



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 Dworku Zabytkowego
o powierzchni około 400 m² w oparciu o model obliczeniowy
zgodny z przepisami dotyczącymi wykonywania
audytów energetycznych ze wskazaniem przedsięwzięć
termomodernizacyjnych poprawiających
efektywność energetyczną budynku
w stosunku do wykonanego projektu
przebudowy i modernizacji obiektu**



Gdańsk 2011



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

Co₂Bricks

Rodzaj budynku	Zespół Dworsko-Ogrodowy BUDYNEK DWORU PRZY UL. TRAUGUTTA 94 w GDAŃSKU	Rok budowy	przełom XVII i XVIII w.
Inwestor	EUROPEJSKA FUNDACJA OCHRONY ZABYTKÓW ul. Traugutta 94-94a kod: 80-236 miejscowość: Gdańsk	Adres budynku ul. Traugutta 94 kod: 81-236 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 Auditor 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 Auditor Energetyczny na potrzeby Certyfikacji Uprawnienia nr MI/ŚE/805/2009	
mgr inż. Leszek Wróblewski		Studium Podyplomowe "Ciepłownictwo i ogrzewnictwo z audytingiem energetycznym" Kurs Auditor Energetyczny na potrzeby Certyfikacji Uprawnienia nr MI/ŚE/793/2009	
dr inż. Tadeusz Żurek		Kurs audytorów energetycznych Kurs Auditor energetyczny sporządzający świadectwa charakterystyki energetycznej budynku	
Miejscowość: Gdańsk		Data wykonania opracowania: grudzień - 2011 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

KRYTERIA OCENY ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW W PRAKTYCE AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	8
1. CEL I ZADANIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	9
2. UREGULOWANIA PRAWNE DOTYCZĄCE AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	9
3. DEFINICJA I ZAKRES AUDYTU ENERGETYCZNEGO	10
3.1 DEFINICJE	10
3.2 ZAKRES AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU	10
4. KRYTERIA OCENY BUDYNKU	13
4.1 WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE OSZCZĘDNOŚCI ENERGII I IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ ZGODNIE WARUNKAMI TECHNICZNYMI JAKIM POWINNY ODPOWIADAĆ BUDYNKI	13
4.2 WYMAGANIA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PRZEGRÓD BUDOWLANYCH	15
4.3 WYMAGANIA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ OKIEN I DRZWI ZEWNĘTRZNYCH	19
4.4 WYMAGANIA DOTYCZĄCE SYSTEMÓW I INSTALACJI	21

CZĘŚĆ II

OKREŚLENIE WYTYCZNYCH DOTYCZĄCYCH TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU DWORU ZESPOŁU DWORSKO-OGRODOWEGO W GDAŃSKU PRZY UL. TRAUGUTTA 94 Z UWZGLĘDNIENIEM KRYTERIÓW OCENY AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO	24
1. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU	25
1.1 OGÓLNE DANE O OBIEKCIE	25
1.2 KONSTRUKCJA I PODSTAWOWE PRZEGRODY BUDOWLANE	27
1.2.1. <i>Charakterystyka przegród budowlanych</i>	27
1.2.2. <i>Charakterystyka stolarki okiennej i drzwiowej</i>	32
1.3 SYSTEM GRZEWCZY	34
1.4 UKŁAD ZAOPATRZENIA BUDYNKU W CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ	34
1.5 SYSTEM WENTYLACJI	34
2. OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PODSTAWOWYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH OBIEKTU	35
2.1 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH	37
2.2 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ STROPU NAD PIWNICĄ	38
2.3 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ STROPÓW NAD KONDYGNACJAMI NADZIEMNYMI	39
2.4 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ DACHÓW	41
2.5 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PODŁÓG NA GRUNCIE	42
2.6 OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ OKIEN I DRZWI ZEWNĘTRZNYCH	43

3. OCENA SYSTEMÓW I INSTALACJI.....	44
3.1 SYSTEM GRZEWczy.....	44
3.2 UKŁAD ZAOPATRZENIA BUDYNKU W CIEPŁĄ WODĘ UŻYTKOWĄ	44
4. ZALECENIA DOTYCZĄCE USPRAWNIENÍ I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMO- MODERNIZACYJNYCH DLA BUDYNKU.....	45
4.1 ZALECENIA DOTYCZĄCE TERMOMODERNIZACJI PRZEGRÓD BUDOWLANYCH	45
4.1.1. <i>Docieplenia ścian zewnętrznych</i>	45
4.1.2. <i>Docieplenie stropu nad piwnicą</i>	56
4.1.3. <i>Docieplenie stropów pod poddaszem nieogrzewanym</i>	61
4.1.4. <i>Docieplenie dachów nad poddaszem ogrzewanym</i>	64
4.1.5. <i>Docieplenie podłóg na gruncie</i>	67
4.2 ZALECENIA DOTYCZĄCE STOLARKI OKIENNEJ I DRZWIOWEJ	67
4.3 ZALECENIA DOTYCZĄCE TERMOMODERNIZACJI SYSTEMÓW I INSTALACJI.....	69
4.3.1. <i>System grzewczy</i>	69
4.3.2. <i>Układ zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową</i>	71
5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	72

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 dla Dworu Studzienka, wchodzącego w skład Zespołu Dworsko-Ogrodowego w Gdańsku przy ul. Traugutta 94, w oparciu o model obliczeniowy zgodny z przepisami dotyczącymi wykonywania audytów energetycznych ze wskazaniem przedsięwzięć termomodernizacyjnych poprawiających efektywność energetyczną budynku w stosunku do wykonanego projektu przebudowy i modernizacji obiektu.

Opracowanie składa się z trzech części obejmujących:

- I. CZĘŚĆ I
KRYTERIA OCENY ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW W PRAKTYCE AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

- II. CZĘŚĆ II
OKREŚLENIE WYTYCZNYCH DOTYCZĄCYCH TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU DWORU ZESPOŁU DWORSKO-OGRODOWEGO W GDAŃSKU PRZY UL. TRAUGUTTA 94 Z UWZGLĘDNIENIEM KRYTERIÓW OCENY AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

- III. CZĘŚĆ III
OKREŚLENIE POTRZEB CIEPLNYCH BUDYNKU DWORU ZESPOŁU DWORSKO-OGRODOWEGO W GDAŃSKU PRZY UL. TRAUGUTTA 94 Z UWZGLĘDNIENIEM PROJEKTOWANEJ REWALORYZACJI I ADAPTACJI OBIEKTU ORAZ SFORMUŁOWANIE WYTYCZNYCH DOTYCZĄCYCH POPRAWY STANU PROJEKTOWANEGO Z PUNKTU WIDZENIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY WYKONYWANIU OPRACOWANIA

1. Dokumentacja budynku

1. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94, 94a. Inwentaryzacja budynku dworu. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopocie, Sopot – wrzesień 1999 r.
2. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt zagospodarowania terenu. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopocie, Sopot – czerwiec 2000 r.
3. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt architektoniczno-budowlany rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopocie, Sopot – czerwiec 2000 r.
4. Projekt budowlany zamienny rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu przy ul. Traugutta 94-94a w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: architektura. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.
5. Projekt budowlany zamienny rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu przy ul. Traugutta 94-94a w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: konstrukcja. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.
6. Projekt wykonawczy rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: konstrukcja. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.
7. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt wykonawczy zamienny rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu. Branża: architektura. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – październik 2005 r.
8. Aneks do projektu budowlanego rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku. Biuro Usług Projektowo-Inwestorskich INWESTPOL Sp. z o.o. w Gdańsku, Gdańsk – sierpień 2010 r.
9. Orzeczenie techniczne mykologiczno-budowlane z programem prac konserwatorskich dotyczące dworu STUDZIENKA w Gdańsku przy ul. Traugutta 94. Opr. E. Jachnicka, R. Kowalski. Zakład Usługowy Projektowania, Nadzoru Budowlanego i Oceny Stanu Technicznego Budynków inż. Ryszard Kowalski, Gdańsk – lipiec 2010 r.
10. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt zagospodarowania terenu. Infrastruktura techniczna. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopocie, Sopot – sierpień 2000 r.
11. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt wykonawczy kotłowni. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopocie, Sopot – sierpień 2000 r.
12. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt budowlany - wykonawczy zamienny. Rewaloryzacja i adaptacja budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: sanitarna. Instalacja c.o. i zasilania nagrzewnic. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – maj 2005 r.
13. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt budowlany - wykonawczy zamienny. Rewaloryzacja i adaptacja budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: sanitarna. Instalacja wod-kan i c.w.u. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.

14. Projekt budowlany zamienny rewaloryzacji i adaptacji budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: wentylacja. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.
15. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt budowlany - wykonawczy zamienny. Rewaloryzacja i adaptacja budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: wentylacja. Wentylacja mechaniczna i instalacja chłodnicza. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – kwiecień 2005 r.
16. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt wykonawczy zamienny. Rewaloryzacja i adaptacja budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: elektryczna. Instalacje elektryczne. Budynek dworu. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – październik 2005 r.
17. Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94/94a. Projekt wykonawczy zamienny. Rewaloryzacja i adaptacja budynku dworu przy ul. Traugutta 94 w Gdańsku, Działka nr 332. Branża: elektryczna. Sieci elektryczne. Zagospodarowanie terenu. Część II – Sieć zalicznikowa: Wewnętrzne linie zasilające i oświetlenie terenu. AKO – Autorskie Studio Architektoniczne w Gdańsku, Gdańsk – październik 2005 r.

2. Inne dokumenty i dane źródłowe

18. Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (tekst jednolity Dz.U. nr 89 z 2006 r., poz. 625 z późn. zm.)
19. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. nr 89 z 1994 r., poz. 414 z późn. zmianami)
20. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2009 r., poz. 1459).
21. 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)
22. 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).
23. 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).
24. 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)
25. 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).
26. PN-EN ISO 6946 : 2008. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
27. PN-EN 12831: 2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.

28. PN-EN ISO 13790 : 2009. Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
29. PN-83/B-03430. Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania (wraz ze zmianą Az3 z dn. 8.02.2000 r.).
30. PN-EN ISO 13370 : 2008. Właściwości cieplne budynków. Wymiana ciepła przez grunt. Metody obliczania.
31. PN-EN ISO 14683 : 2008. Mostki cieplne w budynkach. Liniowy współczynnik przenikania ciepła. Metody uproszczone i wartości orientacyjne.
32. 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).
33. Maciej Robakiewicz. Ocena cech energetycznych budynków. Wymagania - dane - obliczenia. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa 2005 r.
34. Leszek Laskowski. Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005 r.
35. Jarosław Chudzik. Instalacje ciepłej wody w budynkach.
Fundacja Poszanowania Energii - Sorus. Warszawa - Poznań 2006 r.
36. Karolina Kurtz, Dariusz Gawin. Certyfikacja energetyczna budynków mieszkalnych z przykładami. Wrocławskie Wydawnictwo Naukowe Atla 2, Wrocław 2009 r.
37. Jan Górzyński. Audyting energetyczny. Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Warszawa 2000 r.
38. Termomodernizacja budynków dla poprawy jakości środowiska. Poradnik dla audytorów energetycznych, inspektorów środowiska, projektantów oraz zarządców budynków i obiektów budowlanych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Norwisza, Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, Gliwice 2004 r.
39. Regionalna strategia energetyki dla woj. pomorskiego ze szczególnym uwzględnieniem źródeł odnawialnych. Opr. Fundacja Poszanowania Energii w Gdańsku – 2006 r.
40. Aprobata Techniczna Instytutu Techniki Budowlanej AT-15-7830/2009. Natryskowe pianki poliuretanowe IZOPIANOL 05/55 N i IZOPIANOL 03/35 N.
41. Materiały informacyjne producentów materiałów budowlanych (Xella Polska, Recticel Izolacje, Ecovario, Remmers, Rockwool, Purinova)

3. Osoby udzielające informacji

Aleksandra Kociołkowska – Europejska Fundacja Ochrony Zabytków

CZĘŚĆ I

KRYTERIA OCENY ENERGETYCZNEJ BUDYNKÓW W PRAKTYCE AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

1. CEL I ZADANIA AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

Funkcjonująca obecnie nazwa audytingu energetycznego określa czynności obejmujące doradztwo energetyczne w szerokim zakresie i wprowadzona została do języka technicznego w latach 90-tych.

Jest to zespół działań obejmujących ocenę bilansu energetycznego (budynku, systemu wytwarzania energii lub dystrybucji nośnika energii, czy też przedsiębiorstwa, jako całości) ze wskazaniem nieprawidłowości czy nieefektywności w zakresie użytkowania energii oraz określeniem możliwości i sposobów poprawy stanu istniejącego bez pogorszenia właściwości użytkowych obiektu lub przy zachowaniu lub zwiększeniu poziomu produkcji i jakości świadczonych usług.

Doradztwo energetyczne obejmuje swoim zasięgiem wszystkie obiekty użytkujące energię. W większości przypadków ukierunkowane jest jednak na użytkowników końcowych wykorzystujących nośniki energii, jako czynnik zaspokajania potrzeb bytowych lub technologicznych.

2. UREGULOWANIA PRAWNE DOTYCZĄCE AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

Definicja audytu energetycznego oraz przedsięwzięć termomodernizacyjnych została po raz pierwszy określona przy wprowadzaniu w naszym kraju systemu wspierania termomodernizacji, którego zasady wyszczegółowione zostały w Ustawie z dnia 18 grudnia 1998 r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych.

Aktualnie podstawy funkcjonowania systemu audytingu energetycznego stanowią:

1. Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. nr 223 z dn. 18.12.2009 r., poz. 1459) [20].
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz.U. nr 43 z dn. 18.03.2009 r., poz. 346) [21].

Dokumenty powiązane:

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. nr 89 z 1994 r., poz. 414 z późn. zmianami) [19]
2. 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) [22].
3. 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) [24].

3. DEFINICJA I ZAKRES AUDYTU ENERGETYCZNEGO

3.1 Definicje

Ogólna definicja audytu energetycznego:

Raport (opinia) sporządzony przez audytora zawierający ocenę istniejącego stanu użytkownika energii oraz propozycje zmian prowadzących do racjonalizacji jej zużycia.

Definicja wg Ustawy z dn. 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów:

- ◆ Opracowanie określające zakres oraz parametry techniczne i ekonomiczne przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
 - ⇒ ze wskazaniem rozwiązania optymalnego (w szczególności z punktu widzenia kosztów realizacji tego przedsięwzięcia oraz oszczędności energii)
- ◆ Opracowanie stanowiące jednocześnie założenia do projektu budowlanego.

3.2 Zakres audytu energetycznego budynku

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17.03.2009 r. [21] audyt energetyczny budynku powinien składać się z następujących części:

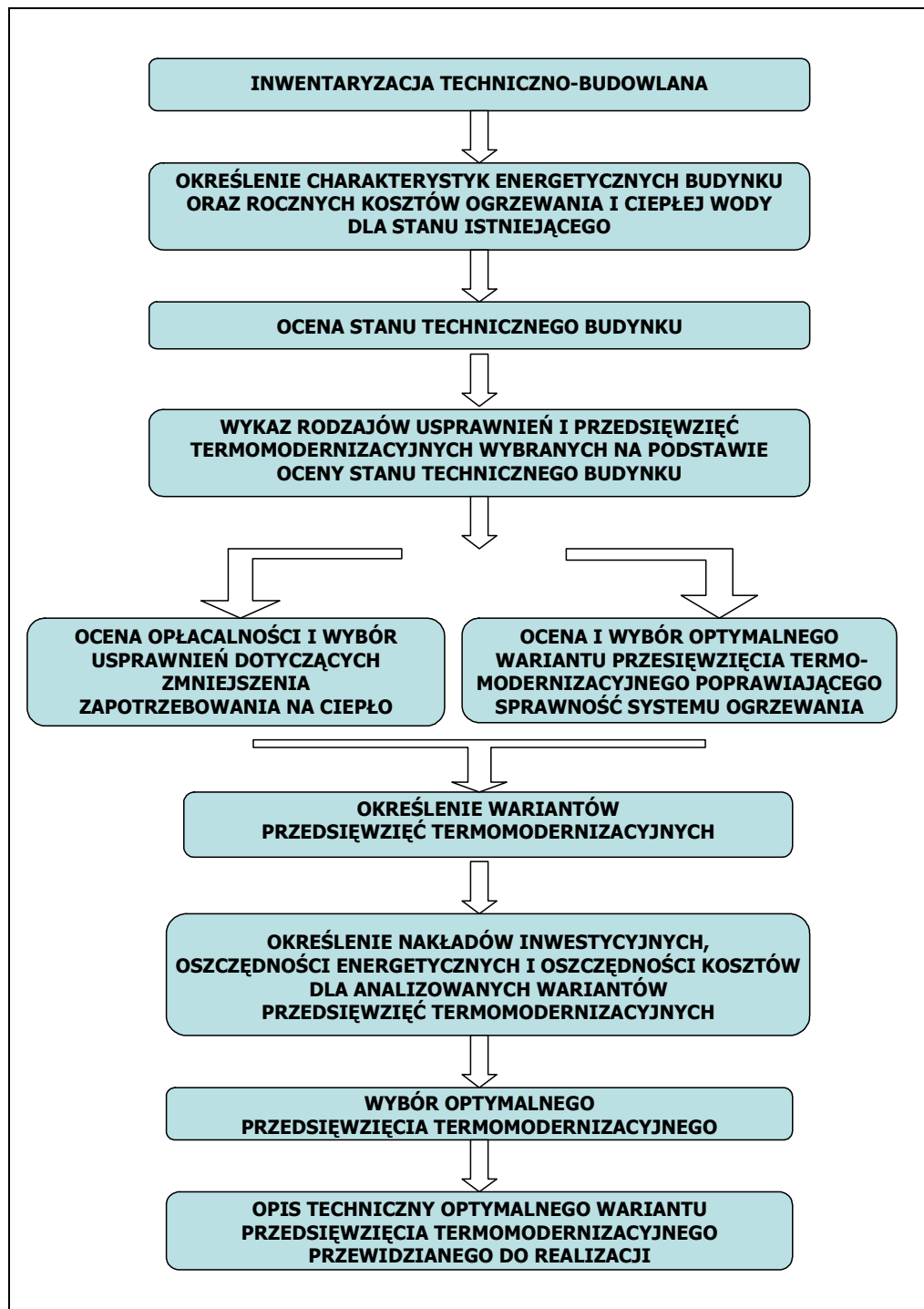
1. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku
 - ogólne dane techniczne / co najmniej uproszczona dokumentacja techniczna
 - opis techniczny podstawowych elementów budynku (przegrody budowlane, okna i drzwi)
 - charakterystyka energetyczna budynku (informacje o mocy cieplnej zamówionej, zapotrzebowaniu na ciepło, zużyciu energii, taryfach i opłatach)
 - charakterystyka systemu grzewczego
 - charakterystyka instalacji ciepłej wody użytkowej
 - charakterystyka systemu wentylacji
 - charakterystyka węzła cieplnego lub kotłowni znajdującej się w budynku.

Celem inwentaryzacji jest zgromadzenie wyjściowej bazy danych o obiekcie umożliwiającej:

- stworzenie modelu obliczeniowego budynku do oceny zapotrzebowania na ciepło
 - przeprowadzenie oceny izolacyjności cieplnej przegród budowlanych
 - przeprowadzenie oceny izolacyjności oraz szczelności stolarki okiennej i drzwiowej
 - ocenę strat ciepła w instalacji c.o. i c.w.u. oraz źródłach dostarczających energię cieplną do budynku
 - określenie zapotrzebowania na moc i energię dla stanu istniejącego.
2. Ocena stanu technicznego budynku
 3. Wykaz rodzajów przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego budynku

4. Dokumentacja wykonania kolejnych kroków optymalizacyjnych algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego i wyboru optymalnego wariantu do realizacji z określeniem kosztów według metody kalkulacji uproszczonej
5. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji.

Podstawowe etapy wykonywania audytu energetycznego budynku pokazano na rys. 3.1.



Rys.3.1 Podstawowe etapy wykonywania audytu energetycznego budynku

Uwagi:

- 1) Aktualne przepisy dotyczące wykonywania audytów energetycznych budynków stanowią podstawę prawną systemu wspierania przez państwo przedsięwzięć termomodernizacyjnych i opracowane zostały pod kątem finansowania przedsięwzięć termomodernizacyjnych z kredytów bankowych wspieranych przyznaniem premii termomodernizacyjnej stanowiącej źródło spłaty części zaciągniętego kredytu.

