

POLITECHNIKA _____

Wydział Budownictwa — Kierunek: Budownictwo

Kamil Grabowski

nr albumu 000000

Analiza porównawcza technologii wznoszenia ścian zewnętrznych budynku jednorodzinnego pod kątem izolacyjności cieplnej i kosztów realizacji

Praca magisterska

napisana pod kierunkiem

dr. inż. _____

Gliwice, 2026

Jak korzystać z tego wzoru. To kompletny szkielet pracy magisterskiej z budownictwa w schemacie **analizy porównawczej technologii** na tle wymagań normowych: warianty konstrukcyjne → obliczenia (współczynnik U) → zestawienia kosztowe → analiza wielokryterialna → wnioski. Konwencja techniczna: zwięzły wstęp z tezą, obliczenia z powołaniem norm, jednostki SI, spisy rysunków i tabel. Niebieskie adnotacje — usuń w swojej pracy. Dane liczbowe (ceny, parametry przyjęte do obliczeń) są przykładowe — podstaw aktualne z kart technicznych i cenników. Pełne poradniki: praca-magisterska.pl/poradniki/

Streszczenie

Celem pracy jest porównanie trzech technologii wznoszenia ścian zewnętrznych budynku jednorodzinnego — ceramiki poryzowanej z ociepleniem ETICS, betonu komórkowego z ociepleniem oraz muru silikatowego z wełną mineralną — pod kątem izolacyjności cieplnej, kosztów realizacji i pracochłonności. Dla każdego wariantu zaprojektowano przegrodę spełniającą wymaganie WT 2021 ($U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$), obliczono współczynnik przenikania ciepła metodą oporów cieplnych zgodnie z PN-EN ISO 6946, sporządzono zestawienie kosztów bezpośrednich 1 m^2 przegrody na podstawie aktualnych cenników oraz oszacowano pracochłonność na podstawie katalogów nakładów rzeczowych. Warianty porównano analizą wielokryterialną z wagami przyjętymi dla inwestora indywidualnego. Analiza wykazała, że przy zbliżonej izolacyjności ($U = 0,17\text{--}0,19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) różnice kosztów 1 m^2 sięgają 18%, a o wyniku rankingu decyduje przyjęty system wag — co w pracy pokazano analizą wrażliwości.

Słowa kluczowe: ściany zewnętrzne, współczynnik przenikania ciepła, WT 2021, analiza porównawcza, koszty realizacji.

[Streszczenie pracy technicznej: cel, warianty, metody z powołaniem norm (PN-EN ISO 6946, WT 2021), główny wynik liczbowy i wnioski metodyczne. Zwięźlej niż na kierunkach społecznych — bez rozbudowanej narracji.]

Spis treści

Wykaz oznaczeń i skrótów	3
1. Wstęp	4
1.1. Wprowadzenie i uzasadnienie tematu	4
1.2. Cel, zakres i teza pracy	5
2. Wymagania i podstawy teoretyczne	7
2.1. Wymagania cieplne WT 2021 dla przegród zewnętrznych	7
2.2. Metoda obliczania współczynnika przenikania ciepła	10
2.3. Charakterystyka analizowanych technologii	13
3. Metodyka analizy porównawczej	18
3.1. Obiekt odniesienia i założenia	18
3.2. Warianty przegród i dane materiałowe	20
3.3. Kryteria porównania i źródła danych kosztowych	23
4. Obliczenia i wyniki	25
4.1. Obliczenia współczynnika U dla wariantów	25
4.2. Zestawienie kosztów bezpośrednich 1 m ² przegrody	30
4.3. Pracochłonność i czas realizacji	34
4.4. Analiza wielokryterialna i analiza wrażliwości	37
5. Wnioski	42
Bibliografia i wykaz norm · Spis tabel · Spis rysunków	45

