

Iceland
Liechtenstein
Norway grants



BUDOWNICTWO NATURALNE

BADANIA OGNIOWE Z BADANAMI
CIEPLNO-WILGOTNOŚCIOWYMI

dopuszczającymi polecane technologie
naturalne i konstrukcje drewniane do
budownictwa mieszkaniowego i publicznego



IOŚ-PIB
Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy



OSBN

Ogólnopolskie
Stowarzyszenie
Budownictwa
Naturalnego

Autorki/rzy:

dr inż. arch. Maciej Jagielak
mgr inż. arch. Katarzyna Krzysik
mgr inż. arch. Dorota Suwaj
mgr inż. arch. Cezary Czemplik

Badania ciepłno-wilgotnościowe:

mgr inż. arch. Mariusz Zatylny

Współpraca oraz koncepcja zakresu badawczego:

mgr inż. arch. Paweł Wołajsza

Koordinacja:

dr inż. arch. Maciej Jagielak

Skład i łamanie:

Studio KOZA Kinga Tomaszewska-Smolarczuk

Projekt „Dekarbonizacja procesów budowlanych – wprowadzenie materiałów naturalnych o zerowym śladzie węglowym, w tym drewna, do gospodarki obiegu cyrkularnego w budownictwie” jest realizowany przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy oraz Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego i finansowany z funduszy Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego 2014-2021 w ramach programu „Środowisko, Energia i Zmiany Klimatu”. Fundusze Europejskiego Obszaru Gospodarczego reprezentują wkład Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w tworzenie Europy zielonej, konkurencyjnej i sprzyjającej integracji społecznej.

www.eeagrants.pl

Warszawa, 2024

BUDOWNICTWO NATURALNE

BADANIA OGNIOWE Z BADANAMI
CIEPLNO-WILGOTNOŚCIOWYMI

dopuszczającymi polecane technologie
naturalne i konstrukcje drewniane do
budownictwa mieszkaniowego i publicznego



Spis Treści

I. Wstęp 8

1) Słowniczek użytych pojęć	8
2) Naturalne budownictwo w kontekście śladu węglowego.	9
3) Naturalne materiały a Ustawa o wyrobach budowlanych	10
3.1 Znaczenie dopuszczenia do obrotu	10
3.2 Dopuszczenie do obrotu: normy zharmonizowane, oceny techniczne	10
3.3 Wyroby dopuszczone do jednostkowego zastosowania	11
4) Bariery formalno-prawne w stosowaniu naturalnych materiałów (w tym drewna) ze szczególnym uwzględnieniem przepisów przeciwpożarowych.	12
4.1 Identyfikacja barier	12
4.2 Przegląd podstawowych aktów prawnych	13
4.3 Klasyfikacje ogniowe a zastosowanie naturalnych materiałów.	14
a) Reakcja na ogień.	14
b) Klasa odporności ogniowej	15
c) Rozprzestrzenianie ognia.	15
4.4. Podsumowanie	17

II. Opis przeprowadzonych badań 27

1) Badanie odporności ogniowej REI ściany nośnej Straw Bale	27
1.1 Raport klasyfikacyjny - 00892.C1/24/ZOONZP	28
1.2 Raport z badania - działanie ognia od zewnątrz - LZP01-00892/24/ZOONZP	32
1.3 Raport z badania - działanie ognia od wewnątrz - LZP02-00892/24/ZOONZP	74
2) Badanie klasy reakcji na ogień - tzw. euroklasy	117
2.1 Raport klasyfikacyjny PL - straw bale - RKM-9/04/2024	118
2.2 Sprawozdanie z badań zapalności - straw bale - MP-9/04/2024	121
2.3 Raport klasyfikacyjny PL - konoplit - RKS-5/04/2024	123
2.4 Sprawozdanie z badań zapalności - konoplit - MP-8/04/2024.	126
2.5 Sprawozdanie z badań reakcji na ogień - konoplit - SBI-5/04/2024	128
3) Badanie stopnia rozprzestrzeniania ognia NRO.	143
3.1 Klasyfikacja w zakresie stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany od strony zewnętrznej - ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną - K1/06/NRO/2024	144
3.2 Raport z badań - ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną - 06/NRO/2024/T1	147
3.3 Klasyfikacja w zakresie stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany od strony zewnętrznej - ściana z konoplitu - K2/06/NRO/2024	150

3.4 Raport z badań - ściana z konoplitu - 06/NRO/2024/T2	152
4) Badania cieplno-wilgotnościowe	155
4.1 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej z tynkiem zewnętrznym, $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	157
4.2 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej z elewacją wentylowaną, $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	163
4.3 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej - budowa typowa, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	168
4.4 Ściana z konoplitu (hempcrete), $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	173
4.5 Ściana z konoplitu - dwuwarstwowa, $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	178
4.6 Ściana z gliny lekkiej, $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	183

III. Wnioski i rekomendacje 189

1) Badanie odporności ogniowej (REI) dla ściany z izolacją z prasowanej słomy:	190
2) Badanie klasy reakcji na ogień (tzw. euroklasy):.	190
2.1 Izolacja z prasowanej słomy (straw bale):	190
2.2 Konoplit (hempcrete).	191
3) Badanie stopnia rozprzestrzeniania ognia (NRO).	191
3.1 Ściana z wypełnieniem z prasowanej słomy, płytami poszyciowymi i elewacją drewnianą	191
3.2 Ściana o konstrukcji drewnianej z wypełnieniem konoplitem, tynkowana:	191
4) Badania cieplno-wilgotnościowe	192

Bibliografia 193



Wstęp

Wstęp

Raport stanowi podsumowanie przeprowadzonych badań ogniowych i ciepłno-wilgotnościowych, poszerzone o wybór informacji na temat stosowania naturalnych materiałów w kontekście formalno-prawnym w Polsce. Mamy nadzieję, że będzie on przydatny dla wszystkich osób planujących inwestycję budowlaną o zminimalizowanym śladzie węglowym, a w szczególności dla projektantek i projektantów.

Państwa UE zobowiązały się do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., a wraz ze zmianami przepisów, w ciągu kilku najbliższych lat powszechne i obowiązkowe staną się analizy „całego cyklu życia” budynków (Life Cycle Assessment). Całościowa ocena ekologiczna zacznie być normalnym elementem procesu decyzyjnego, a materiały pochodzenia roślinnego o niskim śladzie węglowym będą rozwiązaniami szczególnie pożądanymi. Aby móc je szeroko stosować w budownictwie, konieczne jest zbadać i zebrane danych o ich cechach, mających wpływ na bezpieczeństwo pożarowe oraz warunki ciepłno-wilgotnościowe w projektowanych budynkach.

Materiał powstał w ramach projektu „Dekarbonizacja procesów budowlanych – wprowadzenie materiałów naturalnych o zerowym śladzie węglowym, w tym drewna, do gospodarki obiegu cyrkularnego w budownictwie”, realizowanego przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy oraz Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego. Projekt zrealizowano z dofinansowaniem o wartości 744 951 euro otrzymanym

od Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach Funduszy EOG. Raport stanowi podsumowanie zadania “6. Badania ogniowe z badaniami ciepłno-wilgotnościowymi dopuszczającymi polecane technologie naturalne i konstrukcje drewniane do budownictwa mieszkaniowego i publicznego (min. 2 technologie ogólnego stosowania)”, stanowiącego część wyżej wymienionego projektu.

Tekst zawarty w raporcie został opracowany z maksymalną starannością. Nie stanowi jednak interpretacji prawa, ani wytycznych technicznych. Autorzy i autorki nie ponoszą odpowiedzialności za skutki stosowania zebranych informacji w praktyce.

1. Słowniczek użytych pojęć

Budownictwo naturalne - jedna z gałęzi budownictwa ekologicznego. Bazuje na zastosowaniu naturalnych materiałów budowlanych, w tym przede wszystkim: gliny (ziemi), słomy, konopi, drewna. We współczesnym wykonaniu łączy stosowanie tradycyjnych, lokalnie pozyskiwanych surowców ze zoptymalizowanym procesem budowy, produkcją i prefabrykacją¹.

Klasa reakcji na ogień - określa palność materiału lub wyrobu. Niepalne wyroby lub materiały mieszczą się w grupie klas: A1, A2-s1, d0; A2-s2, d0 i A2-s3, d0, nie przyczyniają się do rozwoju pożaru, a w warunkach pożaru rozwiniętego nie zapalają się, nie wydzielają ciepła, dymu ani płonących kropel lub cząstek. Pozostałe klasy

¹ <https://dekarbonizacja.ios.edu.pl/wp-content/uploads/2024/04/2024-04-08-dekarbonizacja-procesow-budowlanych-poradnik-inwestora.pdf>

reakcji na ogień odpowiadają materiałom palnym. Dodatkowo materiały palne dzieli się na niezapalne, trudno zapalne i łatwo zapalne.

Konoplit - izolacyjny materiał budowlany, znany też jako hempcrete, beton konopny, wapno konopne, kompozyt wapienno-konopny. Powstaje z połączenia, w odpowiednich proporcjach, paździerzy konopnych, wapna i wody.

Materiały budowlane pochodzenia roślinnego - określenie używane w tym opracowaniu do zbiorczego nazwania drewna, słomy, konopi i wyrobów na bazie tych materiałów. Materiały z tej grupy mają w większości wspólne pozytywne cechy: niski ślad węglowy i ekologiczny, nadają się do wtórnego przetwarzania i/lub kompostowania, pochodzą ze źródeł odnawialnych. Jednocześnie są to najczęściej materiały palne.

Naturalne materiały budowlane - materiały nisko przetworzone, nie wymagające dużych nakładów energii na etapie produkcji, ani wykorzystania skomplikowanych urządzeń produkcyjnych. Termin stosowany w tym opracowaniu głównie dla wyrobów gliny, słomy, drewna, konopi, wapna, piasku.

Normy zharmonizowane - pozwalają wykazać, że dane produkty lub usługi są zgodne z wymogami technicznymi określonymi w odpowiednich przepisach prawa UE. Określają specyfikacje techniczne, uznawane za odpowiednie lub wystarczające do tego, żeby zapewnić zgodność z wymogami technicznymi określonymi w prawie unijnym i są podstawą oceny zgodności prowadzącej do znakowania CE². Normy zharmonizowane to osobna kategoria norm europejskich. Opracowuje je jedna z europejskich organizacji normalizacyjnych w odpowiedzi na zlecenie normalizacji pochodzące od Komisji Europejskiej.

Odporność ogniowa - określa w minutach zdolność konstrukcji, jej części lub elementu budynku, do zachowania określonych właściwości

użytkowych w warunkach pożaru, m.in. nośności (R), szczelności (E), izolacyjności (I) - zdefiniowanych w WT.

Prefabrykaty/panele słomiane - prefabrykowane elementy modułowe o konstrukcji drewnianej wypełnionej izolacją z prasowanej słomy. Wykonywane głównie do montażu jako ściany lub dachy, rzadziej także jako stropy (stropodachy, podłogi wentylowane etc.)

Straw bale - angielski termin, który oznacza zarówno kostkę słomy jak i technologię budowania z kostek słomy. W szerokim znaczeniu może też obejmować technologie budowania z prefabrykatów drewniano-słomianych, które często wypełnia się kostkami słomy. Zastosowanie kostek słomy do budowania ma ponad stoletnią historię. Intensywny rozwój tego rodzaju budownictwa trwa od lat 90. XX wieku, zarówno w USA i Kanadzie jak i w Europie.

Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m²·K)] - określa przenikanie ciepła przez przegrodę termiczną. Im mniejszy jest współczynnik, tym lepsza izolacyjność cieplna przegrody. Wartość U jest zależna od rodzaju użytych w przegrodzie materiałów oraz grubości warstw.

Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/mK] - określa zdolność materiału do przewodzenia ciepła. Im niższy jest współczynnik, tym słabsze przewodnictwo cieplne materiału, czyli lepsza izolacja termiczna. Wartość lambda jest charakterystyczna dla materiału i nie zależy od jego grubości.

2. Naturalne budownictwo w kontekście śladu węglowego

Budownictwo naturalne bazuje na dostępnych lokalnie i nisko przetworzonych materiałach, co najczęściej pozwala na znaczne ograniczenie negatywnego wpływu budowania na środowisko.

² https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/standards/standards-in-europe/index_pl.htm

W kontekście wdrażanych w Unii Europejskiej strategii ograniczania emisji CO₂ rośnie zainteresowanie surowcami pochodzenia roślinnego. Przy uwzględnieniu w obliczeniach sekwestracji - czyli „magazynowania” CO₂ przez rośliny podczas wzrostu, ślad węglowy takich materiałów może być nawet ujemny. Choć były one stosowane już od dawna, dziś mamy do czynienia z nowymi systemami budowania w oparciu o drewno, słomę czy konopie. Zainteresowaniem cieszą się m.in. straw bale – budowanie z kostek słomy, czy hempcrete – kompozyt wapna i paździerzki konopnych, które w Polsce są wykorzystywane głównie w budownictwie jednorodzinym. Na przykładzie innych krajów wiadomo jednak, że możliwe jest używanie niskoprzetworzonych materiałów pochodzenia roślinnego na większą skalę: w budynkach użyteczności publicznej i mieszkalnych wielorodzinnych. Biorąc pod uwagę nadchodzące zmiany przepisów (w tym m.in. tzw. Dyrektywy Budynkowej) zmierzające do redukcji śladu węglowego w ujęciu całego cyklu życia budynków, szersze zastosowanie naturalnych materiałów powinno być jedną z podstawowych strategii.

„Projekt ma nie tylko promować takie budownictwo w „czystej” formie, ale też popularyzować wykorzystywanie naturalnych materiałów w budownictwie głównego nurtu, np. poprzez wprowadzanie naturalnych materiałów wykończeniowych i izolacyjnych”³, co może przyczynić się do zmniejszania śladu węglowego branży budowlanej, a także podniesienia jakości życia w budynkach.

3. Naturalne materiały a Ustawa o wyrobach budowlanych

3.1 Znaczenie dopuszczenia do obrotu

Choć materiały takie jak drewno, słoma, czy nawet konopie mają wielowiekową historię stosowania w budownictwie, współczesne ich

wykorzystanie nie może w świetle przepisów polegać tylko na wiedzy tradycyjnej. W aktualnym stanie prawnym do budowania można wykorzystywać tylko wyroby dopuszczone do obrotu. W przypadku drewna sytuacja jest względnie prosta, ponieważ materiał ten jest powszechnie stosowany i objęty normami zharmonizowanymi. Zastosowanie mniej popularnych materiałów wymaga jednak często głębszej analizy.

Obecnie w Polsce decydujące w tej kwestii są przepisy Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, która „określa zasady wprowadzania do obrotu lub udostępniania na rynku krajowym wyrobów budowlanych, zasady kontroli wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu lub udostępnianych na rynku oraz określa właściwość organów w zakresie wykonywania zadań administracyjnych i obowiązków wynikających z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, str. 5), zwanego dalej „rozporządzeniem Nr 305/2011”.⁴

Ustawa opisuje różne możliwości wprowadzenia wyrobów do obrotu, zarówno te odpowiednie dla materiałów objętych jak i nieobjętych normami, a nawet dla wyrobów produkowanych według indywidualnej dokumentacji.

3.2 Dopuszczenie do obrotu: normy zharmonizowane, oceny techniczne

W sytuacji, kiedy producent chce wprowadzić wyrób budowlany (np. bloczki, prefabrykaty, płyty izolacyjne) do obrotu handlowego, i udostępnić go na rynku krajowym czy zagranicznym, najpierw musi zweryfikować, czy dany wyrób objęty jest którąś z norm zharmonizowanych. W przypadku gdy wyrób budowlany jest objęty normą zharmonizowaną lub normą krajową, może być wprowadzony do obrotu lub udostępniony na rynku krajowym po nadaniu oznakowania CE

³ cyt. z Załącznika nr 4 do Porozumienia do Umowy Partnerskiej IOŚ-PIB i OSBN

⁴ USTAWA z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20040920881/U/D20040881Lj.pdf>

lub znaku budowlanego B (oznakowanie oznacza deklarację producenta, że wyrób jest zgodny z wymaganiami stawianymi przez prawo europejskie (CE) lub krajowe (B)).

Jeśli dany wyrób nie jest objęty zakresem żadnej z norm, producent może postarać się o uzyskanie krajowej oceny technicznej (KOT) lub europejskiej (EOT), a następnie w oparciu o tę ocenę, o dokumenty dopuszczające wyroby do obrotu i stosowania w budownictwie (nadanie znaku B czy CE). Producent konkretnego wyrobu zleca badania wyrobu w autoryzowanej instytucji. W związku z tym, uzyskane oceny techniczne dotyczą wyrobu konkretnego producenta. Nawet jeśli kilku producentów proponuje wyroby z tego samego materiału, o tych samych parametrach i konstrukcji, każdy z nich powinien uzyskać odrębną ocenę techniczną, ze względu na możliwe różnice w procesie technologicznym.⁵

Z punktu widzenia inwestora lub projektanta w typowych sytuacjach, pierwszym, bo najmniej kłopotliwym wyborem materiałowym są zwykle wyroby dopuszczone do obrotu, dla których istnieją normy zharmonizowane albo oceny techniczne. Wśród naturalnych materiałów budowlanych istnieją już wyroby należące do tych kategorii. Dość często jednak wyroby te nie będą produktami lokalnymi (np. istnieje kilka firm w Europie, które oferują kostki słomy wprowadzone do obrotu na podstawie EOT, ale żadna z nich nie jest z Polski).

3.3 Wyroby dopuszczone do jednostkowego zastosowania

Zapisy art. 10 ustawy pozwalają dopuścić do „jednostkowego zastosowania” wyroby „wykonane według indywidualnej dokumentacji technicznej, sporządzonej przez projektanta obiektu lub z nim uzgodnionej, dla których producent wydał oświadczenie, że zapewniono zgodność wyrobu budowlanego z tą dokumentacją oraz z przepisami”. W praktyce oznaczatomożliwość indywidualnego

zaprojektowania i wykonania wyrobu, którego nie ma jeszcze w obrocie na rynku, z zastrzeżeniem, że może on być zastosowany tylko w tym budynku, dla którego został zaprojektowany. Ta procedura pozwala np. na zastosowanie w obiekcie np. izolacji termicznej z konoplitu czy prasowanej słomy. Projektant wykonuje w takim przypadku dokumentację techniczną, opisującą rozwiązanie z zastosowaniem wyrobu, a producent podpisuje oświadczenie, że wyrób został wykonany zgodnie z dokumentacją techniczną oraz z przepisami. Istotną informacją jest, że ani dokumentacja techniczna, ani oświadczenie nie muszą powstawać na etapie przygotowania projektu budowlanego, mogą być gromadzone w toku procesu budowlanego - podobnie jak inne dokumenty wyrobów budowlanych.

Zagadnienie używania kostek słomy jako wyrobu budowlanego to zostało opisane i przeanalizowane w pracy doktorskiej z 2023 r. dr inż. arch. Macieja Jagielaka pt. „Straw bale, czyli architektura z kostek słomy w Polsce” oraz wcześniej w opracowaniu Mariusza Zatylnego *“Uwarunkowania formalno-prawne dla budownictwa naturalnego w Europie i Polsce ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania kostek słomy”, opublikowanym w 2012 roku. Analizowaną sytuację można analogicznie odnieść do innych materiałów naturalnych. „Możliwość zastosowania kostek słomy w budownictwie na podstawie art.10 została wykazana tak teoretycznie, jak i poprzez praktykę. Tematem budzącym kontrowersje jest natomiast zakres możliwości stosowania „wyrobów jednostkowo dopuszczonych”. W praktyce rozwiązanie było dotychczas stosowane prawie wyłącznie w odniesieniu do budynków mieszkalnych jednorodzinnych, gospodarczych, zagrodowych, rekreacji indywidualnej, których wspólną cechą jest brak wymagań co do klasy odporności pożarowej obiektu, określonych w § 212, na podstawie § 213 Warunków Technicznych, i mówiąc w uproszczeniu – małe wymagania w zakresie ochrony pożarowej w ogóle.”⁶*

⁵ <https://www.onbop.pl/pl/uslugi/oceny-techniczne/krajowe-oceny-techniczne>

Prezentacja wyników badań wybranych technologii budownictwa naturalnego w tym opracowaniu ma na celu m.in. danie osobom projektującym i wykonującym indywidualne dokumentacje techniczne wyrobów solidnej podstawy w postaci dostępnej w języku polskim wiedzy technicznej o cechach tych wyrobów, związanych z ochroną przeciwpożarową.