W przypadku przedsięwzięć termomodernizacyjnych dotyczących budynków Ustawa z dn. 21.11.2008 r. [20] określa, że o pomoc państwa mogą ubiegać się właściciele lub zarządcy:

- budynków mieszkalnych
 - budynków zbiorowego zamieszkania (dom opieki społecznej, hotel robotniczy, internat i bursa szkolna, dom studencki, dom dziecka, dom emeryta i rencisty, dom dla bezdomnych oraz budynki o podobnym przeznaczeniu, w tym plebanie, domy zakonne i klasztory)
 - budynków służących do wykonywania zadań publicznych przez jednostki samorządu terytorialnego (budynki użyteczności publicznej).
- 2) Przedstawiony powyżej zakres audytu energetycznego budynku zawiera elementy i części obliczeń ściśle powiązane z udzielaną przez państwo pomocą finansową w formie premii termomodernizacyjnej, co przejawia się w konieczności udokumentowania przez audytora spełnienia wymagań ustawowych dotyczących oszczędności energetycznych możliwych do uzyskania w wyniku termomodernizacji oraz wyliczania oszczędności kosztów energii cieplnej dla stanu po modernizacji stanowiących jeden z elementów określania wysokości premii termomodernizacyjnej. Oszczędności energii i oszczędności kosztów wyliczane są w stosunku do stanu istniejącego przed modernizacją.
 - 3) Ze względu na brak odpowiednich (oddzielnych) przepisów dotyczących innych (niż wymienione w pkt. 1) budynków (budynki nieobjęte pomocą państwa na warunkach Ustawy z dn. 21.11.2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów) w praktyce przy wykonywaniu audytów energetycznych tych grup obiektów stosowane są przepisy istniejące z pominięciem etapu określania wielkości kredytu i premii termomodernizacyjnej.
 - 4) Specyficzne okoliczności występują w przypadku opracowywania programów termomodernizacji dla budynków, które w stanie istniejącym są wyłączone z eksploatacji (nieogrzewane) oraz które są rozbudowywane (po modernizacji następuje zwiększenie powierzchni użytkowej), a także w przypadku zmiany funkcji użytkowej.

W sytuacji, gdy obiekty te w stanie wyjściowym są nieogrzewane (a nierzadko posiadają również zdemontowane instalacje grzewcze) trudno jest określić poziom wyjściowy, w stosunku do którego audytor powinien wyliczyć oszczędności energii cieplnej i oszczędności kosztów uzyskanych w wyniku termomodernizacji.

Rozbudowa obiektów (zwiększenie powierzchni ogrzewanej w porównaniu ze stanem wyjściowym) również utrudnia oszacowanie efektów termomodernizacji budynków ze względu na przyrost potrzeb cieplnych spowodowany zwiększeniem powierzchni.

Dla danych grup obiektów zakres analizy audytoryjnej ogranicza się do oceny izolacyjności cieplnej przegród budowlanych i okien oraz do oceny instalacji pod kątem spełnienia wymagań obowiązujących warunków technicznych (Rozporząd-

dzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [22]) oraz do sformułowania zaleceń dotyczących grubości docieplenia przegród budowlanych, izolacyjności i szczelności okien i drzwi zewnętrznych i zaleceń dotyczących systemu ogrzewania i wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody.

4. KRYTERIA OCENY BUDYNKU

4.1 Wymagania ogólne dotyczące oszczędności energii i izolacyjności cieplnej zgodnie warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać budynki

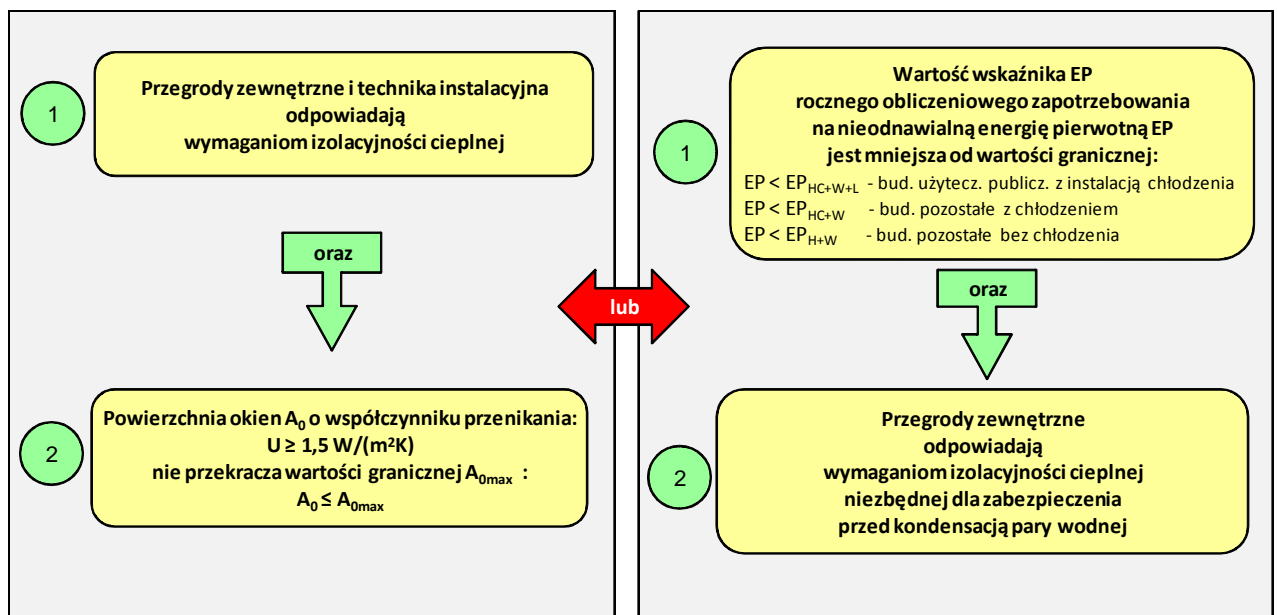
Aktualne wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków sformułowane są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [22].

Poniżej przedstawiono wymagania w zakresie ochrony cieplnej budynków, które obowiązują od 1 stycznia 2009 r. w oparciu o 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) [23] – tzw. WT2008.

1. Budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie.
2. Wymaganie określone w pkt. 1 uznaje się za spełnione dla budynku mieszkalnego, jeżeli:
 - 1) przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia wymagania określone w pkt. 2.1 w załączniku nr 2 do rozporządzenia, przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania,
 - lub
 - 2) wartość wskaźnika EP [kWh/(m² rok)], określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenia jest mniejsza od wartości granicznych (określonych zgodnie z rozporządzeniem), a także jeżeli przegrody zewnętrzne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej (określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia), przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie wskaźnika EP o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

3. Wymaganie określone w pkt. 1 uznaje się za spełnione dla budynku użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego, jeżeli:
- 1) przegrody zewnętrzne budynku oraz technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej oraz powierzchnia okien spełnia wymagania określone w punkcie 2.1 w załączniku nr 2 do rozporządzenia, przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania,
- lub
- 2) wartość wskaźnika EP [kWh/(m² rok)], określającego roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i chłodzenia oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej i oświetlenia wbudowanego jest mniejsza od wartości granicznej (określonej zgodnie z rozporządzeniem), a także jeżeli przegrody zewnętrzne budynku odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej (określonym w załączniku nr 2 do rozporządzenia), przy czym dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie wskaźnika EP o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Sformułowane powyżej wymagania przedstawiono schematycznie na rys. 4.1.



Rys. 4.1 Wymagania oszczędności energii i izolacyjności cieplnej wg WT2008 [23]

Uwagi:

Praktyka wykonywania audytów i certyfikatów pokazuje, że w przypadku budynków zaopatrywanych w energię ze źródeł charakteryzujących się dużym współczynnikiem nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (używanych do przeliczenia energii końcowej dla budynku na energię pierwotną) mogą wystąpić trudności w uzyskaniu wartości wskaźnika charakterystyki energetycznej EP na wymaganym poziomie.

Uwarunkowane jest to występowaniem wielu niezależnych czynników zewnętrznych wpływających na wysoki poziom obliczeniowej energii pierwotnej, która oprócz zapotrzebowania na energię końcową w budynku uwzględnia wszystkie straty nieodnawialnej energii pierwotnej występujące poza budynkiem (od wydobycia paliw, poprzez ich transport i ew. przetwarzanie, a następnie dostarczenie nośnika energii do budynku).

4.2 Wymagania izolacyjności cieplnej przegród budowlanych

1) Wymagania warunków technicznych (WT2008)

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród budowlanych sformułowane są w załączniku nr 2 do Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [22;23] sformułowane są oddzielnie dla następujących grup budynków:

- ⇒ Budynki mieszkalne i zamieszkania zbiorowego
- ⇒ Budynki użyteczności publicznej
- ⇒ Budynki produkcyjne, magazynowe i gospodarcze.

Rozporządzenie podaje również następującą definicję budynków użyteczności publicznej:

Budynkiem użyteczności publicznej jest:

budynek przeznaczony dla administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, opieki zdrowotnej, opieki społecznej i socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym lub wodnym, poczty lub telekomunikacji oraz inny ogólnodostępny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji.

Za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy i socjalny.

Zgodnie ze zmianami wprowadzonymi do ww. rozporządzenia w dn. 6.11.2008 r. (WT2008) wartości współczynnika przenikania ciepła U przegród budowlanych (ścian, stropów i stropodachów) nie mogą być większe niż wartości $U_{(max)}$ określone w tabelach 4.1÷4.3.

Dla budynku przebudowywanego dopuszcza się zwiększenie średniego współczynnika przenikania ciepła osłony budynku o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania.

Tabela 4.1 Budynek mieszkalny i zamieszkania zbiorowego

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	$U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany):	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,30
	b) przy $t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,80
2	Ściany wewnętrzne między pomieszczeniami ogrzewanymi a nieogrzewanymi, klatkami schodowymi lub korytarzami	1,00
3	Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości:	
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm	1,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,25
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,50
6	Stropy nad piwnicami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, podłogi na gruncie	0,45
7	Stropy nad ogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi	bez wymagań
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.		

Tabela 4.2 Budynek użyteczności publicznej

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	$U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany):	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,30
	b) przy $t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,65
2	Ściany wewnętrzne między pomieszczeniami ogrzewanymi a klatkami schodowymi lub korytarzami	3,00*)
3	Ściany przylegające do szczelin dylatacyjnych o szerokości:	
	a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokość co najmniej 20 cm	3,00
	b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny	0,70
4	Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych	bez wymagań
5	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,25
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,50
6	Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie	0,45
7	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.		
*) Jeżeli przy drzwiach wejściowych do budynku nie ma przedsionka, to wartość współczynnika U_k ściany wewnętrznej przy klatce schodowej na parterze nie powinna być większa niż 1,0 W/(m ² · K).		

Tabela 4.3 Budynek produkcyjny, magazynowy i gospodarczy

Lp.	Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu	$U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany):	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,30
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,65
	c) przy $t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	0,90
2	Ściany wewnętrzne i stropy międzykondygnacyjne	
	a) dla $\Delta t_i > 16\text{K}$	1,00
	b) dla $8\text{K} < \Delta t_i \leq 16\text{K}$	1,40
	c) dla $\Delta t_i \leq 8\text{K}$	bez wymagań
3	Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami:	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,25
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	0,50
	c) przy $t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	0,70
4	Stropy nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi, posadzki na gruncie	
	a) przy $t_i > 16^{\circ}\text{C}$	0,80
	b) przy $8^{\circ}\text{C} < t_i \leq 16^{\circ}\text{C}$	1,20
	c) przy $t_i \leq 8^{\circ}\text{C}$	1,50
5	Stropy nad piwnicami ogrzewanymi	bez wymagań
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia lub określana indywidualnie w projekcie technologicznym.		
Δt_i - Różnica temperatur obliczeniowych w pomieszczeniach.		

2) Wymagania przepisów dotyczących audytów energetycznych

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 [21] określa niezależne wymagania dla przegród poddawanych termomodernizacji.

Wymagania te określone są poprzez wartości oporu cieplnego przegród po termomodernizacji.

Całkowity opór cieplny przegrody po termomodernizacji:

$$R_1 = R_o + \Delta R \quad [m^2 \text{ K/ W}]$$

$$\Delta R = \Delta g / \lambda \quad [m^2 \text{ K/ W}]$$

gdzie:

R_o (R_1) - opór cieplny przegrody przed termomodernizacją (po termomodernizacji)
[m² K/ W]

ΔR - przyrost oporu cieplnego przegrody w wyniku termomodernizacji [m² K/ W]

Δg - grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej [m]

λ - współczynnik przewodności dla materiału izolacyjnego [W/(m K)].

Współczynnik przenikania ciepła dla przegrody po modernizacji:

$$U_1 = 1 / R_1 \quad [W/m^2 K] .$$

Wymagania:

- dla ścian zewnętrznych $\Rightarrow R_1 \geq 4,0 (m^2 K)/W$
- dla stropodachów i stropów pod nieogr. poddaszem lub przejazdem $\Rightarrow R_1 \geq 4,5 (m^2 K)/W$
- dla stropów nad nieogrzewanymi piwnicami i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi $\Rightarrow R_1 \geq 2,0 (m^2 K)/W$

Zgodnie z powyższymi wymaganiami maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła dla przegród po termomodernizacji U_1 nie powinna przekroczyć następujących wielkości:

- dla ścian zewnętrznych $\Rightarrow U_1 \leq 0,25 W/(m^2 K)$
- dla stropodachów i stropów pod nieogr. poddaszem lub przejazdem $\Rightarrow U_1 \leq 0,22 W/(m^2 K)$
- dla stropów nad nieogrzewanymi piwnicami i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi $\Rightarrow U_1 \leq 0,50 W/(m^2 K)$

Rozporządzenie określa również metodykę wyboru optymalnej grubości docieplenia przegród budowlanych uwzględniając zarówno wymagania dotyczące minimalnej wartości oporu cieplnego przegród po dociepleniu, jak również kryteria ekonomiczne.

Kryteria wyboru optymalnej grubości docieplenia:

- dla ścian zewnętrznych \Rightarrow 1. SPBT = min.
2. $R_1 \geq 4,0 (m^2 K)/W$
- dla stropodachów i stropów pod nieogr. poddaszem lub przejazdem \Rightarrow 1. SPBT = min.
2. $R_1 \geq 4,5 (m^2 K)/W$
- dla stropów nad nieogrzewanymi piwnicami i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi \Rightarrow 1. SPBT = min.
2. $R_1 \geq 2,0 (m^2 K)/W$

gdzie:

SPBT - prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych:

SPBT = koszty / oszczędności [lata]

Uwaga:

Rozporządzenie w sprawie audytu nie różnicuje wymagań dotyczących izolacyjności przegród po termomodernizacji w zależności od rodzajów budynków oraz temperatury w pomieszczeniach ogrzewanych.

4.3 Wymagania izolacyjności cieplnej okien i drzwi zewnętrznych

1) Wymagania warunków technicznych (WT2008)

Zgodnie z wymaganiami Warunków Technicznych [22;23] wartości współczynnika przenikania ciepła U okien, drzwi balkonowych i drzwi zewnętrznych nie mogą być większe niż wartości $U_{(max)}$ określone w tabelach 4.4÷4.6.

Tabela 4.4 Budynek mieszkalny i zamieszkania zbiorowego

Lp.	Okna, drzwi balkonowe i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nie-otwieralne w pomieszczeniach o $t_i \geq 16^\circ\text{C}$:	
	a) w I, II i III strefie klimatycznej	1,8
	b) w IV i V strefie klimatycznej	1,7
2	Okna połaciowe (bez względu na strefę klimatyczną) w pomieszczeniach o $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,8
3	Okna w ścianach oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych	2,6
4	Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi	bez wymagań
5	Drzwi zewnętrzne wejściowe	2,6
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.		

Tabela 4.5 Budynek użyteczności publicznej

Lp.	Okna, drzwi balkonowe, świetliki i drzwi zewnętrzne	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nie-otwieralne (fasady):	
	a) przy $t_i > 16^\circ\text{C}$	1,8
	b) przy $8^\circ\text{C} < t_i \leq 16^\circ\text{C}$	2,6
	c) przy $t_i \leq 8^\circ\text{C}$	bez wymagań
2	Okna połaciowe i świetliki	1,7
3	Okna i drzwi balkonowe w pomieszczeniach o szczególnych wymaganiach higienicznych (pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi w szpitalach, żłobkach i przedszkolach)	1,8
4	Okna pomieszczeń piwnicznych i poddaszy nieogrzewanych oraz świetliki nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi	bez wymagań
5	Drzwi zewnętrzne wejściowe do budynków	2,6
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.		

Tabela 4.6 Budynek produkcyjny, magazynowy i gospodarczy

Lp.	Okna, świetliki, drzwi i wrota	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(max)}$ [W/(m ² x K)]
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne w pomieszczeniach o $t_i \geq 16^\circ\text{C}$:	
	a) w I, II i III strefie klimatycznej	1,9
	b) w IV i V strefie klimatycznej	1,7
2	Okna połaciowe (bez względu na strefę klimatyczną) w pomieszczeniach o $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,8
3	Okna w ścianach oddzielających pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych	2,6
4	Drzwi i wrota w przegrodach zewnętrznych	2,6
t_i - Temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z § 134 ust. 2 rozporządzenia.		

2) Wymagania przepisów dotyczących audytów energetycznych

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 [21] określa również wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej okien przewidzianych do wymiany.

Współczynnik przenikania dla okien i drzwi przewidzianych do wymiany (przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy) może być zwiększony maksymalnie o 20% w zależności od oceny stanu technicznego.

Maksymalna wartość współczynnika przenikania ciepła okien po wymianie dla pomieszczeń ogrzewanych, w których temperatura obliczeniowa jest większa niż 16°C , nie może być większa niż określona w Warunkach technicznych:

- ◆ w I, II, III strefie klimatycznej:
 - => 1,9 W/(m² K) - dla okien w ścianach
 - => 1,8 W/(m² K) - dla okien w dachu
- ◆ w IV, V strefie klimatycznej:
 - => 1,7 W/(m² K) - dla wszystkich typów okien

Uwaga:

Rozporządzenie w sprawie audytu nie różnicuje wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej okien po termomodernizacji w zależności od rodzajów budynków.

4.4 Wymagania dotyczące systemów i instalacji

Kompleksowa ocena energetyczna budynków wymaga przeprowadzenia oceny struktury budowlanej obiektu łącznie z oceną źródeł ciepła oraz systemów i instalacji zaopatrujących obiekt w energię cieplną.

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 [22], przedstawiono w tabeli 4.7.

Tabela 4.7. 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 grzeijnego powyżej 90°C</i>	W pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi zabrania się stosowania ogrzewania parowego oraz wodnych instalacji ogrzewczych o temperaturze czynnika grzeijnego 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 4.8.

Tabela 4.8 Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów wg WT2008 [23]

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.		

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

Poniżej przedstawiono zakres modernizacji systemu grzewczego, który powinien być brany pod uwagę przy opracowywaniu programu kompleksowej termomodernizacji budynków:

1. **Modernizacja źródła ciepła (kotłowni lub węzła cieplnego w budynku)**

A/ Kotłownia

- a) wymiana kotłów na kotły o większej sprawności
- b) zastosowanie źródeł odnawialnych
- c) likwidacja źródeł tradycyjnych i podłączenie się do źródeł scentralizowanych (system ciepłowniczy)
- d) zastosowanie wysokosprawnej kogeneracji
- e) montaż w kotłowni układów automatycznej regulacji

B/ Węzeł cieplny

- a) wymiana węzła na węzeł nowoczesny
- b) montaż w węźle układów automatycznej regulacji

2. Modernizacja instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania

- A/ Wymianę istniejącej instalacji c.o. na nową (piony i instalacja pozioma - w uzasadnionych przypadkach)
- B/ Wymiana grzejników na nowoczesne grzejniki panelowe stalowe o małej pojemności wodnej
- C/ Płukanie chemiczne instalacji c.o.
- D/ Regulacja hydrauliczna (montaż zaworów podpionowych na pionach instalacyjnych lub zaworów równoważących na głównych gałęziach instalacji)
- E/ Hermetyzacja instalacji (likwidacja centralnego systemu odpowietrzania i montaż automatycznych odpowietrzników)
- F/ Montaż termostatycznych zaworów przygrzejnikowych wraz z głowicami
- G/ Wymiana izolacji na rurociągach poziomych instalacji c.o.
- H/ Usunięcie osłon grzejników (w miejscach, gdzie brak przeciwwskazań) lub usprawnienie wykorzystania ciepła na grzejnikach zabudowanych (poprzez ulepszenie osłon)
- I/ Montaż ekranów nagrzejnikowych
- J/ Montaż licznika ciepła do pomiaru ilości energii cieplnej zużywanej przez budynek
- K/ Montaż podzielników kosztów ogrzewania oraz wprowadzenie indywidualnego sposobu rozliczeń za zużytą energię ciepłą

3. Modernizacja systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej

- A/ Wymianę istniejącej instalacji c.w.u. na nową (piony i instalacja pozioma - w uzasadnionych przypadkach)
- B/ Wymiana izolacji na rurociągach poziomych instalacji ciepłej wody
- C/ Montaż zaworów regulacyjnych termostatycznych do cyrkulacji c.w.u.
- D/ Montaż wodomierzy
- E/ Montaż armatury wodooszczędnej.

