]	325
	d) razem	[m ²]	1154
	w tym:		
	- parter	[m ²]	1007
	- piętro	[m ²]	147
	- razem	[m ²]	1154
4	Powierzchnia ogrzewana budynku	[m ²]	1129
5	Kubatura ogrzewanej części budynku	[m ³]	4453
6	Podpiwniczenie budynku		brak
7	Liczba klatek schodowych	[szt.]	1
8	Liczba kondygnacji		1 ÷ 2
9	Wysokość kondygnacji		
	a) parter		
	- część A	[m]	4,65
	- część B	[m]	3,00 ÷ 3,47
	- część C	[m]	2,00 ÷ 3,42
	b) piętro	[m]	3,00

Tabela 1.2

Zestawienie powierzchni i kubatury pomieszczeń budynku Sali BHP – stan wyjściowy

Lp.	Nazwa pomieszczeń	Powierzchnia użytkowa [m ²]	Wysokość pom. [m]	Kubatura w ew. nętrzna [m ³]
I	CZEŚĆ A			
1	SALA KONFERENCYJNA - "A"	540,64	4,65	2513,98
	Razem - część A	540,64		2513,98
II	CZEŚĆ B			
1.	SALA KONFERENCYJNA - "B"	115,60	3,47	401,13
2.	HOL	89,14	3,47	309,33
3.	ZAPLECZE KUCHENNE	29,98	3,47	104,03
4.	SALKA	44,94	3,00	134,82
5.	KORYTARZ	8,82	3,00	26,46
	Razem - część B	288,48		975,77
III	CZEŚĆ C			
1)	PARTER			
1.	SALA KONFERENCYJNA - "C"	38,02	3,42	130,02
2.	BIURA x2	18,11	3,42	61,95
3.	MAGAZYN x2	23,27	3,42	79,57
4.	WC x3	44,18	3,42	151,11
5.	KOMUNIKACJA	29,14	3,42	99,66
6.	INNE (węzeł cieplny)	25,28	2,00	50,56
	Razem - część C (parter)	178,00		572,87
2)	PIĘTRO			
1.	SALA WYSTAWOWE	113,174	3,00	339,52
2.	KOMUNIKACJA	33,96	3,00	101,88
	Razem - część C (piętro)	147,13		441,40
	Razem - część C	325,14		1014,27
	RAZEM PARTER	1007,13		4062,62
	RAZEM PIĘTRO	147,13		441,40
	SUMARYCZNIE BUDYNEK	1154,26		4504,02

1.4 Konstrukcja i podstawowe przegrody budowlane

1.4.1. Charakterystyka przegród budowlanych

Budynek wykonany metodą tradycyjną, niepodpiwniczony.

Fundamenty murowane z cegły ceramicznej pełnej. Pod ławą ceramiczną podbudowa betonowa na palach drewnianych (betonowe podbicie fundamentów ceglanych wykonane w latach po II wojnie światowej).

Fundamenty zlokalizowane są na głębokości około 1,5 m poniżej poziomu terenu.

Część A

- 1) Ściany zewnętrzne
Ściany zewnętrzne części A (sala wystawowa) wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej gr. 38 cm. Mury obwodowe wzmocnione filarami o wymiarach 51x64 cm (rozstaw filarów nieregularny: 3,20÷5,55 m).
- 2) Dach
Kratowe dźwigary dachowe o konstrukcji stalowej.
Drewniane krokwie o przekroju 14x14 cm ułożone są na płatwiach z profili stalowych w rozstawie co 90 cm.
Pokrycie dachowe – 2x papa asfaltowa ułożona na odeskowaniu.
Sufit podwieszany mocowany do pasów dolnych dźwigarów głównych za pośrednictwem poziomych belek stalowych. Ocieplenie - wełna mineralna.
Brak danych odnośnie grubości izolacji termicznej – przyjęto prawdopodobną warstwę o grubości 10 cm.
Wykończenie sufitu – płyty gipsowo-kartonowe.

Część B

- 1) Ściany zewnętrzne
Ściany zewnętrzne części B (dydaktyczno-konferencyjnej) wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej gr. 47 cm.
Ściany wewnętrzne konstrukcyjne – z cegły ceramicznej gr. 25 cm.
Ściany działowe z cegły o gr. 12 cm oraz ściany o konstrukcji lekkiej drewnianej.
- 2) Dach
Konstrukcja dachu i pokrycie dachowe – analogiczne jak w części A.

Część C

- 1) Ściany zewnętrzne
Ściany zewnętrzne części C (socjalno-biurowej) wykonane z cegły ceramicznej pełnej grubości 38 i 51 cm.
Ściany wewnętrzne konstrukcyjne – z cegły ceramicznej grubości 38 i 25 cm.
Ściany działowe - z cegły o gr. 12 cm.
- 2) Stropy i dach
Strop nad parterem i stropy nad piętrem - o konstrukcji drewnianej.
Strop nad parterem ze ślepym pułapem i podsufitką z desek gr. 2 cm. Brak danych odnośnie izolacji termicznej (przyjęto umownie piasek - 5 cm).
Strop nad piętrem ocieplony supremą gr. 5 cm.
W przestrzeniach klatki schodowej – strop żelbetowy.
Dach o konstrukcji drewnianej pokryty papą na odeskowaniu.

Podłogi na gruncie

W sali konferencyjnej, pomieszczeniach izby pamięci oraz administracyjnych parkiet z deszczulek dębowych o grubości 22 mm.

W pozostałych pomieszczeniach – posadzka z terakoty.

Wszystkie posadzki wykonane na podkładzie cementowym.

Warstwa izolacyjna – dwie warstwy papy asfaltowej na lepiku na warstwie wyrównawczej z zaprawy cementowej o grubości do 2 cm.

Podłogi po przebudowie.

Nowe warstwy posadzkowe układane były na starej istniejącej wcześniej podłodze ksyolitowej o następującej strukturze:

- lastryko - 3 cm
- beton - 10 cm
- dwie warstwy skałodrzewu - 5 cm
- gruz - 30 cm
- beton - 8 cm
- gruz - 50 cm.

Izolacja przeciwwilgociowa pionowa zewnętrznych powierzchni ścian - dwie warstwy lepiku na podłożu cementowo-wapiennym.

Klatka schodowa – żelbetowa.

Strukturę przegród budowlanych obiektu oraz charakteryzujące je współczynniki przenikania ciepła przedstawiono w tabeli 1.3.

Szczegółowe obliczenia współczynników przenikania ciepła przeprowadzone przy pomocy programu Audytor OZC 3D 5.0 zamieszczono w załączniku nr 1.

Współczynniki przenikania ciepła przegród określono zgodnie z normą: PN-EN ISO 6946 : 2008. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania [35].

Tabela 1.3

Charakterystyka podstawowych przegród budowlanych i określenie współczynników przenikania ciepła

Lp.	Rodzaj przegrody	Oznac.	Opis warstw	Grubość [m]	Współczynnik przenikania ciepła [W/m ² K]
I	ŚCIANY ZEWNĘTRZNE				
1	Ściany zewnętrzne - 38 cm (część A)	SZ-1	Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,380 0,020	U= 1,50
2	Ściany zewnętrzne - 47 cm (część B)	SZ-2	Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,470 0,020	U= 1,28
3	Ściany zewnętrzne - 51 cm (część A i C)	SZ-3	Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,510 0,020	U= 1,20
4	Ściany zewnętrzne pom. technicznych	SZ-1A	Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,380 0,020	U= 1,50
5	Ściany zewnętrzne przy gruncie (pom. tech.)	SG-1	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna	0,020 0,380	U= 0,96
II	ŚCIANY WEWNĘTRZNE				
1	Ściana wewnętrzna - 38 cm (część C - pom. tech.)	SW-1	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,020 0,380 0,020	U= 1,32
III	STROPY				
1	Strop nad parterem pod poddaszem nieużytkowym (część A i B)	STR-1P	Wełna mineralna Płyty gipsowo-kartonowe	0,100 0,013	U= 0,44
2	Strop nad piętrem pod poddaszem nieużytkowym (część C)	STR-2P	Deski Pustka powietrzna Płyty wiórkowo-cementowe Deski Tynk wapienny	0,020 0,140 0,050 0,025 0,010	U= 0,99
3	Strop - nad pom. "salki" w części B - nad pom. magazynowym - nad pom. technicznymi	STR-3P	Deski Pustka powietrzna Płyty wiórkowo-cementowe Deski	0,020 0,140 0,050 0,025	U= 1,00
4	Strop nad parterem - drewniany (międzykond. - część C)	STR-1W	Parkiet Ślepa podłoga (deski) Pustka powietrzna Materiał izolacyjny (piasek*) Ślepy pułap: - Deski - Pustka powietrzna Podsufitka (deski) Tynk wapienny	0,022 0,030 0,055 0,050 0,015 0,055 0,020 0,010	U= 0,86 (przepływ ciepła do góry)
5	Strop nad parterem - żelbetowy (międzykond. - część C)	STR-2W	Parkiet Ślepa podłoga (deski) Pustka powietrzna Strop żelbetowy Tynk wapienny	0,022 0,030 0,050 0,140 0,010	U= 1,34 (przepływ ciepła do góry)

Tabela 1.3

Charakterystyka podstawowych przegród budowlanych i określenie współczynników przenikania ciepła – c.d.

Lp.	Rodzaj przegrody	Oznac.	Opis warstw	Grubość [m]	Współczynnik przenikania ciepła [W/m ² K]
IV	PODŁOGI				
1	Podłoga na gruncie (część A, B i C)	PODŁ-1G	Parkiet (drewno bukowe) Szlichta cementowa Papa asfaltowa x2 Stara posadzka ksyloplitowa: - Lastrico - Beton - Skałodrzew (ksyloplit) x2 - Gruz - Beton - Gruz	0,022 0,050 0,005 0,030 0,100 0,050 0,300 0,080 0,500	U= 0,37
2	Podłoga na gruncie (część B)	PODŁ-2G	Posadzka kamienna Szlichta cementowa Papa asfaltowa x2 Stara posadzka ksyloplitowa: - Lastrico - Beton - Skałodrzew (ksyloplit) x2 - Gruz - Beton - Gruz	0,025 0,047 0,005 0,030 0,100 0,050 0,300 0,080 0,500	U= 0,39
3	Podłoga na gruncie (część B i C)	PODŁ-3G	Posadzka ceramiczna Szlichta cementowa Papa asfaltowa x2 Stara posadzka ksyloplitowa: - Lastrico - Beton - Skałodrzew (ksyloplit) x2 - Gruz - Beton - Gruz	0,015 0,057 0,005 0,030 0,100 0,050 0,300 0,080 0,500	U= 0,39
4	Podłoga w pom. technicznych	PODŁ-4G	Posadzka ceramiczna Szlichta cementowa Papa asfaltowa x2 Stara posadzka ksyloplitowa: - Lastrico - Beton - Skałodrzew (ksyloplit) x2 - Gruz - Beton - Gruz	0,015 0,057 0,005 0,030 0,100 0,050 0,300 0,080 0,500	U= 0,41
<p>Uwagi: */ - ze względu na brak szczegółowych danych przyjmuje się prawdopodobną warstwę istniejącej izolacji</p>					

1.4.2. Charakterystyka stolarki okiennej i drzwiowej

Stolarka okienna i drzwiowa na terenie obiektu – drewniana nietypowa.

Okna przeszklone podwójnie szkłem zwykłym.

Stan techniczny – niezadawalający.

Stolarka okienna i drzwiowa nieszczelna i o niekorzystnych współczynnikach przenikania.

W okresie zimowym występuje ponadnormatywny napływ chłodnego powietrza przez nieszczelności powodujący nadmierne straty energii na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

Do celów obliczeniowych w odniesieniu do analizowanego budynku przyjęto następujące parametry charakteryzujące stan wyjściowy:

- Okna
 - Współczynnik przenikania ciepła: $U_{OKIEN} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 - Współczynniki korekcyjne do obliczeń zapotrzebowania na ciepło na podgrzanie powietrza wentylacyjnego: $C_r = 1,20$; $C_m = 1,30$
 - Okna drewniane – o dużym stopniu zużycia
W złym stanie technicznym i bardzo nieszczelne.
Występuje nadmierny (duży) napływ chłodnego powietrza w okresie zimowym.

- Drzwi zewnętrzne
 - Współczynnik przenikania ciepła: $U_{DRZWI} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.
 - Drzwi drewniane o znacznym stopniu zużycia – w niezadawalającym stanie technicznym i nieszczelne.

- Drzwi wewnętrzne
 - Współczynnik przenikania ciepła: $U_{DRZWI} = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.
 - Drzwi drewniane o znacznym stopniu zużycia – w niezadawalającym stanie technicznym.

Zestawienie podstawowych charakterystyk przegród niezbędnych do określenia potrzeb cieplnych obiektu przedstawiono w tabeli 1.4.

Tabela 1.4 Zestawienie podstawowych charakterystyk przegród budowlanych niezbędnych do określenia potrzeb ciepłych obiektu dla stanu wyjściowego

L.p	Opis	Strefy sąsiadujące	Oznaczn.	Orient.	Długość l [m]	Wysokość lub szerokość h lub d [m]	Powierzchnia do obliczeń strat ciepła A _{OBL} [m ²]	Powierzchnia przegrody do docieplenia A _{DOC} [m ²]	U przegrody [W/(m ² K)]	Oznaczn. typu okien lub drzwi	Ilość okien lub drzwi [szt.]	Szerokość okien lub drzwi [m]	Wysokość okien lub drzwi [m]	Powierzchnia okien lub drzwi A _{OK} lub A _{DRZ} [m ²]	U _{OK} lub U _{DRZ} [W/(m ² K)]
I	ŚCIANY ZEWNĘTRZNE														
1	Ściany zewnętrzne części C (parter)	1-0	SZ-1	NW	11,88	3,67	43,60	32,99	1,50	OK1 DZ1	2 1	1,27 1,25	2,00 2,05	5,08 2,56	3,00 3,00
		1-0	SZ-3	NE	14,01	3,67	51,42	34,61	1,20	OK1 OK2	4 1	1,27 1,55	2,00 2,03	10,16 3,15	3,00 3,00
		1-0	SZ-1	SE	4,73	3,67	17,36	11,93	1,50	OK3	3	1,21	1,17	4,25	3,00
		1-0	SZ-1	SE	6,39	1,95	12,46	20,26	1,50						
		1-0	SZ-1	NE	4,39	1,95	8,56	11,08	1,50	OK3	2	1,21	1,17	2,83	3,00
		1-0	SZ-1	SE	2,44	3,00	7,31	5,89	1,50	OK3	1	1,21	1,17	1,42	3,00
2	Ściany zewnętrzne części B (parter)	1-0	SZ-1	SE	14,96	4,80	71,78	44,29	1,50	OK6	5	1,63	2,64	21,52	3,00
		1-0	SZ-2	SW	4,50	4,80	21,60	19,80	1,28						
		1-0	SZ-2	SE	4,52	3,47	15,68	13,56	1,28						
		1-0	SZ-1	SW	14,06	3,47	48,79	28,01	1,50	OK5	6	1,27	1,86	14,17	3,00
		1-0	SZ-1	SE	14,06	1,33	18,70	18,70	1,50						
3	Ściany zewnętrzne części A (parter)	1-0	SZ-1	SW	34,21	4,75	162,50	115,00	1,50	DZ2	1	1,00	2,05	2,05	3,00
		1-0	SZ-1	NW	17,16	4,75	81,51	79,79	1,50						
		1-0	SZ-1	NE	34,21	4,75	162,50	115,00	1,50	OK7 DZ3	10 1	1,39 1,70	2,92 2,05	40,59 3,49	3,00 3,00
		1-0	SZ-1	NE	34,21	4,75	162,50	115,00	1,50	OK7 DZ3	10 1	1,39 1,70	2,92 2,05	40,59 3,49	3,00 3,00
4	Ściany zewnętrzne części C (piętro)	2-0	SZ-1	NW	11,88	3,27	38,85	27,99	1,50	OK8 OK9	1 2	1,57 1,27	1,92 1,92	3,01 4,88	3,00 3,00
		2-0	SZ-3	NE	14,01	3,27	45,81	29,54	1,20	OK8 OK9	1 4	1,57 1,27	1,92 1,92	3,01 9,75	3,00 3,00
		2-0	SZ-1	SE	10,97	3,27	35,87	28,25	1,50	OK9	2	1,27	1,92	4,88	3,00
		3-0	SG-1	NE	4,39	1,00	4,39		0,96						
5	Ściany zewnętrzne pom. technicznych	3-0	SZ-1A	NE	4,39	1,64	7,20		1,50	DZ4	1	1,00	2,00	2,00	3,00
		3-0	SG-1	SE	6,24	1,00	6,24		0,96						
		3-0	SZ-1A	SE	6,24	1,64	10,23		1,50	OK3	2	1,21	1,17	2,83	3,00
		3-0	SZ-1A	SE	6,24	1,64	10,23		1,50	OK3	2	1,21	1,17	2,83	3,00
II	ŚCIANY WEWNĘTRZNE														
1	Ściana wewnętrzna (część C - pom. tech.)	1-3	SW-1		6,24	1,47	9,17		1,32						
		1-3	SW-1		4,39	1,47	6,45		1,32						
III	STROPY														
1	Strop nad parterem pod poddaszem nieużytk. - część A i B	1-0** (b _{tr} =0,9)	STR-1P		34,21	17,16	587,04	539,78	0,44						
		1-0** (b _{tr} =0,9)	STR-1P		18,56	14,96	277,66	252,76							
2	Strop nad piętrem pod poddaszem nieużytk. - część C	2-0** (b _{tr} =0,9)	STR-2P		14,01	10,97	153,69	135,28	0,99						

Tabela 1.4 Zestawienie podstawowych charakterystyk przegród budowlanych niezbędnych do określenia potrzeb ciepłych obiektu dla stanu wyjściowego - c.d.

L.p	Opis	Strefy sąsiadujące	Oznaczn.	Orient.	Długość l [m]	Wysokość lub szerokość h lub d [m]	Powierzchnia do obliczeń strat ciepła A_{OBL} [m ²]	Powierzchnia przegrody do docieplenia A_{DOC} [m ²]	U przegrody [W/(m ² K)]	Oznaczn. typu okien lub drzwi	Ilość okien lub drzwi [szt.]	Szerokość okien lub drzwi [m]	Wysokość okien lub drzwi [m]	Powierzchnia okien lub drzwi A_{OK} lub A_{DRZ} [m ²]	U_{OK} lub U_{DRZ} [W/(m ² K)]
3	Strop nad pom. salki w części B	1-0** ($b_{tr}=0,9$)	STR-3P		4,52	14,06	63,55	54,39	1,00						
4	Strop nad pom. mag. w części B	1-0** ($b_{tr}=0,9$)	STR-3P		2,20	4,39	9,66	9,66	1,00						
5	Strop nad pom. tech.	3-0** ($b_{tr}=0,9$)	STR-3P		6,24	4,39	27,39	27,39	1,00						
6	Strop nad parterem - drewniany	1-2	STR-1W		12,86	13,01	137,91		0,86						
7	Strop nad parterem - żelbetowy	1-2	STR-2W		7,50	3,92	29,40		1,34						
IV	PODŁOGI NA GRUNCIE														
1	Podłoga na gruncie (część A, B i C)	1-0*	PODŁ-1G		—	—	933,59		0,37						
2	Podłoga na gruncie (część B)	1-0*	PODŁ-2G		—	—	89,14		0,39						
3	Podłoga na gruncie (część B i C)	1-0*	PODŁ-3G		—	—	106,25		0,39						
4	Podłoga w pom. technicznych	3-0*	PODŁ-4G		—	—	25,28		0,41						

Oznaczenia:

U - współczynnik przenikania ciepła dla przegrody obliczony zgodnie z normą PN-EN ISO 6946

 A_{OBL} - powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła dla Programu OZC (łącznie z powierzchnią okien i drzwi) A_{DOC} - powierzchnia rzeczywista przegrody do docieplenia*/ **Oznaczenia stref:**

1	Sale konferencyjne z zapleczem
2	Sale wystawowe z zapleczem
3	Pomieszczenia techniczne
0	Strefa zewnętrzna
0*	Grunt
0**	Poddasze nieużytkowe

1.5 System grzewczy

1.5.1. Źródło ciepła

Zgodnie z programem przebudowy i remontu obiektu z 1977 r. [14] do zasilania budynku w ciepło do celów centralnego ogrzewania zastosowany był węzeł wymiennikowy z wymiennikiem para-woda.