Podsumowując: nietypowym elementem procesu projektowego i budowlanego w przypadku stosowania naturalnych materiałów może być konieczność przygotowania indywidualnej dokumentacji technicznej na podstawie artykułu 10. Ustawy o wyrobach budowlanych. W niektórych przypadkach może też pojawić się potrzeba potwierdzenia cech dopuszczanego w ten sposób wyrobu.

Sama procedura pozwolenia na budowę czy zgłoszenia dla obiektów, w których zastosowano naturalne materiały, powinna przebiegać standardowo.

4. Bariery formalno-prawne w stosowaniu naturalnych materiałów (w tym drewna) ze szczególnym uwzględnieniem przepisów przeciwpożarowych.

4.1 Identyfikacja barier

Zarówno analiza przepisów jak i przeprowadzone rozmowy z projektantami wyraźnie wskazują, że obowiązujące przepisy dotyczące bezpieczeństwa przeciwpożarowego stanowią główną barierę formalno-prawną dla szerszego stosowania naturalnych materiałów w budownictwie. Ograniczenia dotyczą przede wszystkim materiałów pochodzenia roślinnego, w tym także drewna (wyrobów/elementów klasyfikowanych jako palne). Dodatkowe wątpliwości mogą dotyczyć wyrobów "nietypowych", w tym tych dopuszczonych do jednostkowego zastosowania

- zwłaszcza w przypadku braku danych jednoznacznie je klasyfikujących. Ten ostatni aspekt próbowaliśmy przezwyciężyć w ramach projektu, zlecając serię badań w akredytowanych laboratoriach (patrz cz.II).

Głównymi przeszkodami dla stosowania materiałów naturalnych w budownictwie, są wymagania dotyczące palności i rozprzestrzeniania ognia. Polskie przepisy w tym zakresie są bardzo restrykcyjne na tle innych krajów Unii, w których budownictwo drewniane cieszy się większą popularnością. Projektowania nie ułatwia też fakt, że zapisy prawa są zawile, często aktualizowane i odmiennie interpretowane w różnych urzędach. Poniżej przedstawiamy wybór przepisów, istotnie wpływających na możliwość stosowania rozwiązań budownictwa naturalnego.

Należy przy tym podkreślić, że przed zastosowaniem w projekcie budynku naturalnych materiałów, konieczne jest szczegółowe przeanalizowanie konkretnego przypadku. Żeby ułatwić taką analizę, trzeba na początek zebrać podstawowe informacje, które pomogą zweryfikować, czy w ogóle taka opcja jest do rozważenia. Lista zagadnień do sprawdzenia obejmuje co najmniej: powierzchnię zabudowy, powierzchnię wewnętrzną, kubaturę, grupę wysokości, liczbę kondygnacji, kategorię zagrożenia ludzi, liczbę osób pracujących/przebywających w obiekcie, przewidywaną gęstość obciążenia ogniowego, ocenę zagrożenia wybuchem, klasę odporności pożarowej, określenie czy poszczególne elementy budynku są NRO, ilość stref pożarowych, usytuowanie obiektu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym odległości od budynków sąsiednich, lasu oraz warunki ewakuacji.

Oczywiście, w uzasadnionych przypadkach istnieje też możliwość zastosowania rozwiązań zamiennych, zgodnie z § 9.1. ustawy Prawo Budowlane (tzw. odstępstwa od przepisów), do wykorzystywania w szczególnie uzasadnionych

⁶ cyt. M. Jagielak, *Straw bale, czyli architektura z kostek słomy w Polsce*, rozprawa doktorska [plik .pdf], promotor: prof. dr hab. inż. arch. Jacek Gyurkovich, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, Kraków 2023 [praca w wersji elektronicznej dostępna: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/47080>], s.156-157

przypadkach. Jednak jest to rozwiązanie niedoskonałe, stosowane w wyjątkowych sytuacjach, nie stanowi więc przedmiotu poniższej analizy.

4.2 Przegląd podstawowych aktów prawnych

Bezpieczeństwo pożarowe jest, co w pełni zrozumiałe, jednym z najważniejszych wymogów, jakie muszą spełnić obiekty budowlane. W Polsce głównymi przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa pożarowego, które projektant obiektów budowlanych musi znać i stosować są:

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (w dalszej części REPiR (UE) NR 305/2011),
- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (w dalszej części WT)
- Normy, na które ustawodawca się powołuje w WT w szczególności PN-EN 13501-1
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane. (w dalszej części PB)
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r o ochronie pożarowej.

a) Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011

W załączniku 1 REPiR (UE) NR 305/2011, w punkcie 2, określono podstawowe wymagania dotyczące obiektów budowlanych:

“2. Bezpieczeństwo pożarowe

Obiekty budowlane muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby w przypadku wybuchu pożaru:

- a) nośność konstrukcji została zachowana przez określony czas;*
- b) powstawanie i rozprzestrzenianie się ognia i dymu w obiektach budowlanych było ograniczone;*
- c) rozprzestrzenianie się ognia na sąsiednie*

obiekty budowlane było ograniczone;

d) osoby znajdujące się wewnątrz mogły opuścić obiekt budowlany lub być uratowane w inny sposób;

e) uwzględnione było bezpieczeństwo ekip ratowniczych.”

Rozporządzenie Unii Europejskiej nie określa wspólnego standardu bezpieczeństwa pożarowego, ani szczegółowych wytycznych. Poszczególne kraje mają na to odrębne przepisy, jednakowe natomiast są wszystkie budowlane klasyfikacje ogniowe. Elementy, wyroby lub materiały zbadane zgodnie z normami europejskimi uzyskują klasyfikację, która jest uniwersalna i obowiązująca, czytelna w całej Unii. Każdy kraj UE może nałożyć dodatkowe wymagania - na przykład w Polsce istnieje obowiązek badania w oparciu o polską normę, w celu określenia stopnia rozprzestrzeniania ognia od zewnątrz dla ścian zewnętrznych.

b) Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych

Szczegółowe wymagania obowiązujące w Polsce dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynku zapisane są w WT, w dziale “Bezpieczeństwo pożarowe”. Zawierają m. in. wytyczne dotyczące usytuowania obiektów, podziału na strefy, rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych, klas odporności pożarowej, klas odporności ogniowej i klasy reakcji na ogień.

Żeby uporządkować terminy, poniżej przedstawiono i opisano w skrócie klasyfikacje ogniowe na podstawie WT i przywołanych w nich norm.

Tab.1 Klasyfikacje ogniowe

Klasyfikacje wg. WT	Stopień rozprzestrzeniania ognia	Odporność ogniowa	Reakcja na Ogień	Odporność pożarowa budynków
Jakich elementów budynku dotyczy	Elementy powierzchniowe - ściany, stropy, dachy. Instalacje.	Konstrukcja nośna, konstrukcja dachu, ściana zewnętrzna, przekrycia dachu	Wyroby/materiały budowlane	Budynki lub ich części
Główne paragrafy WT	WT § 208a	WT § 216	Zał. 3 WT.	WT. § 212
Oznaczenia	NRO, SRO, SIRO	R, E, I	Klasy A1, A2, B, C, D, E, F. Klasy uzupełniające s i d (nie dot. Wyrobów posadzkowych)	A, B, C, D, E
Określa:	Stopień i możliwość rozprzestrzeniania ognia	Nośność, szczelność i izolacyjność ogniową elementów	czy i jak szybko się pali, jak przyczynia się rozwoju ognia, kl uzupełniające: s – jak dużo dymu d – czy powstają płonące krople/cząsteczki	Wymaganą klasę odporności pożarowej dla budynku lub ich części
Metoda przyporządkowywania:	Od wewnątrz: klasa reakcji na ogień wg WT zał 3 p.1 PN-EN 13501-1 od zewnątrz: rozprzestrzenianie ognia wg PN-B-02867	Elementy budynku odpowiednio do jego klasy odporności pożarowej powinny spełniać z zastrzeżeniem paragrafu 13 oraz 37 ust. 9 co najmniej wymagania określone w tabeli § 216 WT	PN-EN 13501-1:2019-02	WT. § 212

4.3 Klasyfikacje ogniowe a zastosowanie naturalnych materiałów

Na potrzeby Raportu przeanalizowano, które zapisy ograniczają, a czasem uniemożliwiają stosowanie naturalnych materiałów w budownictwie, w oparciu o podział na klasyfikacje pożarowe.

a) Reakcja na ogień

WT narzucają w określonych przypadkach (§232) stosowanie wyrobów niepalnych, czyli

A1, A2-s1, d0; A2-s2, d0 i A2-s3, d0. Drewno konstrukcyjne jest materiałem klasy D, odpowiednio zaimpregnowane - klasy B. Izolacja z konoplitu, jak potwierdziły badania, może osiągnąć klasę B (patrz: raport z badań - CZ. II pkt. 2.3, wnioski - CZ. III pkt 2.2), izolacja z prasowanej słomy klasę E (patrz: raport z badań - CZ.II pkt. 2.1, wnioski - CZ. III pkt 2.1). Wśród naturalnych materiałów do niepalnych mogą zaliczać się głównie tynki, płyty, bloczki na bazie surowców mineralnych np. tynki gliniane i wapienne - na

podstawie dokumentów zgodności z odpowiednią normą.

Zapisy §232 WT wykluczają więc możliwość zastosowania elementów drewnianych (i innych pochodzenia roślinnego w tym słomy i konoplitu) w konstrukcji ścian i stropów oddzielenia pożarowego, jak i schodów i pochylni klatek schodowych ewakuacyjnych oraz jako materiałów elewacyjnych do stosowania w pasach międzykondygnacyjnych.

Jako wniosek, można przyjąć, że w budynku o więcej niż jednej strefie pożarowej, ewentualne użycie materiałów pochodzenia roślinnego można rozważyć, jedynie w częściach innych, niż wymienione wyżej. Przegrody oddzielenia pożarowego będą musiały być zaprojektowane z materiałów niepalnych (np. beton, ceramika, wełna skalna).

Zapisy dotyczące palności (WT § 216), mają również swoje konsekwencje w braku możliwości stosowania drewna i innych materiałów pochodzenia roślinnego do wykonania elewacji a także izolacji ze słomy czy konoplitu na wysokości powyżej 25 m.

Nie intuicyjnym i, jak wynika z obserwacji, często ignorowanym przepisem, jest wymaganie §219 WT, że poddasze użytkowe przeznaczone na cele mieszkalne lub biurowe powinno być oddzielone od palnej konstrukcji i palnego przekrycia dachu przegrodami o klasie odporności ogniowej: w budynku niskim – EI 30, w budynku średniowysokim i wysokim – EI 60.

Zapis dotyczy budynków ZL III, ZL IV i ZL V - czyli również domów jednorodzinnych. W związku z tym, że na rynku nie ma technologii,

która umożliwiłaby zabezpieczenie drewna do klasy niepalności, w wymienionych budynkach elementy konstrukcji dachu m.in. jętki, kleszcze, słupy powinny być zabudowywane np. z użyciem systemów suchej zabudowy z płyt gipsowo-kartonowych.

b) Klasa odporności ogniowej

Wymogi projektowania przegród o określonej klasie odporności ogniowej dotyczą wielu rodzajów budynków i wynikają m.in. z klasy odporności pożarowej budynku (§ 216 WT), a także z bardziej szczegółowych zapisów dla różnych rodzajów przegród wewnętrznych i ścian (§ 217) etc.

W §225 WT określono też wymagania dotyczące elementów okładzin elewacyjnych, powiązane z klasą odporności ogniowej całej przegrody. Elementy elewacji powinny być tak zamontowane do konstrukcji budynku, aby niemożliwe było ich odpadanie w przypadku pożaru, a w czasie krótszym niż wynikający wymaganej klasy odporności ogniowej dla ściany zewnętrznej. Zapis ten w praktyce wyklucza standardowe możliwości stosowania okładziny elewacyjnej montowanej na łątach drewnianych.

c) Rozprzestrzenianie ognia

Nierozprzestrzenianie ognia przez elementy budynku: główną konstrukcję nośną, konstrukcję dachu, strop, ścianę zewnętrzną, ścianę wewnętrzną, przekrycie dachu, jest wymagane dla większości budynków. Wyjątek stanowią te wymienione w punkcie 2 § 216 WT:

“2. Elementy budynku, o których mowa w ust. 1, powinny być nierozprzestrzeniające ognia, przy czym dopuszcza się zastosowanie słabo rozprzestrzeniających ogień:

1) elementów budynku o jednej kondygnacji nadziemnej ZL IV oraz PM, o maksymalnej gęstości obciążenia ogniowego strefy pożarowej do 500 MJ/m²;

2) ścian wewnętrznych i zewnętrznych oraz elementów konstrukcji dachu i jego przekrycia w budynku PM niskim o maksymalnej gęstości

obciążenia ogniowego strefy pożarowej do 1000 MJ/m²;

3) ścian zewnętrznych w budynku niskim ZL IV.”

Nawet w przypadkach gdy nie jest to bezwzględnie narzucone przez przepisy, zastosowanie ścian nierozprzestrzeniających ognia daje możliwość projektowania budynków w minimalnych wymaganych odległościach od innych budynków. Na przykład dla budynków ZL, IN i PM 1000<Q=<4000, odległość od granicy działki może wynosić minimalnie 4m dla ściany z oknem i 3m bez okna. Budynki ze ścianami NRO mogą być oddalone od ścian NRO budynków na sąsiednich działkach o 8m. Ściana NRO może być oddalona od granicy lasu o 12m.

Możliwość potwierdzenia, że dany element budynku jest nierozprzestrzeniający ognia (NRO) ma więc kluczowe znaczenie w projektowaniu budynków - zarówno użyteczności publicznej, jak i mieszkalnych, jak i nawet - w pewnym zakresie - najprostszycy obiektów, jak domy jednorodzinne czy zabudowa zagrodowa.

Odpowiedź na pytanie, czy przegroda zewnętrzna rozprzestrzenia ognie, jest m.in. decydująca w zakresie wymaganych odległości budynku od innych obiektów i od granicy działki (WT § 271).

Warunki techniczne w załączniku 3 określają, które wyroby budowlane, lub elementy budynku składające się z wyrobów, odpowiadają klasie NRO. Punkt 2 załącznika umożliwia przyporządkowanie określenia NRO na podstawie klas reakcji na ogień.

Co istotne, przy literalnym odczytaniu, wymagania wynikające z tych zapisów dotyczą wszystkich wyrobów wchodzących w skład przegrody, nie tylko tych stanowiących warstwę

bezpośrednio narażone na ogień.

Z punktu widzenia stosowania naturalnych materiałów najistotniejsze jest, że wg zał. 3 WT za NRO można uznać elementy wykonane z wyrobów o klasie reakcji na ogień co najmniej B - wymóg, który może spełnić np. konoplitek, czy drewno zaimpregnowane przeciwpożarowo w odpowiedni sposób. Za NRO można też uznać elementy stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień co najmniej B, w którym (jeśli jest elementem warstwowym) warstwa izolacyjna ma klasę reakcji na ogień co najmniej E. W badaniach wykazano, że izolację z prasowanej słomy może cechować właśnie klasa E (patrz: raport z badań - OZ. II pkt. 2.1, wnioski - OZ. III pkt 2.1), przy czym należy zauważyć, że w świetle zapisów zał. 3. WT dla uznania elementu, czyli np. ściany straw bale za NRO w zakresie oddziaływania ognia od wewnątrz budynku, konieczne jest potraktowanie ściany jako wyrobu.

Istotnym wyzwaniem jest brak jednoznacznej podstawy w przepisach, które umożliwiałyby np. stosowanie nieimpregnowanej konstrukcji drewnianej (klasa reakcji na ogień D) w sytuacji, gdy zabezpieczona jest np. przez warstwy płyt i/lub tynku. Sposób, w jaki skonstruowane są zapisy załącznika 3 jest niejasny, a jego literalne odczytanie oznaczałoby znaczne ograniczenia dla budownictwa drewnianego w jakiegokolwiek odmianie, w tym dla powszechnie znanych i dobrze zbadanych przegród o konstrukcji szkieletowej drewnianej zabezpieczonej płytami. Dlatego racjonalną drogą dla projektantów wydaje się indywidualne konsultowanie każdego przypadku z rzeczoznawcami przeciwpożarowymi.

Szczególnym przypadkiem są jednak ściany zewnętrzne, które są rozpatrywane w zakresie oddziaływania ognia od strony zewnętrznej według normy PN-B 02867:2013-06 a od strony wewnętrznej wg zał. 3 WT i PN-EN 13501-1.

Zapis ten oznacza konieczność przeprowadzenia badania w zakresie oddziaływania ognia od zewnątrz - w oparciu o polską normę. Wymóg może być zaskakujący, ponieważ oznacza, że systemy/wyroby budowlane dopuszczone do obrotu w innym kraju UE mogą mimo wszystko wymagać dodatkowego testu ogniowego i klasyfikacji w tym zakresie w Polsce. To ogólne spostrzeżenie może też mieć przełożenie na ewentualne stosowanie do budowy ścian zewnętrznych wyrobów z naturalnych materiałów sprowadzanych spoza Polski.

W ramach projektu wykonano dwa badania w zakresie stopnia rozprzestrzeniania ognia przy oddziaływaniu ognia na ściany od strony zewnętrznej (patrz: raporty z badań - CZ.II pkt. 3, wnioski - CZ. III pkt 3). W roku 2017 ściana straw bale z tynkiem wapiennym była też testowana w tym zakresie na zlecenie OSBN i osiągnęła klasyfikację NRO. Archiwalna dokumentacja może zostać udostępniona przez zleciodawcę na życzenie.

4.4. Podsumowanie

Powyższa analiza pokazuje, że przepisy dotyczące bezpieczeństwa pożarowego stanowią wyzwanie w zakresie stosowania materiałów naturalnych ze względu na to, że wiele z tych materiałów klasyfikowanych jest jako palne. Dotyczy to przede wszystkim wyrobów pochodzenia roślinnego.

Zakres stosowania słomy (klasa reakcji na ogień E), konopli (klasa B) i konstrukcji drewnianych (klasa D) jest w Polsce częściowo ograniczony przez przepisy pożarowe. Dotychczas w technologii straw bale czy hempcrete projektowano w naszym kraju głównie budynki mieszkalne jednorodzinne, gospodarcze, zagrodowe i rekreacji indywidualnej. Na podstawie analizy przepisów wydaje się możliwe i prawdopodobne także projektowanie niskich budynków użyteczności publicznej i wielorodzinnych do 5 kondygnacji naziemnych, zwłaszcza w przypadkach, gdy obiekty ograniczają się do jednej strefy

pożarowej. Mieszanie technologii ze „standardowymi”, czyli np. wykonanie ścian oddzielenia pożarowego z materiałów niepalnych lub stosowanie systemów płytowań i wykończeń o dobrze udokumentowanych cechach, może pozwolić na dalsze poszerzenie zakresu zastosowań naturalnych materiałów. Mamy nadzieję, że przyczynią się do tego również wyniki badań zrealizowanych w ramach niniejszego projektu.