Podstawowe cechy nowoczesnej energooszczędnej instalacji centralnego ogrzewania:

1. Wysoka efektywność
(wysoka sprawnością systemu grzewczego - sprawność przesyłu, sprawność regulacji i wykorzystania ciepła, sprawność akumulacji)
2. Niezawodność działania,
(zastosowanie układów zamkniętych - zamknięte naczynia wzbiornicze, indywidualne odpowietrzniki; odpowiednia jakość wody grzejnej; nowoczesne rozwiązania materiałowe - przewody, armatura, grzejniki)
3. Łatwość regulacji i sterowania
(zastosowanie urządzeń regulacji miejscowej - zaworów termostatycznych, które umożliwiają dostosowanie poboru ciepła do zmieniających się potrzeb cieplnych pomieszczeń - wykorzystanie zysków ciepła)
4. Stateczność hydrauliczna
(zastosowanie regulatorów różnicy ciśnień współpracujących z zaworami termostatycznymi)
5. Możliwość rozliczania zużycia ciepła dzięki zastosowaniu urządzeń pomiarowych (ciepłomierzy) lub innych systemów indywidualnego rozliczania kosztów energii cieplnej (wykorzystanie podzielników kosztów ogrzewania).

CZĘŚĆ II

OKREŚLENIE WYTYCZNYCH DOTYCZĄCYCH TERMOMODERNIZACJI BUDYNKU DWORU ZESPOŁU DWORSKO-OGRODOWEGO W GDAŃSKU PRZY UL. TRAUGUTTA 94 Z UWZGLEDNIENIEM KRYTERIÓW OCENY AUDYTINGU ENERGETYCZNEGO

1. INWENTARYZACJA TECHNICZNO-BUDOWLANA BUDYNKU

1.1 Ogólne dane o obiekcie

Przedmiotem niniejszego opracowania jest budynek dworu Studzienka wchodzący w skład zespołu dworsko-ogrodowego położonego w zachodniej części dzielnicy Gdańsk-Wrzeszcz przy ul. Traugutta 94-94a..

Budynek dworu usytuowany w południowej części działki jest głównym elementem wyżej wymienionego zespołu dworsko-ogrodowego. Na terenie posesji oprócz budynku dworu znajduje się również budynek byłej wozowni oraz pozostałości domku ogrodnika.

Budynek dworu wraz z całym zespołem dworsko-ogrodowym wpisany jest do Rejestru Zabytków Województwa Pomorskiego.

Historia obiektu

W historii budynku dworu można wydzielić trzy etapy budowy i rozbudowy.

Najstarsza część dworu pochodzi z przełomu XVII i XVIII wieku, kiedy na terenie posiadłości należącej do Albrechta Bischoffa w ówczesnej miejscowości Heiligenbunn (Święta Studzienka) wybudowano niewielką letnią rezydencję otoczoną ogrodem. Budynek ówczesnej rezydencji usytuowany wzdłuż osi północ-południe był obiektem jednokondygnacyjnym w części północnej i południowej oraz dwukondygnacyjnym w części środkowej z mansardowym dachem.

Kolejnym etapem była dalsza rozbudowa obiektu obejmująca dostawienie skrzydła południowego wraz z piwnicą i podwyższenie środkowej części budynku.

Etap trzeci obejmował prace remontowe przeprowadzane na obiekcie w XIX wieku, kiedy posesja kilkakrotnie zmieniała właścicieli. W trakcie tych prac przeprowadzono remonty elewacji i przebudowano wnętrze, dobudowano taras od strony ogrodu i balkon, dobudowano werandę od strony wschodniej, usunięto schody wewnętrzne prowadzące z piwnic na wyższe kondygnacje oraz dobudowano nowe wejście do piwnic z zewnątrz budynku.

W latach 30-tych ubiegłego wieku w budynku dworu znajdowała się bursa studentów. Po zakończeniu II wojny światowej obiekt (którego oszczędziły działania wojenne) stał się własnością Skarbu Państwa, a następnie został przekazany administracji domów mieszkalnych. Wnętrze budynku zostały mocno przebudowane w celu przystosowania do funkcji mieszkalnej. Wydzielono osobne lokale mieszkalne, w których zakwaterowano kilka rodzin.

Od momentu przekazania zabytku w prywatne ręce w obiekcie były przeprowadzone prace prewencyjne chroniące przed dewastacją.

Aktualnie obiekt jest niewykorzystywany i znajduje się w złym stanie technicznym.

Opis budynku

Plan dworu oparty jest na rzucie prostokąta z osią wzdłużną w kierunku północ-południe.

Budynek o zróżnicowanej bryle. Część środkowa obiektu – dwukondygnacyjna, skrzydło północne i południowe – jednokondygnacyjne. Nad parterem części niższej oraz nad pięterem I części środkowej usytuowane jest poddasze nieużytkowe. Dach nad obiektem – mansardowy, pokryty dachówką ceramiczną, podwyższony w części środkowej. W mansardach skrzydeł – lukarny.

Budynek posiada cztery wejścia do wnętrza oraz oddzielne zejście do pomieszczeń piwnicy. Wejście główne do budynku wykonane zostało od strony wschodniej – poprzez dobudowaną werandę. Aktualnie dwa czynne wejścia do obiektu znajdują się w środkowej części elewacji zachodniej. Od strony zachodniej przed elewacją znajduje się kolumnowy portyk, a nad nim taras. Od strony południowej do budynku przylega drewniana przybudówka z dachem pokrytym papą.

Budynek jest jedynie częściowo podpiwniczony. Piwnice usytuowane są pod częścią skrzydła północnego i południowego.

Do piwnicy położonej w skrzydle północnym prowadzą schody zewnętrzne od strony zachodniej budynku. Piwnica usytuowana w skrzydle południowym posiada schody wewnętrzne znajdujące się pod klatką schodową prowadzącą na piętro.

Wnętrza budynku charakteryzują się układem niesymetrycznym. Na poziomie przyziemia od strony wschodniej położony jest korytarz. Na poziomie piętra od strony zachodniej znajduje się podobny korytarz z wyjściem na taras.

W tabeli 1.1 zamieszczono zestawienie podstawowych danych budynku.

Tabela 1.1 Zestawienie ogólnych danych budynku

Przeznaczenie budynku		mieszkalny - aktualnie nieużytkowany	
Adres		81-236 Gdańsk ul. Traugutta 94	
Typ budynku		budynek mieszkalny - dworek	
Rok budowy		przełom XVII i XVIII w. (późniejsza wielokrotna przebudowa)	
Technologia budynku		tradycyjna	
1	Powierzchnia zabudowy	[m ²]	280
2	Kubatura budynku	[m ³]	1791
3	Powierzchnia budynku		
	a) piwnice *		
	- piwnica północna	[m ²]	8,46 (16,92)
	- piwnica południowa	[m ²]	28,43 (40,28)
	- razem piwnice	[m ²]	36,89 (57,20)
	b) parter	[m ²]	187,47
	c) piętro	[m ²]	147,1
	d) poddasze	[m ²]	30,1
	e) razem	[m ²]	401,56 (421,87)
4	Podpiwniczenie budynku		częściowe (ok. 20%)
5	Liczba klatek schodowych	[szt.]	1
6	Liczba kondygnacji		1÷2 (+poddasze)
7	Wysokość kondygnacji		
	a) parter	[m]	3,74
	b) piętro	[m]	4,08
8	Wysokość piwnic w świetle	[m]	1,2 ÷ (1,8÷2,4)
*/ - dla pomieszczeń nie posiadających pełnej wysokości w nawiasach podano powierzchnię posadzki			

Uwaga:

Przy opracowywaniu inwentaryzacji techniczno-budowlanej dla celów niniejszego opracowania wykorzystano następującą dokumentację obiektu:

- Rewaloryzacja Zespołu Dworsko-Ogrodowego, Gdańsk ul. Traugutta 94, 94a. Inwentaryzacja budynku dworu. ARCHITEKTON – Studio Projektowe w Sopotcie, Sopot – wrzesień 1999 r. [1].
- Orzeczenie techniczne mykologiczno-budowlane z programem prac konserwatorskich dotyczące dworu STUDZIENKA w Gdańsku przy ul. Traugutta 94. Opr. E. Jachnicka, R. Kowalski. Zakład Usługowy Projektowania, Nadzoru Budowlanego i Oceny Stanu Technicznego Budynków inż. Ryszard Kowalski, Gdańsk – lipiec 2010 r. [9].

1.2 Konstrukcja i podstawowe przegrody budowlane

1.2.1. Charakterystyka przegród budowlanych

Budynek o konstrukcji murowanej posadowiony na fundamentach z kamienia polnego na zaprawie wapiennej o wysokości ok. 40 cm - zagłębionych około 1,10 m poniżej poziomu terenu.

Fundamenty bez izolacji wodochronnej (występuje kapilarne podciąganie wilgoci w wyższe partie murów).

Na murach fundamentowych poniżej poziomu posadzek parteru wykonano izolację wodochronną z blachy miedzianej powlekanej obustronnie masą bitumiczną. Izolacja z blachy nie spełnia swojej funkcji (następuje przemieszczanie wilgoci poza izolacją - przez tynki). Brak izolacji przeciwwilgociowej pionowej.

Ściany zewnętrzne piwnic oraz kondygnacji nadziemnych wykonane z różnych materiałów ceramicznych. Występuje cegła ręcznie wyrabiana pochodząca z różnych okresów budowy (czerwona i beżowo-żółta – wymiary: 28-29 cm x 13-13,5 cm x 6-6,5 cm) oraz cegła maszynowa czerwona (25,7 cm x 12 cm x 6,8 cm) w partiach dobudowanych.

Ściany piwnic o grubości 59÷64 cm – bardzo silnie zawilgocone.

W przyziemiu mury o grubości 47÷50 cm oraz 59÷68 cm wykonane z cegły ceramicznej czerwonej (ręcznie formowanej i częściowo maszynowej) na zaprawie wapiennej i cementowo-wapiennej. Mury silnie zawilgocone (zawilgocenie sięga do wysokości około 1,5 m powyżej poziomu posadzek parteru).

Na pierwszym piętrze ściany o konstrukcji ryglowej (na bazie ram stolcowych podpierających więźbę dachową) z wypełnieniem cegłą ceramiczną o gr. 30÷35 cm.

Część ścianek działowych wykonano z desek otynkowanych.

W pomieszczeniach piwnic występują sklepienia kolebkowe wykonane z cegieł czerwonych i beżowo-żółtych ręcznie formowanych (29x14x7 cm).

Strop pod zachodnim tarasem wykonany w postaci płyty Kleina wspartej na belkach stalowych.

Pozostałe stropy w budynku – drewniane.

Strop nad parterem oparty na murach nośnych zewnętrznych – zróżnicowany w poszczególnych częściach budynku.

Występują następujące rodzaje stropów nad przyziemiem budynku:

- a) strop drewniany - belkowy, nagi;
- b) strop drewniany – belkowy, ze ślepym pułapem i otynkowaną podsufitką;
- c) strop drewniany – dyłowy.

Belki stropowe o przekroju 20x22 do 21x27 cm w rozstawie co 170 cm.

Strop nad piętrem – belkowy z podsufitką (przekrój belek 14x18 cm).

Dach mansardowy o konstrukcji drewnianej krokwiowo-płatwiowej.

Pokrycie dachowe – dachówka ceramiczna „holenderka” układana na odeskowaniu. Pokrycie dachowe bardzo nieszczelne (w wielu miejscach prowizorycznie zabezpieczone papa lub blachą) - w bardzo złym (awaryjnym) stanie technicznym.

Kwalifikuje się do całkowitej wymiany.

W połaciach dachu mansardowego znajdują się lukarny o dwóch różnych wielkościach.

Posadzka w piwnicy wykonana z płytek ceramicznych o wymiarach 12x12 cm (w złym stanie technicznym). W północnym skrzydle wykonano częściowo posadzkę z płyt kamiennych z wapienia olandzkiego o wymiarach 40x40 cm (do zachowania po uzupełnieniu brakujących płytek). Brak izolacji i warstwy ocieplenia pod posadzką piwnicy.

Podłogi w przyziemiu zróżnicowane. Część posadzek wykonana z lastriko, zaś na części podłóg ułożono parkiet dębowy. W skrzydle południowym na posadzce z lastriko została ułożona podłoga biała na legarach. W części północnej pomieszczenie pozbawione jest podłogi.

W części środkowej obiektu, na poziomie piętra oraz na poddaszu została wykonana podłoga biała ułożona na belkach stropowych (za wyjątkiem pomieszczeń sanitariatów z powojennymi płytkami z terakoty).

Posadzki wykonane z lastriko i posadzki parkietowe znajdują się w złym stanie technicznym. Zgodnie z ekspertyzą mykologiczno-budowlaną [9] istnieje jednakże możliwość zachowania części posadzek lastrikowych (po oczyszczeniu), natomiast parkiet należy zdemontować, ocenić stan techniczny ślepej podłogi i ew. ją wymienić, a następnie ułożyć ponownie klepkę parkietową.

Budynek dworu zaprojektowano łącznie z tynkiem elewacyjnym. Pod koniec XIX w. przeprowadzono kolejne tynkowanie obiektu. Tynki pierwotne zostały zniszczone prawie w całości przed rozbudową dworu, tynki z końca XIX w. zachowały się w około 50%. Tynki zewnętrzne powojenne widoczne są przede wszystkim w obszarze cokołu biegnącego po obwodzie obiektu. Stan techniczny tynków – zły.

Na elewacjach zastosowano formy zdobnicze takie, jak: boniowania, gzymsy, fryzy i opaski okienne.

Tynki wewnętrzne w budynku wielowarstwowe.

W piwnicy północnej (powierzchnia ścian i sklepień) warstwę pierwotną stanowi tynk wapienny o grubości około 0,5 cm, zaś kolejną warstwę – tynk wapienno-cementowy o takiej samej grubości. Na tynkach ułożono powłoki białej farby (około 5 warstw).

W piwnicy skrzydła południowego na sklepieniu widnieje zaprawa wapienna. Ściany pokrywają dwie warstwy tynku: pierwotna zaprawa wapienna oraz kolejna warstwa wykonana z zaprawy cementowej. Całe powierzchnie pokryto kilkoma warstwami białej farby emulsyjnej.

W przyziemiu tynki pierwotne istnieją tylko w niewielkim zakresie (zachowany w najstarszej części dworu niewielki fragment obrzutki gipsowo-piaskowej pod szlachetny

tynk mineralny, który się nigdzie nie zachował). Warstwę wtórną stanowi tynk cementowo-wapienny.

Stan techniczny tynków wewnętrznych – zły. Zgodnie z wykonaną ekspertyzą mykologiczno-budowlaną [9] w całości kwalifikują się one do wymiany.

Strukturę przegród budowlanych obiektu oraz charakteryzujące je współczynniki przenikania ciepła przedstawiono w tabeli 1.2.

Obliczenia współczynników przenikania ciepła dla poszczególnych przegród budowlanych przeprowadzono przy pomocy programu Audytor OZC.

Uwagi i założenia dotyczące obliczeń współczynnika przenikania ciepła dla przegród:

- 1) Współczynniki przenikania ciepła przegród określono zgodnie z normą: PN-EN ISO 6946 : 2008. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania [26].
- 2) Ze względu na brak szczegółowych danych dotyczącej rodzaju istniejącej pierwotnej izolacji podłóg i stropów do obliczeń współczynnika U przyjęto materiały prawdopodobne w oparciu o dane doświadczalne.
- 3) Ze względu na wiek oraz zły stan techniczny murów do obliczeń współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych przyjęto wielkości współczynnika przewodzenia λ zwiększoną o 20%.
- 4) Ze względu na bardzo silne zawilgocenie przegród w stanie istniejącym obliczenia współczynnika przenikania ciepła U przeprowadza się wariantowo dla warunków wilgotnych oraz średniowilgotnych.

Tabela 1.2

Charakterystyka podstawowych przegród budowlanych i określenie współczynników przenikania ciepła

Lp.	Rodzaj przegrody	Oznac.	Opis warstw	Grubość [m]	Współczynnik przenikania ciepła	
					w arunki średniow ilgotne	w arunki w ilgotne
					[W/m ² K]	[W/m ² K]
I	Ściany zewnętrzne					
1	Ściany zewnętrzne piwnic przy gruncie	SG-1	Cegła ceramiczna pełna Tynk wapienny Tynk cementowo-wapienny	0,59÷0,64 (śr. 0,615 m) 0,005 0,005	U= 0,65	U= 0,70
2	Ściany zewnętrzne piwnic ponad gruntem	SZ-1	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk wapienny Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,59÷0,64 (śr. 0,615 m) 0,005 0,005	U= 1,15	U= 1,31
3	Ściany zewnętrzne parteru - 1 (gr. 47÷50 cm)	SZ-2	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,47÷0,50 (śr. 0,485 m) 0,015	U= 1,36	U= 1,54
4	Ściany zewnętrzne parteru - 2 (gr. 59÷68 cm)	SZ-3	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,59÷0,68 (śr. 0,635 m) 0,015	U= 1,12	U= 1,27
5	Ściany zewnętrzne piętra I (gr. 30÷35 cm)	SZ-4	Tynk cementowo-wapienny Cegła ceramiczna pełna Tynk cementowo-wapienny	0,015 0,30÷0,35 (śr. 0,325 m) 0,015	U= 1,79	U= 1,99
II	Stropy i dachy					
1	Strop nad piwnicą - 1	STR-1-1 STR-1-2	Lastriko Gładź cementowa Gлина z trocinami * (średnio) Płyta ceglana Tynk wapienny Tynk cementowo-wapienny	0,020 0,030 0,100 0,140 0,005 0,005	U= 1,12 przepływ ciepła do dołu	U= 1,28 przepływ ciepła do dołu
					U= 1,32 przepływ ciepła do góry	U= 1,56 przepływ ciepła do góry
2	Strop nad piwnicą - 2	STR-2-1 STR-2-2	Parkiet Gładź cementowa Gлина z trocinami * (średnio) Płyta ceglana Tynk wapienny Tynk cementowo-wapienny	0,020 0,030 0,100 0,140 0,005 0,005	U= 1,04 przepływ ciepła do dołu	U= 1,20 przepływ ciepła do dołu
					U= 1,22 przepływ ciepła do góry	U= 1,44 przepływ ciepła do góry
4	Strop nad parterem - 1 (belkow y nagi)	STR-3-1 STR-3-2	Polepa gliniana * Deski Belki stropowe	0,060 0,032 (0,20)	U= 2,13 przepływ ciepła do góry	U= 2,32 przepływ ciepła do góry
					U= 1,64 przepływ ciepła do dołu	U= 1,75 przepływ ciepła do dołu

Tabela 1.2

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

Lp.	Rodzaj przegrody	Oznac.	Opis warstw	Grubość [m]	Współczynnik przenikania ciepła	
					w warunki średniow ilgotne	w warunki w ilgotne
					[W/m ² K]	[W/m ² K]
5	Strop nad parterem - 2 (belkowy, ze ślepym pułapem i podsufitką)	STR-4-1 STR-4-2	Deski (biała podłoga)	0,025	U= 0,76 przepływ ciepła do góry	U= 0,84 przepływ ciepła do góry
			Deski (ślepa podłoga)	0,032		
			Pustka powietrzna	0,040		
			Piasek *	0,060		
			Deski (ślepy pułap)	0,025	U= 0,64 przepływ ciepła do dołu	U= 0,70 przepływ ciepła do dołu
			Pustka powietrzna	0,095		
			Deski (podsufitka)	0,019		
			Tynk wapienny	0,010		
6	Strop nad piętnem I (pod poddaszem cz. środkow ej)	STR-5-1 STR-5-2	Deski (biała podłoga)	0,025	U= 0,90 przepływ ciepła do góry	U= 0,97 przepływ ciepła do góry
			Pustka powietrzna	0,040		
			Piasek *	0,060		
			Deski (ślepy pułap)	0,025	U= 0,74 przepływ ciepła do dołu	U= 0,79 przepływ ciepła do dołu
			Pustka powietrzna	0,095		
			Deski (podsufitka)	0,019		
			Tynk wapienny	0,010		
7	Dach	D-1	Dachówka	0,020	U= 2,81	U= 3,08
			Pustka powietrzna (łaty/kontrłaty)	0,040		
			Deski	0,025		
III	Podłogi w piwnicy i podłogi na gruncie					
1	Podłoga w piwnicy	PP-1	Płytki ceramiczne	0,005	U= 0,41	U= 0,41
			Beton	0,100		
			Piasek	0,150		
2	Podłoga na gruncie -1 (przyziemie)	PG-1	Lastriko	0,020	U= 0,51	U= 0,51
			Beton	0,100		
			Piasek	0,150		
3	Podłoga na gruncie -2 (przyziemie)	PG-2	Parkiet	0,020	U= 0,49	U= 0,50
			Beton	0,100		
			Piasek	0,150		
4	Podłoga na gruncie -3 (przyziemie)	PG-3	Deski	0,032	U= 0,44	U= 0,45
			Pustka powietrzna	0,080		
			Lastriko	0,020		
			Beton	0,100		
			Piasek	0,150		
Uwagi:						
*/ - ze względu na brak szczegółowych danych przyjmuje się prawdopodobną warstwę istniejącej izolacji						

1.2.2. Charakterystyka stolarki okiennej i drzwiowej

Stolarka okienna na terenie obiektu – drewniana, skrzynkowa: dwurzędowa, dwudzielna, szklona szkłem pojedynczym.