1. Wstęp

1.2. Cel, zakres i teza pracy

Celem pracy jest porównanie trzech technologii wznoszenia ścian zewnętrznych budynku jednorodzinnego pod kątem izolacyjności cieplnej, kosztów bezpośrednich i pracochłonności oraz wskazanie rozwiązania racjonalnego dla inwestora indywidualnego. Zakres obejmuje przegrody pełne (bez otworów i mostków punktowych) dla budynku odniesienia o powierzchni ścian zewnętrznych 168 m². W pracy postawiono tezę, że przy doborze grubości ociepleń zapewniających porównywalną izolacyjność cieplną o wyborze technologii rozstrzygają koszty i pracochłonność, a nie parametry cieplne, które we wszystkich analizowanych technologiach można spełnić z zapasem względem wymagania WT 2021.

[Konwencja techniczna: wstęp na 1–2 strony, z jawnie postawioną TEZĄ i precyzyjnie określonym ZAKRESEM (co praca obejmuje, a czego świadomie nie — tu np. mostki termiczne tylko liniowo). Zakres to w pracy inżynierskiej odpowiednik „ograniczeń badania”.]

2. Wymagania i podstawy teoretyczne

2.1. Wymagania cieplne WT 2021 dla przegród zewnętrznych

Zgodnie z obowiązującymi warunkami technicznymi maksymalny współczynnik przenikania ciepła dla ścian zewnętrznych pomieszczeń ogrzewanych wynosi $U(\max) = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, dla dachów $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, a dla podłóg na gruncie $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.¹ Wartości te stanowią kryterium brzegowe analizy: każdy wariant przegrody zaprojektowano tak, aby spełniał wymaganie z zapasem projektowym.

3. Metodyka analizy porównawczej

3.2. Warianty przegród i dane materiałowe

Analizie poddano trzy warianty: W1 — pustak ceramiczny poryzowany 25 cm + ETICS ze styropianem grafitowym 15 cm; W2 — beton komórkowy odmiany 600, 24 cm + ETICS 12 cm; W3 — silikat 18 cm + wełna mineralna 18 cm w systemie elewacji wentylowanej. Dane materiałowe (współczynniki przewodzenia ciepła λ) przyjęto z kart technicznych producentów według stanu na czerwiec 2026 roku; wartości zestawiono w tabeli 3.1 wraz ze źródłami.

[Dane materiałowe zawsze ze ŹRÓDŁEM I DATA (karty techniczne, deklaracje właściwości użytkowych) — λ tego samego materiału różni się między producentami. To budowlany odpowiednik „kryteriów doboru próby”.]

4. Obliczenia i wyniki

4.1. Obliczenia współczynnika U dla wariantów

Współczynnik przenikania ciepła obliczono metodą oporów cieplnych zgodnie z PN-EN ISO 6946, jako $U = 1/(R_{si} + \sum d_i/\lambda_{d,i} + R_{se})$, przyjmując opory przejmowania $R_{si} = 0,13$ i $R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$. Przykładowo dla wariantu W1: opór warstwy muru $0,25/0,30 = 0,83$, opór ocieplenia $0,15/0,031 = 4,84$, co po

¹Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jedn. — podaj aktualny publikator), załącznik: wymagania izolacyjności cieplnej.

uwzględnieniu tynków i oporów przejmowania daje $U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Wyniki dla wszystkich wariantów zestawiono w tabeli 4.1.

Wariant	Grubość całkowita [cm]	U [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	Wymaganie		Pracochłonność [$\text{r-g}/\text{m}^2$]
			WT 2021	Koszt 1 m^2 [zł]	
W1: ceramika + ETICS 15	42	0,17	spełnia	486	2,1
W2: beton kom. + ETICS 12	38	0,19	spełnia	412	1,8
W3: silikat + wełna 18	39	0,18	spełnia	574	2,6

[Wzorzec pracy technicznej: pokazany tok obliczeń dla jednego wariantu (wzór $\rightarrow$ podstawienie $\rightarrow$ wynik), pozostałe w tabeli zbiorczej. Jednostki w nagłówkach kolumn, powołanie normy przy metodzie. Pod tabelą źródło danych kosztowych (cenniki, KNR) z datą.]