Zestawienie głównych zapisów WT, na podstawie których wysunięto powyższe wnioski:

Dotyczy:	REAKCJA NA OGIEŃ
WT	<p>§232.</p> <p>1. Ściany i stropy stanowiące elementy oddzielenia przeciwpożarowego powinny być wykonane z materiałów <u>niepalnych</u>, a występujące w nich otwory – obudowane przedsiónkami przeciwpożarowymi lub zamykane za pomocą drzwi przeciwpożarowych bądź innego zamknięcia przeciwpożarowego.</p> <p>3. Przedsiónek przeciwpożarowy powinien mieć wymiary rzutu poziomego nie mniejsze niż 1,4 x 1,4 m, ściany i strop, a także osłony lub obudowy przewodów i kabli elektrycznych z wyjątkiem wykorzystywanych w przedsióнку oraz z wyjątkiem zespołów kablowych, o których mowa w § 187 ust. 3 – o klasie odporności ogniowej co najmniej E I 60 wykonane z materiałów niepalnych oraz powinien być zamykany drzwiami i wentylowany co najmniej grawitacyjnie, z zastrzeżeniem § 246 ust. 2 i 34</p> <p>§ 235.</p> <p>1. Ścianę oddzielenia przeciwpożarowego należy wznosić na własnym fundamencie lub na stropie, opartym na konstrukcji nośnej o klasie odporności ogniowej nie niższej od odporności ogniowej tej ściany.</p> <p>2. Ścianę oddzielenia przeciwpożarowego należy wysunąć na co najmniej 0,3 m poza lico ściany zewnętrznej budynku lub na całej wysokości ściany zewnętrznej zastosować pionowy pas z materiału niepalnego o szerokości co najmniej 2 m i klasie odporności ogniowej E I 60.</p> <p>3. W budynku z przekryciem dachu rozprzestrzeniającym ogień ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy wyprowadzić ponad pokrycie dachu na wysokość co najmniej 0,3 m lub zastosować wzdłuż ściany pas z materiału <u>niepalnego</u> o szerokości co najmniej 1 m i klasie odporności ogniowej E I 60, bezpośrednio pod pokryciem; przekrycie na tej szerokości powinno być nierozprzestrzeniające ognia.</p> <p>§ 249 ust. 3. Biegi i spoczniki schodów oraz pochylnie służące do ewakuacji powinny być wykonane z materiałów niepalnych i mieć klasę odporności ogniowej co najmniej:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) w budynkach o klasie odporności pożarowej A, B i C – R 60, 2) w budynkach o klasie odporności pożarowej D i E – R 30.
Dotyczy:	REAKCJA NA OGIEŃ ELEWACJI
WT	<p>§ 216</p> <p>8. W budynku, na wysokości powyżej 25 m od poziomu terenu, okładzina elewacyjna i jej zamocowanie mechaniczne, a także izolacja cieplna ściany zewnętrznej, powinny być wykonane z materiałów niepalnych.</p>
Dotyczy:	KLASA ODPORNIOŚCI OGNIOWEJ A MOCOWANIE ELEWACJI
WT	<p>§ 225. Elementy okładzin elewacyjnych powinny być mocowane do konstrukcji budynku w sposób uniemożliwiający ich odpadanie w przypadku pożaru w czasie krótszym niż wynikający z wymaganej klasy odporności ogniowej dla ściany zewnętrznej, określonej w § 216 ust. 1, odpowiednio do klasy odporności pożarowej budynku, w którym są one zamocowane.</p>

Dotyczy:	ROZPRZESTRZENIANIE OGNIA
	Rozprzestrzenianie ognia ścian zewnętrznych jest rozpatrywane dla działania ognia z zewnątrz i wewnątrz.
WT	<p>§ 208a. 1. Określeniom użytym w rozporządzeniu: niepalny, niezapalny, trudno zapalny, łatwo zapalny, niekapiący, samogasnący, intensywnie dymiący odpowiadają klasy reakcji na ogień zgodnie z załącznikiem nr 3 do rozporządzenia.</p> <p>2. Elementy budynku określone w rozporządzeniu jako nierozprzestrzeniające ognia, słabo rozprzestrzeniające ogień lub silnie rozprzestrzeniające ogień powinny spełniać, z zastrzeżeniem ust. 3, wymagania zgodnie z załącznikiem nr 3 do rozporządzenia.</p> <p>3. W przypadku ścian zewnętrznych budynku, w tym z ociepleniem i okładziną zewnętrzną lub tylko z okładziną zewnętrzną, przez elementy budynku:</p> <p>1) nierozprzestrzeniające ognia – rozumie się elementy budynku nierozprzestrzeniające ognia zarówno przy działaniu ognia wewnątrz, jak i od zewnątrz budynku,</p> <p>2) słabo rozprzestrzeniające ogień – rozumie się elementy budynku, które z jednej strony są słabo rozprzestrzeniające ogień, natomiast przy działaniu ognia z drugiej strony są słabo rozprzestrzeniające ogień lub nierozprzestrzeniające ognia,</p> <p>3) silnie rozprzestrzeniające ogień – rozumie się elementy budynku, które przy działaniu ognia z jednej strony sklasyfikowane są jako silnie rozprzestrzeniające ogień, niezależnie od klasyfikacji uzyskanej przy działaniu ognia z drugiej strony.</p>
WT	<p>Załącznik 3</p> <p>Rozprzestrzenianie ognia przez elementy <u>budynku</u> z wyłączeniem ścian zewnętrznych przy działaniu ognia z zewnątrz budynku</p> <p>2.1. Nierozprzestrzeniającym ognia elementom budynku odpowiadają elementy:</p> <p>– wykonane z wyrobów klasy reakcji na ogień, zgodnie z Polską Normą PN-EN 13501-1: A1; A2-s1, d0 A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; Bs-2, d0 oraz Bs-3, d0;</p> <p>– stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień, zgodnie z Polską Normą PN-EN 13501-1: A1; A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0; B-s1, d0; B-s2, d0 oraz B-s3, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E.</p> <p>2.2. Słabo rozprzestrzeniającym ogień elementom budynku odpowiadają elementy: – wykonane z wyrobów klasy reakcji na ogień, zgodnie z Polską Normą PN-EN 13501-1: C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0 oraz D-s1, d0; – stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień, zgodnie z Polską Normą PN-EN 13501-1: C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0 oraz D-s1, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E</p>
Dotyczy:	KONSTRUKCJA DACHU I JEJ ZABEZPIECZENIE
WT	<p>§ 219. 1. Przekrycie dachu o powierzchni większej niż 1000 m² powinno być nierozprzestrzeniające ognia, a palna izolacja cieplna przekrycia powinna być oddzielona od wnętrza budynku przegrodą o klasie odporności ogniowej nie niższej niż R E 15.</p> <p>2. W budynkach ZL III, ZL IV i ZL V poddasze użytkowe przeznaczone na cele mieszkalne lub biurowe powinno być oddzielone od palnej konstrukcji i palnego przekrycia dachu przegrodami o klasie odporności ogniowej: 1) w budynku niskim – E I 30; 2) w budynku średniowysokim i wysokim – E I 60</p>



Opis przeprowadzonych badań

W marcu i kwietniu 2024 w certyfikowanych ośrodkach badawczych poddano badaniom próbki reprezentujące wyroby izolacyjne i fragmenty ścian w technologiach straw bale i hempcrete. Przeprowadzono badania pod względem odporności ogniowej, klasy reakcji na ogień i stopnia rozprzestrzeniania ognia. Dokładny przebieg badań opisany jest w załączonych raportach, w formie tekstu przedstawiamy jedynie skrót najważniejszych informacji oraz informacje pochodzące z obserwacji/doświadczenia związanego z organizacją badań i produkcji próbek.

Odporność ogniowa

Badanie i klasyfikacja dotyczyły odporności ogniowej nośnych ścian z izolacją z prasowanej słomy (straw bale).

- Przygotowanie próbek

Próbki przygotowano i dostarczono do laboratorium w całości, w formie prefabrykatów o konstrukcji drewnianej, wypełnionych sprasowaną słomą o gęstości ok. 100 kg/m³. Próbki były od strony wnętrza wykończone płytami glinianymi (gr. 1,6 cm) i tynkiem glinianym (gr. 0,5 cm), a od zewnątrz płytami izolacyjnymi na bazie lignocelulozy (gr. 6 cm). Wybrany do testów układ warstw ściany oraz jej grubość (40 cm warstwa słomy) odpowiadają rozwiązaniom stosowanym w Polsce przez kilka firm produkujących prefabrykaty, a także są bardzo zbliżone do rozwiązań straw bale wykonywanych in-situ z użyciem tzw. konstrukcji dwugałęziowej. Słoma prasowana była wbudowywana w warsztacie produkcyjnym w formie kostek, poddanych dalszej kompresji w prefabrykowanym elemencie. Testowano próbki o szerokości 300 i wysokości 370 cm, których transport wymagał zastosowania samochodu o ponadstandardowej wysokości naczepy.

- Przebieg badań

Ze względu na asymetryczny układ warstw ściany, czyli zastosowanie innych warstw po stronie wnętrza i zewnątrz, konieczne było przeprowadzenie dwóch badań. Warto zwrócić uwagę, że w przypadku badania z oddziaływaniem ognia od strony zewnętrznej ściany do osiągnięcia progu 120 minut zabrakło bardzo niewiele - utrata izolacyjności ogniowej nastąpiła po 119 minucie badania.

Ściana uzyskała klasyfikację REI 90 oraz REI 90 (o→i) - dla oddziaływania ognia z zewnątrz i REI 120 (i→o) - dla oddziaływania ognia od środka budynku.

Klasa reakcji na ogień

Badania dotyczyły klasy reakcji na ogień izolacji z prasowanej słomy (straw bale) oraz konoplitu (hempcrete).

a) Izolacja z prasowanej słomy (straw bale)

Izolację z prasowanej słomy poddano badaniu zapalności małym płomieniem, w celu uzyskania potwierdzenia klasy reakcji na ogień E.

- Przygotowanie próbek

Ze względu na brak możliwości przygotowania izolacji ze słomy jako zwartej „cegietki” o wymiarach 4x9x25cm podjęto decyzję o badaniu materiału w koszyku z siatki, tak jak materiały zasypowe i inne w formie luźnej.

W związku z powyższym, wstępnie odważone próbki luźnej słomy zostały przesłane do laboratorium, gdzie poddano je sezonowaniu, ważeniu zgodnie z procedurami. Bezpośrednio przed badaniem odważona słoma była ręcznie upychana w koszyku do badań materiałów sypkich w celu uzyskania odpowiedniej gęstości. Badana słoma pochodziła z kostek słomy, z magazynu producenta prefabrykatów drewniano-słomianych.

- Przebieg badań

W czasie badania lekko się tliła w miejscu przyłożenia płomienia, ogień jednak nie rozprzestrzenił się, spełnione zostały kryteria. Próbki prasowanej słomy zostały sklasyfikowane w klasie E reakcji na ogień.

b) Izolacja z konoplitu (hempcrete)

Konoplit poddano badaniu zapalności małym płomieniem, oraz badaniu SBI - Single Burning Item (pojedynczy płonący przedmiot) w celu uzyskania potwierdzenia klasy reakcji na ogień B.

- Przygotowanie próbek

Próbki do badania zapalności małym płomieniem zostały przygotowane jako niewielkie „cegietki” z konoplitu, wysezonowane i przesłane do laboratorium.

Próbki do badania SBI zostały wykonane przez producenta w szalunkach na planie litery L, czyli jako pojedyncze elementy reprezentujące narożnik dwóch ścian. Narożniki wykonano z konoplitu, bez stosowania konstrukcji drewnianej. Po konsultacji z laboratorium, próbki zostały jednak przecięte przez producenta na dwa prostopadłościennie bloki. Było to podyktowane możliwościami technicznymi transportowania i ważenia próbek w laboratorium. W związku z tym, narożniki ścian podczas badania były zestawiane na stanowisku badawczym z dwóch bloków i dociskane do siebie.

- Przebieg badań

W obydwu rodzajach badań próbki hempcrete spełniły warunki klasyfikacji do klasy reakcji na ogień B. W badaniu SBI jedna z próbek osiągnęła wyraźnie mniej korzystny wynik niż pozostałe, co najprawdopodobniej wynikało z tego, że podczas zestawiania próbek w formę narożnika pozostawiono niedomkniętą szczelinę na styku dwóch elementów.

Próbki konoplitu zostały sklasyfikowane w klasie B s1, d0 reakcji na ogień.

Stopień rozprzestrzeniania ognia (NRO)

Badania dotyczyły stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne przy oddziaływaniu ognia od strony zewnętrznej i dotyczyły ścian z wypełnieniem z prasowanej słomy (straw bale) z elewacją drewnianą oraz tynkowanych ścian z konoplitu (hempcrete).

a) Ściany z izolacją z prasowanej słomy (straw bale) z elewacją drewnianą wentylowaną

- Przygotowanie próbek

Próbki ścian zostały przygotowane przez producenta w warsztacie i przywiezione do laboratorium w całości.

Celem badania było przede wszystkim sprawdzenie zachowania elewacji z desek ze szczeliną wentylacyjną, wraz warstwą płyt z lignocelulozy, zamontowanych na ścianie straw bale. Prefabrykowana konstrukcja drewniana i izolacja z prasowanej słomy miały w tym przypadku 20 cm grubości, gdyż uznano, że w tym badaniu grubość izolacji nie ma istotnego znaczenia. Zasadniczo jednak próbki odwzorowują rozwiązanie zgodne z tym, które badano w teście REI. Elewację drewnianą wykonano z desek opalanych (dla efektu wizualnego i wstępnego zabezpieczenia) i impregnowanych środkiem przeciwpożarowym.

- Przebieg badania

W czasie badania w początkowej fazie ogień oddziaływał na elewację drewnianą od frontu, a zaimpregnowane deski przejawiały stabilne zachowanie, nie rozprzestrzeniając ognia po powierzchni elewacji. Około 13 minuty ogień przedostał się do przestrzeni wentylacyjnej poprzez szczelinę powstałą pomiędzy nadpalonymi deskami. Następnie szybko rozprzestrzenił się w szczelinie wentylacyjnej i zaczął być widoczny ponad górną krawędzią elewacji, co spowodowało zakończenie testu z wynikiem negatywnym. W trakcie badania ogień był rozprzestrzeniany przez warstwy elewacji (głównie ruszt wsporczy elewacji z desek oraz płyty z lignocelulozy), nie zaobserwowano zapalenia słomy i konstrukcji drewnianej.

Próbki ścian z izolacją z kostek słomy, z elewacją drewnianą wentylowaną i płytami z lignocelulozy, zostały sklasyfikowane jako SIRO (silnie rozprzestrzeniające ogień) w zakresie oddziaływania ognia od strony zewnętrznej budynku.

b) Ściany z izolacją z konoplitu

- Przygotowanie próbek

Próbki ścian zostały przygotowane przez producenta w warsztacie i przewiezione do laboratorium w całości, z wykonaną i wysezonowaną warstwą tynku. Prefabrykowana konstrukcja drewniana została wykonana ze słupów o przekroju 5x10cm, a warstwa izolacji z konoplitu miały w tym przypadku 15 cm grubości, gdyż uznano, że w tym badaniu grubość izolacji nie ma istotnego znaczenia, ponieważ test dotyczy głównie warstwy wykończeniowej po stronie zewnętrznej i ściany – jako podkładu pod nią.

- Przebieg badania

W czasie badania próbki zachowały się stabilnie, nie rozprzestrzeniając ognia. W miejscu najsilniejszego oddziaływania ognia wystąpiło uszkodzenie tynku oraz tlenie materiału izolacyjnego.

Próbki ścian z izolacją z konoplitu, otynkowanej tynkiem wapiennym, zostały sklasyfikowane jako NRO (nie rozprzestrzeniające ognia) w zakresie oddziaływania ognia od strony zewnętrznej budynku.

Badania ciepłno-wilgotnościowe

W ramach badań, wykonano analizy ciepłno-wilgotnościowe ścian z naturalnych materiałów, w tym przede wszystkim stosowanych w praktyce rozwiązań opartych o izolację z prasowanej słomy lub konoplitu.

Analizy wykonano z użyciem niemieckiego oprogramowania U-Bakus.

Wyniki przeprowadzonych badań obrazują poniższe raporty.



**Badanie
odporności
ogniowej REI
ściany nośnej
Straw Bale**

KLASYFIKACJA W ZAKRESIE ODPORNOŚCI OGNIOWEJ

ZGODNIE Z EN 13501-2:2023

Zamawiający:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego al. Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
Opracowana przez:	Instytut Techniki Budowlanej ul. Filtrowa 1 00-611 Warszawa
Nazwa wyrobu:	Ściana nośna Straw Bale
Raport klasyfikacyjny nr:	00892.C1/24/Z00NZP
Wydanie numer:	1
Data wydania:	2024-04-18

Niniejszy dokument został wydany wyłącznie w formie elektronicznej, z kwalifikowanymi podpisami elektronicznymi osób odpowiedzialnych. Wydruk niniejszego dokumentu nie jest oryginalnym dokumentem.

Niniejszy raport klasyfikacyjny składa się z 4 stron i może być używany lub powielany wyłącznie w całości.

1. Wprowadzenie

W niniejszym raporcie klasyfikacyjnym określono klasyfikację w zakresie odporności ogniowej nadaną elementowi: ściana nośna Straw Bale, zgodnie z procedurami podanymi w EN 13501-2:2023.

2. Szczegóły klasyfikowanego elementu

2.1. Postanowienia ogólne

Element – ściana nośna Straw Bale został zdefiniowany jako ściana nośna pełniąca funkcję oddzielającą w przypadku pożaru.

2.2. Opis

Element – ściana nośna Straw Bale, jest dokładnie opisany w raportach z badań podanych w 3.1. Zwraca się uwagę, że niniejszy raport klasyfikacyjny dotyczy ścian wykonanych wyłącznie z materiałów użytych w badaniach i nie obejmuje materiałów zamiennych.

3. Raporty z badań/raporty z rozszerzonego zastosowania i wyniki badań wykorzystane do klasyfikacji

3.1. Raporty z badań/raporty z rozszerzonego zastosowania

Nazwa laboratorium	Nazwa zleceniodawcy	Numer referencyjny raportu	Metoda badania i data / normy rozszerzonego zakresu zastosowania i daty
Laboratorium Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej ul. Przemysłowa 2 26-670 Pionki	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego al. Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa	LZP01-00892/24/Z00NZP	PN-EN 1365-1:2013-04 +AC:2013-06E +Ap1:2019-11
		LZP02-00892/24/Z00NZP	PN-EN 1365-1:2013-04 +AC:2013-06E +Ap1:2019-11

3.2. Wyniki badań

Metoda badania, numer i data	Parametr	Wyniki
PN-EN 1365-1:2013-04 +AC:2013-06E +Ap1:2019-11	kierunek oddziaływania ognia	od zewnątrz – od strony płyt lignocelulozowych
	zastosowane obciążenie	32 kN/m; 9,6 kN/słup
LZP01-00892/24/Z00NZP Data badania: 2024-03-05	nośność ogniowa	129 minut bez utraty
	szczelność ogniowa	129 minut bez utraty
	izolacyjność ogniowa	119 minut

Metoda badania, numer i data	Parametr	Wyniki
PN-EN 1365-1:2013-04 +AC:2013-06E +Ap1:2019-11	kierunek oddziaływania ognia	od wewnątrz – od strony tynku glinianego
	zastosowane obciążenie	32 kN/m; 9,6 kN/słup
LZP02-00892/24/Z00NZP	nośność ogniowa	132 minut bez utraty
Data badania: 2024-03-07	szczelność ogniowa	128 minut
	izolacyjność ogniowa	128 minut

4. Klasyfikacja i zakres zastosowania

4.1. Powołanie klasyfikacji

Klasyfikację opracowano zgodnie EN 13501-2:2023, Rozdział 7.