Na poziomie przyziemia aktualnie otwory okienne są zamurowane.

Okna o bardzo dużym stopniu zużycia – w złym stanie technicznym.

Stolarka okienna o niekorzystnych (bardzo wysokich) współczynnikach przenikania i niezadowalającej (bardzo niskiej) szczelności.

Zgodnie z wykonaną ekspertyzą mykologiczno-budowlaną [9] ościeżnice okien na parterze zostały zniszczone przez grzyby (na skutek braku prawidłowej wentylacji po zamurowaniu otworów) i nie nadają się do renowacji i ponownego wbudowania. Okna piętra i okna lukarn na poddaszu po wykonaniu zabiegów konserwatorskich mogą być ponownie użyte. Jednakże ze względu na niemożliwość zamontowania w nich szyb zespolonych o dobrej izolacyjności cieplnej oraz niemożliwość zapewnienia odpowiedniej szczelności wskazane jest przeprowadzenie wymiany okien na nowe, przy czym zgodnie z ekspertyzą należy w miarę możliwości zachować istniejące ościeżnice, zaś na nowych skrzydłach zamontować istniejące okucia.

Drzwi zewnętrzne – drewniane, współczesne, tymczasowe (4 szt.).

Drzwi nie posiadają wartości historycznych i architektonicznych i należy je wymienić na nowe drzwi drewniane stylistycznie zbliżone do istniejących w XIX w..

Drzwi wewnętrzne - drewniane płycinowe.

Zachowane zostały historyczne (XIX-wieczne) drzwi wewnętrzne znajdujące się na poddaszu.

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 [24],

przy ocenie energetycznej budynków dla okien i drzwi bez Aprobaty Technicznej należy przyjmować współczynniki przenikania ciepła wg zamieszczonej poniżej tabeli 1.3.

Tabela 1.3

Wartości współczynników przenikania ciepła U przez okna i drzwi w budynkach istniejących przy braku Aprobaty Technicznej [24]

L.p.	Rodzaj okien lub drzwi balkonowych oraz drzwi wejściowych do budynku	Obliczeniowy współczynnik U [W/(m ² K)]
1	Okna krosnowe pojedynczo oszklone	5,0
2	Okno jednoramowe, oszklone szybą zespoloną jednokomorową	3,0
3	Okno jednoramowe, oszklone szybą zespoloną dwukomorową	2,3
4	Okno skrzynkowe lub ościeżnicowe: - oszklone podwójnie - oszklone potrójnie	2,6 2,0
5	Okno zespolone oszklone podwójnie	2,6
6	Okno zespolone oszklone potrójnie (w tym jedna szyba zespolona jednokomorową)	2,2
7	Drzwi nieocieplane oszklone pojedynczo	5,1
8	Drzwi deskowe i klepkowe	2,5
9	Drzwi izolowane z płyt w ramie stalowej lub aluminiowej	1,4

Zgodnie z:

Rozporządzeniem 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 [21],

współczynnik przenikania dla okien i drzwi przewidzianych do wymiany (przyjęty z dokumentacji technicznej lub Polskiej Normy) może być zwiększony maksymalnie o 20% w zależności od oceny stanu technicznego.

W stosunku do ocenianego obiektu (ze względu na wiek i stan techniczny stolarki okiennej) uzasadnionym wydaje się przyjęcie współczynnika U dla okien zwiększonego o 35%.

Dla drzwi zewnętrznych przyjmuje się wartość współczynnika przenikania zwiększoną o 20%.

W związku z powyższym w odniesieniu do analizowanego budynku przyjęto następujące parametry charakteryzujące stan istniejący:

- Okna
Współczynnik przenikania ciepła: $U_{OKIEN} = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
Okna drewniane skrzynkowe o bardzo dużym stopniu zużycia.
Stolarka okienna nieszczelna, występuje nadmierny (bardzo 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: $U_{DRZWI} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.
Drzwi drewniane o znacznym stopniu zużycia – w niezadawalającym stanie technicznym.

1.3 System grzewczy

Od XIX wieku do zmiany sposobu ogrzewania budynku przeprowadzonej po II wojnie światowej, ogrzewanie budynku realizowane było przez piec kaflowy oraz trzon kuchenny. Kuchnia oraz hol najprawdopodobniej ogrzewane były ciepłem powstającym przy użytkowaniu trzonu kuchennego znajdującego się na parterze w części południowej budynku, natomiast pozostała część parteru, w tym sień ogrzewana była ciepłem z dużego pieca kaflowego znajdującego się w północnej części budynku. Pod koniec XIX wieku po rozbudowie dworu na piętrze zostały wybudowane dwa piece kaflowe - jeden w izbie mieszkalnej, natomiast drugi w części użytkowej.

Po drugiej wojnie światowej, po zmianie sposobu użytkowania budynku zostały zlikwidowane piece kaflowe i została wykonana instalacja centralnego ogrzewania zasilana czynnikiem grzewczym z kotła c.o. postawionego w miejscu trzonu kuchennego w pomieszczeniu kuchni.

Instalacja c.o. została wykonana jako instalacja grawitacyjna z rozdziałem dolnym, otwarta, ze zbiorczym systemem odpowietrzania i tradycyjnymi grzejnikami. Kocioł centralnego ogrzewania był opalany węglem.

Aktualnie kocioł oraz instalacja c.o. zostały zdewastowane.

Kocioł c.o., grzejniki i większość rurociągów zostało zdemontowanych.

Istnieją nieliczne fragmenty układu rurowego, głównie te przechodzące przez stropy lub ściany.

Należy stwierdzić, że na dzień dzisiejszy instalacja centralnego ogrzewania nie istnieje.

1.4 Układ zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową

Ciepła woda użytkowa przygotowywana była indywidualnie, w pierwszym okresie przez podgrzewanie na trzonie kuchennym, a następnie przez mieszkańców przy użytkowaniu indywidualnych urządzeń kuchennych.

1.5 System wentylacji

Wentylacja grawitacyjna

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

Odprowadzenie powietrza poprzez kanały wentylacyjne.

Aktualnie okna na parterze budynku zostały zamurowane, co powoduje niewystarczającą wentylację w pomieszczeniach przyziemia.

Pozostała stolarka okienna znajduje się w bardzo złym stanie technicznym i charakteryzuje się bardzo złą szczelnością, co z kolei powoduje w pozostałych pomieszczeniach bardzo duży ponadnormatywny napływ zimnego powietrza.

2. OCENA IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PODSTAWOWYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH OBIEKTU

W celu oceny izolacyjności cieplnej przegród budowlanych obiektu w stanie istniejącym w tabeli 2.1 porównano współczynniki przenikania ciepła ścian zewnętrznych, stropów, dachów, podłóg na gruncie oraz okien i drzwi zewnętrznych budynku z wartościami dopuszczalnymi określonymi wymaganiami obowiązujących przepisów.

Ze względu na fakt, że oceniany obiekt stanowił w przeszłości budynek mieszkalny, natomiast po planowanej rewaloryzacji i adaptacji będzie pełnił funkcje obiektu użyteczności publicznej, porównanie przeprowadzono uwzględniając wymagania w odniesieniu do tych dwóch różnych kategorii budynków.

Współczynniki przenikania ciepła przegród budowlanych charakteryzujące stan istniejący przedstawiono w kolumnach 4a-4b tabeli 2.1.

Analizuje się warunki wilgotne (ze względu na bardzo silne zawilgocenie przegród charakteryzujące stan obecny) oraz warunki średniowilgotne, które powinny odpowiadać stanowi po osuszeniu przegród koniecznym przed przeprowadzeniem termomodernizacji.

W kolumnie 5a tabeli 2.1 przedstawiono wartości maksymalnie dopuszczalnych współczynników przenikania ciepła U_{\max} wg wymagań warunków technicznych (WT2008) [23] w odniesieniu do nowych budynków mieszkalnych.

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 przebudowywanych.

W kolumnie 6a tabeli 2.1 zamieszczono wartości maksymalnie dopuszczalnych współczynników przenikania ciepła U_{\max} określonych w wymaganiach warunków technicznych (WT2008) [23] w odniesieniu do nowych budynków użyteczności publicznej.

W oparciu o dane z kolumny 6a wyliczono dopuszczalne (zwiększone o 15%) współczynniki przenikania ciepła dla przebudowywanych budynków użyteczności publicznej, które przedstawiono w kolumnie 6b.

W kolumnach 6c-6d podano przekroczenie wartości dopuszczalnych współczynnika U dla przegród w przypadku budynku użyteczności publicznej, które określano w oparciu o wymagania dla budynków przebudowywanych.

Należy podkreślić bardzo dużą zbieżność wymagań stawianych obecnie budynkom mieszkalnym i budynkom użyteczności publicznej. W przypadku analizowanych przegród budynku dworu różnicowanie wymagań występuje jedynie w przypadku ścian zewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych charakteryzujących się temperaturą wewnętrzną na poziomie $t_w \leq 16^\circ\text{C}$ (bardziej ostre wymagania dla budynków użyteczności publicznej).

Różnice występują również w przypadku kryteriów oceny stosowanych do okien, które są bardziej szczegółowe dla budynków użyteczności publicznej.

Tabela 2.1 Ocena izolacyjności cieplnej przegród budowlanych

Lp.	Przegroda	Założone warunki temperaturowe we wnętrzu t_w [°C]	STAN ISTNIEJĄCY		OCENA WG WARUNKÓW TECHNICZNYCH (WT2008) BUDYNEK MIESZKALNY				OCENA WG WARUNKÓW TECHNICZNYCH (WT2008) BUDYNEK UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ			
			Współczynnik przenikania ciepła w stanie istniejącym U		Maksymalnie dopuszczalny współcz. przenikania ciepła U_{max} według WT2008		Przekroczenie wartości dopuszczalnej dla bud. przebudowywanego		Maksymalnie dopuszczalny współcz. przenikania ciepła U_{max} według WT2008		Przekroczenie wartości dopuszczalnej dla bud. przebudowywanego	
			w warunki średniow ilgotne [W/(m ² K)]	w warunki w ilgotne [W/(m ² K)]	budynek nowy [W/(m ² K)]	budynek przebudowywany [W/(m ² K)]	w warunki średniow ilgotne [%]	w warunki w ilgotne [%]	budynek nowy [W/(m ² K)]	budynek przebudowywany [W/(m ² K)]	w warunki średniow ilgotne [%]	w warunki w ilgotne [%]
			4a	4b	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
1	Ściany zewnętrzne piwnicy	piw. nieogrzewana przy t_w piwnicy > 16°C przy t_w piwnicy ≤ 16°C	1,15 1,15	1,31 1,31	bez wymagań 0,30	bez wymagań 0,35	--- 229	--- 274	bez wymagań 0,30	bez wymagań 0,35	--- 229	--- 274
2	Ściany zewnętrzne parteru -1 (gr. 47÷50 cm)	przy t_w parteru > 16°C przy t_w parteru ≤ 16°C	1,15 1,36	1,31 1,54	0,80 0,30	0,92 0,35	25 289	42 340	0,65 0,30	0,75 0,35	53 289	75 340
3	Ściany zewnętrzne parteru -2 (gr. 59÷68 cm)	przy t_w parteru > 16°C przy t_w parteru ≤ 16°C	1,12 1,12	1,27 1,27	0,30 0,80	0,35 0,92	220 22	263 38	0,30 0,65	0,35 0,75	220 49	263 69
4	Ściany zewnętrzne piętra (gr. 30÷35 cm)	przy t_w piętra > 16°C przy t_w piętra ≤ 16°C	1,79 1,79	1,99 1,99	0,30 0,80	0,35 0,92	411 95	469 116	0,30 0,65	0,35 0,75	411 139	469 165
5	Strop nad piwnicą - 1	parter ogrzewany / piw. nieogrzewana	1,12	1,28	0,45	0,52	115	146	0,45	0,52	115	146
6	Strop nad piwnicą - 2	parter ogrzewany / piw. nieogrzewana parter ogrzewany / piw. ogrzewana	1,12÷1,32 1,04	1,28÷1,56 1,20	bez wymagań 0,45	bez wymagań 0,52	--- 100	--- 131	bez wymagań 0,45	bez wymagań 0,52	--- 100	--- 131
7	Strop nad parterem - 1	pod poddaszem nieogrzewanym a) przy t_w parteru > 16°C b) przy 8°C < t_w parteru ≤ 16°C pod pomieszczeniami ogrzewanymi	2,13 2,13 1,64÷2,13	2,32 2,32 1,75÷2,32	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	634 267 ---	700 300 ---	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	634 267 ---	700 300 ---
8	Strop nad parterem - 2	pod poddaszem nieogrzewanym a) przy t_w parteru > 16°C b) przy 8°C < t_w parteru ≤ 16°C pod pomieszczeniami ogrzewanymi	0,76 0,76 0,64÷0,76	0,84 0,84 0,70÷0,84	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	162 31 ---	190 45 ---	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	162 31 ---	190 45 ---
9	Strop nad piętrem	pod poddaszem nieogrzewanym a) przy t_w piętra > 16°C b) przy 8°C < t_w piętra ≤ 16°C pod poddaszem ogrzewanym	0,90 0,90 0,74÷0,90	0,97 0,97 0,79÷0,97	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	210 55 ---	234 67 ---	0,25 0,50 bez wymagań	0,29 0,58 bez wymagań	210 55 ---	234 67 ---
10	Dach	przy t_w poddasza > 16°C przy 8°C < t_w poddasza ≤ 16°C	2,81 2,81	3,08 3,08	0,25 0,50	0,29 0,58	869 384	962 431	0,25 0,50	0,29 0,58	869 384	962 431
11	Podłoga w piwnicy	piwnica ogrzewana piwnica nieogrzewana	0,41 0,41	0,41 0,41	0,45 bez wymagań	0,52 bez wymagań	$U < U_{max}$ ---	$U < U_{max}$ ---	0,45 bez wymagań	0,52 bez wymagań	$U < U_{max}$ ---	$U < U_{max}$ ---
12	Podłoga na gruncie - 1	w pom. ogrzewanym (niezależnie od temperatury w ew nętrznej)	0,51	0,51	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$
13	Podłoga na gruncie - 2	w pom. ogrzewanym (niezależnie od temperatury w ew nętrznej)	0,49	0,50	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$
14	Podłoga na gruncie - 3	w pom. ogrzewanym (niezależnie od temperatury w ew nętrznej)	0,44	0,45	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$	0,45	0,52	$U < U_{max}$	$U < U_{max}$
15	Okna - bud. mieszkalny	I strefa klimatyczna przy t_w ≥ 16°C	3,50		1,80		94					
	Okna - bud. użytecz. publicznej	przy t_w > 16°C przy 8°C < t_w ≤ 16°C przy t_w ≤ 8°C	3,50 3,50 3,50						1,80 2,60 bez wymagań		94 35 ---	
16	Drzwi zewnętrzne		3,00		2,60		15		2,60		15	

Oznaczenia:

U - wartość współczynnika przenikania przegrody w stanie istniejącym

 U_{max} - maksymalna wartość współczynnika przenikania przegrody wymagana w odniesieniu do budynków mieszkalnych lub budynków użyteczności publicznej

Ze względu na brak informacji dotyczących warunków temperaturowych we wnętrzach (budynek w stanie obecnym jest nieogrzewany) analizowano wymagania izolacyjności cieplnej wariantowo przy założeniu różnych możliwych poziomów temperatur w pomieszczeniach, dla których precyzowane są odrębne wymagania warunków technicznych.

2.1 Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych

Ściany zewnętrzne obiektu charakteryzują się następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$]:

		warunki średniowilgotne	warunki wilgotne
1	Ściany zewnętrzne piwnic	1,15	1,31
2	Ściany zewnętrzne parteru – 1 (gr. 47÷50 cm)	1,36	1,54
3	Ściany zewnętrzne parteru – 2 (gr. 59÷68 cm)	1,12	1,27
4	Ściany zewnętrzne piętra I (gr. 30÷35 cm)	1,79	1,99

1. Pomieszczenia o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ C$

W przypadku pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ C$ wymagania warunków technicznych [23] określają wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych (zarówno dla budynków mieszkalnych, jak i budynków użyteczności publicznej) na poziomie $U_{max} = 0,30 W/(m^2K)$.

Zgodnie z WT2008 [23] współczynnik ten można zwiększyć w przypadku budynków przebudowywanych o 15%, co określa wartość porównawczą U_{max} w odniesieniu do analizowanego obiektu równą: $U_{max} = 0,35 W/(m^2K)$.

Z zestawień przedstawionych w tabeli wynika, że dla wszystkich ścian zewnętrznych budynku dworu w analizowanym przypadku (przy $t_w > 16^\circ C$) występuje bardzo duże (kilkakrotne) przekroczenie wartości dopuszczalnych U_{max} .

Najgorszą izolacyjnością cieplną charakteryzują się ściany piętra I, dla których występuje największe (ponad 4-krotne) przekroczenie wartości maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania U_{max} (warunki średniowilgotne - 411% i warunki wilgotne - 469%).

W przypadku pozostałych ścian zewnętrznych (przy $t_w > 16^\circ C$) wartość przekroczenia U_{max} wynosi odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

- a) ściany zewnętrzne piwnic (ogrzewanych): 229÷274%
- b) ściany zewnętrzne parteru – 1 (gr. 47÷50 cm): 289÷340%
- c) ściany zewnętrzne parteru – 2 (gr. 59÷68 cm): 220÷263%.

2. Pomieszczenia o temperaturze wewnętrznej $t_w \leq 16^\circ C$

Wymagania warunków technicznych dla ścian zewnętrznych pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w \leq 16^\circ C$ są zróżnicowane.