Para wodna była dostarczana do węzła z sieci parowej zlokalizowanej na terenie Stoczni Gdańskiej.

1.5.2. Instalacja centralnego ogrzewania

Czynnikiem grzewczym w instalacji centralnego ogrzewania w budynku była woda o parametrach 90/70 °C.

Instalacja c.o. została wykonana jako instalacja grawitacyjna z rozdziałem dolnym, otwarta, ze zbiorczym systemem odpowietrzania i tradycyjnymi, żeliwnymi grzejnikami radiatorowymi.

Przewody zasilania i powrotu prowadzone były po ścianach wewnętrznych i pod podłogą.

Rurociągi wykonane były z rur stalowych czarnych.

1.6 Układ zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową

Zgodnie z projektem technicznym instalacji wodociągowo-kanalizacyjnej z 1978 r. [16] przygotowanie ciepłej wody użytkowej w budynku realizowane było w podgrzewaczu pojemnościowym para-woda znajdującym się w węźle wymiennikowym.

Ciepła woda była doprowadzona do węzłów sanitarnych.

Instalacja c.w.u. wykonana była z rur stalowych ocynkowanych położonych w bruzdach pod tynkiem lub prowadzonych po wierzchu ścian.

1.7 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna.

Dopływ powietrza zewnętrznego do pomieszczeń przez nieszczelności w stolarnie otworowej oraz poprzez otwieranie okien.

Odprowadzenie powietrza poprzez kanały wentylacyjne.

Nie stwierdza się za małego przewietrzania.

W okresie zimowym w pomieszczeniach budynku występuje nadmierny (duży) napływ zimnego powietrza przez nieszczelności w stolarnie okiennej i drzwiowej.

Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego dla budynku dla stanu wyjściowego zamieszczono w tabeli 1.5.

Tabela 1.5
Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego dla stanu wyjściowego

A/ Obliczenie nominalnego strumienia powietrza wentylacyjnego					
Lp.	Rodzaj pomieszczeń	Liczba pomieszczeń	Strefa	Założenie lub norma [m ³ /h]	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]
I Sale konferencyjne z zapleczem					
	1) Sala konferencyjna - A	1	1	1 wym/h	2514
	2) Sala konferencyjna - B	1	1	1 wym/h	401
	3) Sala konferencyjna - C	1	1	1 wym/h	130
	4) Hol	2	1	1 wym/h	309
	5) Salka	1	1	1 wym/h	135
	6) Zaplecze kuchenne	2	1	70 m ³ /h	70
	7) Korytarz	1	1	1 wym/h	26
	8) Magazyn	2	1	1 wym/h	80
	9) Biuro	2	1	1 wym/h	62
	10) Komunikacja	1	1	1 wym/h	100
	11) WC	3	1	30 m ³ /1 ustęp (7 ustępów)	210
Razem (strefa 1)					4 037
II Sale wystawowe z zapleczem					
	1) Sale wystawowe	3	2	1 wym/h	340
	2) Komunikacja	1	2	1 wym/h	102
Razem (strefa 2)					442
III Pomieszczenia techniczne					
		1	3	1 wym/h	51
Razem (strefa 3)					51
ŁĄCZNIE V_{nom} :					4 530
ZESTAWIENIE ZBIORCZE DLA STREF					
Strefa	Nazwa	V _{nom} [m ³ /h]	w tym pomieszczenia:		
			okna nowe	okna stare	
1	Sale konferencyjne z zapleczem	4 037	0	4 037	
2	Sale wystawowe z zapleczem	442	0	442	
3	Pomieszczenia techniczne	51	0	51	
RAZEM		4 530	0	4 530	
B/ Określenie strumienia powietrza wentylacyjnego do obliczania zapotrzebowania na moc i na ciepło dla stanu istniejącego z uwzględnieniem współczynników korekcyjnych					
I Określenie współczynników korekcyjnych					
Lp.	Rodzaj i uzasadnienie przyjętych współczynników korekcyjnych	Współczynniki korekcyjne do obliczeń zapotrzebowania			
		na moc	na ciepło		
1	Współczynniki korekcyjne uwzględniające szczelność okien i drzwi	C_m	C_r		
	Pomieszczenia z wymienioną stolarką okienną Nie stwierdza się za małego przewietrzania Nie występuje nadmierny napływ chłodnego powietrza w okresie zimowym	1,00	1,00		
	Pomieszczenia ze starą stolarką okienną Okna o dużym stopniu zużycia. W złym stanie technicznym. Stolarka okienna bardzo nieszczelna. Występuje nadmierny (duży) napływ chłodnego powietrza w okresie zimowym.	1,30	1,20		
2	Współczynnik korekcyjny uwzględniający stopień wyekspozowania na działanie wiatru		C_w		
	Budynek na przestrzeni zabudowanej	---	1,00		

Tabela 1.5
Obliczenia strumienia powietrza wentylacyjnego dla stanu wyjściowego – c.d.

II Określenie strumienia powietrza wentylacyjnego do obliczeń zapotrzebowania mocy				
$V_M = V_{nom} \times C_m$				
Strefa	Nazwa	V_M [m ³ /h]	w tym pomieszczenia:	
			okna nowe	okna stare
1	Sale konferencyjne z zapleczem	5 248	0	5 248
2	Sale wystawowe z zapleczem	575	0	575
3	Pomieszczenia techniczne	66	0	66
RAZEM		5 889	0	5 889
III Określenie strumienia powietrza wentylacyjnego do obliczeń zapotrzebowania na ciepło				
$V_R = V_{nom} \times C_r \times C_w$				
Strefa	Nazwa	V_R [m ³ /h]	w tym pomieszczenia:	
			okna nowe	okna stare
1	Sale konferencyjne z zapleczem	4844	0	4844
2	Sale wystawowe z zapleczem	530	0	530
3	Pomieszczenia techniczne	61	0	61
RAZEM		5436	0	5436
<p>Sumaryczny strumień powietrza wentylacyjnego dla budynku dla stanu istniejącego (dane dla programu Audytor OZC - z uwzględnieniem korekt):</p> <p>- do obliczenia zapotrzebowania na moc: 5 889 m³/h</p> <p>- do obliczenia zapotrzebowania na ciepło: 5436 m³/h</p>				

2. OKREŚLENIE CHARAKTERYSTYK ENERGETYCZNYCH OBIEKTU ORAZ ROCZNYCH KOSZTÓW OGRZEWANIA I CIEPŁEJ WODY DLA STANU WYJŚCIOWEGO

Obliczenia sezonowego zużycia energii na cele grzewcze oraz zapotrzebowania na moc cieplną budynku Sali BHP dla stanu wyjściowego przeprowadzono przy pomocy programu komputerowego Audytor OZC 3D wersja 5.0.

Norma na obliczanie zapotrzebowania mocy (projektowego obciążenia cieplnego): PN-EN 12831:2006 .

Norma na obliczanie zapotrzebowania na ciepło: PN-EN ISO 13790 : 2009.

Obliczenia przeprowadzono z uwzględnieniem podziału obiektu na następujące grupy pomieszczeń odpowiadające wydzielonym strefom temperaturowym:

Nr grupy (strefy temperaturowej)	Grupa pomieszczeń	Temperatura wewnętrzna dla okresu ogrzewania T_w [°C]	Powierzchnia ogrzewana $S_{ogrz.}$ [m ²]	Kubatura pomieszczeń V [m ³]
1	Sale konferencyjne z zapleczem	19,49	981,84	4 012
2	Sale wystawowe z zapleczem	19,08	147,13	441
3	Pomieszczenia techniczne	nieogrzewana	0,00	51
	Razem		1 128,98	4 504

Założenia i dane wyjściowe do obliczeń:

1. Strefa klimatyczna - I (PN-EN 12831 : 2006 [36]).
Projektowa temperatura powietrza zewnętrznego $T_{z,min} = -16$ °C.
Obliczenia przeprowadza się w oparciu o nowe dane klimatyczne opracowane przez Ministerstwo Infrastruktury [42], które wykorzystuje uaktualnioną bazę danych klimatycznych programu Audytor OZC.
Stacja meteorologiczna: Gdańsk - Port Północny.
2. Temperatury wewnętrzne w pom. ogrzewanych - zgodnie z tabelą 2.1.
3. Charakterystyki podstawowych przegród budowlanych budynku dla stanu wyjściowego - zgodnie z tabelami 1.3÷1.4 oraz załącznikiem nr 1.
4. Strumień powietrza wentylacyjnego - zgodnie z tabelą 1.5.
5. Sprawności składowe oraz całkowita sprawność systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej dla stanu wyjściowego - zgodnie z pkt. 2.1.
6. Stawki opłat za energię cieplną oraz wodę i ścieki - zgodnie z pkt. 2.2.

Wyniki obliczeń strat i zysków oraz zapotrzebowania na moc szczytową i energię cieplną użytkową do celów grzewczych obiektu dla stanu wyjściowego przedstawiono w załączniku nr 2.

Zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania obiektu dla stanu wyjściowego z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu oraz powierzchniowy i kubaturowy wskaźnik rocznego zapotrzebowania na energię cieplną do ogrzewania zestawiono w tabeli pkt. 2.3.

W pkt. 2.4 przeprowadzono ocenę zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Zestawienie zbiorcze potrzeb cieplnych obiektu oraz kosztów rocznych ogrzewania i ciepłej wody użytkowej dla stanu wyjściowego zamieszczono w tabeli pkt. 2.5.

Tabela 2.1
Przyjęte obliczeniowe temperatury wewnętrzne w pomieszczeniach ogrzewanych

Nr strefy	Pomieszczenia	Ilość pomieszczeń [szt.]	Temperatura wewnętrzna [°C]
1	Sale konferencyjne z zapleczem		
	1) Sala konferencyjna - A	1	20
	2) Sala konferencyjna - B	1	20
	3) Sala konferencyjna - C	1	20
	4) Hol	2	16
	5) Salka	1	20
	6) Zaplecze kuchenne	2	20
	7) Korytarz	1	16
	8) Magazyn	2	16
	9) Biuro	2	20
	10) Komunikacja	1	16
	11) WC	3	20
	RAZEM / ŚREDNIO	17	19,49
2	Sale wystawowe z zapleczem		
	1) Sale wystawowe	3	20
	2) Komunikacja	1	16
	RAZEM / ŚREDNIO	4	19,08
3	Pomieszczenia techniczne	1	nieogrzewane

Uwaga:

Uśrednienie temperatur w poszczególnych strefach obliczeniowych przeprowadzono w oparciu o kubatury ogrzewane pomieszczeń.

2.1 Określenie sprawności systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody dla stanu wyjściowego

Lp.	Nazwa	Oznac.	Wartość	Uzasadnienie - podstawa przyjętych wartości
I	System grzewczy			
1	<i>Sprawność wytwarzania</i>	η_g	0,85	Węzeł wymiennikowy para-woda. Przyjęto sprawność niższą niż dla węzła cieplnego bez obudowy z powodu układu woda-para i złego stanu technicznego węzła.
2	<i>Sprawność przesyłania</i>	η_d	0,87	Instalacja c.o. z rurociągami w obrębie węzła i z przewodami poziomymi izolowanymi wełną szklaną z płaszczem gipsowo-klejowym. Na części rurociągów brak izolacji. Izolacja na przewodach poziomych w złym stanie technicznym. Instalacja c.o. otwarta - zbiorczy system odpowietrzania. Instalacja wewnętrzna - zły stan techniczny.
3	<i>Sprawność regulacji i wykorzystania</i>	η_e	0,65	Ogrzewanie tradycyjne - wodne z grzejnikami członowymi, ożebrowanymi. Grzejniki prawidłowo usytuowane w pomieszczeniach. Część grzejników z osłonami. Brak ekranów zagrzejnikowych - częściowe straty ciepła przez ściany zewnętrzne. Tradycyjne grzybkowe zawory przygrzejnikowe lub grzejniki podłączone bezzaworowo. Brak regulacji hydraulicznej na pionach. Brak regulacji pogodowej w węźle. Sprawność przyjęto niższą niż dla ogrzewania wodnego z regulacją centralną i bez miejscowej ze względu na brak regulacji centralnej w węźle.
4	<i>Sprawność akumulacji</i>	η_s	1,00	Brak zasobnika w instalacji c.o.
5	<i>Sprawność całkowita systemu grzewczego</i> $\eta_{o,co} = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_s$	$\eta_{o,co}$	0,48	
6	<i>Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia</i>	w_t	1,00	Nie występuje. Czas ogrzewania - 7 dni w tygodniu.
7	<i>Przerwa na ogrzewanie w okresie doby</i>	w_d	1,00	Nie występuje. Czas ogrzewania - 24 h/dobę.
II	System przygotowania c.w.u.			
1	<i>Sprawność wytwarzania</i>	η_g	0,80	Węzeł wymiennikowy para-woda. Zły stan techniczny. Podgrzewacz pojemnościowy para-woda. Z uwagi na podgrzewacz para-woda przyjmuje się sprawność niższą niż dla węzła cieplnego bez obudowy (co+cwu).
2	<i>Sprawność transportu (dystrybucji)</i>	η_d	0,60	Instalacja rozprowadzająca pod podłogą. Pionowe przewody nieizolowane. Instalacja pozioma izolowana matami z wełny szklanej zabezpieczonej płaszczem gipsowo-klejowym. Instalacja mała (ilość punktów poboru - 14 szt.). Ciągła cyrkulacja wody.
3	<i>Sprawność akumulacji</i>	η_s	0,30	Zastosowano zasobnikowy podgrzewacz ciepłej wody para-woda. Układ bardzo stary - nieefektywny energetycznie. Zasobnik wg standardu z lat 70-tych.
4	<i>Sprawność wykorzystania</i>	η_e	1,00	
5	<i>Sprawność systemu przygot. c.w.u.</i> $\eta_{o,cw} = \eta_g \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_e$	$\eta_{o,cw}$	0,14	
<p>Uwagi: Sprawności cząstkowe i sprawność całkowita systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody określono zgodnie z: Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [33].</p>				

2.2 Taryfy i stawki opłat dla stanu wyjściowego

1) Kalkulacja stawek opłat za energię ciepłą - ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody

Rodzaj źródła ciepła – węzeł cieplny (para-woda) zasilany z sieci parowej
Ze względu na brak danych dotyczących cen i stawek opłat za ciepło obowiązujących w okresie minionym (przed 2006 r.) do obliczeń przyjmuje się przez analogię ceny ciepła dostarczanego w parze wg aktualnej taryfy Gdańskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej (GPEC Gdańsk).

Grupa taryfowa - X .

Tabela 2.2 Kalkulacja stawek opłat energii ciepłej

Opłata za zamówioną moc ciepłą	1696,79 zł/MW/m-c
Opłata stała za usługi przesyłowe	4355,29 zł/MW/m-c
Razem (opłaty stałe):	6052,08 zł/MW/m-c
Cena ciepła	30,42 zł/GJ
Opłata zmienna za usługi przesyłowe	9,4 zł/GJ
Razem (opłaty zmienne):	39,82 zł/GJ
Opłata abonamentowa	--- zł/m-c

2) Stawki opłat za wodę i ścieki

Taryfa dla zbiorowego zaopatrzenia w wodę i zbiorowego odprowadzania ścieków obowiązująca na terenie Miasta Gdańska dla odbiorców usług świadczonych przez Saur Neptun Gdańsk S.A. w Gdańsku na okres: od dnia 01.01.2012 r. do dnia 31.12.2012 r. [43].

Tabela 2.3 Kalkulacja stawek opłat za wodę i ścieki

Opłaty jednostkowe ponoszone za wodę i ścieki wynoszą:	
1 Opłata za wodę	4,16 zł/m ³
2 Opłata za ścieki	6,17 zł/m ³
Razem:	10,33 zł/m³

2.3 Zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych oraz roczne koszty ogrzewania budynku dla stanu wyjściowego

Lp.	Nazwa	Oznac. / Jedn.	Wielkość
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania	$q_{o,co}$ [kW]	155,80
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	$Q_{o,co}$ [GJ]	1 199,36
3	Sprawność systemu grzewczego dla stanu istniejącego	$\eta_{o,co}$	0,48
4	Przerwy na ogrzewanie - w okresie tygodnia - w okresie doby	$w_{t,o}$ $w_{d,o}$	1,00 1,00
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{o,co}^* = Q_{o,co} \cdot w_{t,o} \cdot w_{d,o} / \eta_{co}$	$Q_{o,co}^*$ [GJ]	2 498,67
6	Wskaźnik rocznego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania		
	- bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	E [kWh/m ² a] E [kWh/m ³ a]	295,09 74,81
	- z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu	E_s [kWh/m ² a] E_s [kWh/m ³ a]	614,78 155,85
7	Stawki opłat za ogrzewanie		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	O_m [zł/(MWx m-c)]	6 052,08
	opłata zmienna (za ciepło + przesył)	O_z [zł/GJ]	39,82
	opłata abonamentowa	A_b [zł / m-c]	---
8	Roczne koszty ogrzewania budynku dla stanu istniejącego $Op_{o,co} = Q_{o,co}^* \cdot O_z + 12 \cdot q_{o,co} \cdot O_m / 1000 + 12 \cdot A_b$	zł / rok	110 812
Uwagi:			

2.4 Określenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz rocznych kosztów c.w.u. dla stanu wyjściowego

Ze względu na brak szczegółowych informacji dla okresu retrospektywnego, przy określaniu danych wyjściowych do obliczeń zapotrzebowania na moc i na energię cieplną do przygotowania ciepłej wody przeanalizowano założenia przyjęte do obliczeń ciepłej wody w projektach branżowych opracowanych na potrzeby późniejszej modernizacji i przebudowy.

W projekcie budowlanym rewaloryzacji i przebudowy dawnej Sali BHP na terenie Stoczni Gdańskiej na Centrum Wystawienniczo-Konferencyjne opracowanym przez Biuro Badawczo-Projektowe AGENCJA „DART” w listopadzie 2005 r. [6] przyjęto następujące założenia:

- 1) Liczba użytkowników c.w.u. w budynku – 700 osób (j.o.)
- 2) Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę przypadające na 1 użytkownika – $15 \text{ dm}^3 / [(\text{j.o.}) \text{ na dobę}]$
- 3) Temperatura ciepłej wody – 60°C
- 4) Temperatura zimnej wody - 10°C
- 5) Czas użytkowania instalacji c.w.u. w ciągu doby – 12 h/d.

Zdaniem autorów niniejszego opracowania przyjęte w 2005 r. założenia wyjściowe do obliczeń ciepłej wody dotyczące zarówno liczby użytkowników, jak i jednostkowego zapotrzebowania na c.w.u. były nadmiernie zawyżone.

Zgodnie z ww. projektem zapotrzebowanie mocy na potrzeby przygotowania c.w.u. (określone dla przyjętych założeń jw.) wynosiło:

- a) zapotrzebowanie mocy średnie – 50,88 kW;
- b) zapotrzebowanie mocy maksymalne – 95,89 kW.

W dokumentacji firmy Sun Energy z lipca 2010 r. [24] brak jest danych dotyczących przyjętych założeń oraz szczegółowych obliczeń zapotrzebowania mocy dla celów c.w.u.

Jednakże zamieszczone tam bilanse końcowe określają wielkość mocy na potrzeby podgrzewu ciepłej wody (I i II stopień razem – podgrzew z 10°C do 55°C) na następującym poziomie:

- a) moc średnia – 3,5 kW;
- b) moc maksymalna - 14,7 kW.

Dla potrzeb niniejszego opracowania do obliczeń średniego zapotrzebowania na moc cieplną do przygotowania c.w.u. przyjęto więc dane zweryfikowane zakładając:

- 1) Liczba użytkowników c.w.u. w budynku – 150 osób (j.o.)
- 2) Jednostkowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę przypadające na 1 użytkownika – $5 \text{ dm}^3 / [(\text{j.o.}) \text{ na dobę}]$
Wielkość przyjęta zgodnie z wytycznymi rozporządzenia MI dotyczącego wykonywania świadectw energetycznych [33] dla obiektów typu muzea i hale wystawiennicze.
- 3) Temperatura ciepłej wody – 55°C
- 4) Temperatura zimnej wody - 10°C
- 5) Czas użytkowania instalacji c.w.u. w ciągu doby – 12 h/d.

Wyniki obliczeń zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz rocznych kosztów c.w.u. dla stanu wyjściowego zamieszczono w tabeli 2.4.