4.2. Klasyfikacja

Element – ściana nośna Straw Bale, sklasyfikowano w klasie odporności ogniowej:

REI 90, REI 90 (o→i), REI 120 (i→o)

4.3. Zakres zastosowania

Zgodnie z PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11, klasyfikacja obejmuje podobne konstrukcje, w których wprowadzona została jedna lub więcej z podanych poniżej zmian, a konstrukcja nadal spełnia wymagania odpowiednich norm projektowych pod względem sztywności i stateczności.

Zmiana	Zakres zastosowania
Zmniejszenie wysokości ściany:	≤ 3700 mm.
Zwiększenie grubości ściany:	≥ 481 mm.
Zwiększenie grubości materiałów składowych:	<ul style="list-style-type: none"> • płyty gliniane: ≥ 1,6 cm, • tynk gliniany: ≥ 0,5 cm, • płyty lignocelulozowe: ≥ 6 cm, • słoma (wypełnienie): ≥ 40 cm, • słupy drewniane: ≥ 95×90 mm.
Zmniejszenie wymiarów liniowych płyt lub paneli, ale nie grubości:	<ul style="list-style-type: none"> • płyty gliniane: ≤ 77,8 × 62,5 cm, • płyty lignocelulozowe: ≤ 2222 × 600 mm.
Zmniejszenie rozstawu słupków:	wymiary pojedynczego panelu z 4 słupkami: ≤ 40 × 72,2 cm.
Zmniejszenie odległości punktów zamocowania:	<ul style="list-style-type: none"> • płyty gliniane: wkręty co ≤ 15 cm, • płyty lignocelulozowe: zszywki co ≤ 10 cm.
Zwiększenie liczby złączy poziomych:	dopuszczalne.
Zmniejszenie obciążenia:	≤ 32 kN/m ściany i ≤ 9,6 kN/słup o wymiarach 90×95 mm.
Zwiększenie szerokości:	≥ 3000 mm.

Inne zmiany nie są dozwolone.

5. Ograniczenia

Niniejszy dokument klasyfikacyjny nie stanowi aprobaty, ani certyfikatu wyrobu.

PODPISAŁ

KIEROWNIK PRACOWNI
Odporności Ogniowej Elementów
Konstrukcyjnych i Zabezpieczeń Ogniochronnych

Piotr Turkowski; ITB	Piotr Turkowski; ITB 2024.04.18 08:58:51 +02'00'
---------------------------------	--

dr inż. Piotr Turkowski

ZAAKCEPTOWAŁ

KIEROWNIK ZAKŁADU
BADAŃ OGNIOWYCH

 KIEROWNIK Zakład Badań Ognioowych dr inż. Bartłomiej Papis	Bartłomiej Papis; ITB 2024.04.18 12:37:23+02'00'
--	---

dr inż. Bartłomiej Papis

Warszawa, 2024-04-18

--- Koniec ---



Instytut Techniki Budowlanej

Zespół Laboratoriów Badawczych
akredytowany przez Polskie Centrum Akredytacji
certyfikat akredytacji nr AB 023

RAPORT Z BADAŃ
LZP01-00892/24/Z00NZP

Zamawiający:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego al. Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
Obiekt badania: (podany przez Zamawiającego)	Ściana nośna Straw Bale
Data wydania:	16 kwietnia 2024 r.

Laboratorium Badań Ogniwych (LZP)
fire@itb.pl

członek **egolf**

Instytut Techniki Budowlanej • 00-611 Warszawa • ul. Filtrowa 1 • tel. +48 22 825 04 71 • www.itb.pl • ci@itb.pl
KRS: 0000158785 • Regon: 000063650 • VAT: 525 000 93 58 • BDO: 000021645

Spis treści

1. Informacje dotyczące badań	3
2. Element próbny.....	3
2.1. Informacje dostarczone przez Zamawiającego	3
2.2. Informacje uzyskane podczas oględzin przez Laboratorium	3
2.2.1. Informacje ogólne	3
2.2.2. Przygotowanie i sezonowanie elementu próbnego.....	3
2.2.3. Liczba, wielkość i dobór elementów próbnych	4
2.2.4. Weryfikacja elementu próbnego	4
2.2.5. Zamocowanie elementu próbnego	5
3. Badanie odporności ogniowej.....	6
3.1. Metoda badawcza	6
3.1.1. Informacje ogólne	6
3.1.2. Warunki badania.....	7
3.1.3. Obciążenie.....	10
3.1.4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych.....	11
3.2. Wyniki	12
3.2.1. Czas trwania badania, temperatura i przemieszczenia.....	12
3.2.2. Obserwacje i dokumentacja fotograficzna	15
3.2.3. Kryteria odporności ogniowej.....	22
3.2.4. Zakres bezpośredniego zastosowania wyników badań (DIAP)	22
Załącznik A Dokumentacja techniczna Zamawiającego	23
Zastrzeżenia.....	42
Zespół badawczy	42

1. Informacje dotyczące badań

Data rozpoczęcia badań:	2024-03-05.
Data zakończenia badań:	2024-03-05.
Metoda badania:	PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.
Miejsce wykonania badań:	Laboratorium LZP, ul. Przemysłowa 2, 26-670 Pionki.

2. Element próbny

2.1. Informacje dostarczone przez Zamawiającego

Zamawiający dostarczył dokumentację elementu próbnego wraz obliczeniami obciążenia do badania. Dokumentację tą zawarto w całości w Załączniku A, przy czym typy materiałów i ich producenci zostali w utajnienie na żądanie Zamawiającego, który uzasadnił to warunkami dofinansowania. Laboratorium dysponuje pełną dokumentacją zawierającą pełny opis użytych materiałów, ich typ i nazwy producentów.

Data montażu elementu próbnego poza laboratorium: 2024-02-15.

2.2. Informacje uzyskane podczas oględzin przez Laboratorium

2.2.1. Informacje ogólne

Przyjęcie obiektu badań do laboratorium:

Data:	2024-02-23.
Protokół przyjęcia:	LZP01-00892/24/Z00NZP.

2.2.2. Przygotowanie i sezonowanie elementu próbnego

Przygotowanie elementu próbnego:

Data montażu elementu próbnego na stanowisku badawczym:	od 2024-03-04 do 2023-03-05.
--	------------------------------

Sezonowanie:

Okres:	od 2024-02-23 do 2024-03-05.
Warunki:	temperatura otoczenia od 13,3°C do 19,6°C, wilgotność względna otoczenia od 41% do 48%.

Stan obiektu badań:

Dostarczono próbkę w stanie i ilości odpowiedniej do wykonania badań, próbka została zamontowana na stanowisku badawczym w sposób umożliwiający wykonanie badania zgodnie z metodą badawczą.

2.2.3. Liczba, wielkość i dobór elementów próbnych

Liczba elementów próbnych:	jeden element próbny o niesymetrycznej konstrukcji.
Wielkość elementu próbnego:	wymiary konstrukcji w praktyce mogą być większe niż 3 m, w związku z czym badano próbkę o wymiarach nie mniejszych niż 3 m, zgodnie z Rozdziałem 6.1 PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.
Dobór elementów próbnych:	laboratorium nie uczestniczyło w doborze elementu.
Kierunek oddziaływania ognia:	od strony płyt lignocelulozowych, zgodnie z decyzją Zamawiającego.

2.2.4. Weryfikacja elementu próbnego

Przed badaniem oraz po badaniu przeprowadzono kontrolę zgodności danych (w możliwym zakresie) zawartych w dokumentacji dostarczonej przez Zleceniodawcę z dostarczonym elementem próbnym. Pomiary weryfikacyjne nie są objęte akredytacją.

Parametr:	Wartość zmierzona/zweryfikowana przez laboratorium:
Szerokość ściany:	3000 mm.
Wysokość ściany:	3700 mm.
Grubość ściany:	481 mm.
Rodzaj, liczba, wymiary i układ poszczególnych materiałów/warstw:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Rodzaj, liczba i rozmieszczenie łączników:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Wymiary elementów nośnych:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Gęstość płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	251,85 kg/m ³ .
Masa powierzchniowa płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	15,20 kg/m ²
Wilgotność płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	8,11%.
Gęstość maty z wełny drzewnej – oznaczenie C:	50,66 kg/m ³ .
Wilgotność maty z wełny drzewnej – oznaczenie C:	10,13%.
Masa powierzchniowa płyt glinianych – oznaczenie F:	26,97 kg/m ²
Wilgotność płyt glinianych – oznaczenie F:	0,84%.
Gęstość drewna słupów – oznaczenie A:	446,08 kg/m ³ .
Wilgotność drewna słupów – oznaczenie A:	11,25%.

Sposób określenia wilgotności:

$$W_s = \frac{m_m - m_s}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie: m_m – masa przed suszeniem, m_s – masa po suszeniu; temp. suszenia: 105°C.

Sposób wykonania elementu próbnego:

Element próbny wykonano w siedzibie Zamawiającego.

2.2.5. Zamocowanie elementu próbnego

Przyjęcie obiektu zamontowanego na stanowisku badawczym:

Obiekt zamontowany na stanowisku badawczym przez Laboratorium Badań Ogniwych ITB.

Warunki brzegowe:

Element próbny ustawiono swobodnie na dolnej belce stalowej ramy badawczej. Krawędzie pionowe pozostawiono jako swobodne. Szczeliny pomiędzy elementem próbnym, a ramą pieca wypełniono wełną ceramiczną o grubości 50 mm. Górną powierzchnię elementu próbnego obciążono belką systemu obciążania przez warstwę uszczelniającą z wełny ceramicznej grubości 25 mm.

Element zamontowano przy osiowym systemie przenoszenia obciążenia od góry na całej powierzchni górnej ściany z zablokowaną możliwością obrotu i przesuwu – patrz Rys. 1 d) PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.

Dokumentacja fotograficzna elementu na stanowisku badawczym przed badaniem:

Rys. 1 i 2.



Rys. 1. Element próbny przed badaniem – strona nienagrzewana



Rys. 2. Element próbny przed badaniem – strona nagrzewana

3. Badanie odporności ogniowej

3.1. Metoda badawcza

3.1.1. Informacje ogólne

Metoda:

PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.

Odstępstwa:

Brak.

Normy powołane w metodzie istotne dla badania:

PN-EN 1363-1:2020-07.

Zakres stosowania metody:

W niniejszym raporcie podano metodę konstrukcji, warunki badania i uzyskiwane wyniki, gdy określony element o opisanej konstrukcji, został zbadany zgodnie z procedurą przedstawioną w EN 1363-1, a tam, gdzie to właściwe, z EN 1363-2. Każda istotna zmiana w odniesieniu do wielkości, szczegółów konstrukcyjnych, obciążeń, naprężeń, warunków brzegowych lub warunków na końcach, inna niż dopuszczone przez zakres bezpośredniego zastosowania w szczególnej metodzie badania, nie jest objęta niniejszym raportem.

Z powodu charakteru badania odporności ogniowej i wynikającej stąd trudności w ilościowym określeniu niepewności pomiaru odporności ogniowej, nie jest możliwe określenie ustalonego poziomu dokładności wyników.

Uwagi dodatkowe:

Realizacja badania, warunki środowiskowe oraz dokładność stosowanych urządzeń pomiarowych były zgodne z wymaganiami metody.

Niepewności pomiarów wykonanych podczas badania mieszczą się w zakresach wymaganych przez odpowiednie normy badawcze.

3.1.2. Warunki badania

Początkowa temperatura w piecu: 19,5°C (19,5°C < 50°C. warunek spełniony).

Krzywa temperatura/czas warunków nagrzewania w piecu:

Uwaga: Wzrost temperatury w komorze pieca powyżej ograniczenia górnego wynika z naturalnego spalania palnych komponentów elementu próbnego.

Rys. 3, krzywa standardowa.

Liczba termometrów płytkowych: 9.

Tolerancje nagrzewania:

Uwaga: Odchylenie powyżej ograniczenia górnego wynika ze wzrostu temperatury w komorze pieca spowodowanego naturalnym spalaniem palnych komponentów elementu próbnego.

Rys. 4.

Ciśnienie nominalne: 20 Pa na górze elementu.

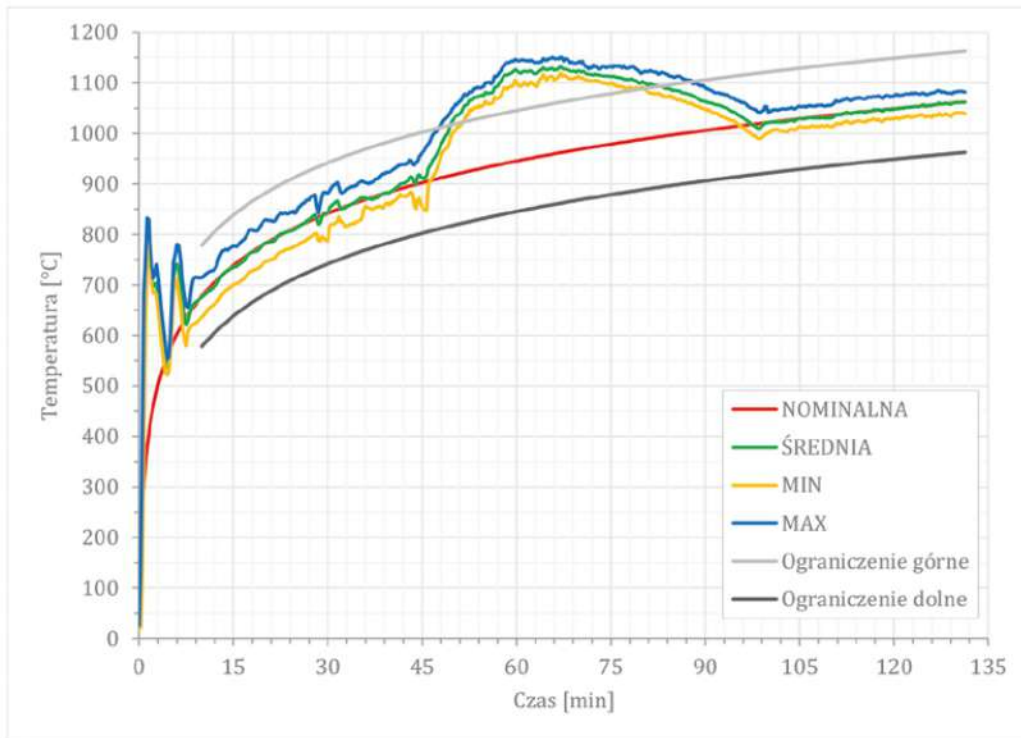
Ciśnienie w piecu (w trakcie badania): Rys. 5 i 8.

Początkowa temperatura powierzchni nienagrzewanej: 16,2°C

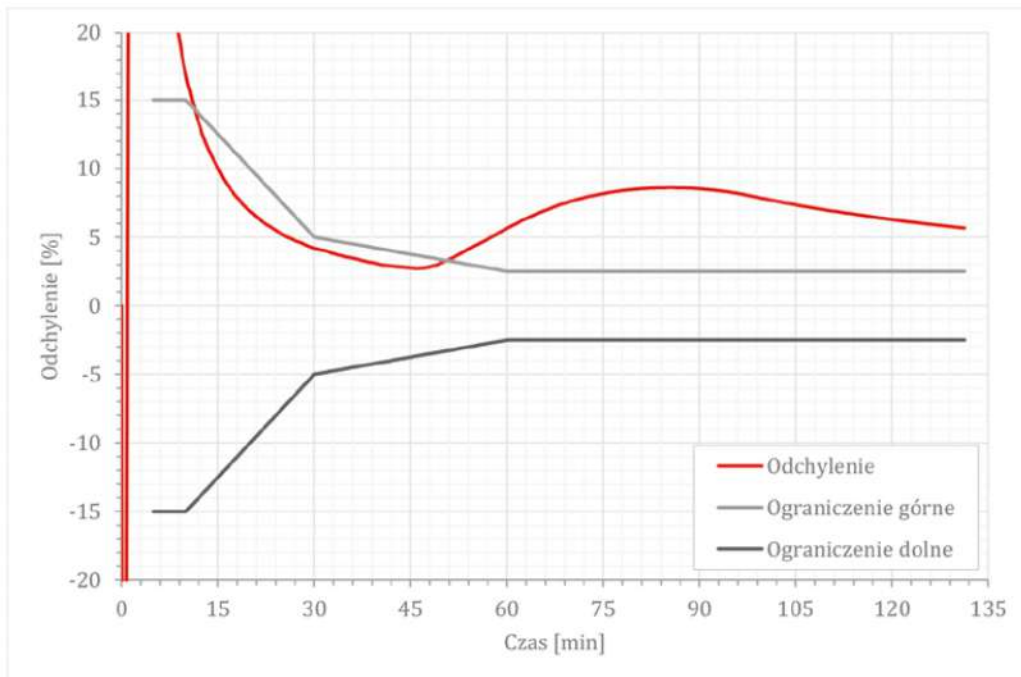
Temperatura otoczenia mierzona urządzeniem wg PN-EN 1363-1:2020-07: Rys. 6.

Rożmieszczenie punktów pomiaru temperatury i przemieszczeń, ze wskazaniem czujnika ciśnienia w piecu: Rys. 8.

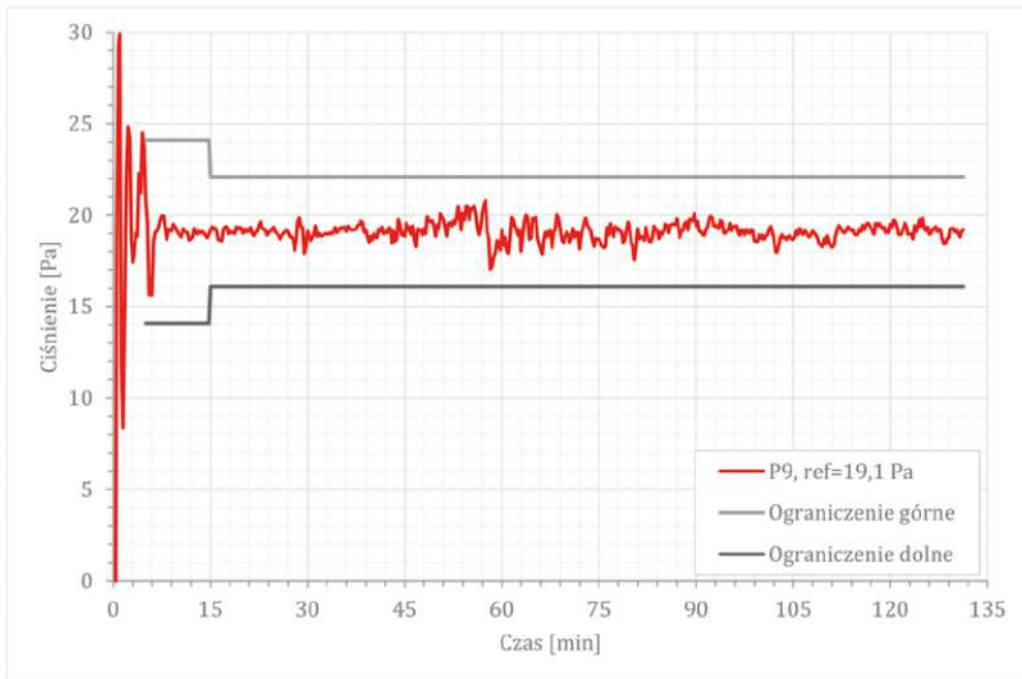
Zgodnie z zasadą podaną w Podrozdziale 5.7 normy PN-EN 1363-1:2020-07, dot. surowszego oddziaływania na element próbny, badanie uznaje się za ważne.