Zgodnie z WT2008 [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych budynków nowych w zależności od rodzaju obiektu wynosi:

- a) dla budynków mieszkalnych: $U_{\max} = 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 b) dla budynków użyteczności publicznej: $U_{\max} = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

W danym przypadku (przy $t_w \leq 16^\circ\text{C}$) wartość porównawcza U_{\max} w odniesieniu do analizowanego obiektu (zwiększona jak dla budynków przebudowywanych o 15%) wynosi:

- a) dla budynków mieszkalnych: $U_{\max} = 0,92 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 b) dla budynków użyteczności publicznej: $U_{\max} = 0,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Ze względu na obniżone wymagania warunków technicznych w stosunku do pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w \leq 16^\circ\text{C}$ wartości przekroczenia wartości maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania U_{\max} dla poszczególnych ścian zewnętrznych są w danym przypadku mniejsze i wynoszą odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

- 1) Budynek mieszkalny
 - a) ściany zewnętrzne piwnic (ogrzewanych): 25÷42%
 - b) ściany zewnętrzne parteru – 1 (gr. 47÷50 cm): 48÷67%
 - c) ściany zewnętrzne parteru – 2 (gr. 59÷68 cm): 22÷38%.
 - d) ściany zewnętrzne piętra I (gr. 30÷35 cm): 96÷116%.
- 2) Budynek użyteczności publicznej:
 - a) ściany zewnętrzne piwnic (ogrzewanych): 53÷75%
 - b) ściany zewnętrzne parteru – 1 (gr. 47÷50 cm): 81÷105%
 - c) ściany zewnętrzne parteru – 2 (gr. 59÷68 cm): 49÷69%.
 - d) ściany zewnętrzne piętra I (gr. 30÷35 cm): 139÷165%.

Wnioski:

- 1) Ściany zewnętrzne budynku dworu nie spełniają aktualnych wymagań warunków technicznych i charakteryzują się bardzo niską izolacyjnością cieplną.
- 2) Zalecenia – konieczne jest przeprowadzenie docieplenia przegród.
- 3) Wskazane jest zróżnicowanie grubości docieplenia dla ścian parteru i piętra I ze względu na bardzo duże różnice w izolacyjności ciepłej w stanie istniejącym.

2.2 Ocena izolacyjności cieplnej stropu nad piwnicą

Stropy nad piwnicami obiektu charakteryzują się następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]:

		warunki średniowilgotne	warunki wilgotne
1	Strop nad piwnicą – 1 (z posadzką z lastriko)		
	a) przepływ ciepła do dołu	1,12	1,28
	b) przepływ ciepła do góry	1,32	1,56
2	Strop nad piwnicą – 2 (z parkietem)		
	a) przepływ ciepła do dołu	1,04	1,20
	b) przepływ ciepła do góry	1,22	1,44

Dla stropów nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi wymagania warunków technicznych [23] określają taką samą wartość dopuszczalnego współczynnika

przenikania ciepła zarówno dla budynków mieszkalnych, jak i budynków użyteczności publicznej. Zgodnie z WT2008 wartość ta wynosi: $U_{\max} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Wartość porównawcza U_{\max} dla budynków przebudowywanych (zwiększona o 15%) wynosi: $U_{\max} = 0,52 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Z zestawień przedstawionych w tabeli 2.1 wynika, że w przypadku budynku dworu (przy założeniu, że piwnice pozostają pomieszczeniami nieogrzewanymi – przepływ ciepła do dołu) wartość przekroczenia U_{\max} wynosi odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

- a) strop nad piwnicą – 1 (z posadzką z lastriko): 115÷146%
 b) strop nad piwnicą – 2 (z parkietem): 100÷131%.

Zgodnie z warunkami technicznymi stropom nad piwnicami ogrzewanymi nie stawia się wymagań dotyczących wartości współczynnika przenikania ciepła.

Wnioski:

- 1) Stropy nad piwnicami budynku dworu charakteryzują się niską izolacyjnością cieplną.
- 2) Zalecenia – w przypadku, jeżeli przewidywane jest pozostawienie piwnic bez ogrzewania należy przeprowadzić docieplenie stropów.

2.3 Ocena izolacyjności cieplnej stropów nad kondygnacjami nadziemnymi

W zależności od warunków temperaturowych panujących we wnętrzach pomieszczeń oddzielanych przez stropy nad parterem i piętrem budynku (określających kierunek strumienia ciepłego) charakteryzują się one następującymi wartościami współczynników przenikania ciepła U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]:

		warunki średniowilgotne	warunki wilgotne
1	Strop nad parterem – 1 (belkowy nagi)		
	a) przepływ ciepła do góry b) przepływ ciepła do dołu	2,13 1,64	2,32 1,75
2	Strop nad parterem – 2 (belkowy ze ślepym pułapem i podsufitką)		
	a) przepływ ciepła do góry b) przepływ ciepła do dołu	0,76 0,64	0,84 0,70
3	Strop nad piętrem I (belkowy z podsufitką i białą podłogą)		
	a) przepływ ciepła do góry b) przepływ ciepła do dołu	0,90 0,74	0,97 0,79

Warunki techniczne [23] precyzują wymagania dotyczące stropów pod nieogrzewanymi poddaszami. Wymagania te są analogiczne zarówno dla budynków mieszkalnych, jak i budynków użyteczności publicznej.

W przypadku stropów pod poddaszem nieogrzewanym wymagania dotyczące ich izolacyjności cieplnej uzależnione są od temperatury wewnętrznej określonej dla wnętrza pomieszczenia ogrzewanego pod stropem.

Zgodnie z WT2008 [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła U_{\max} dla stropów pod nieogrzewanymi poddaszami wynosi:

- a) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:
 $t_w > 16^{\circ}\text{C} \Rightarrow U_{\max} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- b) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:
 $8^{\circ}\text{C} < t_w \leq 16^{\circ}\text{C} \Rightarrow U_{\max} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$

Wartość porównawcza U_{\max} w odniesieniu do analizowanego obiektu (zwiększona jak dla budynków przebudowywanych o 15%) wynosi:

- c) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:
 $t_w > 16^{\circ}\text{C} \Rightarrow U_{\max} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- d) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:
 $8^{\circ}\text{C} < t_w \leq 16^{\circ}\text{C} \Rightarrow U_{\max} = 0,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$

1. Pomieszczenia o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^{\circ}\text{C}$

Z zestawień przedstawionych w tabeli 2.1 wynika, że dla wszystkich stropów budynku dworu w analizowanym przypadku (przy $t_w > 16^{\circ}\text{C}$) występuje bardzo duże (kilkakrotne) przekroczenie wartości dopuszczalnych U_{\max} .

Najgorszą izolacyjnością cieplną charakteryzuje się strop drewniany belkowy nagi nad parterem (strop nad parterem – 1), dla którego występuje największe (6-7-krotne) przekroczenie wartości maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania U_{\max} (warunki średniowilgotne - 634% i warunki wilgotne - 700%).

W przypadku pozostałych stropów (przy $t_w > 16^{\circ}\text{C}$) wartość przekroczenia U_{\max} wynosi odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

- a) strop nad parterem – 2 (belkowy ze ślepym pułapem i podsufitką): 162÷190%
 b) strop nad piętrem I (belkowy z podsufitką i białą podłogą) : 210÷234%.

2. Pomieszczenia o temperaturze wewnętrznej $8^{\circ}\text{C} < t_w \leq 16^{\circ}\text{C}$

Ze względu na obniżone wymagania warunków technicznych w stosunku do pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $8^{\circ}\text{C} < t_w \leq 16^{\circ}\text{C}$ wartości przekroczenia wartości maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania U_{\max} dla poszczególnych stropów są w danym przypadku mniejsze i wynoszą odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

- a) strop nad parterem – 1 (belkowy nagi): 267÷300%
 b) strop nad parterem – 2 (belkowy ze ślepym pułapem i podsufitką): 31÷45%
 c) strop nad piętrem I (belkowy z podsufitką i białą podłogą) : 55÷67%.

Uwaga:

W przypadku ogrzewania pomieszczeń na poddaszu warunki techniczne nie precyzują wymagań dotyczących izolacyjności cieplnej stropów pod poddaszem.

Wnioski:

- 1) Stropy budynku dworu pod poddaszem nieogrzewanym nie spełniają aktualnych wymagań warunków technicznych i charakteryzują się bardzo niską izolacyjnością cieplną.
- 2) Zalecenia – konieczne jest przeprowadzenie docieplenia przegród w przypadku, jeżeli poddasza budynku pozostaną pomieszczeniami nieogrzewanymi..
- 3) W przypadku lokalizacji na poddaszach budynku pomieszczeń ogrzewanych stropy można pozostawić bez ocieplenia.
 Należy natomiast docieplić połacie dachowe nad poddaszem.

2.4 Ocena izolacyjności cieplnej dachów

Dach nad budynkiem o konstrukcji drewnianej, pokryty dachówką ceramiczną, charakteryzuje się współczynnikiem przenikania ciepła U na poziomie: $2,81 \div 3,08$ [W/(m²K)] (odpowiednio dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych).

W stosunku do dachów nad pomieszczeniami ogrzewanymi obowiązują wymagania analogiczne jak dla stropów pod poddaszami nieogrzewanymi (takie same dla budynków mieszkalnych i budynków użyteczności publicznej).

Zgodnie z WT2008 [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła U_{\max} dla dachów i stropodachów uzależniona jest od temperatury wewnętrznej określonej dla wnętrza pomieszczenia ogrzewanego i wynosi:

a) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:

$$t_w > 16^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad U_{\max} = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

b) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:

$$8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad U_{\max} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$$

Wartość porównawcza U_{\max} w odniesieniu do obiektów przebudowywanych (zwiększona o 15%) wynosi:

a) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:

$$t_w > 16^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad U_{\max} = 0,29 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

b) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej:

$$8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C} \quad \Rightarrow \quad U_{\max} = 0,58 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$$

Z zestawień przedstawionych w tabeli 2.1 wynika, że w przypadku dachów nad budynkiem dworu (przy założeniu, że na poddaszach zostaną usytuowane pomieszczenia ogrzewane) wartość przekroczenia maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła U_{\max} dla dachów jest bardzo duża i wynosi odpowiednio (dla warunków średniowilgotnych i wilgotnych):

a) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$: 869÷962%

b) dla pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$: 384÷431%.

Zgodnie z warunkami technicznymi dachom nad pomieszczeniami nieogrzewanymi (poddasze nieużytkowe) nie stawia się wymagań dotyczących wartości współczynnika przenikania ciepła.

Wnioski:

- 1) Dachy nad budynkiem dworu charakteryzują się bardzo niską izolacyjnością cieplną.
- 2) Zalecenia – w przypadku, jeżeli przewidywana jest lokalizacja na poddaszu pomieszczeń ogrzewanych należy bezwarunkowo przeprowadzić docieplenie dachów.
- 3) W przypadku pozostawienia na poddaszach budynku pomieszczeń nieogrzewanych dachy można pozostawić bez ocieplenia.
Należy natomiast docieplić w tym przypadku stropy pod poddaszem.

2.5 Ocena izolacyjności cieplnej podłóg na gruncie

Podłoga w piwnicy i podłogi na gruncie w niepodpiwniczonej części budynku bez ocieplenia. Posadzki w piwnicy wykonane z płytek ceramicznych. Posadzki w przyziemiu - lastriko, na części podłóg - parkiet lub podłoga biała na legarach ułożona na posadzce z lastriko.

Brak szczegółowych danych odnośnie głębszych warstw podłogowych.

Przy założonej prawdopodobnej strukturze warstw podposadzkowych (beton+piasek) współczynnik przenikania ciepła U [$W/(m^2K)$] analizowanych przegród kształtuje się na poziomie:

		warunki średniowilgotne	warunki wilgotne
1	Podłoga w piwnicy	0,41	0,41
2	Podłoga na gruncie – 1 (podłoga w przyziemiu z posadzką lastriko)	0,51	0,51
3	Podłoga na gruncie – 2 (podłoga w przyziemiu z parkietem)	0,49	0,50
4	Podłoga na gruncie – 3 (podłoga w przyziemiu – biała podłoga na posadzce lastriko)	0,44	0,45

Dla podłóg na gruncie wymagania warunków technicznych [23] określają taką samą wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła zarówno dla budynków mieszkalnych, jak i budynków użyteczności publicznej.

Zgodnie z WT2008 [23] wartość ta wynosi: $U_{max} = 0,45 W/(m^2K)$.

Wartość porównawcza U_{max} dla budynków przebudowywanych (zwiększona o 15%) wynosi: $U_{max} = 0,52 W/(m^2K)$.

Z zestawień przedstawionych w tabeli 2.1 wynika, że w przypadku budynku dworu (przy założonej strukturze warstw podposadzkowych) podłogi spełniają wymagania warunków technicznych, gdyż ich współczynniki przenikania ciepła nie przekraczają wartość U_{max} określonej ww. przepisami.

Zgodnie z warunkami technicznymi podłogom w pomieszczeniach nieogrzewanych (np. w piwnicy nieogrzewanej) nie stawia się wymagań dotyczących wartości współczynnika przenikania ciepła.

Wnioski:

- 1) Podłogi na gruncie w budynku dworu generalnie spełniają wymagania warunków technicznych dotyczące izolacyjności cieplnej.
- 2) Ze względu na bardzo zły stan techniczny podłóg ocenia się jednakże, że rzeczywiste współczynniki przenikania ciepła dla podłóg mogą nawet o 50% przekraczać wartości obliczeniowe.
Zaleca się więc przeprowadzenie docieplenia przegród w trakcie wymiany i rekonstrukcji podłóg
- 3) W przypadku, jeżeli przewidywane jest pozostawienie piwnic bez ogrzewania docieplenie podłogi w piwnicy nie jest wymagane.

2.6 Ocena izolacyjności cieplnej okien i drzwi zewnętrznych

W oparciu o ocenę stanu technicznego budynku oszacowano współczynniki przenikania ciepła dla stolarki okiennej i drzwiowej na następującym poziomie:

- Okna: $U_{\text{OKIEN}} = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- Drzwi zewnętrzne: $U_{\text{DRZWI}} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Zgodnie z wymaganiami WT2008 [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła U_{max} dla okien wynosi:

1) Budynek mieszkalny

Okna w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej $t_w \geq 16^\circ\text{C}$

dla budynków położonych w I strefie klimatycznej: $U_{\text{max}} = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Brak sformułowanych wymagań dla okien w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej $t_w < 16^\circ\text{C}$.

2) Budynek użyteczności publicznej

Okna w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej:

a) $t_w > 16^\circ\text{C}$: $U_{\text{max}} = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

b) $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$: $U_{\text{max}} = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

W przypadku analizowanego obiektu w stosunku do pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$ występuje przekroczenie dopuszczalnej wartości U_{max} o 94%.

W przypadku budynku użyteczności publicznej i $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$ przekroczenie wymagań jest mniejsze i wynosi 35%.

Wymagania warunków technicznych [23] określają wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla drzwi zewnętrznych (niezależnie od rodzaju budynków) na poziomie: $U_{\text{max}} = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Oszacowany współczynnik przenikania ciepła dla drzwi zewnętrznych budynku wynosi: $U_{\text{OKIENDRZWI}} = 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.

Wartość przekroczenia U_{max} - 15%.

Wnioski:

- 1) Stolarka okienna i drzwi zewnętrzne w budynku dworu charakteryzują się niską izolacyjnością cieplną.
- 2) Ze względu na bardzo zły stan techniczny, niską izolacyjność cieplną i niezadawalającą (niską) szczelność wskazana wymiana na okna i drzwi o korzystnych współczynnikach przenikania i dobrej szczelności.

3. OCENA SYSTEMÓW I INSTALACJI

3.1 System grzewczy

Brak oceny, ponieważ system grzewczy na dzień dzisiejszy nie istnieje.

3.2 Układ zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową

Brak oceny, ponieważ system zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową nie istnieje.

4. ZALECENIA DOTYCZĄCE USPRAWNIEN I PRZEDSIĘWZIĘĆ TERMOMODERNIZACYJNYCH DLA BUDYNKU

4.1 Zalecenia dotyczące termomodernizacji przegród budowlanych

4.1.1. Docieplenia ścian zewnętrznych

1. Cel usprawnienia
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez ściany zewnętrzne obiektu
2. Sposób realizacji
Ze względu na zabytkowy charakter obiektu i brak możliwości przeprowadzenia docieplenia od zewnątrz proponuje się realizację usprawnienia poprzez docieplenie przegród od strony wewnętrznej
3. Proponowane technologie docieplenia
Analizuje się cztery różne systemy termoizolacji stosowane do docieplania obiektów zabytkowych umożliwiające poprawę parametrów termicznych ścian i zapewniające utrzymanie odpowiednich parametrów wilgotnościowych we wnętrzach:
 - a) systemy z wykorzystaniem płyt z pianki poliuretanowej (płyty IQ-THERM oraz płyty EUROTHANE G),
 - b) system oparty o płyty klimatyczne,
 - c) system z wykorzystaniem bloczków YTONG MULTIPOR.
4. Kryteria doboru optymalnej grubości docieplenia
Analizuje się możliwości spełnienia kryteriów audytu energetycznego dotyczących wyboru optymalnej grubości docieplenia oraz wymagań warunków technicznych (WT2008) dla budynków przebudowywanych.
Zgodnie z wymaganiami audytu energetycznego [21] grubość docieplenia ścian zewnętrznych powinna zapewnić uzyskanie wartości oporu cieplnego przegród po termomodernizacji na następującym poziomie:

$$R_1 \geq 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W,}$$
 co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła ścian:

$$U_1 \leq 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K).}$$

Zgodnie z wymaganiami warunków technicznych [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych uzależniona jest od temperatury wewnętrznej.

Ze względu na projektowany sposób wykorzystania obiektu do analizy przyjmuje się wymagania bardziej rygorystyczne (dotyczące pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$) określające wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych na poziomie $U_{\max} = 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Zgodnie z WT2008 [23] współczynnik ten można zwiększyć w przypadku budynków przebudowywanych o 15%, co określa wartość U_{\max} przyjmowaną do dalszej analizy w odniesieniu do ocenianego obiektu równą: $U_{\max} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Uwaga:

Analizę izolacyjności cieplnej przegród przeprowadza się dla warunków średniowilgotnych.

A) Systemy termoizolacji z wykorzystaniem płyt z pianki poliuretanowej

1) System termoizolacji IQ-THERM

System IQ-Therm opracowany przez firmę Remmers jest systemem termoizolacji wewnętrznej łączącym aktywność kapilarną, termoizolacyjność i zdolność regulacji zawartości wilgoci w powietrzu.

Podstawowym składnikiem systemu jest płyta z twardej pianki poliuretanowej IQ-Therm o wysokich parametrach termoizolacyjnych. W płycie wykonano regularnie rozmieszczone otwory przebiegające prostopadle do jej zewnętrznej powierzchni, które fabrycznie wypełniono specjalnym, bardzo aktywnym kapilarnie, materiałem mineralnym.

Płyty mocuje się na wewnętrznej powierzchni ścian, używając specjalnie dobranej mineralnej zaprawy klejowej, a następnie pokrywa lekkim, porowatym tynkiem mineralnym o grubości 10 do 15 mm, stanowiącym warstwę sorpcyjną.

Warstwa sorpcyjna buforuje wilgoć i reguluje wilgotność powietrza, zapewniając prawidłowy klimat pomieszczeń i dodatkowo chroniąc je przed powstawaniem pleśni.

IQ-Therm dzięki siłom kapilarnym (których działanie skierowane jest do wewnątrz), wykorzystując zdolność przewodzenia wilgoci, transportuje jej nadmiar ku powierzchni wnętrza pomieszczenia. Tam jest powoli odprowadzana poprzez odparowywanie.

Współczynnik przewodzenia ciepła płyt: $\lambda = 0,031 \text{ W/(m K)}$.

Płyty o wymiarach 1200x600 mm dostępne są jedynie w jednej grubości – 50 mm

Podstawowe dane techniczne płyt IQ-Therm przedstawiono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1 Dane techniczne płyt IQ-Therm [41]

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wartość
1	Wymiary płyty (dł./szer./gr.)	mm	(1200 ±1)/(600 ±1)/(50 ±2)
2	Ciężar właściwy w stanie suchym	kg/m ³	ok. 45
3	Współczynnik przewodzenia ciepła λ	W/(mK)	0,031
4	Wytrzymałość na rozciąganie pionowo do powierzchni płyty	kPa	ok. 115
5	Dyfuzja pary wodnej μ		ok. 27
6	Nasiąkliwość powierzchniowa	kg/(m ² h ^{0,5})	0,774
7	Klasyfikacja ogniowa		B2

Przykładowe realizacje:

- 1) Budynek zabytkowej synagogi w Zamościu (XVII w.)
- 2) Budynek zabytkowej mleczarni z początku XX w. w Nowym Dworze Gdańskim (Żułowski Park Historyczny)
- 3) Budynek Bankhausu i spichlerza w Wolfenbuttel (XVI w. i 1871 r.)
- 4) Budynek Czerwonego Krzyża w Stadtoldendorf.