Tabela 2.4 Określenie zapotrzebowania na ciepło na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz rocznych kosztów c.w.u. dla stanu wyjściowego

Lp.	Nazwa	Oznac. / Formuła	Wartość	Jednostka
1	Liczba użytkowników	$L =$	150	osób
2	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę przypadające na 1 użytkownika	$V_{cw} =$	5	dm ³ /os. dobę
3	Czas użytkowania instalacji w ciągu doby	$t_d =$	12	h/dobę
4	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{d,śr} = V_{cw} \times L / 1000 =$	0,750	m ³ /dobę
5	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{h,śr} = V_{d,śr} / t_d =$	0,063	m ³ /h
6	Ciepło właściwe wody	$c_w =$	4,19	kJ/(kg °C)
7	Gęstość wody	$\rho_w =$	1000	kg/m ³
8	Temperatura wody ciepłej	$t_{cw} =$	55	°C
	Temperatura wody zimnej	$t_z =$	10	°C
9	Średnie zapotrzebowanie na moc cieplną do podgrzewu c.w.u.	$q_{o,cw} = V_{h,śr} \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (t_{cw} - t_z) / 3600 =$	3,30	kW
10	Mnożnik korekcyjny na temperaturę ciepłej wody	$k_t =$	0,88	
11	Czas użytkowania	$t_{uz} =$	312,00	doby
12	Roczne zużycie ciepłej wody w budynku	$V_{cw,r} = V_{d,śr} \cdot t_{uz} =$	234,000	m ³
13	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe do przygotowania cwu	$Q_{o,cw} = V_{cw,r} \cdot L \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (t_{cw} - t_z) \cdot k_t \cdot t_{uz} \cdot 10^{-9} =$	38,83	GJ
14	Sprawność całkowita systemu przygotowania c.w.u.	$\eta_{o,cw} =$	0,14	---
15	Zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania cwu (z uwzględnieniem sprawności systemu przygot. c.w.u.)	$Q_{o,cw}^* = Q_{o,cw} / \eta_{o,cw} =$	277,33	GJ
16	Stawki opłat			
	a) opłata stała	$O_m =$	6 052,08	zł/(MW m-c)
	b) opłata zmienna	$O_z =$	39,82	zł/GJ
	c) opłata abonamentowa	$A_b =$	---	zł /m-c
17	Koszt roczny przygotowania cwu	$Q_{o,cw}^* \cdot O_z + 12 \cdot q_{o,cw} \cdot O_m / 1000 + 12 \cdot A_b =$	11 283	zł /rok
18	Jednostkowy koszt wody zimnej (łącznie z opłatą za ścieki)	$C_{zw} =$	10,33	zł/m ³
19	Koszt wody zimnej	$V_{cw,r} \cdot C_{zw} =$	2 417	zł /rok
20	Sumaryczny koszt roczny cwu	$O_{p,cw} =$	13 700	zł /rok
21	Średni koszt 1 m ³ cwu	$O_{p,cw} / V_{cw,r} =$	58,55	zł/m ³
<p>Uwagi: Czas użytkowania instalacji c.w.u. Przyjęto : 12 h/dobę przez 6 dni w tygodniu ; 52 tygodnie x 6 dni/tydzień = 312 dni/rok</p>				

2.5 Zestawienie potrzeb cieplnych budynku oraz rocznych kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody dla stanu wyjściowego

Lp.	Nazwa	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
1	2	3	4	5
1	Obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na moc cieplną			
	a/ ogrzewanie	$q_{o,co}$	kW	155,80
	b/ przygotowanie c.w.u.	$q_{o,cw}$	kW	3,30
	Łącznie:	q_o	kW	159,10
2	Zapotrzebowanie na energię cieplną (bez uwzględnienia sprawności systemów i przerw w ogrzewaniu)			
	a/ ogrzewanie	$Q_{o,co}$	GJ / rok	1 199,36
	b/ przygotowanie c.w.u.	$Q_{o,cw}$	GJ / rok	38,83
	Łącznie:	$Q_{o,r}$	GJ / rok	1 238,19
3	Zapotrzebowanie na energię cieplną * (z uwzględnieniem sprawności systemów i przerw w ogrzewaniu)			
	a/ ogrzewanie	$Q_{o,co}^*$	GJ / rok	2 498,67
	b/ przygotowanie c.w.u.	$Q_{o,cw}^*$	GJ / rok	277,33
	Łącznie:	$Q_{o,r}$	GJ / rok	2 776,00
4	Koszty roczne			
	a/ ogrzewania	$Op_{o,co}$	zł / rok	110 812
	b/ ciepłej wody użytkowej	$Op_{o,cw}$	zł / rok	13 700
	Łącznie:	$Op_{o,r}$	zł / rok	124 512
<p><u>Uwagi:</u></p> <p>*/ - z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu oraz sprawności całkowitej systemu przygotowania c.w.u.</p>				

3. OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PODSTAWOWYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH OBIEKTU ORAZ OCENA MOŻLIWOŚCI POPRAWY STANU WYJŚCIOWEGO W WYNIKU DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH REALIZOWANYCH ZGODNIE Z ZASADAMI AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

W celu oceny izolacyjności cieplnej przegród budowlanych obiektu dla stanu wyjściowego w tabeli 3.1 porównano współczynniki przenikania ciepła ścian zewnętrznych, stropów, podłóg na gruncie oraz okien i drzwi zewnętrznych budynku z wartościami dopuszczalnymi określonymi wymaganiami obowiązujących przepisów (Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [31,32]).

Ze względu na fakt, że oceniany obiekt pełni funkcje wystawienniczo-konferencyjne porównanie przeprowadzono uwzględniając wymagania w odniesieniu do obiektów użyteczności publicznej.

Dodatkowo przeprowadzono ocenę uwzględniając kryteria stawiane budynkom poddawanych termomodernizacji sformułowane w wymaganiach audytingu energetycznego [30].

Współczynniki przenikania ciepła oraz wartości oporu cieplnego przegród budowlanych charakteryzujące stan wyjściowy przedstawiono w kolumnach 4a-4b tabeli 3.1.

W kolumnie 5a tabeli 3.1 przedstawiono wartości maksymalnie dopuszczalnych współczynników przenikania ciepła U_{max} wg wymagań warunków technicznych (WT2008) [32] w odniesieniu do nowych budynków użyteczności publicznej.

W oparciu o nie w kolumnie 5b wyliczono dopuszczalne (zwiększone o 15%) współczynniki przenikania ciepła dla budynków przebudowywanych.

W kolumnach 5c-5d podano przekroczenie wartości dopuszczalnych współczynnika U dla przegród, które określano w oparciu o wymagania dla budynków nowych oraz przebudowywanych.

Tabela 3.1 Ocena izolacyjności cieplnej przegród budowlanych dla stanu wyjściowego

Lp.	Przegroda	Założone warunki temperaturowe we wnętrzu t_w [°C]	STAN WYJŚCIOWY		OCENA WG WARUNKÓW TECHNICZNYCH (WT2008) BUDYNEK UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ				OCENA WG KRYTERIÓW AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	
			Współczynnik przenikania ciepła przegrody U [W/(m ² K)]	Opór cieplny przegrody R [(m ² K)/W]	Maksymalnie dopuszczalny współcz. przenikania ciepła U_{max} według WT2008		Przekroczenie dopuszczalnej wartości U_{max}		Wymagany minimalny opór cieplny przegrody po modernizacji R_{min} [(m ² K)/W]	Rzeczywisty opór cieplny przegrody w stosunku do wymaganego $(R \times 100) / R_{min}$ [%]
					budynek nowy [W/(m ² K)]	budynek przebudowywany [W/(m ² K)]	budynek nowy [%]	budynek przebudowywany [%]		
1	2	3	4a	4b	5a	5b	5c	5d	6a	6b
1	Ściany zewnętrzne									
	a) ściany z cegły gr. 38 cm	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $t_w \leq 16^\circ\text{C}$	1,50 1,50	0,67 0,67	0,30 0,65	0,35 0,75	400 131	329 100	4,00 4,00	17 17
	b) ściany z cegły gr. 47 cm	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $t_w \leq 16^\circ\text{C}$	1,28 1,28	0,78 0,78	0,30 0,65	0,35 0,75	326 96	265 70	4,00 4,00	20 20
	c) ściany z cegły gr. 51 cm	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $t_w \leq 16^\circ\text{C}$	1,20 1,20	0,83 0,83	0,30 0,65	0,35 0,75	300 85	243 60	4,00 4,00	21 21
2	Stropy pod poddaszem nieużytkowym									
	- strop nad parterem (część A i B)	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$	0,44 0,44	2,27 2,27	0,25 0,50	0,29 0,58	76 $U < U_{max}$	52 $U < U_{max}$	4,50 4,50	51 51
	- strop nad piętrem (część C)	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$	0,99 0,99	1,01 1,01	0,25 0,50	0,29 0,58	296 98	241 71	4,50 4,50	22 22
3	Podłogi na gruncie									
	a) podłoga na gruncie 1 - parkiet		0,37	2,70	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	brak kryteriów	---
	b) podłoga na gruncie 2 - pos. kamienna		0,39	2,56	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	brak kryteriów	---
	c) podłoga na gruncie 3 - pos. ceramiczna		0,39	2,56	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	brak kryteriów	---
4	Okna	przy $t_w > 16^\circ\text{C}$ przy $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$	3,00 3,00	---	1,80 2,60		67 15		I strefa klimatycz. $U_{max} = 1,90$	przekroczenie U_{max} 58
5	Drzwi zewnętrzne		3,00	---	2,60		15		brak kryteriów	---
<p>Oznaczenia:</p> <p>U - wartość współczynnika przenikania ciepła przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m² K)]</p> <p>U_{max} - maksymalna wartość współczynnika przenikania przegrody wymagana w odniesieniu do budynków użyteczności publicznej [W/(m² K)]</p> <p>R - opór cieplny przegrody dla stanu wyjściowego [(m² K)/W]</p> <p>R_{min} - minimalna wartość oporu cieplnego przegrody po termomodernizacji wg kryteriów audytingu energetycznego [(m² K)/W].</p>										

3.1 Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych dla stanu wyjściowego

Ściany zewnętrzne obiektu charakteryzują się w stanie wyjściowym następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła U oraz oporów cieplnych R :

Lp.	Nazwa przegrody	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]	Opór cieplny przegrody R [(m ² K)/W]
1	Ściany zewnętrzne z cegły gr. 38 cm	1,50	0,67
2	Ściany zewnętrzne z cegły gr. 47 cm	1,28	0,78
3	Ściany zewnętrzne z cegły gr. 51 cm	1,20	0,83

Ściany zewnętrzne budynku charakteryzują się bardzo wysokimi współczynnikami przenikania ciepła i mają bardzo niską izolacyjność cieplną.

Przegrody nie spełniają wymagań warunków technicznych ($U_{\text{ścian}} > U_{\text{max}}$) zarówno w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$, jak i w pomieszczeniach ogrzewanych do temperatury $t_w = 16^\circ\text{C}$.

Wielkość przekroczenia wg kryteriów dla budynków przebudowywanych kształtuje się na poziomie:

- a) pom. o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$: (243÷329) %
- b) pom. o temperaturze wewnętrznej $t_w = 16^\circ\text{C}$: (60÷100) %.

Ściany zewnętrzne budynku nie spełniają również kryteriów audytu energetycznego, gdyż wartości oporu cieplnego przegród stanowią jedynie 17÷21% wymaganej minimalnej wartości R_{min} .

Zalecenia i wnioski:

- 1) Należy przeprowadzić docieplenie istniejących ścian zewnętrznych parteru i piętra budynku w celu spełnienia (o ile okaże się to możliwe – ze względu na specyfikę obiektu) wymagań Warunków Technicznych ($U \leq U_{\text{max}}$) oraz kryteriów audytu energetycznego ($R \geq R_{\text{min}} = 4,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$).
- 2) Ze względu na zabytkowy charakter obiektu oraz niemożliwość realizacji docieplenia elewacji od zewnątrz należy zastosować technologię docieplenia analizowanych przegród od strony wewnętrznej.
- 3) Wybór grubości docieplenia ścian powinien być przeprowadzony z uwzględnieniem szczegółowych obliczeń cieplno-wilgotnościowych przegród w celu sprawdzenia dodatkowego warunku dotyczącego zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej.

3.2 Ocena izolacyjności cieplnej stropów pod poddaszem nieużytkowym

Analizuje się stropy nad parterem (pod poddaszem nieużytkowym) części A i B oraz strop nad piętrem części C.

Stropy pod poddaszem nieużytkowym w poszczególnych częściach budynku w stanie wyjściowym charakteryzują się następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła U oraz oporów cieplnych R :

Lp.	Nazwa przegrody	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]	Opór cieplny przegrody R [(m ² K)/W]
1	Strop nad parterem (część A i B)	0,44	2,27
2	Strop nad piętrem (część C)	0,99	1,01

Stropy nad parterem części A i B spełniają wymagania warunków technicznych ($U < U_{\max}$) jedynie w części pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w \leq 16^\circ\text{C}$.

W pomieszczeniach parteru ogrzewanych do temperatury $t_w > 16^\circ\text{C}$ występuje przekroczenie wartości U_{\max} (wg kryteriów dla budynków przebudowywanych) na poziomie 52%.

Strop nad piętrem części C charakteryzuje się niską izolacyjnością cieplną i dużym przekroczeniem wymagań warunków technicznych (przekroczenie dopuszczalnej wartości U_{\max} o 71÷241%).

Zarówno stropy nad parterem (część A i B), jak i strop nad piętrem części C, nie spełniają kryteriów audytu energetycznego, gdyż wartości oporu cieplnego przegród stanowią jedynie 22÷51% wymaganej minimalnej wartości R_{\min} .

Zalecenia i wnioski:

1. Należy przeprowadzić docieplenie stropów pod poddaszem nieużytkowym we wszystkich częściach budynku w celu spełnienia wymagań WT ($U \leq U_{\max}$) oraz kryteriów audytu energetycznego ($R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$).
2. W przypadku stropu drewnianego nad piętrem części C należy przewidzieć usunięcie starej izolacji (płyty wiórkowo-cementowe) oraz dobrać grubość nowej izolacji termicznej na poziomie gwarantującym kompensację oporu cieplnego starej izolacji + wymagany dodatkowy przyrost oporu przegrody do wartości wynikającej z kryterium audytu energetycznego.
3. W przypadku stropów nad parterem części A i B należy ocenić aktualny stan istniejącej izolacji oraz rozważyć możliwość jej pozostawienia na stropie i (o ile okaże się to możliwe) zrealizować docieplenie poprzez ułożenie dodatkowej warstwy izolacji termicznej gwarantującej wymagany przyrost oporu cieplnego przegrody do wartości $R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$.
4. Dociepleniem należy również objąć dodatkowo stropy drewniane nad parterowymi dobudówkami w części B i C.

3.3 Ocena izolacyjności cieplnej podłóg na gruncie

Podłogi na gruncie w stanie wyjściowym charakteryzują się następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła (U) oraz oporów cieplnych (R):

Lp.	Nazwa przegrody	Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m ² K)]	Opór cieplny przegrody R [(m ² K)/W]
1	Podłoga na gruncie 1 – z parkietem	0,37	2,70
2	Podłoga na gruncie 2 – z pos. kamienną	0,39	2,56
3	Podłoga na gruncie 3 – z pos. ceramiczną	0,39	2,56

Podłogi na gruncie w stanie wyjściowym stanowią przegrody o zadowalającej izolacyjności cieplnej i spełniają wymagania warunków technicznych ($U < U_{max}$).

Brak kryteriów oceny przegród danego typu w wymaganiach audytingu energetycznego.

Zalecenia i wnioski:

Podłogi na gruncie na terenie obiektu w stanie wyjściowym stanowią przegrody o zadowalającej izolacyjności cieplnej i można je pozostawić bez zmian

3.4 Ocena izolacyjności cieplnej okien i drzwi zewnętrznych

Zgodnie z przeprowadzoną oceną (patrz: pkt. 1.4.2) okna i drzwi zewnętrzne budynku Sali BHP w stanie wyjściowym charakteryzują się następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła:

- c) okna : $U_{OKIEN} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 d) drzwi zewnętrzne : $U_{DRZWI} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Przegrody charakteryzują się niską izolacyjnością cieplną i nie spełniają wymagań warunków technicznych ($U < U_{max}$) ani kryteriów audytingu energetycznego.

Ze względu na niezadowalającą szczelność powodują również nadmierny napływ chłodnego powietrza w okresie zimowym powodujący zwiększenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

Zalecenia i wnioski:

- 1) Wskazane jest przeprowadzenie wymiany stolarki okiennej i drzwiowej na okna i drzwi charakteryzujące się wysoką izolacyjnością cieplną (np. $U_{OKIEN} \leq 1,4 \div 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ i $U_{DRZWI} \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$) i dobrą szczelnością.
- 2) Możliwe jest osiągnięcie dodatkowych oszczędności energetycznych poprzez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników (zalecany montaż nawiewników regulowanych automatycznie, np. nawiewników higrosterowanych).

4. MOŻLIWOŚCI POPRAWY STANU WYJŚCIOWEGO W WYNIKU DZIAŁAŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH W ODNIESIENIU DO SYSTEMU GRZEWCZEGO

Poniżej przedstawiono propozycje rozwiązań obejmujące działania termomodernizacyjne przyczyniające się do podwyższenia (bardzo niskiej w stanie wyjściowym) sprawności systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej.

4.1 Źródło ciepła

Jako źródło ciepła do docelowego ogrzewania budynku możliwe jest zastosowanie jednego z poniższych wariantów stanowiących rozwiązania technicznie sprawdzone i najefektywniejsze:

- 1) Ciepło sieciowe z miejskiej sieci ciepłowniczej (m.s.c.) - z uwzględnieniem modernizacji sieci parowej na sieć wodną lub doprowadzeniem nowej wodnej sieci ciepłowniczej
- 2) Indywidualne źródło ciepła oparte na kotłowni olejowej
- 3) Indywidualne źródło ciepła oparte na pompach ciepła.

Najefektywniejszym rozwiązaniem z punktu widzenia kosztów eksploatacji wydaje się wykorzystanie ciepła sieciowego.

Rozwiązanie to wymaga podłączenia do miejskiej sieci ciepłowniczej oraz budowy węzła ciepłowniczego w pomieszczeniach odbiorcy ciepła.

Zgodnie z przepisami ustawy „Prawo energetyczne”, jeżeli istnieją techniczne i ekonomiczne warunki podłączenia do sieci ciepłowniczej, to po podpisaniu umowy o przyłączenie do sieci pomiędzy odbiorcą i dostawcą ciepła całość przyłączenia wykonuje dostawca ciepła, natomiast odbiorca pokrywa koszty przyłączenia według stawek określonych w „Taryfie dla ciepła”, które nie mogą być wyższe niż 25% kosztów przyłączenia.

Odbiorca ciepła odpowiada za instalację węzła ciepłowniczego (zgodnie z warunkami technicznymi wydanymi przez dostawcę ciepła), w którym realizowana jest redukcja parametrów czynnika grzewczego oraz odpowiedni rozdział i przygotowanie czynnika do różnych celów, jakie wymaga odbiorca, czyli centralne ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, wentylacja, itp.

Należy podkreślić, że podłączenie do m.s.c. nie wymaga budowy instalacji kominiowych oraz jest korzystne dla środowiska naturalnego i jest preferowanym sposobem ogrzewania budynków między innymi w „Regionalnej strategii energetyki ze szczególnym uwzględnieniem źródeł odnawialnych” [51] województwa pomorskiego oraz programach rządowych.

Z uwagi na przewidywany wzrost kosztów produkcji ciepła w źródłach ciepła opalanych węglem kamiennym, wynikający z konieczności wnoszenia opłat za prawa do emisji CO₂, trudno przewidzieć jak się będą kształtowały ceny ciepła w stosunku do innych nośników w perspektywie kilkunastu lat.

W przypadku braku możliwości przyłączenia do sieci ciepłowniczej można zastosować źródło ciepła oparte na kotłowni olejowej.

Istotnym elementem w przypadku zastosowania kotłowni olejowej jest konieczność budowy instalacji odprowadzającej spaliny, montażu kotłów w pomieszczeniach o większej kubaturze niż w przypadku montażu węzłów ciepłowniczych oraz budowa większej instalacji wentylacji, także instalacja zbiorników na olej opałowy.

Z uwagi na zapewnienie pracy kotła z w miarę stałym obciążeniem (co będzie miało wpływ na większą sprawność kotła, a tym samym na zmniejszenie zużycia paliwa) wskazane jest zastosowanie w układzie przygotowania c.w.u. zasobników ciepłej wody. Pozostałe warunki realizacji inwestycji są porównywalne jak dla budowy wężła ciepłowniczego.