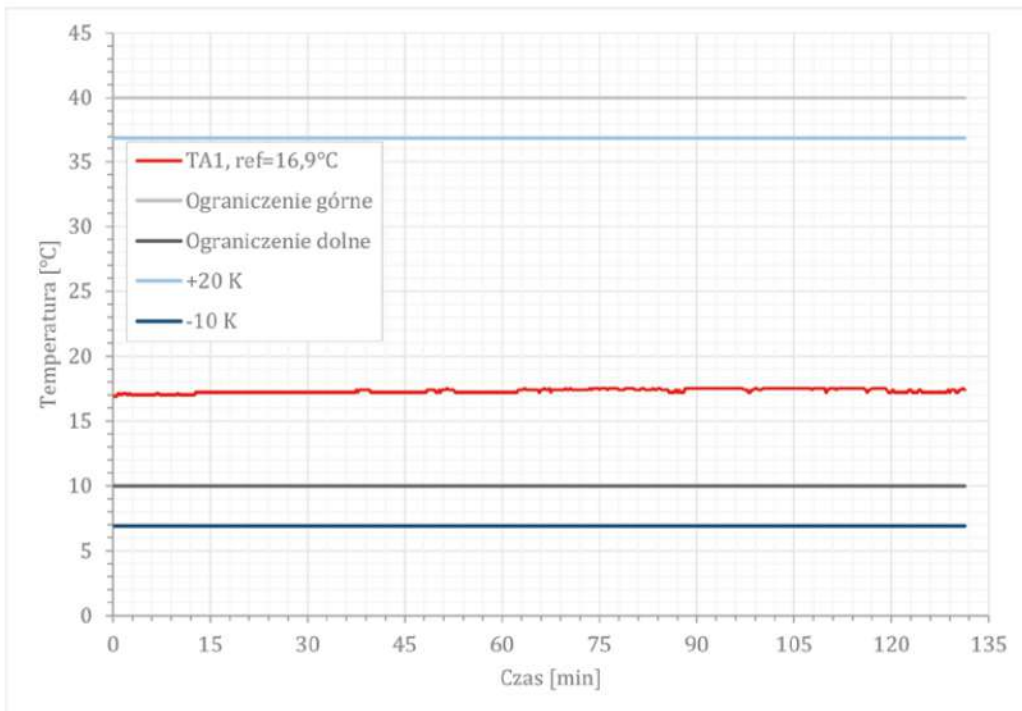
Rys. 3. Krzywa temperatura/czas warunków nagrzewania w piecu



Rys. 4. Tolerancje nagrzewania



Rys. 5. Warunki ciśnienia wewnątrz pieca



Rys. 6. Temperatura otoczenia w laboratorium

3.1.3. Obciążenie

Siła w badaniu:

Rys. 7.

Obliczenie obciążenia:

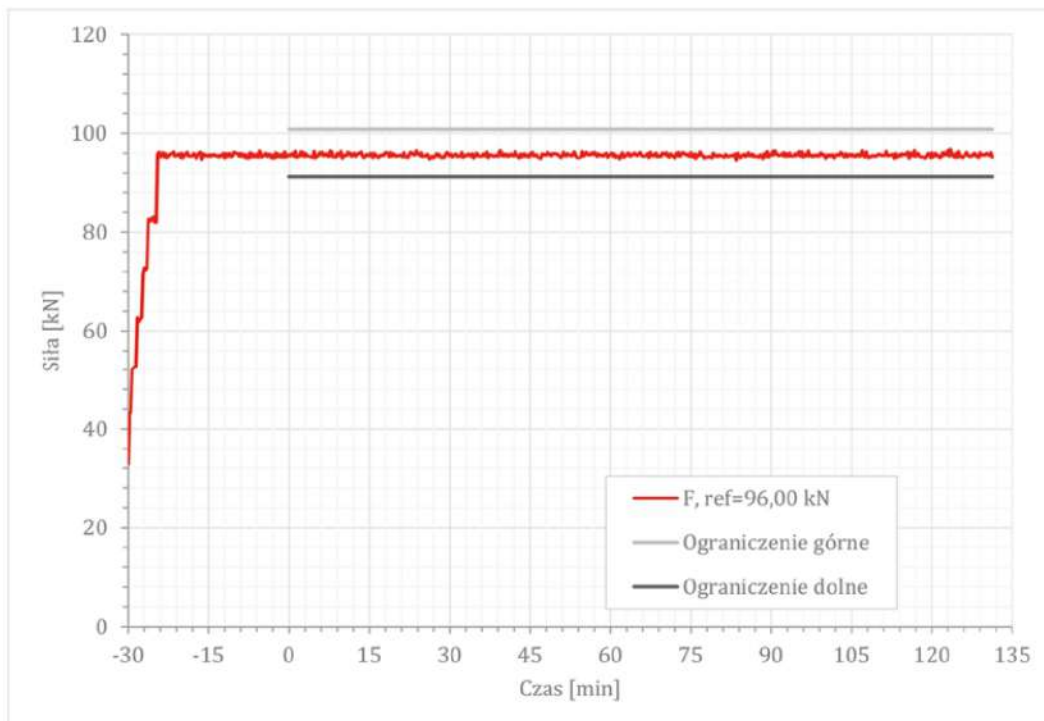
Wielkość obciążenia elementu próbnego podano w dokumentacji Zamawiającego (Załącznik A). Zgodnie z ww. opracowaniem siła w badaniu powinna wynosić 96,0 kN. Poniżej podano obliczenia siły wykonane przez laboratorium:

Siła od ciężaru belki rozkładającej obciążenie: 33,0 kN.

Siła do przyłożenia w badaniu: $F = 96,0$ kN.

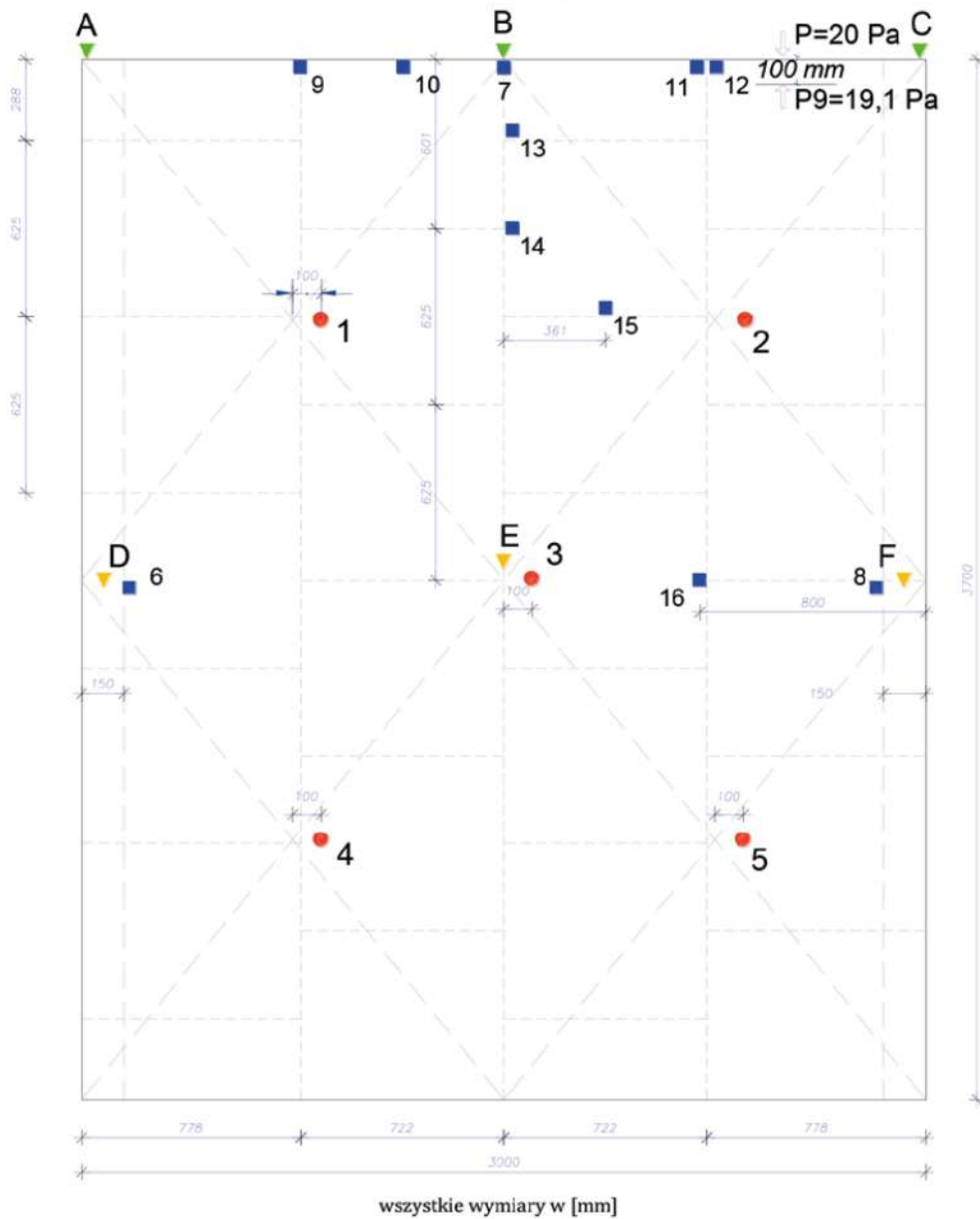
Siła z siłowników ($F_{act} = F - 33$ kN): $F_{act} = 63,0$ kN.

Obciążenie przyłożono osiowo do górnej powierzchni ściany poprzez belkę rozkładającą obciążenie równomiernie na wszystkie 10 słupów.



Rys. 7. Obciążenie elementu próbnego

3.1.4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych



● 1 - 5 termoelementy (TE) do pomiaru średniego i maksymalnego przyrostu temperatury
■ 6 - 16 termoelementy (TE) do pomiaru maksymalnego przyrostu temperatury
▼ A, B, C miejsca pomiaru skrócenia pionowego (czujniki linkowe)
▼ D, E, F miejsca pomiaru przemieszczenia poziomego (czujniki laserowe)

Rys. 8. Rozmieszczenie punktów pomiaru temperatury i przemieszczeń, ze wskazaniem punktu P9 pomiaru ciśnienia w piecu

3.2. Wyniki

3.2.1. Czas trwania badania, temperatura i przemieszczenia

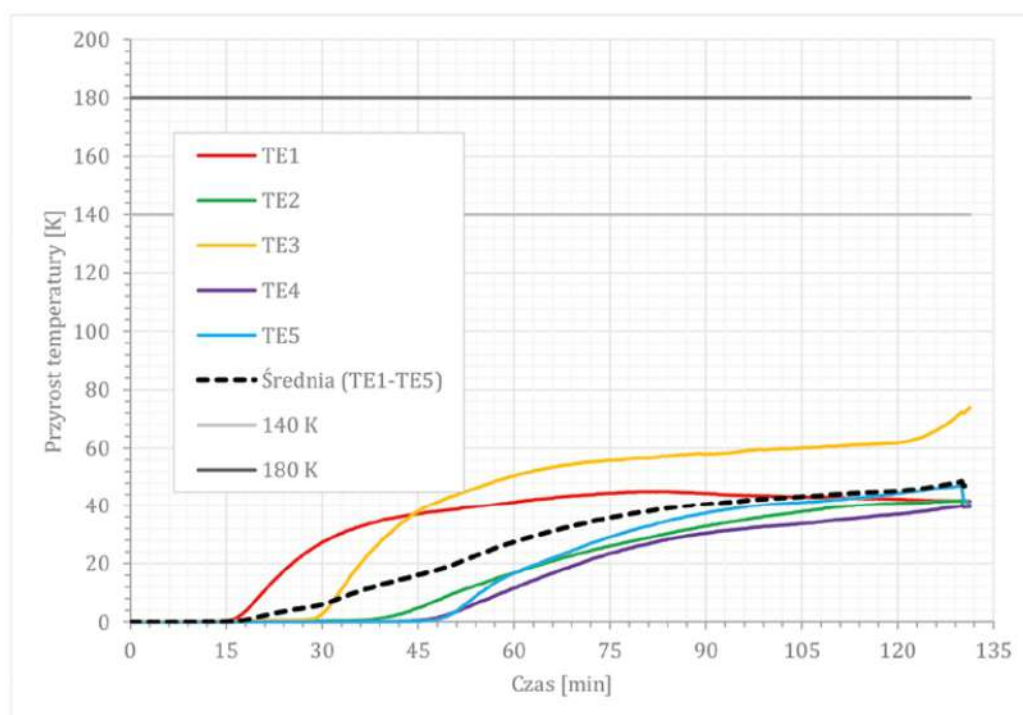
Czas trwania badania: 129 min 40 sek.

Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej: Rys. od 9 do 11.

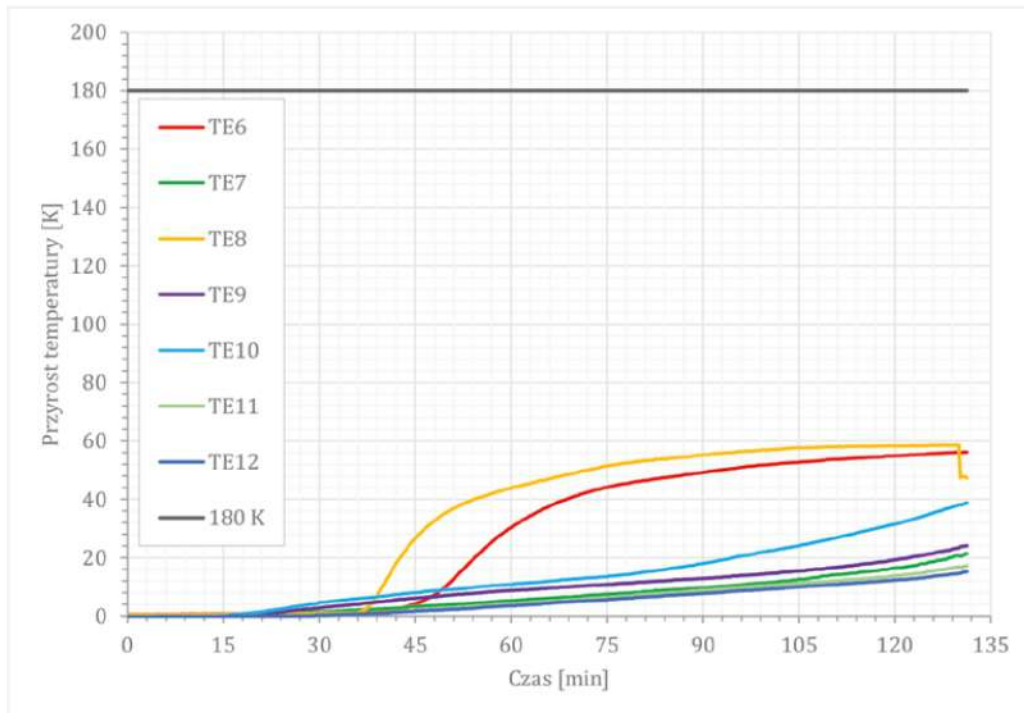
Przemieszczenie poziome: Rys. 12.

Skrócenie pionowe: Rys. 13.

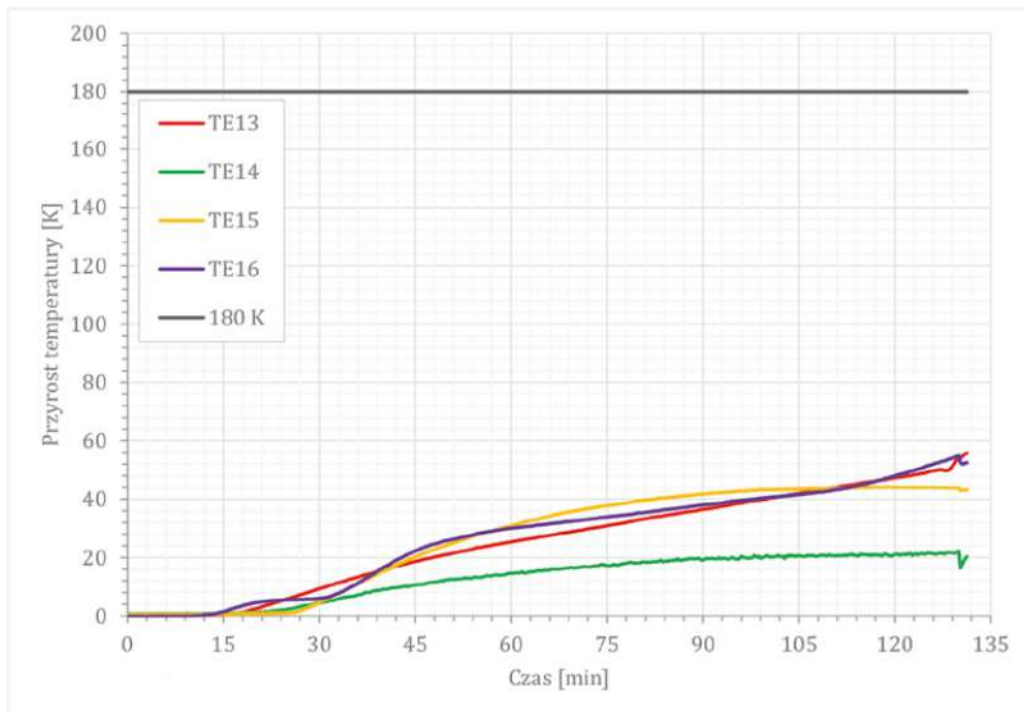
Szybkość narastania skrócenia pionowego: Rys. 14.