W tabeli 4.2 zamieszczono obliczenia ilustrujące poprawę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu w wyniku docieplenia ich płytami IQ-Therm.

Z tabeli 4.2 wynika, że zastosowanie płyt IQ-Therm umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych budynku dworu o 64÷69% dla

ścian parteru oraz o 74% dla ścian piętra I, czyli znacznie wpływa na zmniejszenie strat ciepła przez analizowane przegrody budowlane.

Jednakże zastosowanie płyt IQ-Therm nie zapewnia spełnienia kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21], gdyż opór cieplny przegród po dociepleniu jest mniejszy o minimalnie wymaganego:

$$R_1 = 2,17 \div 2,51 \text{ (m}^2\text{K)/W} < R_{\min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}.$$

Dany system docieplenia nie gwarantuje również spełnienia wymagań warunków technicznych [23], gdyż uzyskane współczynniki przenikania przegród są większe od maksymalnie dopuszczalnych:

$$U_1 = 0,40 \div 0,49 \text{ W/(m}^2\text{K)} > U_{\max} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Tabela 4.2

Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu systemu IQ-Therm

Lp.	Nazwa	Oznacz.	Jednostka	Ściany zewnętrzne		
				parteru - 1 (48,5 cm)	parteru - 2 (63,5 cm)	piętra I (32,5 cm)
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U_o	W/(m ² K)	1,36	1,12	1,79
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R_o	(m ² K)/W	0,74	0,89	0,56
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	cm	5	5	5
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego	λ	W/(mK)	0,031		
5	Zwiększenie oporu cieplnego	ΔR	(m ² K)/W	1,61	1,61	1,61
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	R_1	(m ² K)/W	2,35	2,51	2,17
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	U_1	W/(m ² K)	0,43	0,40	0,46
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	ΔU	%	-69	-64	-74

2) System termoizolacji z wykorzystaniem płyt EUROTHANE G

System oparty na wykorzystaniu płyt EUROTHANE G opracowany został przez firmę Recticel Izolacje z przeznaczeniem do termoizolacji oraz wykańczania ścian i sufitów w pomieszczeniach od wewnątrz oraz do termoizolacji strychów.

Eurothane G są to twarde płyty poliuretanowe jednostronnie pokryte płytą kartonowo-gipsową o grubości 9,5 mm.

Między warstwą poliuretanu i gipsu znajduje się warstwa paroizolacji.

Płyty Eurothane G mają wymiary 2600x1200 mm i dostępne są w grubościach PUR od 20 do 60 mm (oraz na zamówienie 70-120 mm) + grubość płyty GK.

Współczynnik przewodzenia ciepła płyty: $\lambda = 0,023 \text{ W/(m K)}$.

Płyty zamontowane mogą zostać bezpośrednio na podłożu metodą klejenia lub na podłożu drewnianym.

Podstawowe dane techniczne płyt Eurothane G przedstawiono w tabeli 4.3.

Tabela 4.3 Dane techniczne płyt Eurothane G [41]

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wartość
1	Wymiary płyt a) długość b) szerokość c) grubość PUR	mm mm mm	2600 1200 20 – 30 -40 – 50 – 60 (na zamówienie 70-120 mm)
2	Gęstość objętościowa	kg/m ³	30
3	Współczynnik przewodzenia ciepła λ	W/(mK)	0,023
4	Opór na przenikanie pary wodnej μ		50 – 100
5	Klasyfikacja ogniowa		Materiał nierozprzestrzeniający ognia Euroklasa B s1 d0 wg certyfikatu 14884 C

W tabeli 4.4 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu w wyniku docieplenia ich płytami Eurothane G o różnej grubości (pełny asortyment grubości deklarowany przez producenta).

Z tabeli 4.2 wynika, że zastosowanie płyt Eurothane G umożliwia:

- spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21] ($R_1 \geq R_{\min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$) zarówno dla ścian zewnętrznych parteru, jak i pietra I przy grubości materiału izolacyjnego równej 8 cm (wariant nr 7);
- spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) dla poszczególnych rodzajów analizowanych ścian zewnętrznych przy następującej grubości izolacji termicznej z poliuretanu:
 - ściany zewnętrzne parteru : 5 cm (wariant nr 4);
 - ściany zewnętrzne pietra I : 6 cm (wariant nr 5).

Przy grubości izolacji równej 8 cm możliwe jest obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych budynku dworu o 80÷86%, tj. do poziomu:

- ściany zewnętrzne parteru – 1 (48,5 cm) : $U_1 = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne parteru – 2 (63,5 cm) : $U_1 = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne pietra I (32,5 cm) : $U_1 = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Docieplenie ścian grubością materiału izolacyjnego gwarantującego spełnienie wymagań warunków technicznych (parter – 5 cm i piętro I – 6 cm) umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych budynku dworu o 71÷75% dla ścian parteru i o 82% dla ścian zewnętrznych pietra, tj. do poziomu:

- ściany zewnętrzne parteru – 1 (48,5 cm) : $U_1 = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne parteru – 2 (63,5 cm) : $U_1 = 0,33 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne pietra I (32,5 cm) : $U_1 = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.4

Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu systemu EUROTHANE G

Lp.	Nazwa	Rodzaj ścian	Oznac.	Jednostka	Wartość										
					Numer wariantu										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	U _o	W/(m ² K)	1,36										
		ściany parteru - 2			1,12										
		ściany piętra I			1,79										
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	R _o	(m ² K)/W	0,74										
		ściany parteru - 2			0,89										
		ściany piętra I			0,56										
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,023										
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	0,87	1,30	1,74	2,17	2,61	3,04	3,48	3,91	4,35	4,78	5,22
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,60	2,04	2,47	2,91	3,34	3,78	4,21	4,65	5,08	5,52	5,95
		ściany parteru - 2			1,76	2,20	2,63	3,07	3,50	3,94	4,37	4,81	5,24	5,68	6,11
		ściany piętra I			1,43	1,86	2,30	2,73	3,17	3,60	4,04	4,47	4,91	5,34	5,78
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,62	0,49	0,40	0,34	0,30	0,26	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17
		ściany parteru - 2			0,57	0,46	0,38	0,33	0,29	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16
		ściany piętra I			0,70	0,54	0,44	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	ściany parteru - 1	ΔU	%	-54	-64	-70	-75	-78	-81	-83	-84	-86	-87	-88
		ściany parteru - 2			-49	-59	-66	-71	-75	-77	-80	-81	-83	-84	-85
		ściany piętra I			-61	-70	-76	-80	-82	-84	-86	-88	-89	-90	-90

B) System termoizolacji z wykorzystaniem płyt klimatycznych

Analizę przeprowadza się na przykładzie systemu termoizolacji opartego na płytach RENOVARIO (inna zamienna nazwa handlowa Calsitherm) oferowanych przez firmę Ecovario (produkcja Calsitherm – Niemcy).

Płyty klimatyczne wytwarzane są z silikatu wapiennego, materiału na bazie mineralnej. Kryształki silikatu wapiennego tworzą mikroporowaty szkielet. Miliardy tych mikroporów są powiązane wzajemnie między sobą i otaczającym z zewnątrz powietrzem, co umożliwia uzyskanie wysokiej kapilarności. Jest to materiał paroprzepuszczalny, posiadający otwarte pory, kapilarnie aktywny, termoizolacyjny, niepalny oraz zapobiegający tworzeniu się pleśni i zagrzybienia (pH płyty =10).

W zetknięciu się z moką powierzchnią płyta poprzez system kapilarny wchłania wilgoć, przetransportowuje ją na powierzchnię, z której samoczynnie odparowuje.

Płyty mocuje się na wewnętrznej powierzchni ścian. Komponenty systemowe (specjalny klej, środek gruntujący i gładź szpachlowa) są dopasowane właściwościami do płyt i stanowią razem paroprzepuszczalny i aktywnie kapilarny system.

Współczynnik przewodzenia ciepła płyt: $\lambda = 0,059 \text{ W/(m K)}$.

Płyty o wymiarach 1250x1000 mm dostępne są w grubości : 25, 30 i 50 mm

Wymiary płyt do wnęk okiennych: 500x250x15 mm.

Podstawowe dane techniczne płyt RENOVARIO przedstawiono w tabeli 4.5.

Tabela 4.5 Dane techniczne płyt Renovario / Calsitherm [41]

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wartość
1	Wymiary płyt d) długość e) szerokość f) grubość	mm mm mm	1250 1000 25 – 30– 50
2	Wymiary płyt do wnęk okiennych	mm	500 / 250 /15
3	Gęstość objętościowa	kg/m ³	200-240
4	Porowatość	%	> 90
5	Wytrzymałość na ściskanie	MPa	> 1
6	Współczynnik przewodzenia ciepła λ	W/(mK)	0,059
7	Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ		3 – 6
8	Klasyfikacja ogniowa		Materiał niepalny – klasa A1

Przykładowe realizacje:

- 1) Zabytkowy dom z muru pruskiego – Poznań (Ostrów Tumski)
- 2) Żyrardów – „Lofty de Girarda” (budynek „Nowej Przędzalni”)
- 3) Wrocław – Zabytkowa kamienica (Rynek 50)
- 4) Białystok – Budynek Sądu Apelacyjnego
- 5) Pruszków – Szpital Psychiatryczny w Tworkach (Pawilon V)
- 6) Bydgoszcz (Żupy) – budynek przy osiedlu Park Arkada
- 7) Historyczna Sala BHP w Stoczni Gdańskiej
- 8) Wrocław Pracze – Zabytkowy budynek Dworca PKP.

W tabeli 4.6 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu w wyniku docieplenia ich płytami klimatycznymi Renovario o grubościach oferowanych przez producenta.

Tabela 4.6

Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu systemu płyt klimatycznych Renovario

Lp.	Nazwa	Rodzaj ścian	Oznaczn.	Jednostka	Wartość		
					Numer wariantu		
					1	2	3
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	U _o	W/(m ² K)	1,36		
		ściany parteru - 2			1,12		
		ściany piętra I			1,79		
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	R _o	(m ² K)/W	0,74		
		ściany parteru - 2			0,89		
		ściany piętra I			0,56		
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	2,5	3	5
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,059		
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	0,42	0,51	0,85
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,16	1,24	1,58
		ściany parteru - 2			1,32	1,40	1,74
		ściany piętra I			0,98	1,07	1,41
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,86	0,80	0,63
		ściany parteru - 2			0,76	0,71	0,57
		ściany piętra I			1,02	0,94	0,71
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	ściany parteru - 1	ΔU	%	-37	-41	-54
		ściany parteru - 2			-32	-36	-49
		ściany piętra I			-43	-48	-60

Z tabeli 4.6 wynika, że zastosowanie płyt Renovario przy największej dostępnej w asortymencie grubości 50 mm umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych budynku dworu o 49÷54% dla ścian parteru oraz o 60% dla ścian piętra I.

Zastosowanie płyt klimatycznych Renovario nie zapewnia jednak spełnienia kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21], gdyż opór cieplny przegród po dociepleniu jest mniejszy o minimalnie wymaganego:

$$R_1 = 1,41 \div 1,74 \text{ (m}^2\text{K)/W} < R_{\min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}.$$

Dany system docieplenia nie gwarantuje również spełnienia wymagań warunków technicznych [23], gdyż uzyskane współczynniki przenikania przegród są większe od maksymalnie dopuszczalnych:

$$U_1 = 0,57 \div 0,71 \text{ W/(m}^2\text{K)} > U_{\max} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

C) System termoizolacji z wykorzystaniem bloczków YTONG MULTIPOR

Bloczki YTONG MULTIPOR oferowane przez firmę Xella są niezwykle lekką odmianą autoklawizowanego betonu komórkowego. Podobnie jak bloczki YTONG powstają z naturalnych surowców: wapna, piasku, cementu i wody. Materiał ten cechuje wysoka izolacyjność termiczna, niepalność (klasa reakcji na ogień A1) oraz bardzo dobra paroprzepuszczalność.

Najważniejszą zaletą mineralnych płyt YTONG MULTIPOR jest możliwość ich zastosowania jako izolacja ścian od wewnątrz bez stosowania paroizolacji

Bloczki YTONG MULTIPOR wykazują zdolność do regulacji wilgotności pomieszczeń. W przypadku nadmiaru wilgoci chłoną ją i zamykają wewnątrz porów. Podczas okresów ciepłych i ogrzewania, oddają wilgoć z powrotem do wnętrza.

Współczynnik przewodzenia ciepła bloczków YTONG MULTIPOR:

$$\lambda = 0,045 \text{ W/(m K)}.$$

Bloczki o wymiarach 600x390 mm dostępne są w grubościach od 50 do 200 mm.

Podstawowe właściwości i dane techniczne bloczków YTONG MULTIPOR przedstawiono w tabeli 4.7.

Tabela 4.7 Dane techniczne bloczków YTONG MULTIPOR [41]

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wartość
1	Wymiary płyt g) długość h) szerokość i) grubość	mm mm mm	600 390 50; 60; 80; 100; 120; 140; 160; 180; 200
2	Gęstość objętościowa	kg/m ³	około 115
3	Wytrzymałość na ściskanie	kPa	≥ 350
4	Wytrzymałość na rozciąganie	kPa	≥ 80
5	Współczynnik przewodzenia ciepła λ	W/(mK)	0,045
6	Współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej μ		3
7	Klasyfikacja ogniowa		A1 (niepalne)

Przykładowe realizacje:

- 1) XVIII w. Spichlerz w Gorzowie Wielkopolskim
- 2) Budynek Wieży Ciśnień w Radomiu
- 3) Zabytkowy budynek sądu w Poznaniu
- 4) Renowacja kamienicy w Szczecinie
- 5) Adaptacja budynku starego młyna we Lwówku na budynek mieszkalny
- 6) Adaptacja koszar w Poczdamie do celów mieszkaniowych
- 7) Renowacja starego młyna w Prenzlau
- 8) Adaptacja Sali przemysłowej na biuro architektoniczne w Norymbergii
- 9) Dworzec kolejowy z XIX w. w Schwetzingen (pierwszy zabytkowy dom pasywny w Europie)
- 10) Pałac w Lieser (zabytkowa remiza).

W tabeli 4.8 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu w wyniku docieplenia ich bloczkami YTONG MULTIPOR o różnej grubości (pełny asortyment grubości deklarowany przez producenta).

Z tabeli 4.8 wynika, że zastosowanie bloczków YTONG MULTIPOR umożliwia:

a) Spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21], tj.:

$$R_1 \geq R_{\min} = 4,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

- dla ścian zewnętrznych parteru przy grubości bloczków izolacyjnych równej 14 cm (ściany – 2 ; wariant nr 6) i 16 cm (ściany – 1; wariant nr 7);
- dla ścian zewnętrznych piętra I – przy grubości bloczków równej 16 cm.

W celu ujednoczenia grubości stosowanego materiału izolacyjnego powinno się przyjąć grubość bloczków równą 16 cm.

b) Spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) dla poszczególnych rodzajów analizowanych ścian zewnętrznych przy następującej grubości izolacji termicznej z bloczków YTONG MULTIPOR:

- ściany zewnętrzne parteru : 10 cm (wariant nr 4);
- ściany zewnętrzne piętra I : 12 cm (wariant nr 5).

Przy grubości izolacji równej 16 cm przyjętej dla wszystkich rodzajów występujących ścian zewnętrznych (wariant nr 7) możliwe jest obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła analizowanych przegród budynku dworu o 80÷86%, tj. do poziomu:

- ściany zewnętrzne parteru – 1 (48,5 cm) : $U_1 = 0,23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne parteru – 2 (63,5 cm) : $U_1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne piętra I (32,5 cm) : $U_1 = 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Docieplenie ścian grubością materiału izolacyjnego gwarantującego spełnienie wymagań warunków technicznych (parter – 10 cm i piętro I – 12 cm) umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła ścian zewnętrznych budynku dworu o 71÷75% dla ścian parteru i o 83% dla ścian zewnętrznych piętra, tj. do poziomu:

- ściany zewnętrzne parteru – 1 (48,5 cm) : $U_1 = 0,34 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne parteru – 2 (63,5 cm) : $U_1 = 0,32 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- ściany zewnętrzne piętra I (32,5 cm) : $U_1 = 0,31 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.8

Ocena izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu bloczków YTONG MULTIPOR

Lp.	Nazwa	Rodzaj ścian	Oznac.	Jednostka	Wartość								
					Numer wariantu								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	U _o	W/(m ² K)	1,36								
		ściany parteru - 2			1,12								
		ściany piętra I			1,79								
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	ściany parteru - 1	R _o	(m ² K)/W	0,74								
		ściany parteru - 2			0,89								
		ściany piętra I			0,56								
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	5	6	8	10	12	14	16	18	20
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,045								
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	1,11	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56	4,00	4,44
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,85	2,07	2,51	2,96	3,40	3,85	4,29	4,74	5,18
		ściany parteru - 2			2,00	2,23	2,67	3,12	3,56	4,00	4,45	4,89	5,34
		ściany piętra I			1,67	1,89	2,34	2,78	3,23	3,67	4,11	4,56	5,00
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	ściany parteru - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,54	0,48	0,40	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19
		ściany parteru - 2			0,50	0,45	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,19
		ściany piętra I			0,60	0,53	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	ściany parteru - 1	ΔU	%	-60	-64	-71	-75	-78	-81	-83	-84	-86
		ściany parteru - 2			-55	-60	-67	-71	-75	-78	-80	-82	-83
		ściany piętra I			-67	-70	-76	-80	-83	-85	-86	-88	-89

Porównanie systemów i wnioski

W tabeli poniżej zamieszczono porównanie przeanalizowanych systemów pod kątem termoizolacyjności wyrobów oraz możliwości poprawy izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych budynku dworu

Lp.	Nazwa systemu	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/(mK)]	Asortyment dostępnych grubości [cm]	Możliwość spełnienia wymagań WT i AUDYTU (wymagane grubości)	Możliwość obniżenia współcz. przenikania ciepła [%]
1	IQ-Therm	0,031	tylko 5 cm	nie spełnia	- (64÷74)%
2	EUROTHANE G	0,023	2; 3; 4; 5; 6 cm 7÷12 cm na zamówienie	WT : 5÷6 cm	- (71÷82)%
				AUD : 8 cm	- (80÷86)%
3	Płyta klimatyczna RENOVARIO	0,059	2,5; 3; 5 cm	nie spełnia	- (49÷60)%
4	Bloczki YTONG MULTIPOR	0,045	5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20	WT : 10÷12 cm	- (71÷83)%
				AUD : 14÷16 cm	- (78÷86)%

Z zestawienia wynika, że:

- 1) Najlepszą izolacyjnością cieplną charakteryzują się wyroby oparte na wykorzystaniu poliuretanu (EUROTHANE G i IQ-Therm), co pozwala na osiągnięcie porównywalnych efektów energetycznych przy grubościach 2-krotnie mniejszych w porównaniu z innymi systemami.
Najlepsze w tej grupie płyty EUROTHANE G umożliwiają spełnienie wymagań warunków technicznych i audytu energetycznego przy grubościach izolacji na poziomie odpowiednio: 5÷6 i 8 cm (ostatnia grubość na zamówienie).
Płyty IQ-Therm, pomimo dobrej izolacyjności cieplnej, dostępne są jedynie w jednej grubości, co ogranicza możliwości dostosowania się do wymagań warunków technicznych i audytu energetycznego.
- 2) Dosyć dobrą izolacyjnością cieplną (porównywalną z właściwościami termoizolacyjnymi styropianu i wełny mineralnej) charakteryzują się bloczki z betonu komórkowego YTONG MULTIPOR dostępne w grubościach od 5 do 20 cm.
Spełnienie wymagań warunków technicznych i audytu energetycznego osiągalne jest przy grubościach izolacji (odpowiednio): 10÷12 i 14÷16 cm.
- 3) Płyty klimatyczne charakteryzują się najniższymi spośród przeanalizowanych systemów właściwościami izolacyjnymi, zaś oferowany asortyment grubości nie daje możliwości spełnienia wymagań obowiązujących przepisów.

Określone w analizie grubości materiałów izolacyjnych stanowią wstępne zalecenia i wytyczne pokazujące możliwości spełnienia wymagań audytu energetycznego i obowiązujących warunków technicznych.