Trzecim wariantem modernizacji źródła ciepła jest zastosowanie tzw. gruntowych pomp ciepła.

W pompie ciepła transport strumienia ciepła odbywa się z dolnego źródła ciepła (np. woda, grunt, powietrze) do górnego źródła ciepła, czyli do wnętrza budynków, które są ogrzewane. Współczynnik efektywności pomp ciepła, charakteryzujący ich sprawność, czyli stosunek ilości ciepła wydzielonego w górnym źródle ciepła do pracy dostarczonej do sprężarki, jest tym większy im niższa jest temperatura górnego źródła ciepła, co oznacza, że pompy ciepła powinny być stosowane przy niskotemperaturowych instalacjach centralnego ogrzewania, np. przy ogrzewaniu podłogowym o temperaturze czynnika grzewczego rzędu 35÷40°C. W przypadku zastosowania pomp ciepła w instalacjach wysokotemperaturowych (tradycyjnych, grzejnikowych), celowe jest rozpatrzenie stosowania pomp ciepła jako źródła ciepła pierwszego stopnia, gdzie następuje wstępny podgrzew czynnika grzewczego, natomiast drugim stopniem byłyby inne urządzenia.

W celu prawidłowej instalacji gruntowych pomp ciepła z kolektorami poziomymi, wymagana jest dostępność niezagospodarowanego terenu o odpowiedniej powierzchni. Przykładowo, przyjmując moc pomp ciepła w wysokości 100 kW przy jednostkowej mocy pobieranej z gruntu 25 W/m², potrzebny jest niezagospodarowany grunt o powierzchni minimum 4 000 m².

Jeżeli zastosujemy kolektory pionowe, przy jednostkowej mocy pobieranej z gruntu 50 W/m, konieczne będzie wykonanie wierceń na głębokość 2 000 m, czyli zakładając, że maksymalna głębokość otworu nie powinna być większa niż 100 m, konieczne będzie wykonanie 20 otworów pod pionowe sondy. Przy minimalnej odległości pomiędzy otworami wynoszącej 4 m, a optymalnie powinno to być nie mniej niż 10 m w celu umożliwienia prawidłowej regeneracji gruntu, konieczne jest dysponowanie niezagospodarowanym terenem o powierzchni minimum 1 100 m².

Mając na celu podniesienie sprawności systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz możliwości techniczne przedstawione w analizach możliwości zastosowania różnych rozwiązań zaopatrzenia w ciepło proponuje się przyjęcie jako źródła ciepła układu gruntowych pomp ciepła z kolektorami pionowymi, czyli wykorzystanie jako dolnego źródła ciepła gruntu.

Pompy ciepła muszą zapewniać dostawę ciepła w zakresie centralne ogrzewania, przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji.

Pompy ciepła powinny być wyposażone w zasobnik ciepła, który umożliwi bardziej równomierną pracę pomp ze stałym obciążeniem oraz trzyfunkcyjny regulator pogodowy. Instalacja musi być także wyposażona w odpowiednie elementy wykonawcze, które umożliwią realizację priorytetu ciepłej wody użytkowej.

W celu ograniczenia dużej zmienności pracy pomp ciepła oraz zapewnienia wymaganej ilości ciepłej wody, przygotowanie c.w.u. powinno być realizowane w podgrzewaczu zasobnikowym.

Zastosowanie pomp pozwoli na podniesienie sprawności wytwarzania dla centralnego ogrzewania, przygotowania c.w.u. oraz wentylacji. Z uwagi na zastosowanie nowoczesnego zasobnikowego podgrzewacza c.w.u. wzrośnie sprawność przygotowania ciepłej wody.

Z uwagi na zastosowanie zasobnika ciepła w instalacji zmniejszeniu ulegnie sprawność akumulacji w instalacji grzewczej.

4.2 Instalacja centralnego ogrzewania

Podstawowe wymagania dotyczące instalacji grzewczej, które zamieszczone są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [31,32], przedstawiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Podstawowe wymagania dotyczące instalacji grzewczej wg WT

Element	Wymaganie wg Warunków Technicznych
<i>Miejscowe regulatory dopływu ciepła</i>	<ol style="list-style-type: none"> Grzejniki i inne urządzenia odbierające ciepło powinny być zaopatrzone w regulatory dopływu ciepła (nie dotyczy budynków zakwaterowania w zakładach karnych i aresztach śledczych). Regulatory powinny działać automatycznie w zależności od zmian temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach, w których są zainstalowane (nie dotyczy budynków jednorodzinnych oraz mieszkań i lokali użytkowych z własną instalacją ogrzewczą). Regulatory powinny umożliwiać użytkownikom uzyskanie w pomieszczeniach temperatury niższej od obliczeniowej, przy czym nie niższej niż 16°C w pomieszczeniach o temperaturze obliczeniowej 20°C i wyższej.
<i>Regulatory pogodowe</i>	Instalacje ogrzewcze zasilane z sieci ciepłowniczej powinny być sterowane działającym automatycznie urządzeniem do regulacji dopływu ciepła odpowiednio do zmian zewnętrznych warunków klimatycznych.
<i>Niezależne gałęzie (obiegi)</i>	Jeżeli zapotrzebowanie na ciepło lub sposób użytkowania poszczególnych części budynku są wyraźnie zróżnicowane, instalacja ogrzewcza powinna być odpowiednio podzielona na niezależne gałęzie (obiegi).
<i>Przerwy w użytkowaniu</i>	W budynku, w którym w sezonie grzewczym występują okresowe przerwy w użytkowaniu, instalacja ogrzewcza powinna być zaopatrzona w urządzenia pozwalające na ograniczenie dopływu ciepła w czasie tych przerw.
<i>Aparatura kontrolna i pomiarowa</i>	Instalacja ogrzewcza powinna być zaopatrzona w aparaturę kontrolną i pomiarową zapewniającą jej bezpieczne użytkowanie.
<i>Urządzenia do rozliczania ciepła</i>	<p>W budynkach z instalacją ogrzewczą wodną zasilaną z sieci ciepłowniczej powinny znajdować się urządzenia służące do rozliczania zużytego ciepła:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ciepłomierz (układ pomiarowo-rozliczeniowy) do pomiaru ilości ciepła dostarczanego do instalacji ogrzewczej budynku Urządzenia umożliwiające indywidualne rozliczanie kosztów ogrzewania poszczególnych mieszkań lub lokali użytkowych w budynku. <p>W budynkach z własną kotłownią powinny być zastosowane:</p> <ol style="list-style-type: none"> Urządzenie do pomiaru ilości zużytego paliwa w kotłowni Urządzenia umożliwiające indywidualne rozliczanie kosztów ogrzewania poszczególnych mieszkań lub lokali użytkowych.
<i>Instalacja wodna systemu zamkniętego lub wyposażona w armaturę automatycznej regulacji</i>	<ol style="list-style-type: none"> Instalacja wodna systemu zamkniętego lub wyposażona w armaturę automatycznej regulacji powinna mieć urządzenia do odpowietrzania miejscowego zgodnie z wymaganiami Polskiej Normy. Zabrania się zasilania z kotła na paliwo stałe instalacji ogrzewczych wodnych systemu zamkniętego, wyposażonych w przeponowe naczynia wzbiorcze
<i>Izolacja cieplna przewodów</i>	<ol style="list-style-type: none"> Straty ciepła na przewodach zasilających i powrotnych instalacji wodnej centralnego ogrzewania powinny być na racjonalnie niskim poziomie. Izolacja cieplna tych przewodów powinna spełniać wymagania określone w załączniku nr 2 do rozporządzenia. Straty ciepła na przewodach ogrzewania powietrznego powinny być na racjonalnie niskim poziomie. Izolacja cieplna tych przewodów powinna spełniać wymagania określone w załączniku nr 2 do rozporządzenia.
<i>Ogrzewanie parowe i wodne o temperaturze czynnika grzejnego powyżej 90°C</i>	W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi zabrania się stosowania ogrzewania parowego oraz wodnych instalacji ogrzewczych o temperaturze czynnika grzejnego przekraczającej 90°C.

Zgodnie z wymaganiami Warunków Technicznych (Załącznik nr 2 – Wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii) izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne określone w tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów wg WT2008 [32]

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m·K) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	½ wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1-4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:

- 1) Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej
- 2) Izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

Proponowana termomodernizacja instalacji grzewczej powinna być przeprowadzona pod kątem dostosowania jej do aktualnych wymagań warunków technicznych.

Poniżej przedstawiono podstawowe wymagania szczegółowe dotyczące budowy nowej instalacji centralnego ogrzewania w analizowanym obiekcie:

- Do regulacji parametrów czynnika grzewczego w instalacji konieczne jest zastosowanie regulatora pogodowego zainstalowanego przy układzie pomp ciepła.
- W przypadku, jeżeli część pomieszczeń w budynku nie jest użytkowana w sposób ciągły, należy wykonać oddzielne „pętle” instalacji, które umożliwią oddzielne sterowanie, np. w celu zastosowania przerw w ogrzewaniu w ciągu doby lub w ciągu tygodnia, oraz możliwość obniżenia temperatury w pomieszczeniach.
- W celu łatwego i szybkiego równoważenia hydraulicznego instalacji na podstawowych gałęziach instalacji powinny być montowane zawory nastawcze umożliwiające regulację przepływów w instalacji.
- Z uwagi na przyjęcie rozwiązania opartego na pompach ciepła należy zastosować instalacje ogrzewania podłogowego zaprojektowaną na parametry 35/25°C.

- Przewody instalacji ciepłowniczej oraz doprowadzające ciepło do innych układów (np. wentylacji) muszą być izolowane we wszystkich pomieszczeniach nieogrzewanych. Zalecane jest także izolowanie przewodów położonych w przejściach przez ściany lub stropy.
Grubość izolacji powinna być dobrana zgodnie z wymaganiami wyszczegółowanymi w tabeli 4.2. Zastosowanie właściwej izolacji spowoduje wzrost sprawności przesyłania ciepła.

4.3 Instalacja ciepłej wody użytkowej

Instalacja ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) powinna spełniać wymagania warunków technicznych [31,32], które przedstawiono w tabelach 4.1 i 4.2 w odniesieniu do instalacji c.w.u.

Poniżej przedstawiono podstawowe szczegółowe wymagania dotyczące budowy instalacji ciepłej wody użytkowej w analizowanym obiekcie:

- Z uwagi na propozycję rozwiązania opartego na zastosowaniu pomp ciepła zaleca się zastosowanie zasobnikowego podgrzewacza c.w.u.
- Na głównych gałęziach instalacji c.w.u. powinny zostać zamontowane zawory regulacyjne termostatyczne do ograniczenia cyrkulacji c.w.u.
- Przewody instalacji ciepłej wody powinny być w całości izolowane, ze szczególnym uwzględnieniem pomieszczeń nieogrzewanych.
Grubość izolacji - zgodnie z wymaganiami wyszczegółowanymi w tabeli 4.2.
- Układ regulacji powinien umożliwiać wyłączenie cyrkulacji c.w.u.

5. WYKAZ RODZAJÓW USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH WYBRANYCH NA PODSTAWIE OCENY STANU WYJŚCIOWEGO

Lp.	Rodzaj usprawnień	Sposób realizacji
1	<p>Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne</p> <p>a) ściany z cegły gr. 38 cm b) ściany z cegły gr. 47 cm c) ściany z cegły gr. 51 cm</p> <p>Zabezpieczenie ścian docieplanych od wewnątrz przed kondensacją pary wodnej</p>	<ol style="list-style-type: none"> Należy przeprowadzić docieplenie istniejących ścian zewnętrznych parteru i piętra budynku w celu spełnienia (o ile okaże się to możliwe – ze względu na specyfikę obiektu) wymagań WT ($U \leq U_{\max}$) oraz kryteriów audytu energetycznego ($R \geq R_{\min} = 4,00 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$). Ze względu na zabytkowy charakter obiektu oraz niemożliwość realizacji docieplenia elewacji od zewnątrz należy zastosować technologię docieplenia analizowanych przegród od strony wewnętrznej. Wybór grubości docieplenia ścian powinien być przeprowadzony z uwzględnieniem szczegółowych obliczeń cieplno-wilgotnościowych przegród w celu sprawdzenia warunku dotyczącego zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej.
2	<p>Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropy pod poddaszem nieużytkowym</p> <p>1/ Stropy nad parterem (część A i B) 2/ Strop nad piętrem (część C)</p>	<ol style="list-style-type: none"> Należy przeprowadzić docieplenie stropów pod poddaszem nieużytkowym we wszystkich częściach budynku w celu spełnienia wymagań WT ($U \leq U_{\max}$) oraz kryteriów audytu energetycznego ($R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$). W przypadku stropu drewnianego nad piętrem części C należy przewidzieć usunięcie starej izolacji (płyty wiórkowo-cementowe) oraz dobrą grubość nowej izolacji termicznej na poziomie gwarantującym kompensację oporu cieplnego starej izolacji + wymagany dodatkowy przyrost oporu przegrody do wartości wynikającej z kryterium audytu energetycznego. W przypadku stropów nad parterem części A i B należy ocenić aktualny stan istniejącej izolacji oraz rozważyć możliwość jej pozostawienia na stropie i (o ile okaże się to możliwe) zrealizować docieplenie poprzez ułożenie dodatkowej warstwy izolacji termicznej gwarantującej wymagany przyrost oporu cieplnego przegrody do wartości $R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2 \text{ K)/W}$. Dociepleniem należy również objąć dodatkowo stropy drewniane nad parterowymi dobudówkami w części B i C.
3	<p>Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego</p>	<ol style="list-style-type: none"> Wskazane jest przeprowadzenie wymiany stolarki okiennej i drzwiowej na okna i drzwi charakteryzujące się wysoką izolacyjnością cieplną (np. $U_{\text{OKIEN}} \leq 1,4 \div 1,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ i $U_{\text{DRZWI}} \leq 1,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$) i dobrą szczelnością. Możliwe jest osiągnięcie dodatkowych oszczędności energetycznych poprzez wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników (zalecany montaż nawiewników regulowanych automatycznie, np. nawiewników higrosterowanych).

Lp.	Rodzaj usprawnień	Sposób realizacji
6	<p>Podwyższenie sprawności systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej</p> <p>6.1 Modernizacja systemu zaopatrzenia obiektu w energię cieplną</p> <p>6.2 Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej oraz systemu wentylacji</p>	<p>Obejmuje usprawnienia przyczyniające się do zmniejszenia strat ciepła w budynku poprzez podwyższenie sprawności całkowitej systemu grzewczego i systemu zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową. Rozpatruje się jako jedno kompleksowe usprawnienie.</p> <hr/> <p>Proponowany zakres modernizacji:</p> <p>➤ <u>Źródło ciepła</u></p> <p>Zmiana źródła zaopatrzenia obiektu w energię cieplną. Zastosowanie jako źródła ciepła układu gruntowych pomp ciepła z kolektorami pionowymi. Pompy ciepła muszą zapewniać dostawę ciepła w zakresie centralne ogrzewania, przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji. Pompy ciepła powinny być wyposażone w zasobnik ciepła, który umożliwi bardziej równomierną pracę pomp ze stałym obciążeniem oraz trzyfunkcyjny regulator pogodowy. Instalacja musi być także wyposażona w odpowiednie elementy wykonawcze, które umożliwią realizację priorytetu ciepłej wody użytkowej. W celu ograniczenia dużej zmienności pracy pomp ciepła oraz zapewnienia wymaganej ilości ciepłej wody, przygotowanie c.w.u. powinno być realizowane w podgrzewaczu zasobnikowym.</p> <p>➤ <u>Instalacja centralnego ogrzewania</u></p> <p>Budowa nowej instalacji centralnego ogrzewania spełniającej aktualne wymagania warunków technicznych (WT2008) z uwzględnieniem poniżej wyszczegółonych wymagań szczegółowych dla danego obiektu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Do regulacji parametrów czynnika grzewczego w instalacji konieczne jest zastosowanie regulatora pogodowego zainstalowanego przy układzie pomp ciepła. • W przypadku, jeżeli część pomieszczeń w budynku nie jest użytkowana w sposób ciągły, należy wykonać oddzielne „pętle” instalacji, które umożliwią oddzielne sterowanie, np. w celu zastosowania przerw w ogrzewaniu w ciągu doby lub w ciągu tygodnia, oraz możliwość obniżenia temperatury w pomieszczeniach.

Lp.	Rodzaj usprawnień	Sposób realizacji
		<ul style="list-style-type: none"> • W celu łatwego i szybkiego równoważenia hydraulicznego instalacji na podstawowych gałęziach instalacji powinny być montowane zawory nastawcze umożliwiające regulację przepływów w instalacji. • Z uwagi na przyjęcie rozwiązania opartego na pompach ciepła należy zastosować instalacje ogrzewania podłogowego zaprojektowaną na parametry 35/25°C. • Przewody instalacji ciepłowniczej oraz doprowadzające ciepło do innych układów (np. wentylacji) muszą być izolowane we wszystkich pomieszczeniach nieogrzewanych. Zalecane jest także izolowanie przewodów położonych w przejściach przez ściany lub stropy. Grubość izolacji powinna być dobrana zgodnie z wymaganiami warunków technicznych (WT2008). <p>➤ <u>Instalacja ciepłej wody użytkowej</u></p> <p>Zmiana źródła ciepła (jw.) Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej spełniającej następujące wymagania:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Z uwagi na propozycję rozwiązania opartego na zastosowaniu pomp ciepła zaleca się zastosowanie zasobnikowego podgrzewacza c.w.u. • Na głównych gałęziach instalacji c.w.u. powinny zostać zamontowane zawory regulacyjne termostacyjne do ograniczenia cyrkulacji c.w.u. • Przewody instalacji ciepłej wody powinny być w całości izolowane, ze szczególnym uwzględnieniem pomieszczeń nieogrzewanych. Grubość izolacji - zgodnie z wymaganiami warunków technicznych (WT2008). • Układ regulacji powinien umożliwiać wyłączenie cyrkulacji c.w.u.
<p>Uwagi:</p>		

6. ANALIZA PROPONOWANYCH USPRAWNIEŃ TERMOMODERNIZACYJNYCH ORAZ OKREŚLENIE OSZCZĘDNOŚCI ENERGETYCZNYCH I OSZCZĘDNOŚCI KOSZTÓW W STOSUNKU DO STANU WYJŚCIOWEGO

6.1 Analiza usprawnień dotyczących zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło dla przegród zewnętrznych

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach przeprowadza się:

- 1) Ocenę proponowanych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne (nieprzezroczyste)
- 2) Ocenę proponowanych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne (przegrody przezroczyste) oraz strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Lp.	Nazwa	Oznac.	Jednostka	Wartość	
1	Minimalna temperatura zewnętrzna	$T_{z,o}$	°C	-16	
2	Temperatury wewnętrzne dla wydzielonych grup pomieszczeń		T_w		
	Nazwa grupy	Nr grupy			
	Sale konferencyjne z zapleczem	1	°C	19,49	
	Sale wystawowe z zapleczem	2	°C	19,08	
	Pomieszczenia techniczne	3	°C	nieogrzewana	
3	Obliczeniowe temperatury wewnętrzne do określenia liczby stopniodni dla grup ścian zewnętrznych		$T_{w,o}$		
	obliczeniowa grupa ścian	grupy pomieszczeń			
	ŚCIANY 1	1+2	°C	19,45	
	ŚCIANY 2	1	°C	19,49	
	ŚCIANY 3	1+2	°C	19,45	
4	Obliczeniowe temperatury wewnętrzne do określenia liczby stopniodni dla grup stropów		$T_{w,o}$		
	obliczeniowa grupa stropów	grupy pomieszczeń			
	STROP 1	1	stropy poddaszem nieużytkowym	°C	19,49
	STROP 2	2		°C	19,08
	STROP 3	1		°C	19,49
5	Obliczeniowe temperatury wewnętrzne do określenia liczby stopniodni dla grup okien i drzwi		$T_{w,o}$		
	oblicz. grupa okien i drzwi	grupy pomieszczeń			
	OKNA 1	1	°C	19,49	
	DRZWI 1	1	°C	19,49	
	OKNA 2	2	°C	19,08	

Lp.	Nazwa	Oznac.	Jednostka	Wartość
6	Obliczeniowa liczba stopniodni dla grup ścian zewnętrznych	Sd		
	ŚCIANY 1		dzień K	3 462
	ŚCIANY 2		dzień K	3 472
	ŚCIANY 3		dzień K	3 462
7	Obliczeniowa liczba stopniodni dla grup stropów	Sd		
	STROP 1		dzień K	2 262
	STROP 2		dzień K	2 163
	STROP 3		dzień K	2 262
8	Obliczeniowa liczba stopniodni dla grup okien i drzwi	Sd		
	OKNA 1		dzień K	3 472
	DRZWI 1		dzień K	3 472
	OKNA 2		dzień K	3 373
9	Stawki opłat za energię ciepłą			
	opłata stała	O_m	zł/(MW·m-c)	6 052,08
	opłata zmienna	O_z	zł/GJ	39,82
	opłata abonamentowa	Ab	zł / m-c	---

Uwagi:

- Liczbę stopniodni określono w oparciu o nowe dane klimatyczne opracowane przez Ministerstwo Infrastruktury dla potrzeb wykonywania świadectw energetycznych [42].
Liczbę dnia ogrzewania przyjęto w oparciu o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 17.03.2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego [30].
- Stawki opłat po modernizacji przyjęto bez zmian.