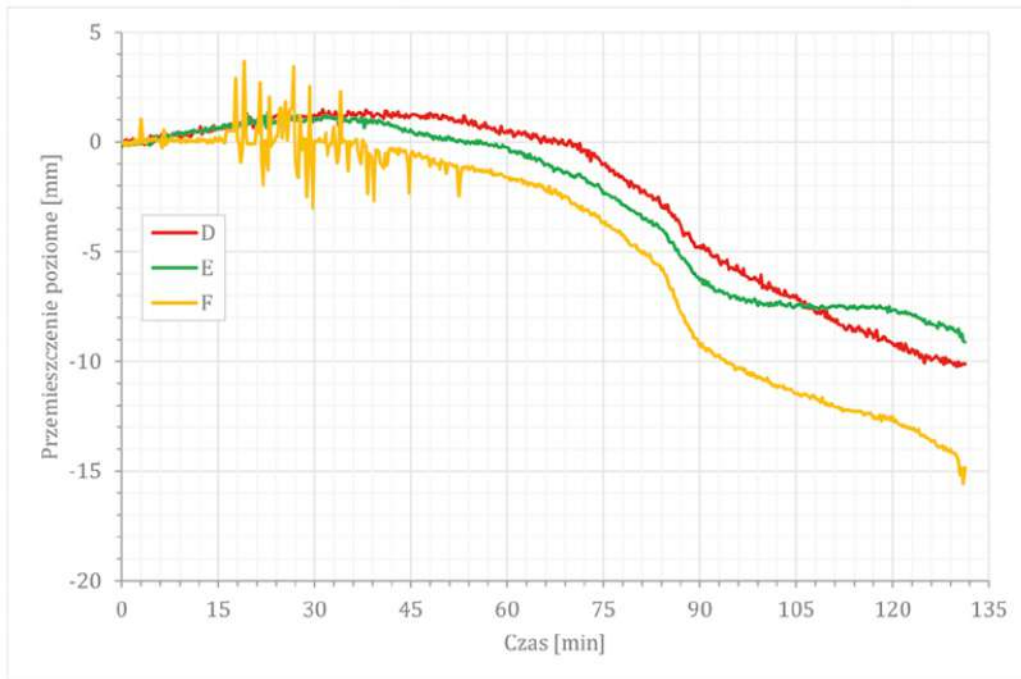
Rys. 9. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



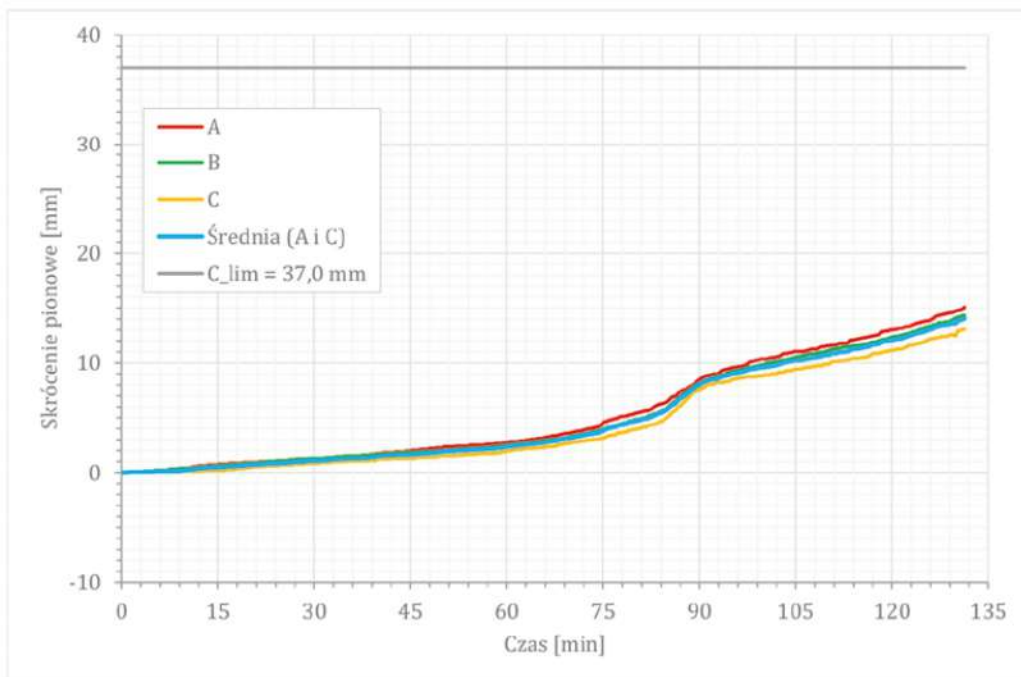
Rys. 10. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



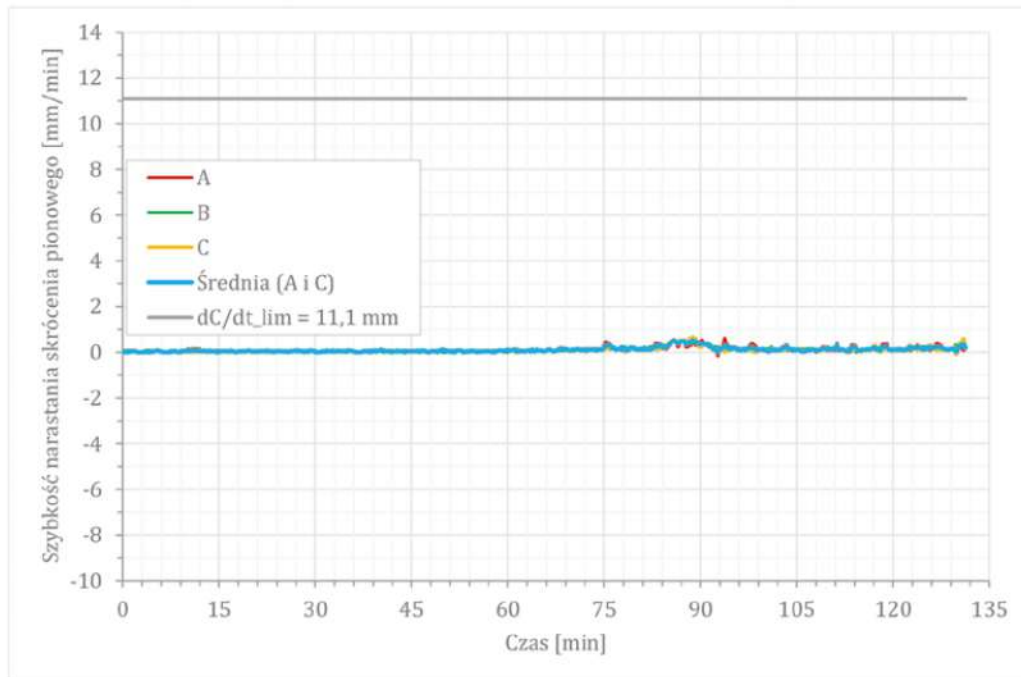
Rys. 11. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



Rys. 12. Przemieszczenie poziome elementu próbnego



Rys. 13. Skrócenie pionowe elementu próbnego



Rys. 14. Szybkość narastania skrócenia pionowego elementu próbnego

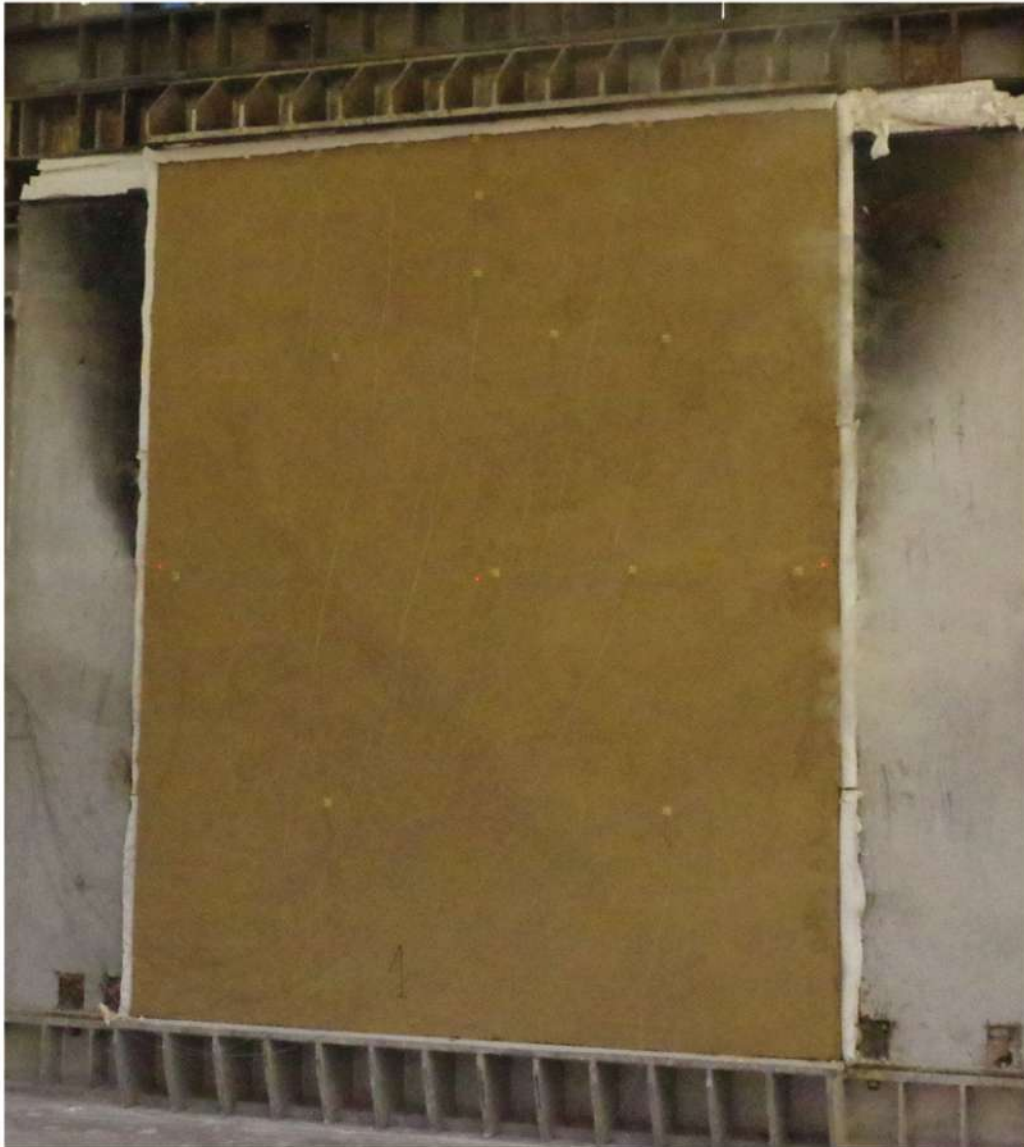
3.2.2. Obserwacje i dokumentacja fotograficzna

Dokumentacja fotograficzna elementu próbnego w trakcie i po badaniu: Rys. od 15 do 21.

Obserwacje:

Czas (t)	Typ	Zapis
-30' 00"	U	początek przykładania obciążenia,
-24' 00"	U	pełne obciążenie elementu próbnego,
0' 00"	U	początek nagrzewania – start badania,
119' 55"	U	pomiar temperatury termoelementem ruchomym w miejscu przebarwienia powyżej termoelementu TE3 i TE 16 (patrz Rys. 18) – odczyt 236°C,
123' 00"	U	widoczne przebarwienie powyżej termoelementu TE 13,
129' 40"	U	plomień przy prawej krawędzi swobodnej, zakończono badanie (powód: bezpieczeństwo personelu i ryzyko uszkodzenia wyposażenia).

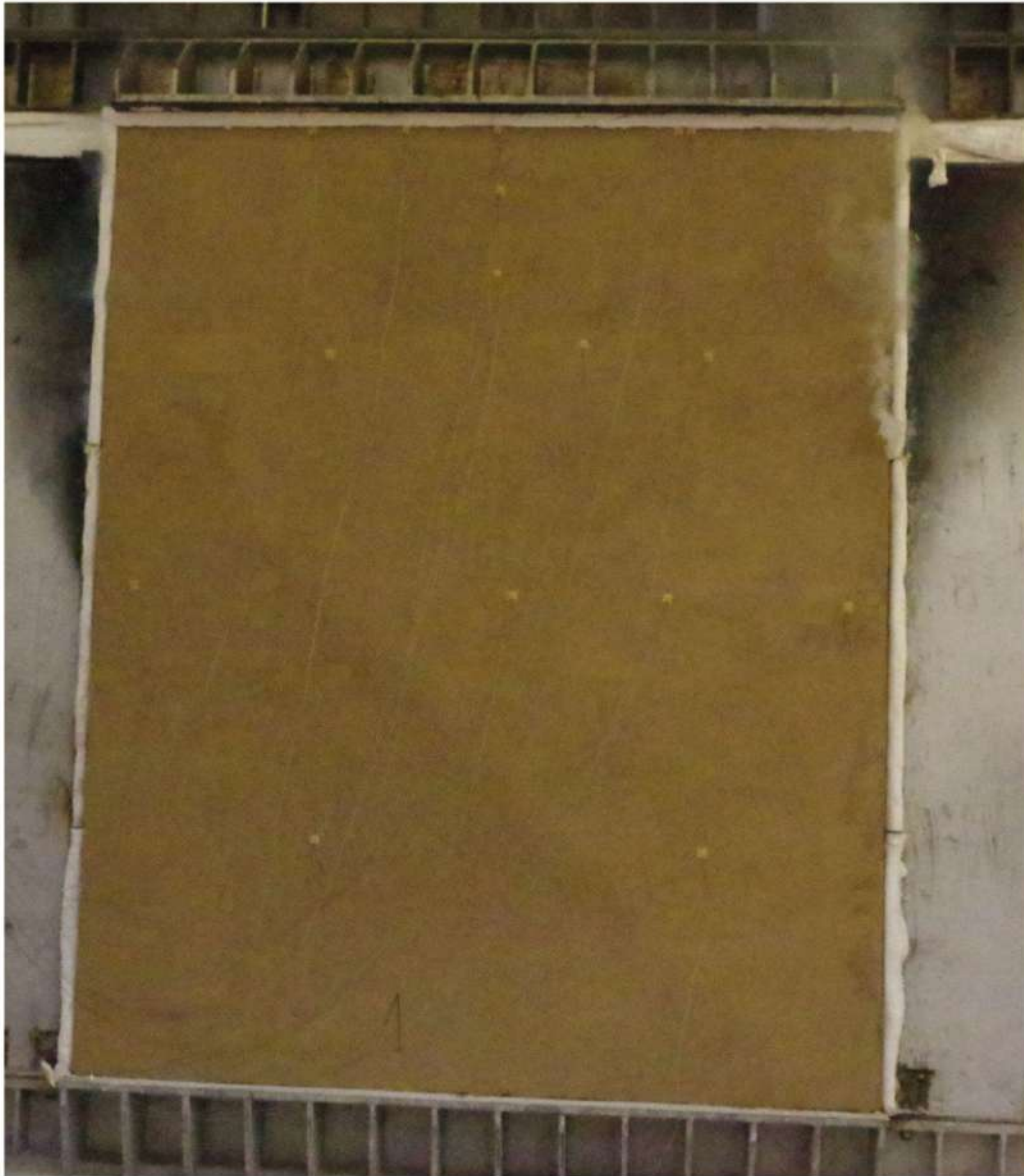
Uwaga: U – obserwacja od strony nienagrzewanej próbki, E – obserwacja od strony nagrzewanej próbki



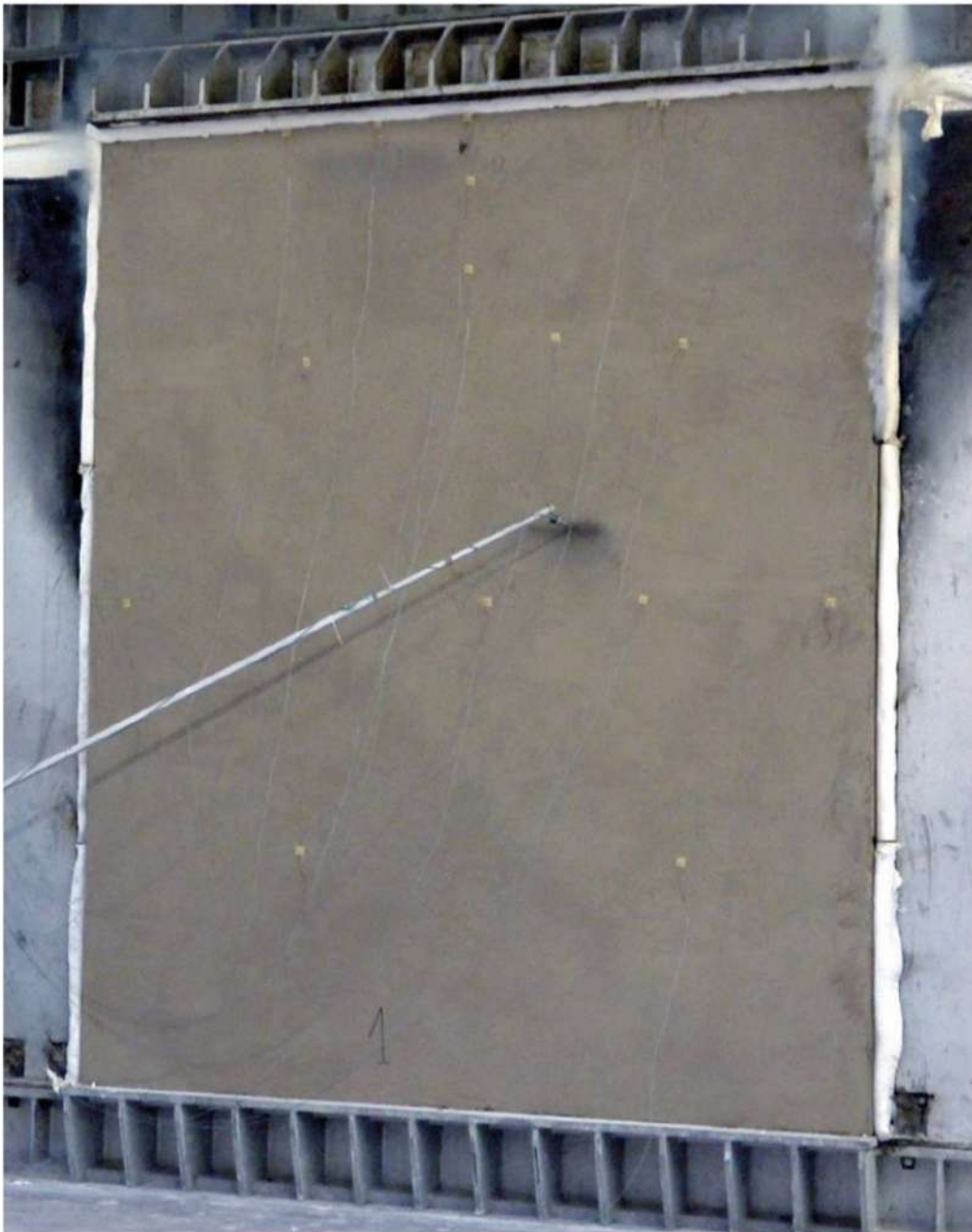
Rys. 15. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 30 \text{ min } 02 \text{ sek}$



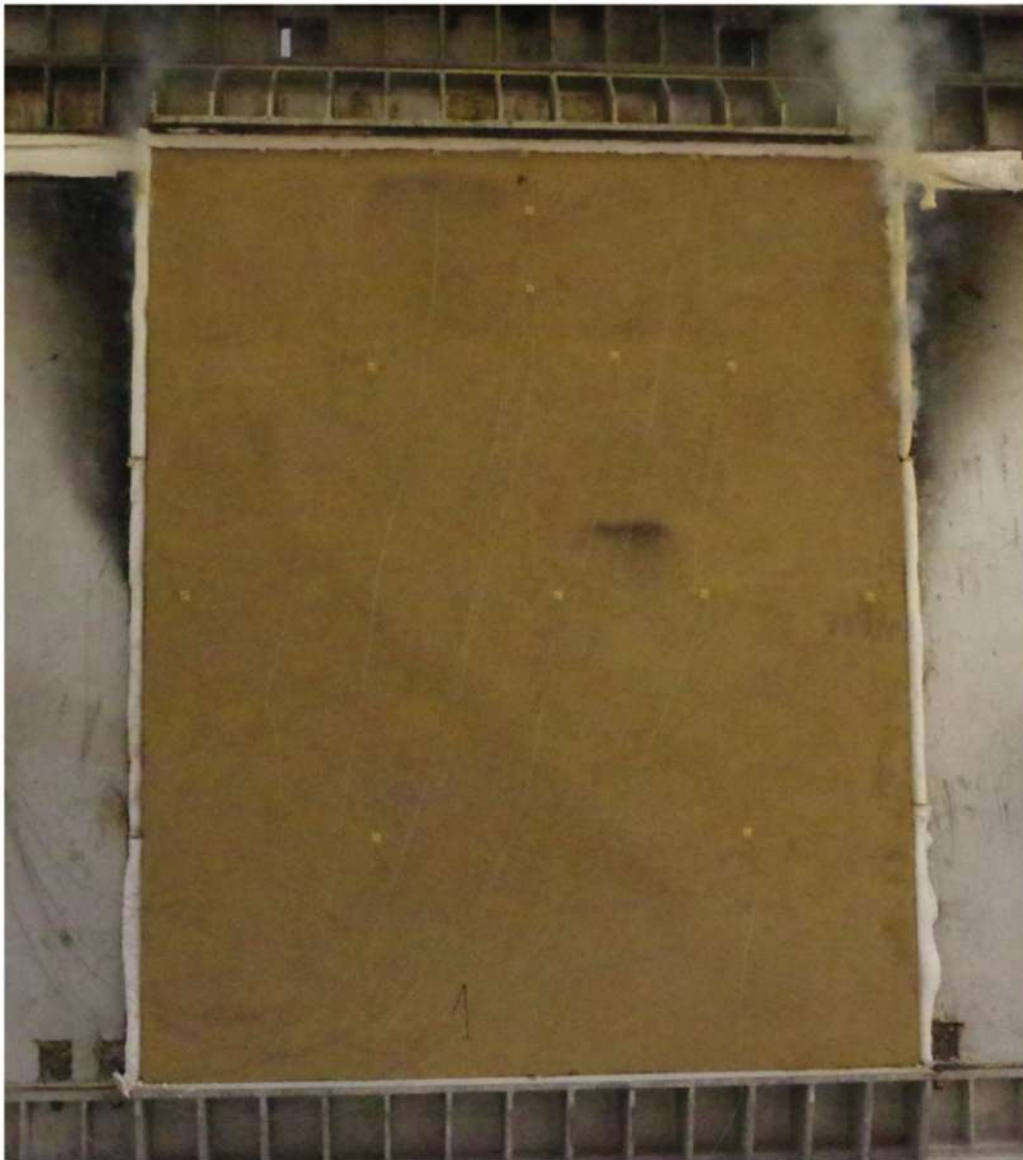
Rys. 16. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 60 \text{ min } 02 \text{ sek}$