4.4. Analiza wielokryterialna i analiza wrażliwości

Warianty porównano metodą sumy ważonej dla trzech kryteriów: koszt (waga 0,5), pracochłonność (0,3) i zapas izolacyjności względem wymagania (0,2), po normalizacji wartości do przedziału 0–1. Przy przyjętych wagach najkorzystniejszy okazał się wariant W2. Analiza wrażliwości wykazała jednak, że przy podniesieniu wagi izolacyjności powyżej 0,45 ranking odwraca się na korzyść W1, co dowodzi, że rekomendacja jest warunkowa względem preferencji inwestora — wniosek ten włączono do tezy końcowej.

[Analiza wielokryterialna bez analizy wrażliwości to częsty zarzut recenzencki: wynik zależy od arbitralnych wag. Pokazanie progu, przy którym ranking się odwraca, zamienia słabość w atut pracy.]

5. Wnioski

1. Wszystkie analizowane technologie pozwalają spełnić wymaganie WT 2021 dla ścian zewnętrznych ($U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) z zapasem, przy grubościach ociepleń 12–18 cm; potwierdza to tezę, że parametry cieplne nie różnicują współczesnych technologii ściennych.
2. Różnice kosztów bezpośrednich 1 m^2 przegrody sięgają 18% (W2 najtańszy, W3 najdroższy), a pracochłonności — 44%, i to te kryteria rozstrzygają o wyborze.
3. Rekomendacja jest warunkowa: przy standardowych preferencjach kosztowych inwestora indywidualnego racjonalny jest wariant W2, natomiast przy priorytecie trwałości elewacji i izolacyjności — wariant W1/W3, co wykazała analiza wrażliwości.
4. Kierunkiem rozszerzenia analizy jest uwzględnienie kosztów cyklu życia (ogrzewanie, konserwacja elewacji) w horyzoncie 30 lat.

Bibliografia i wykaz norm

Literatura

1. Byrdy Cz. i in., *Budownictwo ogólne* (aktualne wydanie).
2. Pogorzelski J.A., *Fizyka ciepła budowli*, Warszawa (aktualne wydanie).

Normy i przepisy

1. PN-EN ISO 6946: Komponenty budowlane i elementy budynku — Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła — Metody obliczania.
2. Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (aktualny tekst jednolity).

Źródła danych

1. Karty techniczne i deklaracje właściwości użytkowych materiałów (producenci, stan na czerwiec 2026).
2. Katalogi nakładów rzeczowych (KNR) i cenniki SEKOCENBUD (podaj kwartał i rok).

[Bibliografia pracy technicznej dzieli się na literaturę, normy/przepisy i źródła danych. Spis rysunków obowiązkowy — praca z budownictwa bez rysunków przekrojów przegród jest niekompletna; wykonaj je w CAD i wstaw jako ryciny.]

O tym wzorze

Wzór przygotowała redakcja serwisu **praca-magisterska.pl**. Możesz swobodnie wykorzystać jego strukturę, tabele i przypisy we własnej pracy. Pamiętaj tylko, żeby treść dostosować do wymagań swojego promotora i uczelni.

Smart-Edu.ai — pierwsza wersja pracy w kilka godzin, nie w kilka miesięcy

Podajesz temat, kierunek studiów i wytyczne promotora, a sztuczna inteligencja generuje unikalny, gotowy do edycji tekst: z poprawną strukturą rozdziałów, przypisami i bibliografią. Rejestracja jest darmowa, płacisz wyłącznie za wygenerowany tekst.

www.smart-edu.ai

Wolisz napisać pracę w pełni samodzielnie? Pomoże Ci ebook **„Jak napisać pracę magisterską. Kompletny przewodnik od A do Z”** — 250 stron praktycznych wskazówek, szablonów i checklist, z rozdziałem o etycznym korzystaniu z AI: www.praca-magisterska.pl/sklep/praca-magisterska-ebook/

*Darmowe poradniki, wzory i ponad 2500 tematów prac: **www.praca-magisterska.pl***