6.1.1. Ściany zewnętrzne parteru i piętra

Cel usprawnienia:

1. Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne parteru i piętra przewidziane do docieplenia od wewnątrz.
2. Zabezpieczenie ścian parteru i piętra docieplanych od wewnątrz przed kondensacją pary wodnej.

Usprawnienie obejmuje:

- a) ściany z cegły gr. 38 cm;
- b) ściany z cegły gr. 47 cm;
- c) ściany z cegły gr. 51 cm.

Sposób realizacji usprawnienia:

- 1) Należy przeprowadzić docieplenie istniejących ścian zewnętrznych parteru i piętra budynku w celu poprawy ich izolacyjności cieplnej oraz spełnienia (o ile okaże się to możliwe – ze względu na specyfikę obiektu) obowiązujących wymagań, tj.:
 - spełnienie wymagań WT : $U \leq U_{max}$
 - spełnienie wymagań audytu energetycznego: $R \geq R_{min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$.
- 2) Ze względu na zabytkowy charakter obiektu oraz niemożliwość realizacji docieplenia elewacji od zewnątrz należy zastosować technologię docieplenia analizowanych przegród od strony wewnętrznej.
- 3) Wybór grubości docieplenia ścian należy przeprowadzić z uwzględnieniem szczegółowych obliczeń cieplno-wilgotnościowych przegród w celu sprawdzenia warunku dotyczącego zabezpieczenia przegród przed kondensacją pary wodnej.

W celu wyboru optymalnego sposobu realizacji usprawnienia przeanalizowano możliwość docieplenia ścian w oparciu o następujące systemy dociepleń:

- a) system z wykorzystaniem bloczków YTONG MULTIPOR.
- b) system oparty o płyty klimatyczne RENOVARIO / CALSITHERM,
- c) system z wykorzystaniem płyt z pianki poliuretanowej IQ-THERM,
- d) system z wykorzystaniem płyt z pianki poliuretanowej EUROTHANE G.



Analiza możliwości zastosowania systemu opartego na wykorzystaniu bloczków YTONG MULTIPOR

Analizuje się docieplenie ścian zewnętrznych obiektu od strony wewnętrznej przy pomocy bloczków YTONG MULTIPOR charakteryzujących się wysoką izolacyjnością cieplną.

Proponowany materiał termoizolacyjny: bloczki YTONG MULTIPOR.
Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego: $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$.

Określenie wymaganych grubości docieplenia ścian (wraz z określeniem oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia - w porównaniu ze stanem wyjściowym) pokazano w tabeli 6.1.

Analizuje się cztery warianty:

WARIANT 1	- spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
WARIANT 2	- spełnienie wymagań WT - budynek nowy
WARIANT 3	- spełnienie wymagań audytingu energetycznego
WARIANT 4	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Analizę dla wariantów 1÷3 przeprowadza się z uwzględnieniem dostępnego typoszeru grubości bloczków (5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20 cm), natomiast w wariantcie 4 określa się teoretyczną grubość warunkującą zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej .

Grubości spełniające wymagania sprecyzowane dla poszczególnych wariantów:

	ŚCIANY 1 SZ-1 (38 cm)	ŚCIANY 2 SZ-2 (47 cm)	ŚCIANY 3 SZ-3 (51 cm)
WARIANT 1	10 cm	10 cm	10 cm
WARIANT 2	12 cm	12 cm	12 cm
WARIANT 3	16 cm	16 cm	16 cm
WARIANT 4	1,5 cm	2,5 cm	2,5 cm

Grubość analizowanej izolacji możliwa do zastosowania ze względu na zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej w analizowanych przegrodach wynosi jedynie 2÷3 cm (brak danych grubości w dostępnym typoszeregu wyrobów).

Przeprowadzona analiza ciepłno-wilgotnościowa wykazała, że dla wszystkich wyższych grubości będzie występowała w przegrodach kondensacja międzywarstwowa na styku ocieplenia i istniejącego muru z cegły. Pomimo odparowania kondensatu w okresie letnim może to powodować ryzyko wystąpienia degradacji materiałów istniejącego starego muru.

Wnioski

Analizowany system docieplenia z wykorzystaniem bloczków YTONG MULTIPOR nie spełnia założonych wymagań i nie może być w tym przypadku rekomendowany do realizacji.



Analiza możliwości zastosowania systemu opartego na wykorzystaniu płyt klimatycznych RENOVARIO / CALSITHERM

Analizuje się docieplenie ścian zewnętrznych obiektu od strony wewnętrznej przy pomocy płyt klimatycznych RENOVARIO/CALSITHERM charakteryzujących się wysoką izolacyjnością cieplną.

Proponowany materiał termoizolacyjny:
płyty klimatyczne RENOVARIO/CALSITHERM z silikatu wapiennego.
Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego: $\lambda = 0,059 \text{ W/(mK)}$.

Ze względu na ograniczoność dostępnego typoszeru grubości płyt (2,5; 3; 5 cm) w wariantach 1-3 analizuje się wszystkie możliwe do zastosowania grubości izolacji, na-

tomiast w wariacie 4 określa się teoretyczną grubość warunkującą zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej.

Analizuje się cztery warianty:

WARIANT 1	- grubość płyty klimatycznej = 2,5 cm
WARIANT 2	- grubość płyty klimatycznej = 3 cm
WARIANT 3	- grubość płyty klimatycznej = 5 cm
WARIANT 4	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Wyniki analizy dla dostępnych grubości docieplenia (wraz z określeniem oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia - w porównaniu ze stanem wyjściowym) pokazano w tabeli 6.2.

Z tabeli wynika, że żadna z dostępnych grubości płyt klimatycznych nie gwarantuje spełnienia wymagań warunków technicznych dotyczących wartości współczynnika przenikania ciepła ($U \leq U_{max}$), ani wymagań audytingu energetycznego dotyczących wartości oporu cieplnego przegrody po dociepleniu ($R \geq R_{min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$).

Grubość analizowanej izolacji możliwa do zastosowania ze względu na zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej w przegrodzie wynosi:

- 1) Ściany gr. 38 cm - 3 cm
- 2) Ściany gr. 47 cm - 4 cm
- 3) Ściany gr. 51 cm – 4,5 cm.

Przeprowadzona analiza ciepło-wilgotnościowa wykazała, że dla wszystkich wyższych grubości będzie występowała w przegrodzie kondensacja międzywarstwowa na styku ocieplenia i istniejącego muru z cegły. Pomimo odparowania kondensatu w okresie letnim może to powodować ryzyko wystąpienia degradacji materiałów istniejącego starego muru.

Wnioski

Istnieją możliwości realizacji docieplenia wszystkich ścian zewnętrznych budynku jedynie przy pomocy płyt klimatycznych o grubości 3 cm, jednakże dana grubość nie gwarantuje spełnienia wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej wynikających z warunków technicznych oraz kryteriów audytingu energetycznego.

Analizowany system docieplenia z wykorzystaniem płyt klimatycznych RENOVARIO nie spełnia więc założonych wymagań i nie może być w tym przypadku (z punktu widzenia audytingu energetycznego) rekomendowany do realizacji.



Analiza możliwości zastosowania systemu opartego na wykorzystaniu płyt z pianki poliuretanowej IQ-THERM

Analizuje się docieplenie ścian zewnętrznych obiektu od strony wewnętrznej przy pomocy płyty z pianki poliuretanowej IQ-THERM charakteryzujących się bardzo wysoką izolacyjnością cieplną.

Proponowany materiał termoizolacyjny: płyty z pianki poliuretanowej IQ-THERM.
Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego: $\lambda = 0,031 \text{ W/(mK)}$.

Ze względu na fakt, że płyty IQ-THERM dostępne są jedynie w jednej grubości (5 cm) w wariantcie 1 analizuje się możliwości zastosowania danej grubości izolacji, natomiast w wariantcie 2 określa się teoretyczną grubość warunkującą zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej.

Analizuje się następujące warianty:

WARIANT 1	- grubość płyty IQ-THERM = 5 cm
WARIANT 2	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Wyniki analizy pokazano w tabeli 6.3.

Z tabeli wynika, że dostępna grubość płyt IQ-THERM nie gwarantuje spełnienia wymagań warunków technicznych dotyczących wartości współczynnika przenikania ciepła ($U \leq U_{max}$), ani wymagań audytingu energetycznego dotyczących wartości oporu cieplnego przegrody po dociepleniu ($R \geq R_{min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$).

Grubość analizowanej izolacji możliwa do zastosowania ze względu na zabezpieczenie przed kondensacją pary wodnej w przegrodzie wynosi:

- 1) Ściany gr. 38 cm - 2 cm (brak grubości w dostępnym typoszeregu wyrobów)
- 2) Ściany gr. 47 cm - 3 cm (brak grubości w dostępnym typoszeregu wyrobów)
- 3) Ściany gr. 51 cm - 3 cm (brak grubości w dostępnym typoszeregu wyrobów).

Przeprowadzona analiza cieplno-wilgotnościowa wykazała, że dla wszystkich wyższych grubości będzie występowała w przegrodzie kondensacja międzywarstwowa na styku ocieplenia i istniejącego muru z cegły. Pomimo odparowania kondensatu w okresie letnim może to powodować ryzyko wystąpienia degradacji materiałów istniejącego starego muru.

Wnioski

Analizowany system docieplenia z wykorzystaniem płyt IQ-THERM nie spełnia założonych wymagań i nie może być w tym przypadku rekomendowany do realizacji.

Tabela 6.1 Analiza możliwości docieplenia ścian zewnętrznych parteru i piętra w oparciu o bloczki YTONG MULTIPOR

Dane wyjściowe:		Oznaczn.	Strefa temperat.	T _{w.o} [°C]	S _d [dzień K]	U _o [W/(m ² K)]	A [m ²]
Ściany z cegły gr. 38 cm	SZ-1	SCIANY 1	1+2	19,45	3 462	1,50	567,31
Ściany z cegły gr. 47 cm	SZ-2	SCIANY 2	1	19,49	3 472	1,28	37,28
Ściany z cegły gr. 51 cm	SZ-3	SCIANY 3	1+2	19,45	3 462	1,20	71,15
RAZEM :							675,75
Oznaczenia:	T _{w.o}	Temperatura wewnętrzna [°C]					
	S _d	Liczba stopniodni dla przegrody [dzień K]					
	U _o	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m ² K)]					
	A	Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła (po odjęciu okien i drzwi) [m ²]					

Proponowany materiał termoizolacyjny:	bloczki YTONG MULTIPOR
Współczynnik przewodności:	λ = 0,045 W/(m K)

WARIANT 1:	- spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
WARIANT 2:	- spełnienie wymagań WT - budynek nowy
WARIANT 3:	- spełnienie wymagań audytingu energetycznego
WARIANT 4:	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji					
			oznaczn.	wartość	oznaczn.	Numer wariantu				
						1	2	3	4	
1	Grubość proponowanej dodatkowej warstwy izolacji termicznej z bloczków YTONG MULTIPOR	cm	---	---	---	10	12	16	2,0	
						10	12	16	2,5	
						10	12	16	3,0	
2	Zwiększenie oporu cieplnego w wyniku docieplenia	(m ² K)/W	---	---	ΔR ₁	2,22	2,67	3,56	0,44	
						2,22	2,67	3,56	0,56	
						2,22	2,67	3,56	0,67	
3	Opór cieplny przegrody R	(m ² K)/W	R ₀	0,67	R ₁	2,89	3,33	4,22	1,11	
				0,78		3,01	3,45	4,34	1,34	
				0,83		3,06	3,50	4,39	1,50	
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie Q _{0U} , Q _{1U} = 8.64·10 ⁵ · S _d · A / R	GJ/rok	Q _{0U}	254,71	Q _{1U}	58,75	50,91	40,19	152,79	
				14,28		3,72	3,24	2,58	8,35	
				25,54		6,97	6,08	4,85	14,19	
				294,53		69,44	60,24	47,62	175,33	
5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A · (T _{w.o} - T _{z.o}) / R	MW	q _{0U}	0,0302	q _{1U}	0,0070	0,0060	0,0048	0,0181	
				0,0017		0,0004	0,0004	0,0003	0,0010	
				0,0030		0,0008	0,0007	0,0006	0,0017	
				0,0349		0,0082	0,0071	0,0056	0,0208	
6	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego ΔQ = Q _{0U} - Q _{1U}	GJ/rok	---	---	ΔQ	195,96	203,80	214,52	101,92	
						10,56	11,04	11,70	5,93	
						18,57	19,46	20,69	11,35	
						225,09	234,30	246,91	119,20	
7	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego ΔO _{ru} = (Q _{0U} - Q _{1U}) · O _z + 12 · (q _{0U} - q _{1U}) · O _m	zł/rok	---	---	ΔO _{ru}	9490	9869	10388	4936	
						511	534	566	287	
						899	942	1002	550	
						10900	11346	11957	5772	
8	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)	U _o	1,50	U ₁	0,35	0,30	0,24	0,90	
				1,28		0,33	0,29	0,23	0,75	
				1,20		0,33	0,29	0,23	0,67	
WYBRANY WARIANT:		brak	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		---	GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		---	zł/rok

Tabela 6.2 Analiza możliwości docieplenia ścian zewnętrznych parteru i piętra w oparciu system docieplenia z wykorzystaniem płyt klimatycznych RENOVARIO / CALSITHERM

Dane wyjściowe:		Oznac.	Strefa temperat.	T _{w,0} [°C]	S _d [dzień K]	U _o [W/(m ² K)]	A [m ²]	
Ściany z cegły gr. 38 cm		SZ-1	SCIANY 1	1+2	19,45	3 462	1,50	567,31
Ściany z cegły gr. 47 cm		SZ-2	SCIANY 2	1	19,49	3 472	1,28	37,28
Ściany z cegły gr. 51 cm		SZ-3	SCIANY 3	1+2	19,45	3 462	1,20	71,15
RAZEM :								675,75
Oznaczenia:		T _{w,0}	Temperatura wewnętrzna [°C]					
		S _d	Liczba stopniodni dla przegrody [dzień K]					
		U _o	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m ² K)]					
		A	Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła (po odjęciu okien i drzwi) [m ²]					

Proponowany materiał termoizolacyjny:	plyty klimatyczne RENOVARIO
Współczynnik przewodności:	λ = 0,059 W/(m K)

WARIANT 1:	- grubość płyt 2,5 cm
WARIANT 2:	- grubość płyt 3 cm
WARIANT 3:	- grubość płyt 5 cm
WARIANT 4:	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji				
			oznac.	wartość	oznac.	Numer wariantu			
						1	2	3	4
1	Grubość proponowanej dodatkowej warstwy izolacji termicznej z płyt klimatycznych	cm	---	---	---	2,5	3,0	5,0	3,0
						2,5	3,0	5,0	4,0
						2,5	3,0	5,0	4,5
2	Zwiększenie oporu cieplnego w wyniku docieplenia	(m ² K)/W	---	---	ΔR ₁	0,42	0,51	0,85	0,51
						0,42	0,51	0,85	0,68
						0,42	0,51	0,85	0,76
3	Opór cieplny przegrody R	(m ² K)/W	R ₀	0,67	R ₁	1,09	1,17	1,51	1,17
				0,78		1,21	1,29	1,63	1,46
				0,83		1,26	1,34	1,68	1,60
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie Q _{0U} , Q _{1U} = 8.64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A / R	GJ/rok	Q _{0U}	254,71	Q _{1U}	155,69	144,46	112,11	144,46
				14,28		9,27	8,66	6,86	7,65
				25,54		16,93	15,86	12,66	13,34
				294,53		181,89	168,98	131,63	165,45
5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A ·(T _{w,0} - T _{z,0}) / R	MW	q _{0U}	0,0302	q _{1U}	0,0184	0,0171	0,0133	0,0171
				0,0017		0,0011	0,0010	0,0008	0,0009
				0,0030		0,0020	0,0019	0,0015	0,0016
				0,0349		0,0216	0,0200	0,0156	0,0196
6	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego ΔQ = Q _{0U} - Q _{1U}	GJ/rok	---	---	ΔQ	99,02	110,25	142,60	110,25
						5,01	5,62	7,42	6,63
						8,61	9,68	12,88	12,21
						112,64	125,55	162,90	129,09
7	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego ΔO _{ru} = (Q _{0U} - Q _{1U}) ·O _z + 12 ·(q _{0U} - q _{1U}) ·O _m	zł/rok	---	---	ΔO _{ru}	4795	5339	6906	5339
						243	272	359	321
						417	469	624	591
						5455	6080	7889	6251
8	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)	U ₀	1,50	U ₁	0,92	0,85	0,66	0,85
				1,28		0,83	0,77	0,61	0,68
				1,20		0,80	0,75	0,59	0,63
WYBRANY WARIANT:		brak	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		---	GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		---
									zł/rok

Tabela 6.3 Analiza możliwości docieplenia ścian zewnętrznych parteru i piętra I w oparciu system docieplenia z wykorzystaniem płyt IQ-THERM

Dane wyjściowe:		Oznac.	Strefa temperat.	$T_{w,0}$ [°C]	Sd [dzień K]	U_0 [W/(m ² K)]	A [m ²]	
Ściany z cegły gr. 38 cm		SZ-1	SCIANY 1	1+2	19,45	3 462	1,50	567,31
Ściany z cegły gr. 47 cm		SZ-2	SCIANY 2	1	19,49	3 472	1,28	37,28
Ściany z cegły gr. 51 cm		SZ-3	SCIANY 3	1+2	19,45	3 462	1,20	71,15
RAZEM:								675,75
Oznaczenia:		$T_{w,0}$	Temperatura wewnętrzna [°C]					
		Sd	Liczba stopniodni dla przegrody [dzień K]					
		U_0	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m ² K)]					
		A	Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła (po odjęciu okien i drzwi) [m ²]					

Proponowany materiał termoizolacyjny:	plyty IQ-Therm	WARIANT 1: - grubość płyt 5 cm
Współczynnik przewodności:	$\lambda = 0,031$ W/(m K)	WARIANT 2: - spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji					
			oznac.	wartość	oznac.	Numer wariantu				
						1	2	3	4	
1	Grubość proponowanej dodatkowej warstwy izolacji termicznej z płyt IQ-Therm	cm	---	---	---	5,0	2,0			
						---	5,0	3,0		
						---	5,0	3,0		
						---	5,0	3,0		
2	Zwiększenie oporu cieplnego w wyniku docieplenia	(m ² K)/W	---	---	ΔR_1	1,61	0,65			
						---	1,61	0,97		
						---	1,61	0,97		
						---	1,61	0,97		
3	Opór cieplny przegrody R	(m ² K)/W	R_0	0,67	R_1	2,28	1,31			
				0,78	2,40	1,75				
				0,83	2,45	1,80				
				---	---	---				
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie $Q_{0U}, Q_{1U} = 8.64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A / R$	GJ/rok	Q_{0U}	254,71	Q_{1U}	74,46	129,40			
				14,28	4,67	6,39				
				25,54	8,70	11,82				
				294,53	87,82	147,61				
5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (T_{w,0} - T_{z,0}) / R$	MW	q_{0U}	0,0302	q_{1U}	0,0088	0,0153			
				0,0017	0,0006	0,0008				
				0,0030	0,0010	0,0014				
				0,0349	0,0104	0,0175				
6	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego $\Delta Q = Q_{0U} - Q_{1U}$	GJ/rok	---	---	ΔQ	180,25	125,31			
						9,61	7,89			
						16,84	13,72			
						206,70	146,92			
7	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok	---	---	ΔO_{ru}	8729	6068			
						465	382			
						815	664			
						10010	7115			
8	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)	U_0	1,50	U_1	0,44	0,76			
				1,28	0,42	0,57				
				1,20	0,41	0,56				
				---	---	---				
WYBRANY WARIANT:		brak	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		---	GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		---	zł/rok



Analiza możliwości zastosowania systemu opartego na wykorzystaniu płyt EUROTHANE G

Analizuje się docieplenie ścian zewnętrznych obiektu od strony wewnętrznej przy pomocy płyty z poliuretanu EUROTHANE G charakteryzujących się bardzo wysoką izolacyjnością cieplną.