Ostateczny wybór rodzaju i grubości izolacji powinien być przeprowadzony przez projektanta po przeprowadzeniu obliczeń cieplno-wilgotnościowych (określenie tzw. „punktu rosy”, który w przypadku termoizolacji od wewnątrz przesuwają się do wewnątrz budynku).

Ze względu na zabytkowy charakter obiektu należy oczekiwać również pewnych ograniczeń ze strony konserwatora zabytków, który może nie wyrazić zgody na zastosowanie określonych materiałów izolacyjnych lub ograniczyć grubość ich stosowania.

4.1.2. Docieplenie stropu nad piwnicą

1. Cel usprawnienia
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez strop nad piwnicą .
Usprawnienie powinno być realizowane w przypadku, kiedy po modernizacji obiektu pomieszczenia piwnic pozostaną nieogrzewane.
2. Sposób realizacji
Usprawnienie może być realizowane poprzez:
 - a) docieplenie stropu nad piwnicą od strony pomieszczeń piwnicznych;
 - b) docieplenie stropu nad piwnicą od strony pomieszczeń zlokalizowanych na poziomie parteru.
3. Proponowane technologie docieplenia
 - 1) Docieplenie stropu od strony pomieszczeń piwnicznych
Ze względu na występujące w piwnicach sklepienia kolebkowe proponowaną technologią docieplenia jest natrysk pianką poliuretanową z następującym po nim otynkowaniem stropu.
 - 2) Docieplenie stropu od strony pomieszczeń zlokalizowanych nad piwnicą na poziomie parteru
Realizacja usprawnienia poprzez docieplenie podłogi pomieszczeń w przyziemiu przy pomocy styropianu lub wełny mineralnej.
4. Kryteria doboru optymalnej grubości docieplenia
Analizuje się możliwości spełnienia kryteriów audytu energetycznego dotyczących wyboru optymalnej grubości docieplenia [21] oraz wymagań warunków technicznych (WT2008) [23] dla budynków przebudowywanych.
Zgodnie z wymaganiami audytu energetycznego [21] grubość docieplenia stropu nad piwnicą nieogrzewaną powinna zapewnić uzyskanie wartości oporu cieplnego przegrody po termomodernizacji na następującym poziomie:

$$R_1 \geq 2,0 \text{ (m}^2\text{K)/W ,}$$
 co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła stropu:

$$U_1 \leq 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K).}$$

Zgodnie z wymaganiami warunków technicznych [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla stropów nad nieogrzewanymi kondygnacjami podziemnymi wynosi: $U_{\max} = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.
Zgodnie z WT2008 współczynnik ten można zwiększyć w przypadku budynków przebudowywanych o 15%, co określa wartość U_{\max} przyjmowaną do dalszej analizy w odniesieniu do ocenianego obiektu równą: $U_{\max} = 0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Uwaga:

Analizę izolacyjności cieplnej przegród przeprowadza się dla warunków średniowilgotnych.

A) Docieplenie stropu od strony pomieszczeń piwnicznych

Usprawnienie realizowane jest od strony pomieszczeń piwnicznych poprzez wykonanie natrysku pianką poliuretanową oraz otynkowanie stropu.
Natrysk wykonywany jest z wykorzystaniem pianki IZOPIANOL 03/35 N przeznaczonej do wykonywania izolacji termicznych ścian i stropów od wewnątrz pomieszczeń.

IZOPIANOL 03/35 N jest sztywną pianką poliuretanową powstającą przez zmieszanie dwóch ciekłych składników.

Pierwszy składnik (IZOPIANOL 03 35 N) jest mieszaniną polio li i środków pomocniczych, składnik drugi (PUROCYN B) – polimerycznym dwuizocyjanianem dwufenylometanu.

Bezpośrednio przed natryskiem składniki pianki miesza się mechanicznie w proporcji objętościowej 1:1. Natrysk pianki na izolowaną powierzchnię odbywa się warstwami, bezpośrednio na budowie, przy użyciu specjalistycznych agregatów.

Zgodnie z Aprobata techniczną ITB AT-15-7830/2009 przy projektowaniu izolacji termicznych dla pianki IZOPIANOL 03/35 N należy przyjmować obliczeniową wartość współczynnika przewodzenia ciepła równą: $\lambda = 0,028 \text{ W/(m K)}$.

Podstawowe dane techniczne pianki IZOPIANOL 03/35 N przedstawiono w tabeli 4.9.

Tabela 4.9 Dane techniczne pianki IZOPIANOL 03/35 N
(Aprobata Techniczna ITB AT-15-7830/2009)

Lp.	Nazwa	Jednostka	Wartość
1	Gęstość pozorna	kg/m ³	37 ±10%
2	Nasiąkliwość wodą po 24 h, przy częściowym zanurzeniu	kg/m ²	≤ 0,2
3	Wytrzymałość na ściskanie	kPa	≥ 180
4	Wytrzymałość na rozciąganie	kPa	> 300
5	Współczynnik przewodzenia ciepła λ a) deklarowany w temperaturze +10°C w stanie suchym b) obliczeniowy do projektowania izolacji termicznej	W/(mK)	0,022
		W/(mK)	0,028
6	Współczynnik oporu dyfuzyjnego μ		28,7
7	Klasyfikacja ogniowa		E wyrób samogasnący

W tabeli 4.10 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej stropów nad piwnicami budynku dworu w wyniku docieplenia ich metodą natrysku przy wykorzystaniu pianki poliuretanowej o różnych grubościach.

Z tabeli 4.8 wynika, że zastosowanie natrysku na strop piwnicy pianką poliuretanową umożliwia:

- a) Spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21] dotyczących termomodernizacji stropów nad piwnicą nieogrzewaną, tj.:

$$R_1 \geq R_{\min} = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

przy grubości izolacji termicznej równej 4 cm (wariant nr 3) .

- b) Spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) przy grubości izolacji termicznej z pianki równej 3 cm (wariant nr 2).

Przy grubości izolacji równej 4 cm (wariant nr 3) możliwe jest obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła stropów nad piwnicami nieogrzewanymi budynku dworu o 60÷62%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,42\div 0,43 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Docieplenie stropów grubością materiału izolacyjnego gwarantującego spełnienie wymagań warunków technicznych (3 cm – wariant 2) umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła stropów o 53÷55%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,49\div 0,51 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.10

Ocena izolacyjności cieplnej stropu nad piwnicą budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu natrysku pianką poliuretanową

Lp.	Nazwa	Rodzaj stropu	Oznac.	Jednostka	Wartość									
					Numer wariantu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	U _o	W/(m ² K)	1,12									
		strop nad piwnicą - 2			1,04									
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	R _o	(m ² K)/W	0,89									
		strop nad piwnicą - 2			0,96									
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,028									
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	0,71	1,07	1,43	1,79	2,14	2,50	2,86	3,21	3,57	
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,61	1,96	2,32	2,68	3,04	3,39	3,75	4,11	4,46	
		strop nad piwnicą - 2			1,68	2,03	2,39	2,75	3,10	3,46	3,82	4,18	4,53	
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,62	0,51	0,43	0,37	0,33	0,29	0,27	0,24	0,22	
		strop nad piwnicą - 2			0,60	0,49	0,42	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	strop nad piwnicą - 1	ΔU	%	-44	-55	-62	-67	-71	-74	-76	-78	-80	
		strop nad piwnicą - 2			-43	-53	-60	-65	-69	-72	-75	-77	-79	

B) Docieplenie stropu nad piwnicą od strony pomieszczeń parteru

Inną alternatywą docieplenia stropu nad piwnicą nieogrzewaną jest realizacja usprawnienia od strony pomieszczeń parteru zlokalizowanych nad piwnicą poprzez docieplenie podłogi tych pomieszczeń przy pomocy styropianu lub wełny mineralnej.

Usprawnienie powinno być realizowane w tym przypadku w połączeniu z dociepleniem podłóg na gruncie występujących w przyziemiu (jeżeli realizowany będzie wariant przebudowy obiektu bez rozbudowy piwnic pod całą powierzchnią budynku).

Rodzaj zastosowanego materiału izolacyjnego powinien być uzależniony od projektowanego sposobu wykonania warstw podłogowych w pomieszczeniach przyziemia (styropian z wylewką w przypadku posadzek z lastriko i parkietu oraz wełna mineralna w przypadku połogi na legarach).

Proponowane materiały izolacyjne:

- 1) Styropian typu EPS 100-038 DACH/PODŁOGA o współczynniku przewodzenia:
 $\lambda \leq 0,038 \text{ W/(m K)}$
- 2) Wełna mineralna – maty z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia:
 $\lambda \leq 0,042 \text{ W/(m K)}$.

W tabelach 4.11 i 4.12 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej stropów nad piwnicami budynku dworu w wyniku docieplenia ich od strony pomieszczeń parteru przy wykorzystaniu styropianu i wełny mineralnej o różnych grubościach.

Z zamieszczonych tabel wynika, że zastosowanie przeanalizowanych materiałów izolacyjnych umożliwia:

- a) Spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21] dotyczących termomodernizacji stropów nad piwnicą nieogrzewaną, tj.:
 $R_1 \geq R_{\min} = 2,0 \text{ (m}^2\text{K)/W}$
zarówno dla styropianu, jak i wełny mineralnej przy grubości izolacji termicznej równej 5 cm (warianty nr 4).
- b) Spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,52 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) przy grubości izolacji termicznej ze styropianu równej 4 cm (wariant nr 3) lub przy grubości wełny mineralnej równej 5 cm (wariant nr 4).

Przy grubości izolacji wynikającej z wymagań audytu energetycznego możliwe jest obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła stropów nad piwnicami nieogrzewanymi budynku dworu:

- a) izolacja ze styropianu: o 58÷60%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,44 \div 0,44 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- b) izolacja z wełny mineralnej: o 55÷57%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,46 \div 0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Docieplenie stropów grubością materiału izolacyjnego gwarantującego spełnienie wymagań warunków technicznych umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła stropów:

- a) izolacja ze styropianu: o 52÷54%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,50 \div 0,51 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- b) izolacja z wełny mineralnej: o 55÷57%, tj. do poziomu: $U_1 = 0,46 \div 0,48 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.11 Ocena izolacyjności cieplnej stropu nad piwnicą budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu styropianu

Lp.	Nazwa	Rodzaj stropu	Oznac.	Jednostka	Wartość									
					Numer wariantu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	U _o	W/(m ² K)	1,12									
		strop nad piwnicą - 2			1,04									
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	R _o	(m ² K)/W	0,89									
		strop nad piwnicą - 2			0,96									
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,038									
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,11	2,37	2,63	
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,42	1,68	1,95	2,21	2,47	2,73	3,00	3,26	3,52	
		strop nad piwnicą - 2			1,49	1,75	2,01	2,28	2,54	2,80	3,07	3,33	3,59	
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,70	0,59	0,51	0,45	0,40	0,37	0,33	0,31	0,28	
		strop nad piwnicą - 2			0,67	0,57	0,50	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	strop nad piwnicą - 1	ΔU	%	-37	-47	-54	-60	-64	-67	-70	-73	-75	
		strop nad piwnicą - 2			-35	-45	-52	-58	-62	-66	-69	-71	-73	

Tabela 4.12 Ocena izolacyjności cieplnej stropu nad piwnicą budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu wełny mineralnej

Lp.	Nazwa	Rodzaj stropu	Oznac.	Jednostka	Wartość									
					Numer wariantu									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	U _o	W/(m ² K)	1,12									
		strop nad piwnicą - 2			1,04									
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	strop nad piwnicą - 1	R _o	(m ² K)/W	0,89									
		strop nad piwnicą - 2			0,96									
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,042									
5	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43	1,67	1,90	2,14	2,38	
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,37	1,61	1,85	2,08	2,32	2,56	2,80	3,04	3,27	
		strop nad piwnicą - 2			1,44	1,68	1,91	2,15	2,39	2,63	2,87	3,10	3,34	
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	strop nad piwnicą - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,73	0,62	0,54	0,48	0,43	0,39	0,36	0,33	0,31	
		strop nad piwnicą - 2			0,70	0,60	0,52	0,46	0,42	0,38	0,35	0,32	0,30	
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	strop nad piwnicą - 1	ΔU	%	-35	-44	-52	-57	-62	-65	-68	-71	-73	
		strop nad piwnicą - 2			-33	-43	-50	-55	-60	-63	-66	-69	-71	

4.1.3. Docieplenie stropów pod poddaszem nieogrzewanym

1. Cel usprawnienia

Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez stropy pod poddaszem nieogrzewanym.

Usprawnienie powinno być realizowane w przypadku, jeżeli po modernizacji obiektu przewiduje się pozostawienie poddasza nieużytkowego (nieogrzewanego).

W przypadku przeznaczenia poddasza na cele użytkowe i lokalizacji na nim pomieszczeń ogrzewanych należy przeprowadzić docieplenie połaci dachowych nad poddaszem (zgodnie z pkt. 4.1.4), natomiast stropy nad parterem w skrzydłach północnym i południowym oraz strop nad piętrem I można pozostawić bez docieplenia.

2. Sposób realizacji

Przy analizie założono, że przy modernizacji obiektu zostaną zachowane istniejące stropy drewniane.

Usprawnienie może być realizowane poprzez docieplenie stropów przy pomocy płyt miękkich lub mat z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia:

$$\lambda \leq 0,042 \text{ W/(m K)}.$$

Przy doborze wymaganej grubości izolacji termicznej założono, że istniejąca stara izolacja na stropach (brak danych, czy i jaka izolacja obecnie istnieje – wstępnie założono prawdopodobną strukturę stropów - zgodnie z tabelą 1.2) zostanie usunięta.

3. Kryteria doboru optymalnej grubości docieplenia

Analizuje się możliwości spełnienia kryteriów audytu energetycznego [21] dotyczących wyboru optymalnej grubości docieplenia oraz wymagań warunków technicznych (WT2008) [23] dla budynków przebudowywanych.

Zgodnie z wymaganiami audytu energetycznego [21] grubość docieplenia stropu pod poddaszem nieogrzewanym powinna zapewnić uzyskanie wartości oporu cieplnego przegrody po termomodernizacji na następującym poziomie:

$$R_1 \geq 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W},$$

co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła stropu:

$$U_1 \leq 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Zgodnie z wymaganiami warunków technicznych [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla stropów pod nieogrzewanymi poddaszami uzależniona jest od temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach ogrzewanych znajdujących się pod poddaszem..

Ze względu na projektowany sposób wykorzystania obiektu do analizy przyjmuje się wymagania bardziej rygorystyczne (dotyczące pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$) określające wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla stropów pod nieogrzewanym poddaszem na poziomie: $U_{\max} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Zgodnie z WT2008 współczynnik ten można zwiększyć w przypadku budynków przebudowywanych o 15%, co określa wartość U_{\max} przyjmowaną do dalszej analizy w odniesieniu do ocenianego obiektu równą: $U_{\max} = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Uwaga:

Analizę izolacyjności cieplnej przegród przeprowadza się dla warunków średniowilgotnych.

W tabeli 4.13 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej stropów pod poddaszem nieogrzewanym w wyniku docieplenia ich wełną mineralną o różnych grubościach.

Z zamieszczonej tabeli wynika, że zastosowanie izolacji termicznej stropów w postaci wełny mineralnej umożliwia:

- a) Spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21] dotyczących termomodernizacji stropów pod nieogrzewanymi poddaszami, tj.:

$$R_1 \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

przy następujących grubościach materiału izolacyjnego:

- dla stropu nad parterem -1 (belkowy nagi): 18 cm (wariant nr 9)
- dla stropu nad parterem -2 (belkowy ze ślepym pułapem i podsufitką): 14 cm (wariant nr 6)
- dla stropu nad piętrem I (belkowy z podsufitką): 15 cm (wariant nr 7).

- b) Spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) przy następujących grubościach izolacji termicznej:

- dla stropu nad parterem -1 (belkowy nagi): 14 cm (wariant nr 6)
- dla stropu nad parterem -2 (belkowy ze ślepym pułapem i podsufitką): 10 cm (wariant nr 4)
- dla stropu nad piętrem I (belkowy z podsufitką): 12 cm (wariant nr 5).

Przy grubości izolacji wynikającej z wymagań audytu energetycznego możliwe jest obniżenie wartości współczynników przenikania ciepła stropów:

- a) dla stropu nad parterem -1: o 90%, tj. do wartości: $U_1 = 0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- b) dla stropu nad parterem -2: o 71%, tj. do wartości: $U_1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- c) dla stropu nad piętrem I: o 76%, tj. do wartości: $U_1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Docieplenie stropów grubością materiału izolacyjnego gwarantującego spełnienie wymagań warunków technicznych umożliwia obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła stropów:

- a) dla stropu nad parterem -1: o 87%, tj. do wartości: $U_1 = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- b) dla stropu nad parterem -2: o 63%, tj. do wartości: $U_1 = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;
- c) dla stropu nad piętrem I: o 71%, tj. do wartości: $U_1 = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.13 Ocena izolacyjności cieplnej stropów pod poddaszem nieogrzewanym budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu wełny mineralnej

Lp.	Nazwa	Rodzaj stropów	Oznac.	Jednostka	Wartość										
					Numer wariantu										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	strop nad parterem - 1	U _o	W/(m ² K)	2,13										
		strop nad parterem - 2			0,76										
		strop nad piętrem I			0,90										
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	strop nad parterem - 1	R _o [*]	(m ² K)/W	0,47										
		strop nad parterem - 2			1,32										
		strop nad piętrem I			1,11										
3	Opór cieplny przegrody po usunięciu starej izolacji	strop nad parterem - 1	R _o	(m ² K)/W	0,40										
		strop nad parterem - 2			1,17										
		strop nad piętrem I			0,97										
4	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej		g	cm	5	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22
5	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego		λ	W/(mK)	0,042										
6	Zwiększenie oporu cieplnego		ΔR	(m ² K)/W	1,19	1,43	1,90	2,38	2,86	3,33	3,57	3,81	4,29	4,76	5,24
7	Opór cieplny przegrody po modernizacji	strop nad parterem - 1	R ₁	(m ² K)/W	1,59	1,83	2,30	2,78	3,26	3,73	3,97	4,21	4,69	5,16	5,64
		strop nad parterem - 2			2,36	2,60	3,07	3,55	4,03	4,50	4,74	4,98	5,46	5,93	6,41
		strop nad piętrem I			2,16	2,40	2,87	3,35	3,83	4,30	4,54	4,78	5,26	5,73	6,21
8	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	strop nad parterem - 1	U ₁	W/(m ² K)	0,63	0,55	0,43	0,36	0,31	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18
		strop nad parterem - 2			0,42	0,38	0,33	0,28	0,25	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16
		strop nad piętrem I			0,46	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16
9	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	strop nad parterem - 1	ΔU	%	-70	-74	-80	-83	-86	-87	-88	-89	-90	-91	-92
		strop nad parterem - 2			-44	-49	-57	-63	-67	-71	-72	-74	-76	-78	-79
		strop nad piętrem I			-49	-54	-61	-67	-71	-74	-76	-77	-79	-81	-82

4.1.4. Docieplenie dachów nad poddaszem ogrzewanym

1. Cel usprawnienia

Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez połacie dachowe nad poddaszem ogrzewanym.

Usprawnienie powinno być realizowane w przypadku, jeżeli po modernizacji obiektu przewiduje się zagospodarowanie poddasza i przeznaczenie go na cele użytkowe wraz z lokalizacją na nim pomieszczeń ogrzewanych.

W przypadku, gdy poddasze będzie miało charakter nieużytkowy (pomieszczenia nieogrzewane) należy przeprowadzić docieplenie stropów pod poddaszem (zgodnie z pkt. 4.1.3), natomiast dach budynku można pozostawić bez docieplenia.

2. Sposób realizacji

Usprawnienie może być realizowane poprzez docieplenie dachów przy pomocy płyt miękkich lub mat z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia:

$$\lambda \leq 0,042 \text{ W/(m K)}.$$

3. Kryteria doboru optymalnej grubości docieplenia

Analizuje się możliwości spełnienia kryteriów audytu energetycznego [21] dotyczących wyboru optymalnej grubości docieplenia oraz wymagań warunków technicznych (WT2008) [23] dla budynków przebudowywanych.