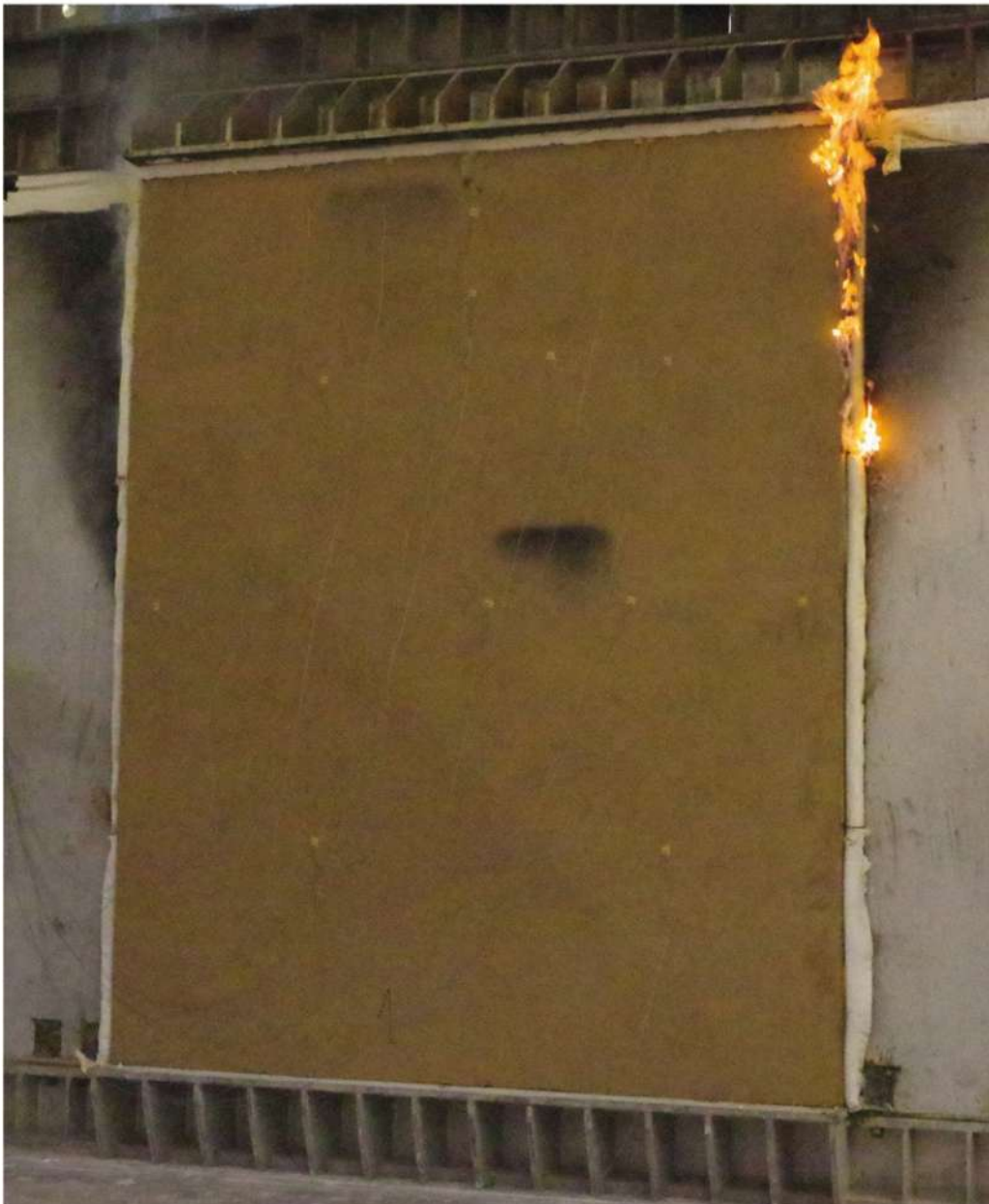
Rys. 17. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 90 \text{ min } 02 \text{ sek}$



Rys. 18. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 119 \text{ min } 55 \text{ sek}$



Rys. 19. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 120 \text{ min } 30 \text{ sek}$



Rys. 20. Element próbny w chwili zakończenia badania, strona nienagrzewana, $t = 129 \text{ min } 35 \text{ sek}$



Rys. 21. Element próbny po badaniu, strona nagrzewana

3.2.3. Kryteria odporności ogniowej

Wysokość elementu próbnego (h):	3700 mm.
Wartość graniczna skrócenia pionowego $C_{lim} = h/100 =$	37,0 mm.
Wartość szybkości narastania skrócenia pionowego $dC_{lim}/dt = 3h/1000 =$	11,1 mm/min.

Nośność ogniowa (R)	Czas	Miejsce
Skrócenie pionowe	129 minut bez utraty	–
Szybkość narastania skrócenia pionowego	129 minut bez utraty	–

Szczelność ogniowa (E)	Czas	Miejsce
Utrzymywanie się płomienia	129 minut bez utraty	–
Tampon bawełniany	129 minut bez utraty	–
Szczelinomierz 6 mm	129 minut bez utraty	–
Szczelinomierz 25 mm	129 minut bez utraty	–

Izolacyjność ogniowa (I)	Czas	Miejsce
Przyrost średniej temperatury (140 K)	129 minut bez utraty	–
Przyrost maksymalnej temperatury (180 K)	119 minut	Rys. 18

3.2.4. Zakres bezpośredniego zastosowania wyników badań (DIAP)

Zgodnie z PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11, Rozdział 13.

Załącznik A Dokumentacja techniczna Zamawiającego

Opis próbek: “Ściana Straw Bale”

I. Opis ogólny:

Przedmiot badania: prefabrykaty słomiane o konstrukcji drewnianej czyli ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 i LVL, łączonej na wkręty ciesielskie z wypełnieniem izolacją z prasowanej słomy o gęstości ok. 100kg/m³ (+/-15%), wraz z płytowaniem i tynkiem.

II. Wymiary próbek:

wysokość: 370cm, szerokość: 300cm, szerokość: 48,1cm,

III. Układu warstw zastosowany w próbce

(w kolejności od zewnątrz budynku do wewnątrz):

1. płyty poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 6cm, łączone na pióro wpust, mocowane zszywkami co ok. 10cm
2. konstrukcja drewniana wypełniona słomą gr. 40cm, drewno C24, główne wypełnienie izolacyjne ze słomy o gęstości ok. 100kg/m³ (+/-15%), uzupełniające wypełnienie pomiędzy słupkami konstrukcyjnymi w postaci maty izolacyjnej z włókien drzewnych
3. płyty gliniane gr. 1,6cm, mocowane wkrętami z podkładkami co ok. 15cm
4. tynk gliniany gr. ok. 0,5cm, zbrojony siatką.

IV. Materiały/wyroby użytych do wykonania próbek:

(nazwy handlowe wyrobów i ich producentów utajnione przez Zamawiającego, ze względu na warunki dofinansowania)

- A. Drewno C24 95mm x45mm
- B. Izolacja ze słomy gęstości ok.100 kg/m³
- C. Mata izolacyjna z włókien drzewnych gr. 80mm
- D. Drewno klejone warstwowo z formirów LVL R 400mm x45mm
- E. Płyta poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 60mm
- F. Płyta gliniana gr. 16mm
- G. Zszywki 246/110mm
- H. Wkręty ciesielskie 8mm x 100mm
- I. Wkręty ciesielskie 5mm x 90mm
- J. Wkręty 3,5mm x 70mm
- K. Podkładki papowe 4mmx28mm
- L. Tynk gliniany
- M. Siatka tynkarska z włókna szklanego
- X Płyta MFP 12mm (zabezpieczenie próbki z boku, nie stanowi elementu ściany w realnym zastosowaniu)

V. Opis materiałów/wyrobów

(nazwy handlowe wyrobów i ich producentów utajnione przez Zamawiającego, ze względu na warunki dofinansowania)

A. Drewno C24 95mm x45mm

opis: Drewno konstrukcyjne klasy C24, suszone komorowo, strugane.

Klasa reakcji na ogień D-s2, d0.

zastosowanie: Konstrukcja nośna testowanej ściany, w tym słupy, rygle, przewiazki, elementy oczepów i podwalin.

B. Izolacja ze słomy gęstości ok.100 kg/m³

opis: Izolacja ze słomy, wykonana z kostek słomy z pszenżyta przygotowanych za pomocą kostkarki rolniczej. Kostki słomy zostały w ścianie dodatkowo skompresowane z użyciem prasy hydraulicznej, by osiągnąć równomierne, gęste wypełnienie o gęstości ok. 100kg/m³ (+/- 15%).

Od strony lica ściany (po obydwu stronach) nadmiar słomy został ścięty za pomocą piły taśmowej, by utworzyć proste, możliwie równe powierzchnie.

zastosowanie: W testowanej ścianie materiał zastosowany jako izolacja (termiczna i akustyczna) – główne wypełnienie przestrzeni między elementami konstrukcji drewnianej

C. Mata izolacyjna z włókien drzewnych gr. 80mm

opis: Sprężysta mata izolacyjna z włókien drzewnych. Produkt produkowany zgodnie z EN 13171:2012 + A1:2015. Klasa reakcji na ogień E. $\lambda_D=0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Gęstość ok 60kg/m³. Skład: Włókno drzewne, włókno poliolefinowe, siarczan amonu.

zastosowanie: W testowanej ścianie materiał zastosowany jako uzupełniająca izolacja (termiczna i akustyczna) – wypełnienie niewielkich przestrzeni pomiędzy parami słupków konstrukcji drewnianej.

D. Drewno klejone warstwowo z fornirów LVL 400mm x45mm

opis: drewno klejone klasy GL 24, Klasyfikacja ogniowa: D-s1,d0, klasa emisji formaldehydu E1

zastosowanie: Podwalina i oczep testowanej ściany.

E. Płyta poszyciowa (termoizolacyjna) na bazie lignocelulozy gr. 60mm

opis: Płyty z materiału produkowanego według normy PN-EN 13171, skład włókno lignocelulozowe i żywica pMDI, o deklarowanej grubości 60 mm, gęstości ok. 240 kg/m³, klasie reakcji na ogień E, masie powierzchniowej 14,4 kg/m², $\lambda_D=0,049 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

zastosowanie: Poszycie i dodatkowa izolacja termiczna testowanej ściany od strony zewnętrznej.

W realnym zastosowaniu wyrób nadaje się do pokrycia tynkiem, lub osłonięcia elewacją wentylowaną.

F. Płyta gliniana gr. 16mm

opis: Płyty wytwarzane na bazie gliny jako lepiszcza. Skład: glina, mieszanina piasków, siewka słomiana, siatka z włókna szklanego. Deklarowana grubość 16mm, masa powierzchniowa 26,3 kg/m², gęstość objętościowa 1500 kg/m³.

zastosowanie: Poszycie testowanej ściany od strony wewnętrznej.

G. Zszywki 246/110mm

opis: Zszywki stalowe, ocynkowane do pneumatycznego wbijania, jako łączniki do mocowania dla wyrobów z drewna. Średnica nominalna 2mm, długość 110mm.

zastosowanie: Zszywki zastosowano do montażu płyt poszyciowych (E) do konstrukcji drewnianej ściany.

H. Wkręty ciesielskie 8mm x 100mm

opis: Wkręty ciesielskie ze stali węglowej, z powłoką zabezpieczającą, samowierzące. Łby stożkowe. Produkowane zgodnie z ETA-18/0817.

zastosowanie: Wkręty zastosowano do łączenia elementów konstrukcji drewnianej testowanej ściany.

I. Wkręty ciesielskie 5mm x 90mm

opis: Wkręty ciesielskie ze stali węglowej, z powłoką zabezpieczającą, samowierzące. Łby stożkowe. Produkowane zgodnie z ETA-18/0817.

zastosowanie: Wkręty zastosowano do montażu płyty MFP (patrz pkt. X) zabezpieczającej boczne powierzchnie testowanej ściany.

J. Wkręty 3,5mm x 70mm

opis: Wkręty do płyt karton-gips i drewna, ze stali węglowej z powłoką fosfatową. Łby stożkowe płaskie. Zgodne z normą: PN-EN 14566.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie do montażu płyt glinianych (F), stosując podkładki (K).

K. Podkładki papowe 4mm x 28mm

opis: Podkładki papowe, stalowe, ocynkowane.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako podkładki wraz z wkrętami (J) do montażu płyt glinianych (F),

L. Tynk gliniany

opis: Tynk bazowy gliniany. Skład: Kolorowe gliny, piaski kwarcowe (uziarnienie 0-5 mm), mąka mamurowa i włókna naturalne. Produkowany zgodnie z EN 998-1:2016.

Klasa reakcji na ogień: A1. Przyczepność <0,1N/mm². Gęstość ok. 1600 kg/m³ Masa powierzchniowa ok. 9kg/m² przy warstwie 5mm.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako wyprawę tynkarską na płytach glinianych.

W warstwie tynku ułożono siatkę (patrz pkt. M, poniżej)

M. Siatka tynkarska z włókna szklanego

opis: Siatka tynkarska z włókna szklanego o gramaturze 150g/m². Skład: powlekane włókno szklane.

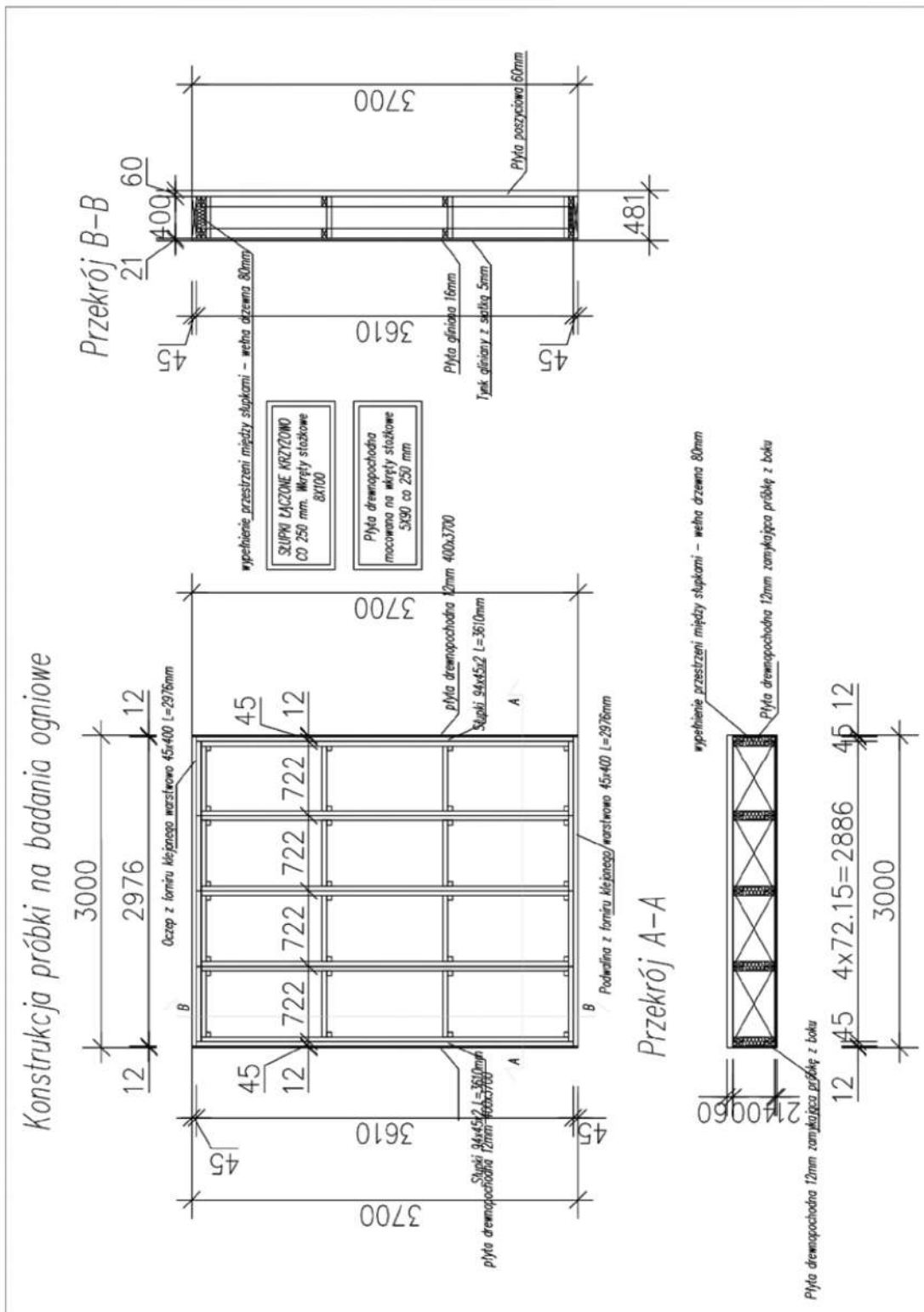
zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako zbrojenie wyprawy tynkarskiej (patrz pkt. L, powyżej).

X. Płyta MFP 12mm (zabezpieczenie próbki z boku, nie stanowi elementu ściany w realnym zastosowaniu).

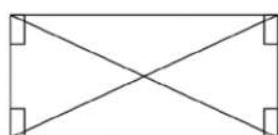
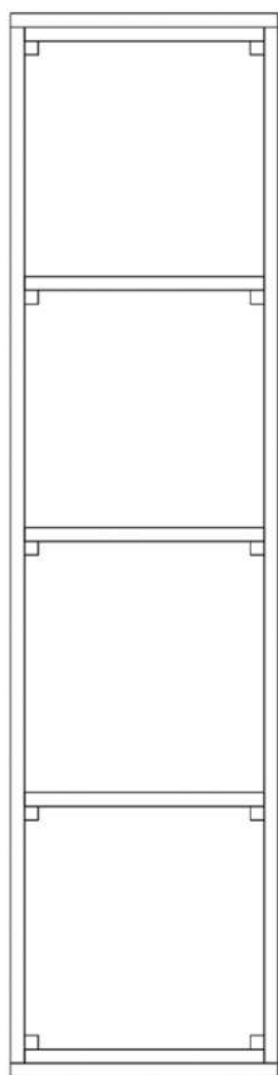
Opis połączeń konstrukcji drewnianej

Elementy konstrukcji drewnianej szkieletowej ścian łączono z użyciem wkrętów ciesielskich:

- a) Podwalina oraz oczep wykonane z fimiru klejonego warstwowo były łączone z panelami drewnianymi wkrętami stożkowymi 8mm x 100mm montowanymi co 25 cm, prostopadle do płaszczyzny fimiru.
- b) Słupki paneli drewnianych były skręcane ze sobą na wkrętach ciesielskich 8mm x 100mm co 25cm, montowane krzyżowo.
- c) Przewiązki i rygle były skręcane ze słupami wkrętami 8mm x 100mm
- d) Płyta drewnopochodna zamykająca boki próbki była montowana na wkręty stożkowe 5x90 co 25 cm, montowane prostopadle do płaszczyzny płyty.