Proponowany materiał termoizolacyjny: płyty z poliuretanu EUROTHANE G.
Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego: $\lambda = 0,023 \text{ W/(mK)}$.

Określenie wymaganych grubości docieplenia ścian (wraz z określeniem oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia - w porównaniu ze stanem projektowanym) pokazano w tabeli 6.8.

Analizuje się cztery warianty:

WARIANT 1	- spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
WARIANT 2	- spełnienie wymagań WT - budynek nowy
WARIANT 3	- spełnienie wymagań audytu energetycznego
WARIANT 4	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Analizę dla wariantów 1÷3 przeprowadza się z uwzględnieniem dostępnego typoszerokości grubości płyt, natomiast w wariantcie 4 sprawdza się zabezpieczenie przegrody przed kondensacją pary wodnej (dla optymalnej grubości spośród wariantów 1÷3).

Uwaga:

Zgodnie z informacją uzyskaną od producenta płyt (firmy Recticel Izolacje Sp. z o.o.) aktualnie standardowo dostępne grubości płyt wynoszą: 2; 3; 4; 5; 6; 8 i 10 cm (grubości powyżej 10 cm na zamówienie).

1/ Dobór wymaganej grubości izolacji termicznej ścian dla wariantów 1 ÷ 3

Zgodnie z tabelą 6.8 obliczeniowe grubości izolacji termicznej ścian spełniające wymagania Warunków Technicznych oraz kryterium audytu energetycznego wynoszą:

	ŚCIANY 1 SZ-1 (38 cm)	ŚCIANY 2 SZ-2 (47 cm)	ŚCIANY 3 SZ-3 (51 cm)
WARIANT 1	5 cm	5 cm	5 cm
WARIANT 2	8 cm	6 cm	6 cm
WARIANT 3	8 cm	8 cm	8 cm

2/ Dobór możliwej do zastosowania grubości izolacji termicznej ścian dla wariantu 4

W wariantcie 4 określa się grubość izolacji możliwą do zastosowania ze względu na wymagania dotyczące konieczności zabezpieczenia przegród przed kondensacją pary wodnej.

Analizę przeprowadza się w oparciu o szczegółowe obliczenia cieplno-wilgotnościowe dla wszystkich rodzajów ścian zewnętrznych.

W analizie na pierwszym etapie zakłada się wariant podstawowy obejmujący grubość izolacji określoną jako optymalną w oparciu o warianty 1÷3, tj. 8 cm.

W przypadku niemożności spełnienia wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej dla grubości 8 cm zakładało się przeprowadzenie obliczeń dla kolejnych zmniejszonych grubości płyt EUROTHANE (taka potrzeba jednak w przypadku analizowanego obiektu nie wystąpiła).

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 13788 : 2003 [41] : *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metody obliczania.*

Do przeprowadzenia szczegółowych obliczeń ciepłno-wilgotnościowych wykorzystano program komputerowy Audytor OZC 3D 5.0.

Szczegółowe obliczenia dla poszczególnych rodzajów przegród przedstawiono w załączniku nr 4 dołączonym do pracy w formie elektronicznej.

Poniżej zamieszczono skrótowo przyjęte założenia i podstawowe wyniki analizy.

Warunki wewnętrzne

Zgodnie z warunkami technicznymi [31,32] wymaganą wartość krytyczną współczynnika temperaturowego f_{Rsi} w pomieszczeniach ogrzewanych określa się wg rozdziału 5 normy PN-EN ISO 13788.

Zgodnie z pkt. 4.2.4 normy [41] wprowadza się dodatkową korektę do wilgotności względnej w wysokości 5% ze względu na konieczność zapewnienia marginesu bezpieczeństwa.

Obliczenia przeprowadza się dla temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach: $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.

Dopuszczalna wilgotność względna na powierzchni wewnętrznej (z uwagi na niebezpieczeństwo rozwoju pleśni):

$$\varphi_{si} \leq 0,80 .$$

Warunki zewnętrzne

Strefa klimatyczna : I

Minimalna temperatura zewnętrzna: $\theta_e = -16^\circ\text{C}$

Stacja klimatyczna : Gdańsk – Port Północny

Średnie temperatury zewnętrzne dla poszczególnych miesięcy θ_e (m) – zgodnie z nową bazą danych klimatycznych opracowaną przez Ministerstwo Infrastruktury [42].

Analiza kondensacji powierzchniowej

Zgodnie z wymaganiami warunków technicznych sprawdza się warunek dotyczący uniknięcia rozwoju pleśni mogącej wystąpić wskutek wystąpienie kondensacji na powierzchni wewnętrznej przegrody.

Wymagany warunek:	$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,max}$
--------------------------	----------------------------

gdzie:

f_{Rsi} - czynnik temperaturowy na powierzchni wewnętrznej przegrody

$f_{Rsi,min}$ - minimalny czynnik temperaturowy na powierzchni wewnętrznej przegrody.

Wartość $f_{R_{si,min}}$ określa się dla poszczególnych miesięcy na podstawie minimalnej dopuszczalnej temperatury powierzchni $\theta_{si,min}$ (wyznaczonej w oparciu o wielkość minimalnej dopuszczalnej wilgotności w stanie nasycenia) przyjmując temperaturę powietrza wewnętrznego θ_i i średnią miesięczną temperaturę zewnętrzną $\theta_e(m)$.

Miesiącem krytycznym jest ten, dla którego wymagana wartość $f_{R_{si,min}}$ jest największa. Czynnikiem temperaturowym dla tego miesiąca ma wartość $f_{R_{si,max}}$, tj.:

$$f_{R_{si,max}} = \max \{ f_{R_{si,min}}(m) \} \quad m = 1; 2; 3; \dots; 12$$

Zgodnie z normą PN-EN ISO 13788 [41] przegrody budynku powinny być zaprojektowane w ten sposób, by $f_{R_{si,max}}$ było zawsze przekraczane, tzn. : $f_{R_{si}} > f_{R_{si,max}}$.

Obliczeniowe wartości minimalnego czynnika temperaturowego $f_{R_{si,min}}$ na powierzchni wewnętrznej analizowanych przegród budowlanych przedstawiono w tabeli 6.4.

Tabela 6.4 Wyniki obliczeń $f_{R_{si,min}}$ (zgodnie z załącznikiem nr 4)

Nr	Miesiąc	$f_{R_{si,min}}$	Nr	Miesiąc	$f_{R_{si,min}}$
1	Styczeń	0,612	7	Lipiec	0,000
2	Luty	0,597	8	Sierpień	0,070
3	Marzec	0,482	9	Wrzesień	0,379
4	Kwiecień	0,391	10	Październik	0,484
5	Maj	0,137	11	Listopad	0,565
6	Czerwiec	0,000	12	Grudzień	0,602

Miesiąc krytyczny	Styczeń
Wartość współczynnika temperatury dla krytycznego miesiąca	$f_{R_{si,max}} = 0,612$

Efektywną wartość współczynnika temperatury $f_{R_{si}}$ na powierzchni wewnętrznej przegrody wyznacza się na podstawie wartości współczynnika przenikania ciepła elementu U oraz oporu przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej R_{si} .

Wyniki obliczeń dla analizowanych przegród budowlanych pokazano w tabeli 6.5.

Tabela 6.5 Wyniki obliczeń wartości współczynnika temperatury $f_{R_{si}}$ na powierzchni wewnętrznej przegród (zgodnie z załącznikiem nr 4)

Lp.	Nazwa	ŚCIANY 1 SZ-1 (38 cm)	ŚCIANY 2 SZ-2 (47 cm)	ŚCIANY 3 SZ-3 (51 cm)
1	Całkowity opór cieplny przegrody	$R_c = 4,186 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$R_c = 4,302 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$R_c = 4,354 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Współczynnik przenikania ciepła przegrody	$U_c = 1,502 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_c = 1,277 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	$U_c = 1,198 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3	Wartość współczynnika temperaturowego przegrody	$f_{R_{si}} = 0,940$	$f_{R_{si}} = 0,942$	$f_{R_{si}} = 0,943$

Sprawdzenie warunku zabezpieczenia przegrody przed kondensacją powierzchniową i rozwojem pleśni

Tabela 6.6 Sprawdzenie wartości współczynnika obliczeniowego f_{Rsi}

		ŚCIANY 1 SZ-1 (38 cm)	ŚCIANY 2 SZ-2 (47 cm)	ŚCIANY 3 SZ-3 (51 cm)
1	Wartość współczynnika temperaturowego przegrody	$f_{Rsi} = 0,940$	$f_{Rsi} = 0,942$	$f_{Rsi} = 0,943$
2	Wartość współczynnika temperatury dla krytycznego miesiąca	$f_{Rsi,max} = 0,612$	$f_{Rsi,max} = 0,612$	$f_{Rsi,max} = 0,612$
3	Wymagany warunek	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$	$f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$
4	Warunek spełniony Przegroda zaprojektowana prawidłowo pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni	$0,940 \geq 0,612$	$0,942 \geq 0,612$	$0,943 \geq 0,612$

Wnioski:

Ściany zewnętrzne parteru i piętra budynku Sali BHP (wykonane z cegły o grubości 38, 47 i 51 cm) i docieplone od wewnątrz przy pomocy płyt EUROTHANE G zostały zaprojektowane prawidłowo pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni.

Analiza kondensacji międzywarstwowej

Zgodnie z warunkami technicznymi [31,32] dopuszcza się kondensację pary wodnej wewnątrz przegrody w okresie zimowym, o ile struktura przegrody umożliwi wyparowanie kondensatu w okresie letnim i nie nastąpi przy tym degradacja materiałów budowlanych przegrody na skutek tej kondensacji.

Pomimo tego, że zgodnie z warunkami technicznymi taka sytuacja jest dopuszczalna, należy uwzględnić specyfikę wynikającą z zabytkowego charakteru obiektu oraz wiek i niezadowalający stan techniczny murów istniejących.

Zjawisko kondensacji międzywarstwowej może spowodować wystąpienie ryzyka dalszej degradacji materiałów konstrukcyjnych ścian zewnętrznych parteru i piętra budynku i w przypadku analizowanego obiektu powinno być wyeliminowane poprzez prawidłowe zaprojektowanie przegrody.

Szczegółowe obliczenia kondensacji międzywarstwowej w przegrodach SZ-1 (ściana 38 cm), SZ-2 (ściana 47 cm) i SZ-3 (ściana 51 cm) zamieszczone zostały w załączniku nr 4 dołączonym do pracy w formie elektronicznej.

Wyniki analizy dla poszczególnych miesięcy pokazują, że w ocenianych przegrodach nie będzie występowało zjawisko kondensacji międzywarstwowej.

Świadczą o tym wyniki obliczeń miesięcznych strumieni kondensacji $g_c (+)$ / parowania $g_c (-)$ i zakumulowanej zawartości wilgoci (M_a) dla analizowanych przegród parteru i piętra, co pokazano w tabeli 6.7.

Tabela 6.7 Miesięczne strumienie kondensacji i akumulacji wewnątrz przegrody SZ-1, SZ-2 i SZ-3 (zgodnie z załącznikiem nr 4)

Nr	Miesiąc	ŚCIANY 1 SZ-1 (38 cm)		ŚCIANY 2 SZ-2 (47 cm)		ŚCIANY 3 SZ-3 (51 cm)	
		g_c	M_a	g_c	M_a	g_c	M_a
		[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
1	Styczeń	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	Luty	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	Marzec	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	Kwiecień	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
5	Maj	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	Czerwiec	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
7	Lipiec	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
8	Sierpień	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	Wrzesień	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	Październik	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	Listopad	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12	Grudzień	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Przeprowadzona analiza cieplno-wilgotnościowa wykazała, że dla grubości izolacji równej 8 cm (spełniającej kryteria audytu energetycznego dotyczące minimalnej wartości oporu cieplnego przegród po modernizacji) możliwe jest spełnienie warunków dotyczących zabezpieczenia przegrody przed kondensacją pary wodnej (zarówno przed kondensacją na powierzchni wewnętrznej, jak i przed kondensacją międzywarstwową wewnątrz przegrody).

Wnioski i zalecenia:

Analizowany system docieplenia z wykorzystaniem płyt z pianki poliuretanowej EU-ROTHANE G spełnia założone wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegrody (wynikające zarówno z warunków technicznych, jak i kryteriów audytu energetycznego) oraz zabezpieczenia jej przed kondensacją pary wodnej i może być rekomendowany do realizacji.

W celu realizacji usprawnienia należy przeprowadzić docieplenie od wewnątrz istniejących ścian zewnętrznych parteru i piętra budynku Sali BHP przy pomocy płyt EU-ROTHANE G o grubości 8 cm.

Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnienia w odniesieniu do stanu projektowanego	- 246,03 GJ/rok
Oszczędność kosztów energii	- 11 914 zł/rok.

Powierzchnia ścian zewnętrznych do docieplenia (liczona wg wymiarów wewnętrznych) – około 645 m².

Tabela 6.8
Analiza możliwości docieplenia ścian zewnętrznych parteru i piętra w oparciu system docieplenia z wykorzystaniem płyt EUROTHANE G

Dane wyjściowe:		Oznac.	Strefa temperat.	$T_{w,0}$ [°C]	Sd [dzień K]	U_0 [W/(m ² K)]	A [m ²]	
Ściany z cegły gr. 38 cm		SZ-1	SCIANY 1	1+2	19,45	3 462	1,50	567,31
Ściany z cegły gr. 47 cm		SZ-2	SCIANY 2	1	19,49	3 472	1,28	37,28
Ściany z cegły gr. 51 cm		SZ-3	SCIANY 3	1+2	19,45	3 462	1,20	71,15
RAZEM :								675,75
Oznaczenia:		$T_{w,0}$	Temperatura wewnętrzna [°C]					
		Sd	Liczba stopniodni dla przegrody [dzień K]					
		U_0	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m ² K)]					
		A	Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła (po odjęciu okien i drzwi) [m ²]					

Proponowany materiał termoizolacyjny:	plyty EUROTHANE G
Współczynnik przewodności:	$\lambda = 0,023 \text{ W/(m K)}$

WARIANT 1:	- spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
WARIANT 2:	- spełnienie wymagań WT - budynek nowy
WARIANT 3:	- spełnienie wymagań audytingu energetycznego
WARIANT 4:	- spełnienie wymagań dotyczących zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji				
			oznac.	wartość	oznac.	Numer wariantu			
						1	2	3	4
1	Grubość proponowanej dodatkowej warstwy izolacji termicznej z płyt EUROTHANE G	cm	---	---	---	5	8	8	8
						5	6	8	8
						5	6	8	8
						5	6	8	8
2	Zwiększenie oporu cieplnego w wyniku docieplenia	(m ² K)/W	---	---	ΔR_1	2,17	3,48	3,48	3,48
						2,17	2,61	3,48	3,48
						2,17	2,61	3,48	3,48
						2,17	2,61	3,48	3,48
3	Opór cieplny przegrody R	(m ² K)/W	R_0	R_1	0,67	2,84	4,14	4,14	
					0,78	2,96	3,39	4,26	
					0,83	3,01	3,44	4,31	
					0,83	3,01	3,44	4,31	
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie $Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot Sd \cdot A / R$	GJ/rok	Q_{0U}	Q_{1U}	254,71	59,75	40,94	40,94	
					14,28	3,78	3,30	2,62	
					25,54	7,08	6,18	4,94	
					294,53	70,61	50,43	48,51	
					294,53	70,61	50,43	48,51	
5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie $q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A \cdot (T_{w,0} - T_{z,0}) / R$	MW	q_{0U}	q_{1U}	0,0302	0,0071	0,0049	0,0049	
					0,0017	0,0004	0,0004	0,0003	
					0,0030	0,0008	0,0007	0,0006	
					0,0349	0,0084	0,0060	0,0057	
					0,0349	0,0084	0,0060	0,0057	
6	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego $\Delta Q = Q_{0U} - Q_{1U}$	GJ/rok	---	---	ΔQ	194,96	213,77	213,77	213,77
						10,50	10,98	11,66	11,66
						18,46	19,36	20,60	20,60
						223,92	244,11	246,03	246,03
						223,92	244,11	246,03	246,03
7	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12 \cdot (q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok	---	---	ΔO_{ru}	9 441	10 352	10 352	10 352
						508	532	564	564
						894	938	998	998
						10 843	11 821	11 914	11 914
						10 843	11 821	11 914	11 914
8	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)	U_0	U_1	1,50	0,35	0,24	0,24	
					1,28	0,34	0,29	0,23	
					1,20	0,34	0,29	0,23	
					1,20	0,33	0,29	0,23	
WYBRANY WARIANT: 4		Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		246,03	GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		11 914	zł/rok

6.1.2. Stropy pod poddaszem nieużytkowym

Cel usprawnienia:

Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropy zewnętrzne pod poddaszem nieużytkowym.

Usprawnienie obejmuje:

- 1/ Stropy nad parterem części A i B
- 2/ Strop nad piętrem części C.

Sposób realizacji usprawnienia:

1. Należy przeprowadzić docieplenie stropów pod poddaszem nieużytkowym we wszystkich częściach budynku w celu:
 - spełnienia wymagań WT : $U \leq U_{\max}$
 - spełnienia wymagań audytingu energetycznego: $R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$.
2. W przypadku stropu drewnianego nad piętrem części C należy przewidzieć usunięcie starej izolacji (płyty wiórkowo-cementowe) oraz dobrać grubość nowej izolacji termicznej na poziomie gwarantującym kompensację oporu cieplnego starej izolacji + wymagany dodatkowy przyrost oporu przegrody do wartości wynikającej z kryterium audytingu energetycznego.
3. W przypadku stropów nad parterem części A i B należy ocenić aktualny stan istniejącej izolacji oraz rozważyć możliwość jej pozostawienia na stropie i (o ile okaże się to możliwe) zrealizować docieplenie poprzez ułożenie dodatkowej warstwy izolacji termicznej gwarantującej wymagany przyrost oporu cieplnego przegrody do wartości $R \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2\text{ K)/W}$.
Do dalszej analizy stropów nad parterem przyjęto wariant zakładający pozostawienie istniejącej izolacji wraz z jej uzupełnieniem dodatkową warstwą podobnego materiału izolacyjnego.
4. Dociepleniem należy również objąć dodatkowo stropy drewniane nad parterowymi dobudówkami w części B i C.

Proponowany materiał termoizolacyjny: maty z wełny mineralnej
Współczynnik przewodności materiału izolacyjnego: $\lambda \leq 0,042 \text{ W/(mK)}$.

Określenie wymaganych grubości docieplenia poszczególnych stropów (wraz z określeniem oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia - w porównaniu ze stanem wyjściowym) pokazano w tabeli 6.9.

Analizuje się cztery warianty:

WARIANT 1	- spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
WARIANT 2	- spełnienie wymagań WT - budynek nowy
WARIANT 3	- spełnienie wymagań audytingu energetycznego

Analizę przeprowadza się z uwzględnieniem dostępnego na rynku typoszerogu grubości mat z wełny mineralnej.

Grubości spełniające wymagania sprecyzowane dla poszczególnych wariantów:

	STROP 1 (STR-1P)	STROP 2 (STR-2P)	STROP 3 (STR-3P)
WARIANT 1	5 cm	12 cm	12 cm
WARIANT 2	8 cm	14 cm	14 cm
WARIANT 3	10 cm	18 cm	18 cm

Wnioski i zalecenia:

Analiza poszczególnych wariantów wykazała, że w celu spełnienia kryteriów WT i audytingu energetycznego należy zastosować następujące grubości dodatkowej warstwy izolacji termicznej z wełny mineralnej::

- a) dla stropów nad parterem części A i B – 10 cm
(nowa warstwa izolacji termicznej układana na izolacji istniejącej)
- b) dla stropu nad piętrem części C - 18 cm
(nowa warstwa izolacji termicznej układana po usunięciu starej izolacji istniejącej)
- c) dla pozostałych stropów drewnianych (przybudówki parteru) – 18 cm
(nowa warstwa izolacji termicznej układana po usunięciu starej izolacji istniejącej).