Zgodnie z wymaganiami audytu energetycznego [21] grubość docieplenia dachu nad poddaszem ogrzewanym powinna zapewnić uzyskanie wartości oporu ciepła przegrody po termomodernizacji na następującym poziomie:

$$R_1 \geq 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W,}$$

co odpowiada współczynnikowi przenikania ciepła dachu:

$$U_1 \leq 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Zgodnie z wymaganiami warunków technicznych [23] wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla dachów uzależniona jest od temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach ogrzewanych.

Ze względu na projektowany sposób wykorzystania obiektu do analizy przyjmuje się wymagania bardziej rygorystyczne (dotyczące pomieszczeń o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$) określające wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla dachów na poziomie:

$$U_{\max} = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Zgodnie z WT2008 współczynnik ten można zwiększyć w przypadku budynków przebudowywanych o 15%, co określa wartość U_{\max} przyjmowaną do dalszej analizy w odniesieniu do ocenianego obiektu równą:

$$U_{\max} = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}.$$

Uwaga:

Analizę izolacyjności cieplnej przegród przeprowadza się dla warunków średniowilgotnych.

W tabeli 4.14 zamieszczono obliczenia ilustrujące zmianę izolacyjności cieplnej dachów nad poddaszem budynku w wyniku docieplenia ich wełną mineralną o różnej grubości.

Z zamieszczonej tabeli wynika, że zastosowanie izolacji termicznej dachów w postaci wełny mineralnej umożliwia:

- a) Spełnienie kryterium wynikającego z wymagań audytu energetycznego [21] dotyczących termomodernizacji dachów, tj.:

$$R_1 \geq R_{\min} = 4,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

przy grubości materiału izolacyjnego równej 18 cm (wariant nr 7).

- b) Spełnienie wymagań warunków technicznych [23] dotyczących współczynnika przenikania ciepła przegród ($U_1 \leq U_{\max} = 0,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$) przy grubości izolacji termicznej równej 14 cm (wariant nr 4).

Przy grubości izolacji wynikającej z wymagań audytu energetycznego (18 cm) możliwe jest obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła dachu o 92%, tj. do wartości: $U_1 = 0,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Docieplenie przegrody grubością materiału izolacyjnego gwarantującą spełnienie wymagań warunków technicznych (14 cm) umożliwi obniżenie wartości współczynnika przenikania ciepła dachu o 90%, tj. do wartości: $U_1 = 0,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Tabela 4.14 Ocena izolacyjności cieplnej dachów budynku dworu po dociepleniu przy zastosowaniu wełny mineralnej

Lp.	Nazwa	Oznac.	Jednostka	Wartość								
				Numer wariantu								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Współczynnik przenikania ciepła przegrody w stanie istniejącym	U_o	W/(m ² K)	2,81								
2	Opór cieplny przegrody w stanie istniejącym	R_o	(m ² K)/W	0,36								
3	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej	g	cm	8	10	12	14	15	16	18	20	22
4	Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego	λ	W/(mK)	0,042								
5	Zwiększenie oporu cieplnego	ΔR	(m ² K)/W	1,90	2,38	2,86	3,33	3,57	3,81	4,29	4,76	5,24
6	Opór cieplny przegrody po modernizacji	R_1	(m ² K)/W	2,26	2,74	3,21	3,69	3,93	4,17	4,64	5,12	5,59
7	Współczynnik przenikania ciepła przegrody po modernizacji	U_1	W/(m ² K)	0,44	0,37	0,31	0,27	0,25	0,24	0,22	0,20	0,18
8	Obniżenie wielkości współczynnika przenikania ciepła w porównaniu ze stanem obecnym	ΔU	%	-84	-87	-89	-90	-91	-91	-92	-93	-94

4.1.5. Docieplenie podłóg na gruncie

Z zestawień przedstawionych w tabeli 2.1 wynika, że w przypadku budynku dworu (przy założonej strukturze warstw podposadzkowych) podłogi spełniają wymagania warunków technicznych, gdyż ich współczynniki przenikania ciepła nie przekraczają wartość U_{\max} określonej ww. przepisami.

Ze względu na bardzo zły stan techniczny podłóg ocenia się jednakże, że rzeczywiste współczynniki przenikania ciepła dla podłóg mogą przekraczać wartości obliczeniowe.

Zaleca się więc przeprowadzenie docieplenia przegród w trakcie wymiany i rekonstrukcji podłóg.

Ze względu na brak na danym etapie szczegółowych informacji dotyczących istniejących warstw podposadzkowych i ich faktycznej izolacyjności cieplnej oraz możliwości ich przebudowy, w niniejszym opracowaniu nie przeprowadza się dla tych przegród doboru grubości docieplenia.

Jednakże na etapie projektowania nowych podłóg na gruncie należy uwzględnić wymagania warunków technicznych [23] dotyczące maksymalnie dopuszczalnego współczynnika przenikania ($U_{\max}=0,45\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ – budynek nowy i $U_{\max}=0,52\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ – budynek przebudowywany).

W rozporządzeniu MI w sprawie audytu energetycznego [21] brak jest aktualnie sformułowanych wymagań odnośnie podłóg na gruncie określających minimalną wartość oporu cieplnego przegrody po termomodernizacji.

Uwaga:

W aspekcie planowanej rozbudowy piwnic kwestia docieplenia podłóg na gruncie może nie być aktualna, gdyż na terenie obiektu podłogi na gruncie nie będą występowały.

4.2 Zalecenia dotyczące stolarki okiennej i drzwiowej

1. Cel usprawnienia
Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie przez okna i drzwi zewnętrzne oraz zmniejszenie strat ciepła na ogrzewanie powietrza wentylacyjnego.
2. Sposób realizacji
Montaż nowych okien i drzwi zewnętrznych o korzystnych współczynnikach przenikania i dobrej szczelności.
3. Wymagania dla okien i drzwi po termomodernizacji

A) OKNA

Ze względu na planowany charakter obiektu po modernizacji przyjmuje się wymagania warunków technicznych [23] stawiane dla okien w budynkach użyteczności publicznej, zgodnie z którymi maksymalnie dopuszczalny współczynnik

przenikania ciepła dla okien w ścianach U_{\max} uzależniony jest od temperatury wewnętrznej t_w w pomieszczeniach i wynosi:

- a) przy: $t_w > 16^\circ\text{C}$: $U_{\max} = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 b) przy: $8^\circ\text{C} < t_w \leq 16^\circ\text{C}$: $U_{\max} = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,

zaś dla okien połaciowych (niezależnie od t_w i strefy klimatycznej) kształtuje się na poziomie: $U_{\max} = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Rozporządzenie MI w sprawie audytu energetycznego [21] określa wymagania dla okien w ścianach oraz okien w dachu w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej $t_w > 16^\circ\text{C}$ w zależności od strefy klimatycznej.

Zgodnie z tymi wymaganiami współczynnik przenikania ciepła dla okien po wymianie dla budynków w I strefie klimatycznej (m. Gdańsk) nie powinien być większy niż:

- a) okna w ścianach: $U_{\max} = 1,90 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 b) okna w dachu: $U_{\max} = 1,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Rozporządzenie nie precyzuje wymagań dla okien w pomieszczeniach o temperaturze wewnętrznej $t_w \leq 16^\circ\text{C}$.

Ze względu na zróżnicowanie wymagań przy projektowaniu termomodernizacji obiektu zaleca się przyjmować w pierwszej kolejności kryteria ostrzejsze wynikające z wymagań warunków technicznych, a (o ile nie będzie możliwości ich spełnienia) jako kolejne kryterium wymagania stawiane budynkom termomodernizowanym w audycie energetycznym.

Uwaga:

Wymagany w WT stopień szczelności okien (współczynnik infiltracji) powinien wynosić:

$$a < 0,3 .$$

Przepisy obowiązujące od 2008 r. (WT2008) [23] wymagają również obowiązkowo zamontowania w oknach nawiewników (obecnie montujemy okna o podwyższonej szczelności, ale obowiązkowo wyposażone w nawiewniki umożliwiające doprowadzenie do pomieszczeń wymaganego normą strumienia powietrza wentylacyjnego).

W przypadku analizowanego obiektu wydaje się jednak, że montaż nawiewników nie będzie możliwy do zrealizowania ze względu na zabytkowy charakter obiektu i prawdopodobną konieczność zachowania po modernizacji układu okien skrzynkowych (okno zewnętrzne z szybą pojedynczą + okno wewnętrzne z szybą zespoloną). W tym przypadku współczynnik infiltracji dla okien powinien wynosić:

$$0,5 < a < 1,0 .$$

B) DRZWI ZEWNĘTRZNE

Wymagania warunków technicznych [23] określają wartość dopuszczalnego współczynnika przenikania ciepła dla drzwi zewnętrznych (niezależnie od rodzaju budynków) na poziomie: $U_{\max} = 2,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Rozporządzenie MI w sprawie audytu energetycznego [21] nie precyzuje wymagań dotyczących wymiany drzwi zewnętrznych.

4.3 Zalecenia dotyczące termomodernizacji systemów i instalacji

4.3.1. System grzewczy

Źródło ciepła.

Jako źródło ciepła do docelowego ogrzewania budynku dworu zabytkowego zaleca się zastosowanie jednego z poniższych wariantów, jako rozwiązań technicznie sprawdzonych i najefektywniejszych:

- ciepło sieciowe z miejskiej sieci ciepłowniczej (m.s.c.),
- indywidualne źródło ciepła oparte na kotłowni gazowej,
- indywidualne źródło ciepła oparte na pompach ciepła.

Według danych na dzień dzisiejszy 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 aktualnymi przepisami ustawy „Prawo energetyczne” [18], na dzień dzisiejszy, jeżeli istnieją techniczne i ekonomiczne warunki podłączenia do sieci ciepłowniczej, to po podpisaniu umowy o przyłączenie do sieci pomiędzy odbiorcą a 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” [39] województwa pomorskiego oraz programach rządowych.

Oczywiście, z uwagi na przewidywany wzrost kosztów produkcji ciepła w źródłach ciepła opalanych węglem kamiennym, wynikający z konieczności 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 gazowej.

Realizacja inwestycji oparta jest także o przepisy ustawy „Prawo energetyczne” [18], czyli przyłączenie do sieci gazowej do układu pomiarowego, najczęściej montowanego na granicy działki, wykonuje dostawca gazu, natomiast odcinek przyłącza na działce odbiorcy wykonywany jest przez odbiorcę.

Istotnym elementem w przypadku zastosowania kotłowni gazowej jest konieczność budowy instalacji odprowadzającej spaliny, konieczność montażu kotłów w pomieszczeniach o większej kubaturze niż w przypadku montażu węzłów ciepłowniczych oraz budowa większej instalacji wentylacji.

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 węzła ciepłowniczego.

Trzecim wariantem 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 grzejącego np. 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.

Instalacja centralnego ogrzewania.

Instalacja wewnętrzna centralnego ogrzewania powinna spełniać wymagania warunków technicznych [23], które przedstawiono w części I opracowania - w punkcie 4.4. w tabelach 4.7 i 4.8.

Poniżej przedstawiono podstawowe szczegółowe zalecenia dotyczące budowy instalacji c.o. w analizowanym obiekcie:

- Do regulacji parametrów czynnika grzewczego w instalacji konieczne jest zastosowanie regulatorów pogodowych dla wszystkich proponowanych rozwiązań.
- W przypadku, kiedy część pomieszczeń w budynku może nie być 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.
- W przypadku zastosowania ogrzewania z miejskiego systemu ciepłowniczego lub gazowego można zastosować instalacje grzejnikową zaprojektowaną na parametry maksymalnie 80/55°C.
Przy zastosowaniu niższych parametrów należy optymalizować instalację z punktu widzenia nakładów inwestycyjnych, biorąc pod uwagę, że efektywność energetyczna instalacji z niższymi temperaturami jest większa, natomiast nakłady inwestycyjne związane z montażem większych grzejników są wyższe.
W przypadku zastosowania pomp ciepła należy wykonać instalację ogrzewania podłogowego lub ściennego - o ile to możliwe na parametry maksymalnie 35/25°C.
- Przewody instalacji ciepłowniczej muszą być izolowane we wszystkich pomieszczeniach nieogrzewanych. Zalecane jest także izolowanie przewodów położonych w przejściach przez ściany lub stropy.
Grubość izolacji zgodna z tabelą 4.8 zamieszczoną w części I opracowania.

4.3.2. Układ zaopatrzenia budynku w ciepłą wodę użytkową

Instalacja ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) powinna spełniać wymagania warunków technicznych [23], które przedstawiono w części I opracowania - w punkcie 4.4. w tabelach 4.7 i 4.8 w odniesieniu do instalacji c.w.u.

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

- W przypadku podłączenia do miejskiego systemu ciepłowniczego zaleca się zastosowanie układu bezsaobnikowego.
- 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 zgodna z tabelą 4.8 zamieszczoną w części I opracowania.
- Układ regulacji powinien umożliwiać wyłączenie cyrkulacji c.w.u.

5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Budynek dworu jest obiektem zabytkowym pochodzącym z przełomu XVII i XVIII wieku (od 1973 r. wpisany do rejestru zabytków).
Budynek znajduje się w bardzo złym stanie technicznym. Z powodu braku środków na remont kapitalny, konserwację i rewitalizację jego stan się pogarsza i dwór popada w coraz większą ruinę.
2. Przeprowadzona ocena izolacyjności cieplnej podstawowych przegród budowlanych budynku dworu wykazała, że ściany zewnętrzne, stropy nad piwnicą i stropy nad kondygnacjami nadziemnymi oraz dach budynku charakteryzują się bardzo niską izolacyjnością cieplną i współczynnikami przenikania ciepła kilkakrotnie przekraczającymi wartości maksymalnie dopuszczalne.
3. Stolarka okienna i drzwiowa na terenie obiektu znajduje się obecnie w bardzo złym stanie technicznym i charakteryzuje się wysokimi współczynnikami przenikania i niską szczelnością.
4. Budynek od wielu lat jest nieużytkowany i nieogrzewany.
System grzewczy praktycznie nie istnieje, gdyż kocioł c.o., grzejniki i większość rurociągów zostało zdemontowanych.
Brak ogrzewania przyczynia się do dalszej dewastacji obiektu i pogorszenia stanu jego przegród budowlanych.
5. W opracowaniu przeanalizowano izolacyjność cieplną podstawowych przegród budowlanych obiektu w oparciu o dostępną dokumentację inwentaryzacyjną budynku dworu. W przypadku braku danych dotyczących szczegółowej struktury przegród budowlanych przyjmowano strukturę prawdopodobną w oparciu o dane doświadczalne.
Analizę przeprowadzono dla warunków średniowilgotnych oraz dodatkowo dla warunków wilgotnych (w celu pokazania wpływu na izolacyjność cieplną aktualnego stanu przegród charakteryzujących się bardzo silnym zawilgoceniem).
6. Przeanalizowano możliwości poprawy izolacyjności cieplnej budynku z uwzględnieniem:
 - a) wymagań audytu energetycznego dla przegród termomodernizowanych;
 - b) wymagań aktualnie obowiązujących warunków technicznych dla budynków przebudowywanych.Przedstawiono propozycje możliwych do zastosowania technologii dociepleń i nowoczesnych materiałów izolacyjnych stosowanych przy renowacji obiektów zabytkowych oraz określono minimalne grubości izolacji umożliwiające spełnienie kryteriów obowiązujących przepisów.
W przypadku ograniczeń wynikających z niewystarczającego, dostępnego na rynku, asortymentu wyrobów izolacyjnych (brak wyrobów o grubościach umożliwiających spełnienie obowiązujących wymagań izolacyjności) analizowano realne możliwości poprawy właściwości izolacyjnych przegród dla dostępnego asortymentu wyrobów proponowanego przez producenta.

Określone w analizie grubości materiałów izolacyjnych stanowią wstępne zalecenia i wytyczne pokazujące możliwości spełnienia wymagań audytu energetycznego i obowiązujących warunków technicznych.

Ostateczny wybór rodzaju i grubości izolacji powinien być przeprowadzony przez projektanta po przeprowadzeniu obliczeń ciepłno-wilgotnościowych (określenie tzw. „punktu rosy”, który w przypadku termoizolacji od wewnątrz przesuwa się do wewnątrz budynku).

Ze względu na zabytkowy charakter obiektu należy oczekiwać również pewnych ograniczeń ze strony konserwatora zabytków, który może nie wyrazić zgody na zastosowanie określonych materiałów izolacyjnych lub ograniczyć grubość ich stosowania.

7. Opracowanie zawiera wytyczne dotyczące budowy systemu grzewczego i systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku.

Sformułowano wymagania stawiane nowoczesnym instalacjom grzewczym oraz przedstawiono propozycje w zakresie możliwych do zastosowania źródeł ciepła.

Z punktu widzenia zapotrzebowania na energię końcową zużywaną w budynku (energia użytkowa + straty w instalacjach) optymalnym wydaje się zastosowanie pomp ciepła (największa sprawność systemu grzewczego).

W następnej kolejności ocenia się system oparty o dostawę ciepła z miejskiego systemu ciepłowniczego (wysoka sprawność wytwarzania węzłów ciepłowniczych).

System z kotłownią gazową będzie charakteryzował się najniższą sprawnością i największym zapotrzebowaniem na energię końcową.

8. Budynek dworu jest obiektem zabytkowym.

Zgodnie z ustawą Prawo budowlane [19] obiekty podlegające ochronie na podstawie przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami zwolnione są z obowiązku dokonywania oceny charakterystyki energetycznej (EP), która określa roczne jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną.

Zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi (WT2008) charakterystyka energetyczna budynku jest jednym z kryteriów branych pod uwagę przy ocenie ochrony cieplnej budynków, co opisano w pkt. 4.1 części I opracowania (drugim alternatywnym kryterium są wymagania dotyczące współczynników przenikania ciepła).

Ze względu na liczne ograniczenia występujące przy termorenowacji obiektów zabytkowych w praktyce występują trudności ze spełnieniem warunków dotyczących współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych (co nie znaczy, że nie należy dążyć do poprawy izolacyjności cieplnej przegród w możliwym do realizacji zakresie uwzględniając w miarę możliwości wymagania obowiązujących dokumentów).

Z drugiej strony (pomimo zwolnienia z obowiązku oceny charakterystyki EP) powinny też być brane pod uwagę czynniki wpływające na wielkość zapotrzebowania obiektu na nieodnawialną energię pierwotną, która określa efektywność całkowitą budynku i uwzględnia straty energii (występujące poza budynkiem) na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii lub energii do budynku.

Im niższa wartość EP, tym wyższa efektywność użytkowania energii chroniąca zasoby surowców i środowisko naturalne.

W przypadku zaproponowanych alternatywnych systemów zaopatrzenia budynku dworu w energię ciepłą najmniejszymi stratami nieodnawialnej energii pierwotnej charakteryzuje się system oparty o dostawę ciepła z m.s.c., w przypadku którego (ze względu na zastosowaną kogenerację w źródle centralnym zaopatrującym system ciepłowniczy) następuje obniżenie zapotrzebowania na energię pierwotną do poziomu, w przypadku m. Gdańska, 70% energii końcowej (co wpływa proporcjonalnie na wielkość wskaźnika EP).

Zastosowanie kotłowni gazowej będzie powodowało wzrost energii pierwotnej (i wskaźnika EP) o 10% w porównaniu z energią końcową. W przypadku pomp ciepła (wykorzystanie energii elektrycznej) wartość energii pierwotnej zwiększy się 3-krotnie w porównaniu z energią końcową.

9. Zalecenia i wytyczne sformułowane w części II niniejszego opracowania powstały w oparciu o analizę stanu istniejącego, która nie uwzględnia rozbudowy obiektu skutkującej powiększeniem powierzchni użytkowej (planowana budowa nowej kondygnacji podziemnej).

Ze względu na aktualny stan obiektu (brak ogrzewania) analizowano wymagania wariantowo zakładając różny możliwy sposób przyszłego wykorzystania istniejących pomieszczeń (ogrzewane lub nieogrzewane; różne poziomy temperatur wewnętrznych).

Ze względu na planowaną rozbudowę część sformułowanych zaleceń może nie mieć w przebudowanym obiekcie zastosowania, gdyż po modernizacji wystąpią nowe warunki eksploatacji pomieszczeń (np. pojawią się piwnice ogrzewane pod całym budynkiem, znikną podłogi na gruncie).

Analiza obejmująca proponowane rozwiązania projektowe przebudowy i modernizacji obiektu oraz wytyczne dotyczące poprawy stanu projektowanego zamieszczone zostaną w części III niniejszego opracowania.