W analizowanym przypadku możliwe będzie uzyskanie następujących efektów energetycznych i ekonomicznych:

Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnienia w odniesieniu do stanu wyjściowego	- 72,06 GJ/rok
Oszczędność kosztów energii	- 3694 zł/rok.

Powierzchnia stropów do docieplenia
(liczona wg wymiarów wewnętrznych)

- a) stropy nad parterem części A i B – około 793 m²
- b) stropy pozostałe – około 227 m².

Tabela 6.9 Analiza możliwości poprawy izolacyjności cieplnej stropów pod poddaszem nieużytkowym

Dane wyjściowe:		Oznac.	Strefa temperat.	T _{w0} [°C]	S _d [dzień K]	U _o [W/(m ² K)]	U _o [*] [W/(m ² K)]	R _o [*] [(m ² K)/W]	A [m ²]
Strop nad parterem (część A i B)		STR-1P	STROP 1	1	19,49	2 262	0,44	---	864,70
Strop nad piętrzem (część C)		STR-2P	STROP 2	2	19,08	2 163	0,99	1,53	153,69
Stropy pozostałe		STR-3P	STROP 3	1	19,49	2 262	1,00	1,56	73,21
RAZEM :									1 091,60
Oznaczenia:		T _{w0}	Temperatura wewnętrzna [°C]						
		S _d	Liczba stopniodni dla przegrody [dzień K]						
		U _o	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody dla stanu wyjściowego [W/(m ² K)]						
		U _o [*]	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody po usunięciu starej izolacji [W/(m ² K)]						
		R _o [*]	Opór cieplny przegrody po usunięciu starej izolacji [W/(m ² K)]						
		A	Powierzchnia przegrody do obliczeń strat ciepła [m ²].						

Proponowany materiał termoizolacyjny:	wełna mineralna	WARIANT 1: - spełnienie wymagań WT - budynek przebudowywany
Współczynnik przewodności:	λ = 0,042 W/(m K)	WARIANT 2: - spełnienie wymagań WT - budynek nowy
		WARIANT 3: - spełnienie wymagań audytingu energetycznego

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji				
			oznac.	wartość	oznac.	Numer wariantu			
						1	2	3	4
1	Grubość proponowanej dodatkowej warstwy izolacji termicznej z wełny mineralnej	cm	---	---	---	5	8	10	
12						14	18		
12						14	18		
2	Zwiększenie oporu cieplnego w wyniku docieplenia	(m ² K)/W	---	---	ΔR ₁	1,19	1,90	2,38	
2,86						3,33	4,29		
2,86						3,33	4,29		
3	Opór cieplny przegrody R	(m ² K)/W	R ₀	2,27	R ₁	3,46	4,18	4,65	
1,01						3,51	3,99	4,94	
1,00						3,50	3,97	4,93	
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie Q _{0U} , Q _{1U} = 8.64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A / R	GJ/rok	Q _{0U}	74,35	Q _{1U}	48,79	40,45	36,31	
28,43				8,18		7,20	5,81		
14,31				4,09		3,60	2,90		
117,09				61,06		51,25	45,03		
5	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A·(T _{w,0} - T _{z,0}) / R	MW	q _{0U}	0,0116	q _{1U}	0,0076	0,0063	0,0057	
0,0046				0,0013		0,0012	0,0009		
0,0022				0,0006		0,0006	0,0005		
0,0184				0,0096		0,0080	0,0071		
6	Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego ΔQ = Q _{0U} - Q _{1U}	GJ/rok	---	---	ΔQ	25,56	33,90	38,04	
20,25						21,23	22,62		
10,22						10,71	11,40		
56,03						65,84	72,06		
7	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego ΔO _{ru} = (Q _{0U} - Q _{1U}) ·O _z + 12 ·(q _{0U} - q _{1U}) ·O _m	zł/rok	---	---	ΔO _{ru}	1 307	1 734	1 946	
1 043						1 094	1 165		
523						548	583		
2 873						3 375	3 694		
8	Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody	W/(m ² K)	U ₀	0,44	U ₁	0,29	0,24	0,21	
0,99				0,28		0,25	0,20		
1,00				0,29		0,25	0,20		
WYBRANY WARIANT: 3		Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		72,06 GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		3 694 zł/rok		

6.1.3. Okna i drzwi zewnętrzne

Cel usprawnienia:

Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

Sposób realizacji usprawnienia:

- 1) Przeprowadzenie wymiany stolarki okiennej i drzwiowej na okna i drzwi charakteryzujące się dobrą szczelnością i wysoką izolacyjnością cieplną.
Zalecane współczynniki przenikania:
 - $U_{OKIEN} \leq 1,4 \div 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 - $U_{DRZWI} \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- 2) Wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z zastosowaniem nawiewników
Zalecany montaż nawiewników regulowanych automatycznie (np. nawiewników higrosterowanych).

Określenie oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia (w porównaniu ze stanem wyjściowym) pokazano w tabeli 6.10.

Wnioski i zalecenia:

W celu spełnienia wymagań warunków technicznych oraz audytingu energetycznego należy przeprowadzić wymianę stolarki okiennej i drzwiowej w budynku na okna i drzwi charakteryzujące się dobrą szczelnością i wysoką izolacyjnością cieplną, tj.:

- 1) Zamontować okna o współczynniku przenikania ciepła: $U_{OKIEN} \leq 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.
Okna o podwyższonej szczelności ($\alpha < 0,3$) wyposażone w nawiewniki automatycznie sterowane.
Zaleca się montaż nawiewników higrosterowanych o wydatku (w zależności od wielkości i przeznaczenia pomieszczenia) na poziomie: $5 \div 35 \text{ m}^3/\text{h}$ i $20 \div 50 \text{ m}^3/\text{h}$.
Dobór nawiewników do poszczególnych pomieszczeń powinien być przeprowadzony przez projektanta na etapie wykonywania projektu budowlanego termomodernizacji.
- 2) Zamontować drzwi zewnętrzne wejściowe do budynku z przekładką termiczną zapewniającą uzyskanie współczynnika przenikania ciepła dla drzwi na poziomie: $U_{DRZWI} \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnienia w odniesieniu do stanu projektowanego	- 313,71 GJ/rok
Oszczędność kosztów energii	- 12 651 zł/rok.

Powierzchnia okien i drzwi do wymiany (z uwzględnieniem okien i drzwi dodatkowych w pom. technicznych):

- a) okna – około 172 m^2
- b) drzwi zewnętrzne – około 16 m^2 .

Ilość okien i drzwi do wymiany:

- a) okna – 56 szt.
- b) drzwi zewnętrzne – 5 szt.

Tabela 6.10 Analiza możliwości poprawy izolacyjności cieplnej stolarki okiennej i drzwiowej oraz określenie oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w wyniku realizacji usprawnienia (w porównaniu ze stanem wyjściowym)

Stan wyjściowy:			OKNA 1	DRZWI 1	OKNA 2
Strefa temperaturowa			1	1	2
Współczynnik przenikania ciepła	U_o	W/(m ² K)	3,0	3,0	3,0
Temperatura wewnętrzna	$T_{w,0}$	°C	19,49	19,49	19,08
Liczba stopniodni dla przegrody	S_d	dzień K	3472	3472	3373
Powierzchnia okien lub drzwi do wymiany	A_{OK} / A_{DRZWI}	m ²	143,75	11,58	25,54
Strumień powietrza wentylacyjnego	V_{nom}	m ³ /h	4037		442

Lp.	Nazwa wielkości i formuła	Jedn.	stan wyjściowy		stan po proponowanej modernizacji			
			oznac.	wartość	oznac.	Numer wariantu		
						1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła okien i drzwi	W/m ² ·K	U_o		U_1	3,0		
						3,0		
						3,0		
2	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji					1,20		
						1,30		
						1,00		
3	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{OK} \cdot U_{OK}$ $8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_{DRZWI} \cdot U_{DRZWI}$	GJ/a				129,36		
						10,42		
						22,32		
						162,10		
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego $2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a				494,48		
						52,59		
						547,07		
5	Roczne zapotrzebowanie na ciepło na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego $Q_0, Q_1 = (3) + (4)$	GJ/a		Q_0		Q_1		
6	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie $10^{-6} \cdot A_{OK} \cdot (T_{w,0} - T_{z,0}) \cdot U_{OK}$ $10^{-6} \cdot A_{DRZWI} \cdot (T_{w,0} - T_{z,0}) \cdot U_{DRZWI}$	MW				0,01530		
						0,00123		
						0,00269		
						0,01922		
7	Zapotrzebowanie na moc cieplną na ogrzanie powietrza wentylacyjnego $3,4 \cdot 10^{-7} \cdot C_m \cdot V_{nom} \cdot (T_{w,0} - T_{z,0})$	MW				0,06332		
						0,00685		
						0,07017		
8	Zapotrzebowanie na moc cieplną na pokrycie strat przez przenikanie i ogrzanie powietrza wentylacyjnego $q_0, q_1 = (6) + (7)$	MW		q_0		q_1		
9	Roczna oszczędność energii cieplnej $\Delta Q = Q_0 - Q_1$	GJ/rok				ΔQ		
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_r = (Q_0 - Q_1) \cdot O_2 + 12 \cdot (q_0 - q_1) \cdot O_m$	zł/rok				ΔO_r		
WYBRANY WARIANT: 1		Roczna oszczędność energii cieplnej w stosunku do stanu wyjściowego:		313,71	GJ/rok	Roczna oszczędność kosztów w stosunku do stanu wyjściowego:		
						12 651	zł/rok	

6.1.4. Podsumowanie i uwagi dodatkowe

W tabeli 6.11 zestawiono oszczędności energii cieplnej i wyliczone oszczędności kosztów energii użytkowej (w stosunku do stanu wyjściowego) możliwe do uzyskania w wyniku zaproponowanych usprawnień w odniesieniu do struktury budowlanej obiektu.

Uzyskane wyniki stanowią szacunek wstępny efektów energetycznych i ekonomicznych, gdyż określone są jedynie w stosunku do zapotrzebowania na ciepło samego budynku (energia użytkowa) – bez uwzględnienia strat w źródle ciepła oraz instalacji centralnego ogrzewania. Nie uwzględniają one również dodatkowych efektów z tytułu proponowanych usprawnień w stosunku do systemu grzewczego, które oszacowane zostaną w rozdziale 6.2.

Faktyczne oszczędności energetyczne (dla energii końcowej) i ekonomiczne zostaną określone kompleksowo w rozdziale 6.3 z uwzględnieniem zmian sprawności systemu grzewczego w wyniku proponowanych zmian w odniesieniu do źródła i instalacji.

Tabela 6.11

Zestawienie efektów energetycznych i ekonomicznych możliwych do uzyskania w wyniku proponowanych usprawnień w odniesieniu do stanu wyjściowego

Lp.	Nazwa usprawnienia	Oszczędności energetyczne * [GJ/rok]	Oszczędności kosztów energii * [zł/rok]
1	Docieplenie ścian zewnętrznych	246,03	11 914
2	Docieplenie stropów pod poddaszem nieużytkowym	72,06	3 694
3	Wymiana okien i drzwi zewnętrznych oraz montaż nawiewników	313,71	12 651
RAZEM		631,80	28 259
4	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku w stanie wyjściowym przed modernizacją (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu)	Q_{o,co} [GJ]	1 199,36
5	Spadek zapotrzebowania na ciepło w wyniku proponowanych usprawnień w porównaniu ze stanem wyjściowym	ΔQ [%]	52,68
*/ - dla energii użytkowej (w porównaniu ze stanem wyjściowym)			

6.2 Analiza usprawnień dotyczących systemu grzewczego

6.2.1. Opis proponowanych rozwiązań

Proponuje się wprowadzenie następujących usprawnień umożliwiających zmniejszenie zużycia ciepła oraz obniżenie kosztów energii cieplnej w budynku poprzez podwyższenie sprawności całkowitej systemu grzewczego:

1. Modernizacja systemu zaopatrzenia obiektu w energię ciepłą

Zmiana źródła zaopatrzenia obiektu w energię ciepłą.

Zastosowanie jako źródła ciepła układu gruntowych pomp ciepła z kolektorami pionowymi.

Pompy ciepła muszą zapewniać dostawę ciepła w zakresie centralne ogrzewania, przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji.

Pompy ciepła powinny być wyposażone w zasobnik ciepła, który umożliwia bardziej równomierną pracę pomp ze stałym obciążeniem oraz trzyfunkcyjny regulator pogodowy.

Instalacja musi być także wyposażona w odpowiednie elementy wykonawcze, które umożliwią realizację priorytetu ciepłej wody użytkowej.

W celu ograniczenia dużej zmienności pracy pomp ciepła oraz zapewnienia wymaganej ilości ciepłej wody, przygotowanie c.w.u. powinno być realizowane w podgrzewaczu zasobnikowym.

2. Modernizacja instalacji centralnego ogrzewania

Budowa nowej instalacji centralnego ogrzewania spełniającej aktualne wymagania warunków technicznych (WT2008) z uwzględnieniem poniżej wyszczegółonych wymagań szczegółowych dla danego obiektu:

- Do regulacji parametrów czynnika grzewczego w instalacji konieczne jest zastosowanie regulatora pogodowego zainstalowanego przy układzie pomp ciepła.
- W przypadku, jeżeli część pomieszczeń w budynku nie jest użytkowana w sposób ciągły, należy wykonać oddzielne „pętle” instalacji, które umożliwią oddzielne sterowanie, np. w celu zastosowania przerw w ogrzewaniu w ciągu doby lub w ciągu tygodnia, oraz możliwość obniżenia temperatury w pomieszczeniach.
- W celu łatwego i szybkiego równoważenia hydraulicznego instalacji na podstawowych gałęziach instalacji powinny być montowane zawory nastawcze umożliwiające regulację przepływów w instalacji.
- Z uwagi na przyjęcie rozwiązania opartego na pompach ciepła należy zastosować instalację ogrzewania podłogowego zaprojektowaną na parametry 35/25°C.
- Przewody instalacji ciepłowniczej oraz doprowadzające ciepło do innych układów (np. wentylacji) muszą być izolowane we wszystkich pomieszczeniach nieogrzewanych.

Zalecane jest także izolowanie przewodów położonych w przejściach przez ściany lub stropy.

Grubość izolacji powinna być dobrana zgodnie z wymaganiami warunków technicznych (WT2008).

3. Modernizacja instalacji ciepłej wody użytkowej

Zmiana źródła ciepła (jw.)

Budowa instalacji ciepłej wody użytkowej spełniającej następujące wymagania:

- Z uwagi na propozycję rozwiązania opartego na zastosowaniu pomp ciepła zaleca się zastosowanie zasobnikowego podgrzewacza c.w.u.
- Na głównych gałęziach instalacji c.w.u. powinny zostać zamontowane zawory regulacyjne termostatyczne do ograniczenia cyrkulacji c.w.u.
- Przewody instalacji ciepłej wody powinny być w całości izolowane, ze szczególnym uwzględnieniem pomieszczeń nieogrzewanych.
Grubość izolacji - zgodnie z wymaganiami warunków technicznych (WT2008).
- Układ regulacji powinien umożliwiać wyłączenie cyrkulacji c.w.u.

6.2.2. Zmiany współczynników sprawności spowodowane wprowadzeniem proponowanych usprawnień

Zmiany współczynników sprawności spowodowane wprowadzeniem proponowanych usprawnień wraz z uzasadnieniem przyjętych wartości obliczeniowych zamieszczono w tabeli 6.12.

Sprawności cząstkowe i sprawność całkowitą systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody określono zgodnie z:

Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [33].

Tabela 6.12 Zmiany współczynników sprawności spowodowane wprowadzeniem proponowanych usprawnień

Lp.	Nazwa	Zmiana w współczynników sprawności				Uzasadnienie - podstawa przyjętych wartości dla stanu po modernizacji
		stan projektowany		stan po proponowanej modernizacji		
		oznac.	wartość	oznac.	wartość	
1	System grzewczy					
1	<i>Sprawność wytwarzania</i>	$\eta_{g,0}$	0,85	$\eta_{g,1}$	3,30	System centralnego ogrzewania zasilany z układu pomp ciepła solanka/woda o mocy dobranej do wielkości potrzeb cieplnych obiektu po modernizacji dla parametrów maksymalnych czynnika grzewczego rzędu 50/55°C (z uwagi na przygotowanie c.w.u.). Parametry nominalne czynnika grzewczego w instalacji c.o.: 35/25°C.
2	<i>Sprawność przesyłania</i>	$\eta_{d,0}$	0,87	$\eta_{d,1}$	0,97	Instalacja c.o. z przewodami poziomymi w pełni zaizolowanymi utulinami ciepłochronnymi. Grubość izolacji spełnia aktualne wymagania warunków technicznych. Instalacja wykonana z rur polipropylenowych. Przewody rozprowadzone są w posadzkach, bruzdach ściennych lub po wierzchu ścian. Armatura izolowana. Instalacja c.o. zamknięta - automatyczne odpowietzniki. Instalacja wewnętrzna - spełniająca wymogi instalacji nowoczesnej.
3	<i>Sprawność regulacji i wykorzystania</i>	$\eta_{e,0}$	0,65	$\eta_{e,1}$	0,98	Ogrzewanie podłogowe. W celu regulacji hydraulicznej instalacji centralnego ogrzewania przy rozdzielaczach zainstalowano zawory regulacyjne. Regulacja centralna pogodowa w pompach ciepła oraz regulacja miejscowa w poszczególnych pomieszczeniach. Przyjęto sprawność dla ogrzewania podłogowego z regulacją centralną i miejscową.
4	<i>Sprawność akumulacji</i>	$\eta_{s,0}$	1,00	$\eta_{s,1}$	0,97	Zastosowano zasobniki ciepła o dużej pojemności cieplnej. Parametry nominalne czynnika grzewczego w zasobnikach rzędu 35/40°C. Zasobniki wewnątrz osłony termicznej.
5	<i>Sprawność całkowita systemu grzewczego</i> $\eta_{0,co} = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s$	$\eta_{0,co}$	0,48	$\eta_{1,co}$	3,04	
6	<i>Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia</i>	$w_{t,0}$	1,00	$w_{t,1}$	0,92	Z uwagi na wykorzystywanie obiektu także w soboty lub inne dni wolne przyjęto przerwę w okresie tygodnia równą 24 h. Czas ogrzewania - 6 dni. Sterowanie regulatorem przy pompach ciepła.
7	<i>Przerwa na ogrzewanie w okresie doby</i>	$w_{d,0}$	1,00	$w_{d,1}$	0,95	Stosowane przerwy w ogrzewaniu wynikające z konieczności osłabienia ogrzewania w nocy. Przyjmuje się jak dla przerwy nocnej 8-godzinnej. Sterowanie regulatorem przy pompach ciepła.

Tabela 6.12 Zmiany współczynników sprawności spowodowane wprowadzeniem proponowanych usprawnień – c.d.

Lp.	Nazwa	Zmiana współczynników sprawności				Uzasadnienie - podstawa przyjętych wartości dla stanu po modernizacji
		stan projektowany		stan po proponowanej modernizacji		
		oznac.	wartość	oznac.	wartość	
II	System przygotowania ciepłej wody użytkowej					
1	<i>Sprawność wytwarzania</i>	$\eta_{g,0}$	0,80	$\eta_{g,1}$	3,20	Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest centralnie w podgrzewaczu zasobnikowym zasilanym z pomp ciepła.
2	<i>Sprawność transportu (dystrybucji)</i>	$\eta_{d,0}$	0,60	$\eta_{d,1}$	0,80	Rurociągi rozprzewadzające i przewody cyrkulacyjne izolowane. Piony i rurociągi rozdzielcze izolowane. Izolacja termiczna wykonana jest otulinami typu Thermaflex o grubościach zgodnych z wymaganiami Warunków Technicznych. Instalacja w bardzo dobrym stanie technicznym. Ilość punktów poboru c.w.u. - 14 szt. Cyrkulacja wody wyłączana na około 10 godzin - sterowanie układem regulacji.
3	<i>Sprawność akumulacji</i>	$\eta_{s,0}$	0,30	$\eta_{s,1}$	0,86	Zastosowano zasobnikowy podgrzewacz ciepłej wody. Układ nowoczesny - spełniający parametry zasobnika wg standardu budynku niskoenergetycznego.
4	<i>Sprawność wykorzystania</i>	$\eta_{e,0}$	1,00	$\eta_{e,1}$	1,00	
5	<i>Sprawność systemu przygotowania c.w.u.</i> $\eta_{0,cwu} = \eta_g \times \eta_d \times \eta_e \times \eta_s$	$\eta_{0,cwu}$	0,14	$\eta_{1,cwu}$	2,20	

Uwagi:

Sprawności cząstkowe i sprawność całkowitą systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody określono zgodnie z:

Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej [33].

6.2.3. Ocena proponowanych usprawnień

Ocenę proponowanych usprawnień dotyczących systemu grzewczego wraz z oceną możliwych do uzyskania oszczędności energetycznych i oszczędności kosztów w stosunku do stanu projektowanego zamieszczono w tabeli 6.13.

Zgodnie z metodyką oceny przyjętą w audytach energetycznych proponowane usprawnienie dla systemów i instalacji analizuje się na pierwszym etapie obliczeń oddzielnie - bez uwzględniania zaproponowanych zmian w przegrodach budowlanych.

Tabela 6.13

Ocena proponowanych usprawnień w odniesieniu do systemu grzewczego

Lp.	Nazwa	Jedn.	stan projektowany		stan po proponowanej modernizacji	
			oznacz.	wartość	oznacz.	wartość
	Stawki opłat - węzeł parowy		węzeł parowy			
	a) opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	zł/(MW·m·c)	Om,o	6 052,08		
	b) opłata zmienna (za ciepło + przesył)	zł/GJ	Oz,o	39,82		
	c) opłata abonamentowa	zł/m·c	Ab,o	---		
	Stawki opłat - pompy ciepła				pompy ciepła	
	a) opłata stała (opłata przesyłowa stała)	zł/(kW·m·c)			Om,1	21,1314
	b) opłata zmienna (za energię + przesył)	zł/GJ			Oz,1	173,53
	c) opłata abonamentowa	zł/m·c			Ab,1	83,03
I	SYSTEM OGRZEWANIA					
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania	kW	$q_{o,co}$	155,80	$q_{1,co}$	155,80
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	GJ/rok	$Q_{o,co}$	1 199,36	$Q_{1,co}$	1 199,36
3	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$\eta_{o,co}$	0,48	$\eta_{1,co}$	3,04
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych	-	$w_{t,0}$	1,00	$w_{t,1}$	0,92
5	Uwzględnienie przerw dobowych	-	$w_{d,0}$	1,00	$w_{d,1}$	0,95
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{co}^* = Q_{co} \cdot w_t \cdot w_d / \eta_{co}$	GJ/rok	$Q_{o,co}^*$	2 498,67	$Q_{1,co}^*$	344,82
7	Oszczędność energii cieplnej do ogrzewania budynku w wyniku usprawnienia	GJ/rok			$\Delta Q_{r,co}$	2 153,85
		%				86,20
8	Roczne koszty ogrzewania budynku	zł/rok	$Op_{o,co}$	110 812	$Op_{1,co}$	72 804
9	Oszczędność kosztów ogrzewania budynku	zł/rok	---		$\Delta O_{r,co}$	38 008
II	SYSTEM PRZYGOTOWANIA C.W.U.					
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygot. c.w.u.	kW	$q_{o,cw}$	3,30	$q_{1,cw}$	3,30
2	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	$Q_{o,cw}$	38,83	$Q_{1,cw}$	38,83
4	Sprawność systemu przygotowania c.w.u.		$\eta_{o,cw}$	0,14	$\eta_{1,cw}$	2,20
5	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	$Q_{o,cw}^*$	277,33	$Q_{1,cw}^*$	17,65
6	Oszczędność energii cieplnej do przygot. c.w.u. w wyniku usprawnienia	GJ/rok			$\Delta Q_{r,cw}$	259,68
		%				93,64
7	Roczne koszty przygotowania c.w.u.	zł/rok	$Op_{o,cw}$	13 700	$Op_{1,cw}$	5 733
8	Oszczędność kosztów przygotowania c.w.u.	zł/rok	---		$\Delta O_{r,cw}$	7 967
III	ŁĄCZNIE (OGRZEWANIE+PRZYGOTOWANIE C.W.U.)					
1	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię cieplną w budynku (co+cwu)	GJ/rok		2 776,00		362,46
2	Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnienia (co+cwu)	GJ/rok			$\Delta Q_{r,cw}$	2 413,53
		%				86,94
3	Oszczędność kosztów ogrzewania i przygot. c.w.u.	zł/rok			ΔO_r	45 975

Kalkulacja obliczeniowych stawek opłat dla stanu po proponowanej modernizacji

System pracujący w oparciu o pompy ciepła	
Stawki opłat za energię elektryczną (przyjęto taryfę C21)	
1 Opłaty zmienne O_z :	
Opłata za energię elektryczną :	0,4213 zł/kWh
Opłaty zmienne za przesył :	0,2034 zł/kWh
(stawka jakościowa+składnik zmienny stawki sieciowej)	
Łącznie (opłaty zmienne) :	0,6247 zł/kWh
Opłata zmienna przeliczona na 1 GJ energii cieplnej:	
1 kWh = 3,6 MJ = $3,6 \times 10^{-3}$ GJ	
0,6247 zł/kWh = $0,6247 \times 1000 / 3,6$ zł/GJ =	173,53 zł/GJ
2 Opłaty stałe O_m :	
Opłata przesyłowa stała :	21,1314 zł/(kW · m-c)
(składnik stały stawki sieciowej+stawka opłaty przejściowej)	
3 Opłata abonamentowa :	83,03 zł/m-c
(łącznie z opłatą handlową)	

Analiza wyników obliczeń zamieszczonych w tabeli 6.13 wykazuje, że w wyniku proponowanych zmian w odniesieniu do systemu grzewczego można uzyskać bardzo duże efekty energetyczne i obniżyć zapotrzebowanie na energię cieplną:

- a) na potrzeby ogrzewania – o około 86%
- b) na potrzeby przygotowania ciepłej wody – o 94%.

Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnień dotyczących systemu grzewczego	
w odniesieniu do wyjściowego (co+cwu)	- 2 413,53 GJ/rok
Oszczędność kosztów energii (co+cwu)	- 45 975 zł/rok.

6.3 Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych dla kompleksowej realizacji proponowanych usprawnień obejmujących strukturę budowlaną obiektu oraz źródło ciepła i instalacje

W niniejszym rozdziale analizuje się oszczędności energetyczne i oszczędności kosztów możliwe do uzyskania w wyniku kompleksowej realizacji proponowanych usprawnień obejmujących zarówno przegrody budowlane, jak i system grzewczy.

Efekty z tytułu realizacji zaproponowanych usprawnień określone w niniejszym rozdziale w stosunku do stanu wyjściowego dla budynku stanowią odzwierciedlenie rzeczywistych oszczędności możliwych do uzyskania z punktu widzenia użytkownika, gdyż uwzględniają zarówno zmniejszenie zapotrzebowania na moc i energię cieplną samego budynku, jak i dodatkowe straty występujące w źródle i instalacjach oraz stosowane przerwy w ogrzewaniu w cyklu dobowym i tygodniowym.

Kończącą analizę efektów wprowadzenia proponowanych usprawnień dla budynku Sali BHP zamieszczono w tabeli 6.14.

Zapotrzebowanie na moc cieplną oraz na energię na potrzeby grzewcze dla stanu po proponowanych zmianach modernizacyjnych określono przy pomocy programu komputerowego AUDYTOR OZC 3D 5.0.

Szczegółowe wyniki obliczeń zamieszczono w załączniku nr 3.

Analiza wyników obliczeń zamieszczonych w tabeli 6.14 wykazuje, że w wyniku proponowanych zmian w odniesieniu przegród budowlanych i systemu grzewczego można uzyskać bardzo duże efekty energetyczne i obniżyć zapotrzebowanie na energię cieplną:

- a) na potrzeby ogrzewania – o około 95%
- b) na potrzeby przygotowania ciepłej wody – o 94%.

Sumaryczne zapotrzebowanie na ciepło w budynku (co+cwu) ulegnie obniżeniu o 94% w porównaniu ze stanem wyjściowym.

Koszty energii cieplnej na ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody zmniejszą się o około 70%.

Oszczędność energii cieplnej w wyniku usprawnień dotyczących przegród budowlanych oraz systemu grzewczego w odniesieniu do stanu wyjściowego (co+cwu)	- 2 621,82 GJ/rok
Oszczędność kosztów energii (co+cwu)	- 87 264 zł/rok.

Tabela 6.14

Określenie efektów energetycznych i ekonomicznych dla kompleksowej realizacji proponowanych usprawnień obejmujących strukturę budowlaną obiektu oraz źródło ciepła i instalacje

Lp.	Nazwa	Jedn.	stan projektowany		stan po proponowanej kompleksowej modernizacji (przegrody+system grzewczy)	
			oznacz.	wartość	oznacz.	wartość
	Stawki opłat - węzeł parowy		węzeł parowy			
	a) opłata stała (za moc zamówioną + przesył)	zł/(MW·m-c)	Om,o	6 052,08		
	b) opłata zmienna (za ciepło + przesył)	zł/GJ	Oz,o	39,82		
	c) opłata abonamentowa	zł/m-c	Ab,o	---		
	Stawki opłat - pompy ciepła				pompy ciepła	
	a) opłata stała (opłata przesyłowa stała)	zł/(kW·m-c)			Om,1	21,1314
	b) opłata zmienna (za energię + przesył)	zł/GJ			Oz,1	173,53
	c) opłata abonamentowa	zł/m-c			Ab,1	83,03
I	OGRZEWANIE					
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania	kW	$q_{o,co}$	155,80	$q_{1,co}$	88,84
2	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania	GJ/rok	$Q_{o,co}$	1 199,36	$Q_{1,co}$	474,89
3	Sprawność całkowita systemu grzewczego	-	$\eta_{o,co}$	0,48	$\eta_{1,co}$	3,04
4	Uwzględnienie przerw tygodniowych	-	$w_{t,0}$	1,00	$w_{t,1}$	0,92
5	Uwzględnienie przerw dobowych	-	$w_{d,0}$	1,00	$w_{d,1}$	0,95
6	Roczne zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) $Q_{co}^* = Q_{co} \cdot w_t \cdot w_d / \eta_{co}$	GJ/rok	$Q_{o,co}^*$	2 498,67	$Q_{1,co}^*$	136,53
7	Oszczędność energii cieplnej do ogrzewania budynku w wyniku proponowanych usprawnień	GJ/rok	---	---	$\Delta Q_{r,co}$	2 362,14
		%	---	---		94,54
8	Roczne koszty ogrzewania budynku	zł/rok	$Op_{o,co}$	110 812	$Op_{1,co}$	31 515
9	Oszczędność kosztów ogrzewania budynku	zł/rok	---	---	$\Delta O_{r,co}$	79 297
II	PRZYGOTOWANIE CIEPŁEJ WODY					
1	Zapotrzebowanie na moc cieplną do przygot. c.w.u.	kW	$q_{o,cw}$	3,30	$q_{1,cw}$	3,30
2	Roczne zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	$Q_{o,cw}$	38,83	$Q_{1,cw}$	38,83
4	Sprawność systemu przygotowania c.w.u.		$\eta_{o,cw}$	0,14	$\eta_{1,cw}$	2,20
5	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową do przygotowania c.w.u.	GJ/rok	$Q_{o,cw}^*$	277,33	$Q_{1,cw}^*$	17,65
6	Oszczędność energii cieplnej do przygot. c.w.u. w wyniku proponowanych usprawnień	GJ/rok	---	---	$\Delta Q_{r,cw}$	259,68
		%	---	---		93,64
7	Roczne koszty przygotowania c.w.u.	zł/rok	$Op_{o,cw}$	13 700	$Op_{1,cw}$	5 733
8	Oszczędność kosztów przygotowania c.w.u.	zł/rok	---	---	$\Delta O_{r,cw}$	7 967
III	ŁĄCZNIE (OGRZEWANIE+PRZYGOTOWANIE C.W.U.)					
1	Sumaryczne zapotrzebowanie na energię cieplną w budynku (co+cwu)	GJ/rok		2 776,00		154,18
2	Oszczędność energii cieplnej w wyniku proponowanych usprawnień (co+cwu)	GJ/rok	---	---	$\Delta Q_{r,cw}$	2 621,82
		%	---	---		94,45
3	Roczne koszty ogrzewania i przygot. c.w.u.	zł/rok	$Op_{o,co+cw}$	124 512	$Op_{1,co+cw}$	37 248
4	Oszczędność kosztów ogrzewania i przygot. c.w.u.	zł/rok	---	---	ΔO_r	87 264
		%	---	---		70,08

7 PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami potrzeby ciepłej Sali BHP Stoczni Gdańskiej (co+cwu) oraz koszty energii cieplnej dla stanu wyjściowego (przed przeprowadzoną rewaloryzacją i przebudową) kształtowały się na następującym poziomie:

		ogrzewanie	przygot. c.w.u.	razem
1	Obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na moc cieplną [kW]	155,80	3,30	159,10
2	Zapotrzebowanie budynku na energię cieplną końcową [GJ]	2 498,67	277,33	2 776,00
3	Koszty roczne [zł/rok]	110 812	13 700	124 512

2. Przeprowadzone analizy pokazały, że w stanie wyjściowym ściany zewnętrzne budynku oraz stropy pod poddaszem nieużytkowym charakteryzują się niską izolacyjnością cieplną i wymagają docieplenia. Stolarka okienna i drzwiowa w budynku o wysokich współczynnikach przenikania i niskiej szczelności. Występują duże straty ciepła przez przenikanie przez przegrody budowlane oraz nadmierne straty ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego.
3. System grzewczy oraz system przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku w stanie wyjściowym charakteryzował się bardzo niską sprawnością z uwagi na duże straty ciepła występujące w źródle ciepła (węzeł parowy), na przesyle oraz z tytułu niewystarczającej regulacji, a w przypadku systemu c.w.u. również ze względu na zastosowanie bardzo starego i nieefektywnego energetycznie zasobnika ciepłej wody (para-woda).
4. Niska izolacyjność cieplna podstawowych przegród budowlanych i okien oraz bardzo niskie sprawności systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody powodowały wysokie koszty ponoszone przez użytkownika w trakcie eksploatacji obiektu
5. W niniejszym opracowaniu przedstawiono propozycje termomodernizacji budynku Sali BHP i pokazano możliwości znacznej poprawy izolacyjności cieplnej przegród budowlanych oraz zwiększenia sprawności systemu grzewczego. Opracowano model obliczeniowy budynku uwzględniający proponowane usprawnienia w odniesieniu do struktury budowlanej obiektu oraz źródła ciepła i instalacji. Szczegółową analizę i opis proponowanych usprawnień zamieszczono w pkt. 3÷6 niniejszego opracowania.
6. Termomodernizacja struktury budowlanej obiektu obejmuje następujące usprawnienia:
- docieplenie ścian zewnętrznych parteru i pietra
 - docieplenie stropów pod poddaszem nieużytkowym
 - wymiana okien i drzwi zewnętrznych oraz wprowadzenie wentylacji kontrolowanej z wykorzystaniem nawiewników.

7. Proponowana termomodernizacja w odniesieniu do systemów i instalacji obejmuje:
- modernizację systemu zaopatrzenia obiektu w energię ciepłą (zastosowanie jako źródła ciepła układu gruntowych pomp ciepła z kolektorami pionowymi)
 - modernizację instalacji centralnego ogrzewania (budowa nowej instalacji centralnego ogrzewania zaprojektowanej na parametry 35/25°C - ogrzewanie podłogowe)
 - modernizację instalacji ciepłej wody użytkowej (budowa nowej instalacji ciepłej wody dostosowanej do rozwiązania opartego na zastosowaniu pomp ciepła - z zasobnikowym podgrzewaczem c.w.u.).
8. W opracowaniu przeanalizowano stosowane obecnie technologie dociepleń ścian zewnętrznych w obiektach zabytkowych z wykorzystaniem płyt klimatycznych, płyt IQ-THERM, płyt EUROTHANE oraz bloczków Ytong Multipor z punktu widzenia możliwości ich zastosowania do docieplenia wewnętrznego ścian zewnętrznych parteru i piętrowego budynku Sali BHP.
- Kompleksowa analiza uwzględniała zarówno możliwości poprawy izolacyjności cieplnej przegród, jak i ograniczenia wynikające z konieczności zabezpieczenia przegród przed wystąpieniem zjawiska kondensacji pary wodnej (każdy wariant obliczeń poparty był przeprowadzeniem szczegółowej analizy cieplno-wilgotnościowej).
- Przeprowadzone obliczenia wykazały, że w przypadku analizowanego obiektu należy zastosować technologię opartą na wykorzystaniu płyt EUROTHANE G, które umożliwiają zarówno znaczną poprawę izolacyjności termicznej przegród (bardzo niski współczynnik przewodności termoizolacji) i spełnienie wymagań izolacyjności cieplnej wynikających z warunków technicznych oraz kryteriów audytu energetycznego, jak i gwarantują zabezpieczenie przed ryzykiem wystąpienia kondensacji pary wodnej w przegrodzie (przy wymaganej grubości materiału izolacyjnego spełniającej kryteria jw.).
9. Zaproponowany program termomodernizacji obiektu umożliwi bardzo duże obniżenie potrzeb cieplnych obiektu oraz uzyskanie znacznych oszczędności kosztów.
- Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami potrzeby cieplne obiektu (co+cwu) oraz koszty energii cieplnej po wprowadzeniu proponowanych usprawnień będą kształtować się na następującym poziomie:

		ogrzewanie	przygot. c.w.u.	razem
1	Obliczeniowe zapotrzebowanie budynku na moc cieplną [kW]	88,84	3,30	92,14
2	Zapotrzebowanie budynku na energię cieplną końcową [GJ]	136,53	17,65	154,18
3	Koszty roczne [zł/rok]	31 515	5 733	37 348

W wyniku zaproponowanych usprawnień zostaną osiągnięte następujące efekty energetyczne i ekonomiczne w porównaniu ze stanem wyjściowym:

1	Oszczędność energii cieplnej	2 621,82 GJ/rok
		94,45 %
2	Oszczędność kosztów ogrzewania i przygotowania ciepłej wody.	87 264 zł/rok
		70,08 %

10. Budynek Sali BHP jest obiektem zabytkowym i (zgodnie z przepisami) przy jego modernizacji można odstąpić od konieczności spełnienia obowiązujących wymagań warunków technicznych.

Przy opracowywaniu programów rewaloryzacji budynków danego typu należy jednakże dążyć do osiągnięcia (w miarę możliwości) jak najlepszej jakości energetycznej oraz minimalizacji kosztów ponoszonych przez użytkownika w trakcie dalszej eksploatacji obiektu.

Analizy przeprowadzone w niniejszym opracowaniu pokazały, że w przypadku budynku Sali BHP można osiągnąć bardzo wysoką efektywność energetyczną i uzyskać duże oszczędności zużycia ciepła i kosztów ponoszonych za energię cieplną.

Opracowany program termomodernizacji obiektu umożliwi również (choć w przypadku obiektów zabytkowych nie ma takiego obowiązku) dostosowanie się do wymagań obowiązujących Warunków Technicznych zarówno dotyczących izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, jak i wymagań dla systemów i instalacji.

Z A Ł A C Z N I K I D O C Z Ę Ś C I I

Z A Ł A C Z N I K I D O S T A R C Z A N E W F O R M I E D R U K O W A N E J I E L E K T R O N I C Z N E J

Z A Ł A C Z N I K N R 1. **Określenie współczynników przenikania ciepła podstawowych przegród budowlanych budynku dla stanu wyjściowego (przed przeprowadzoną rewaloryzacją i przebudową)**

Z A Ł A C Z N I K N R 2. **Obliczenia sezonowego zużycia energii na cele grzewcze oraz zapotrzebowania na moc cieplną dla stanu wyjściowego**

Z A Ł A C Z N I K N R 3. **Obliczenia sezonowego zużycia energii na cele grzewcze oraz zapotrzebowania na moc cieplną dla stanu po termomodernizacji (po wprowadzeniu proponowanych usprawnień do stanu wyjściowego)**

Z A Ł A C Z N I K I D O S T A R C Z A N E W F O R M I E E L E K T R O N I C Z N E J **Analizy cieplno-wilgotnościowa przegród zewnętrznych**

Z A Ł A C Z N I K N R 4. **Analiza cieplno-wilgotnościowa przegród zewnętrznych po proponowanej termomodernizacji dla stanu wyjściowego**

- 1. Ściany zewnętrzne gr. 38 cm (SZ-1)**
- 2. Ściany zewnętrzne gr. 47 cm (SZ-2)**
- 3. Ściany zewnętrzne gr. 51 cm (SZ-3)**