PANEL ŚCIENNY



Raport obliczeniowy



Projekt: Słomiany dom

Obiekt nr: SS5 / słupek 90x95 L=3,7m

Projekt:

Normatyw obliczeniowy: **EC - NA PL Polska**

Gmina: **Szlachta, Polska**

Wysokość nrm: **124 m**

Strefa obciążenia śniegiem: **3**

Obciążenie śniegiem: **1.200 kN/m²**

Strefa obciążenia wiatrem: **1**

Obszar aktywności wiatru:

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

Obliczenia konstrukcji	warunki spełnione !
słup	C24 9.0 / 9.5

1. Uwagi wstępne

Norma obliczeniowa: EC 5 NA PL

1.1. Normy i wytyczne

Obliczenia zostały wykonane na podstawie poniższych dokumentów:

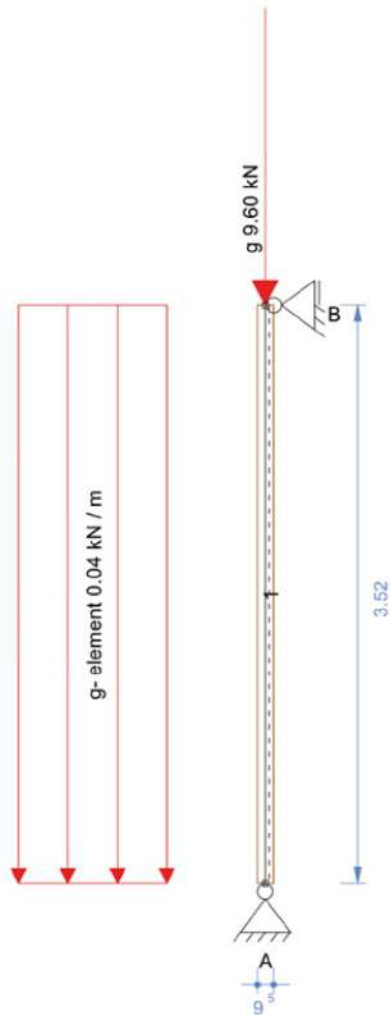
Oznaczenie	Nazwa	Utworzono	Ważność
PN-EN 1995-1-1/NA	Projektowanie konstrukcji drewnianych - Załącznik Krajowy Polska	2010	-
PN-EN 1995-1-1/NA A2	Zmiana A2 do normy Projektowanie konstrukcji drewnianych - Załącznik Krajowy Polska	2014	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Projektowanie konstrukcji drewnianych	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Podstawy projektowania konstrukcji	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Oddziaływania na konstrukcje	12.2010	-
EN 338:2016	Drewno konstrukcyjne - Klasy wytrzymałości	07.2016	-

2. Podstawowe dane do obliczeń

2.1. Schemat konstrukcji



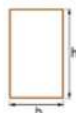
2.2. Schemat statyczny



2.3. Szkic konstrukcji

belka-długość 1	3.520 m
-----------------	---------

2.4. Geometria przekroju



element	Przekrój	materiał	b mm	h mm	lamela	włókno
słupek	prostokątny	C24	90.0	95.0	na płasko	podłużnie

2.5. Obciążenia wartości charakterystyczne E.

obciążenia	typ	orientacja	belka	P1 x1 [m]
g	skupione	wg osi belki	1	9.60 [kN]
g- element	rozłożone	wg osi belki	1	0.04 [kN/m]

2.6. Klasy użytkowania

Pręt	NKL
1	klasa 2 - zadane

2.7. Podpora

Podpora	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Uwagi
A	0.00	90.00	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	90.00	utwierdzenie	utwierdzenie	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Połączenie belek

belka nr/ węzeł nr	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie

2.9. Ugięcia graniczne, długość wyboczeniowa i zwichrzeniowa

Pręt	ugięcia graniczne zul.	L [m]	L wybocz. Y [m]	L wybocz. Z [m]	L zwichr. [m]
1	l/300; l/200; l/300	3.52	3.52	3.52	3.52

3. Wartości obliczeniowe

3.1. Parametry przekroju

element	A cm ²	W _y cm ³	W _z cm ³	I _y cm ⁴	I _z cm ⁴
słupek	85.50	135.38	128.25	643.03	577.13

3.2. Wytrzymałość wartość charakterystyczna

element	material	$f_{t,k}$ N/mm ²	$f_{c,k}$ N/mm ²	$f_{s,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ N/mm ²	$f_{l,k}$ N/mm ²	$f_{l,90,k}$ N/mm ²
słup	C24	24.00	24.00	21.00	2.50	14.50	0.40

element	$f_{t,k}$ N/mm ²	$E_{t,mean}$ N/mm ²	G_{mean} N/mm ²	$E_{s,mean}$ N/mm ²	$E_{l,s}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_M
słup	4.00	11000	690	370	7333	350	1.30

3.3. Obciążenia układu

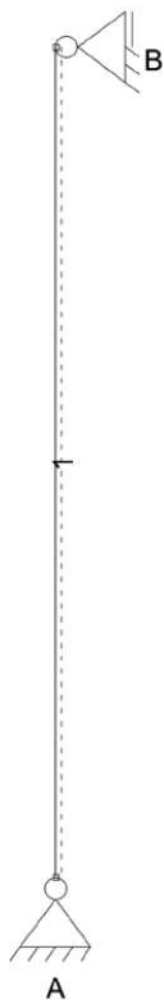
3.3.1. Moment M_y

Obwiednia wartości obliczeniowych



3.3.2. Siły tnące V

Obwiednia wartości obliczeniowych



3.3.3. Siły osiowe N

Obwiednia wartości obliczeniowych



3.3.4. Ugięcie w

ugięcie końcowe (w_{∞})



3.3.5. Reakcje

Maksymalne wartości obliczeniowe



3.4. Współczynniki dodatkowe

element	$f_{m,2,3}$ wspł.	$f_{m,2,3}$ wspł.	$f_{c,2,3}$ wspł.	$f_{c,2,3}$ wspł.	$f_{c,2,3}$ wspł.	$f_{c,2,3}$ wspł.
słup	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00

4. Obliczenia stabilności i użytkowości.

4.1. Przegląd istotnych parametrów obliczeniowych

4.1.1. słup

Obliczenia standardowe

przypadek	wyężenie	kombinacja	położenie
naprężenia osiowe i zginające	0.16 < 1,0	✓ g	Węzeł A
naprężenia ścinające	0.00 < 1,0	✓ g	Węzeł A

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

stateczność	0.92 < 1,0	✓	g	Węzeł A
ugięcie chwilowe (w_{mi})	0.03 < 1,0	✓	g	Węzeł B
ugięcie końcowe (w_{ko})	0.04 < 1,0	✓	g	Węzeł B
ugięcie końcowe wynikowe (w_{wko})	0.06 < 1,0	✓	g	Węzeł B

4.2. Reakcje na podporach wartości charakterystyczne kN

	g		g
$A_{F,k}$	0.00	$B_{F,k}$	0.00
$A_{V,k}$	9.75		

4.3. Maksymalne wartości obliczeniowe reakcji podporowych kN

	stałe
$A_{V,d}$	13.16

4.4. Wartości obliczeniowe sił podnoszących na podporze kN

Przyjęte do obliczeń obciążenia nie generują sił podnoszących na podporach!

4.5. Szczegółowe obliczenia

4.5.1. Słup: Obliczenia standardowe

naprężenia osiowe i zginające

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń 1.35 g

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}$$

 $\eta = 0,16 < 1,0 \Rightarrow$ warunek spełniony

wartości obliczeniowe:

N_d kN	$f_{t,0,d}$ N/mm ²	A cm ²	k_{mod}
-13.16	9.69	85.50	0.600

naprężenia ścinające

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń g

$$\eta = \frac{F_{z,d}}{f_{v,d}}$$

 $\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ warunek spełniony

wartości obliczeniowe:

$V_{d,0}$ kN	τ N/mm ²	k_{cr}	$f_{v,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	0.670	3.38	1.100

SS5 - slupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

stateczność

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń 1.35 g

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}}$$

 $\eta = 0,92 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

$M_{y,d}$ kNm	$f_{m,y,d}$ N/mm ²	$k_{m,y}$	N_c kN	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$	I_y cm ⁴	z mm	A cm ²	k_{mod}
0.00	12.14	1.000	-13.16	9.69	0.172	643.03	47.5	85.50	0.600

ugięcie chwilowe (w_{mid})

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń g

w/zul. w

 $\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm
0.04	1.17

ugięcie końcowe (w_{end})

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń 1.80 g

w/zul. w

 $\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm	k_{def}	k_{def}
0.07	1.76	0.000	0.800

ugięcie końcowe wynikowe ($w_{end,fin}$)

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń 1.80 g

w/zul. w

 $\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm	k_{def}	k_{def}
0.07	1.17	0.000	0.800

Zastrzeżenia

Laboratorium Badawcze oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do otrzymanej próbki.

Bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Raport nie może być powielany inaczej, jak tylko w całości.

Raport z badań nie zastępuje dokumentów wymaganych przy wprowadzaniu do obrotu i udostępnianiu wyrobów budowlanych.

Zgodnie z postanowieniami PN-EN 13501-2:2023-09, ocena zgodności wyników z kryteriami znajduje się w odrębnym dokumencie (tzw. raporcie klasyfikacyjnym), o ile właściciel niniejszego raportu wystąpił o sporządzenie takiego dokumentu.

Niniejszy raport został wydany w formie elektronicznej, z kwalifikowanymi podpisami elektronicznymi osób odpowiedzialnych. Wydruk niniejszego raportu nie jest oryginalnym dokumentem.

Zespół badawczy

Emil Paciorek, Kamil Makuch, Mateusz Tumidajewicz, Leszek Włodarczyk, Paweł Mika, Piotr Turkowski, Marek Łukomski (odpowiedzialny za badanie).

Odpowiedzialny/a za badania

**Marek
Łukomski; ITB**
Elektronicznie podpisany przez
Marek Łukomski; ITB
Data: 2024.04.16 13:45:18 +02'00'

podpis cyfrowy

Autoryzujący/a raport

**Piotr
Turkowski; ITB**
Piotr Turkowski; ITB
2024.04.18 08:54:51
+02'00'

podpis cyfrowy

Kierownik Laboratorium LZP

KIEROWNIK
Laboratorium Badań Ogólnych
dr inż. Bartłomiej Papis
Bartłomiej Papis; ITB
2024.04.18 12:34:51+02'00'

podpis cyfrowy

KONIEC RAPORTU



Instytut Techniki Budowlanej

Zespół Laboratoriów Badawczych

akredytowany przez Polskie Centrum Akredytacji
certyfikat akredytacji nr AB 023

RAPORT Z BADAŃ LZP02-00892/24/Z00NZP

Zamawiający:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego al. Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
Obiekt badania: (podany przez Zamawiającego)	Ściana nośna Straw Bale
Data wydania:	16 kwietnia 2024 r.

Laboratorium Badań Ogniwych (LZP)
fire@itb.pl

członek egolf

Instytut Techniki Budowlanej • 00-611 Warszawa • ul. Filtrowa 1 • tel. +48 22 825 04 71 • www.itb.pl • ci@itb.pl
KRS: 0000158785 • Regon: 000063650 • VAT: 525 000 93 58 • BDO: 000021645

KI-II

Spis treści

1. Informacje dotyczące badań	3
2. Element próbny.....	3
2.1. Informacje dostarczone przez Zamawiającego	3
2.2. Informacje uzyskane podczas oględzin przez Laboratorium	3
2.2.1. Informacje ogólne	3
2.2.2. Przygotowanie i sezonowanie elementu próbnego.....	3
2.2.3. Liczba, wielkość i dobór elementów próbnych	4
2.2.4. Weryfikacja elementu próbnego	4
2.2.5. Zamocowanie elementu próbnego	5
3. Badanie odporności ogniowej.....	6
3.1. Metoda badawcza	6
3.1.1. Informacje ogólne	6
3.1.2. Warunki badania.....	7
3.1.3. Obciążenie.....	10
3.1.4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych.....	11
3.2. Wyniki	12
3.2.1. Czas trwania badania, temperatura i przemieszczenia.....	12
3.2.2. Obserwacje i dokumentacja fotograficzna	15
3.2.3. Kryteria odporności ogniowej.....	22
3.2.4. Zakres bezpośredniego zastosowania wyników badań (DIAP)	22
Załącznik A Dokumentacja techniczna Zamawiającego	23
Zastrzeżenia.....	42
Zespół badawczy	42

1. Informacje dotyczące badań

Data rozpoczęcia badań:	2024-03-05.
Data zakończenia badań:	2024-03-05.
Metoda badania:	PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.
Miejsce wykonania badań:	Laboratorium LZP, ul. Przemysłowa 2, 26-670 Pionki.

2. Element próbny

2.1. Informacje dostarczone przez Zamawiającego

Zamawiający dostarczył dokumentację elementu próbnego wraz obliczeniami obciążenia do badania. Dokumentację tą zawarto w całości w Załączniku A, przy czym typy materiałów i ich producenci zostali w utajnienie na żądanie Zamawiającego, który uzasadnił to warunkami dofinansowania. Laboratorium dysponuje pełną dokumentacją zawierającą pełny opis użytych materiałów, ich typ i nazwy producentów.

Data montażu elementu próbnego poza laboratorium: 2024-02-15.

2.2. Informacje uzyskane podczas oględzin przez Laboratorium

2.2.1. Informacje ogólne

Przyjęcie obiektu badań do laboratorium:

Data:	2024-02-23.
Protokół przyjęcia:	LZP01-00892/24/Z00NZP.

2.2.2. Przygotowanie i sezonowanie elementu próbnego

Przygotowanie elementu próbnego:

Data montażu elementu próbnego na stanowisku badawczym:	od 2024-03-04 do 2023-03-05.
--	------------------------------

Sezonowanie:

Okres:	od 2024-02-23 do 2024-03-05.
Warunki:	temperatura otoczenia od 13,3°C do 19,6°C, wilgotność względna otoczenia od 41% do 48%.

Stan obiektu badań:

Dostarczono próbkę w stanie i ilości odpowiedniej do wykonania badań, próbka została zamontowana na stanowisku badawczym w sposób umożliwiający wykonanie badania zgodnie z metodą badawczą.

2.2.3. Liczba, wielkość i dobór elementów próbnych

Liczba elementów próbnych:	jeden element próbny o niesymetrycznej konstrukcji.
Wielkość elementu próbnego:	wymiary konstrukcji w praktyce mogą być większe niż 3 m, w związku z czym badano próbkę o wymiarach nie mniejszych niż 3 m, zgodnie z Rozdziałem 6.1 PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.
Dobór elementów próbnych:	laboratorium nie uczestniczyło w doborze elementu.
Kierunek oddziaływania ognia:	od strony płyt lignocelulozowych, zgodnie z decyzją Zamawiającego.

2.2.4. Weryfikacja elementu próbnego

Przed badaniem oraz po badaniu przeprowadzono kontrolę zgodności danych (w możliwym zakresie) zawartych w dokumentacji dostarczonej przez Zleceniodawcę z dostarczonym elementem próbnym. Pomiary weryfikacyjne nie są objęte akredytacją.

Parametr:	Wartość zmierzona/zweryfikowana przez laboratorium:
Szerokość ściany:	3000 mm.
Wysokość ściany:	3700 mm.
Grubość ściany:	481 mm.
Rodzaj, liczba, wymiary i układ poszczególnych materiałów/warstw:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Rodzaj, liczba i rozmieszczenie łączników:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Wymiary elementów nośnych:	zgodnie z opisem podanym w p. 2.1.
Gęstość płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	251,85 kg/m ³ .
Masa powierzchniowa płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	15,20 kg/m ²
Wilgotność płyt lignocelulozowych – oznaczenie E:	8,11%.
Gęstość maty z wełny drzewnej – oznaczenie C:	50,66 kg/m ³ .
Wilgotność maty z wełny drzewnej – oznaczenie C:	10,13%.
Masa powierzchniowa płyt glinianych – oznaczenie F:	26,97 kg/m ²
Wilgotność płyt glinianych – oznaczenie F:	0,84%.
Gęstość drewna słupów – oznaczenie A:	446,08 kg/m ³ .
Wilgotność drewna słupów – oznaczenie A:	11,25%.

Sposób określenia wilgotności:

$$W_s = \frac{m_m - m_s}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie: m_m – masa przed suszeniem, m_s – masa po suszeniu; temp. suszenia: 105°C.

Sposób wykonania elementu próbnego:

Element próbny wykonano w siedzibie Zamawiającego.

2.2.5. Zamocowanie elementu próbnego

Przyjęcie obiektu zamontowanego na stanowisku badawczym:

Obiekt zamontowany na stanowisku badawczym przez Laboratorium Badań Ogniowych ITB.

Warunki brzegowe:

Element próbny ustawiono swobodnie na dolnej belce stalowej ramy badawczej. Krawędzie pionowe pozostawiono jako swobodne. Szczeliny pomiędzy elementem próbnym, a ramą pieca wypełniono wełną ceramiczną o grubości 50 mm. Górną powierzchnię elementu próbnego obciążono belką systemu obciążania przez warstwę uszczelniającą z wełny ceramicznej grubości 25 mm.

Element zamontowano przy osiowym systemie przenoszenia obciążenia od góry na całej powierzchni górnej ściany z zablokowaną możliwością obrotu i przesuwu – patrz Rys. 1 d) PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.

Dokumentacja fotograficzna elementu na stanowisku badawczym przed badaniem:

Rys. 1 i 2.



Rys. 1. Element próbny przed badaniem – strona nienagrzewana



Rys. 2. Element próbny przed badaniem – strona nagrzewana

3. Badanie odporności ogniowej

3.1. Metoda badawcza

3.1.1. Informacje ogólne

Metoda:

PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11.

Odstępstwa:

Brak.

Normy powołane w metodzie istotne dla badania:

PN-EN 1363-1:2020-07.

Zakres stosowania metody:

W niniejszym raporcie podano metodę konstrukcji, warunki badania i uzyskiwane wyniki, gdy określony element o opisanej konstrukcji, został zbadany zgodnie z procedurą przedstawioną w EN 1363-1, a tam, gdzie to właściwe, z EN 1363-2. Każda istotna zmiana w odniesieniu do wielkości, szczegółów konstrukcyjnych, obciążeń, naprężeń, warunków brzegowych lub warunków na końcach, inna niż dopuszczone przez zakres bezpośredniego zastosowania w szczególnej metodzie badania, nie jest objęta niniejszym raportem.

Z powodu charakteru badania odporności ogniowej i wynikającej stąd trudności w ilościowym określeniu niepewności pomiaru odporności ogniowej, nie jest możliwe określenie ustalonego poziomu dokładności wyników.

Uwagi dodatkowe:

Realizacja badania, warunki środowiskowe oraz dokładność stosowanych urządzeń pomiarowych były zgodne z wymaganiami metody.

Niepewności pomiarów wykonanych podczas badania mieszczą się w zakresach wymaganych przez odpowiednie normy badawcze.

3.1.2. Warunki badania

Początkowa temperatura w piecu: 19,5°C (19,5°C < 50°C. warunek spełniony).

Krzywa temperatura/czas warunków nagrzewania w piecu:

Uwaga: Wzrost temperatury w komorze pieca powyżej ograniczenia górnego wynika z naturalnego spalania palnych komponentów elementu próbnego.

Rys. 3, krzywa standardowa.

Liczba termometrów płytkowych: 9.

Tolerancje nagrzewania:

Uwaga: Odchylenie powyżej ograniczenia górnego wynika ze wzrostu temperatury w komorze pieca spowodowanego naturalnym spalaniem palnych komponentów elementu próbnego.

Rys. 4.

Ciśnienie nominalne: 20 Pa na górze elementu.

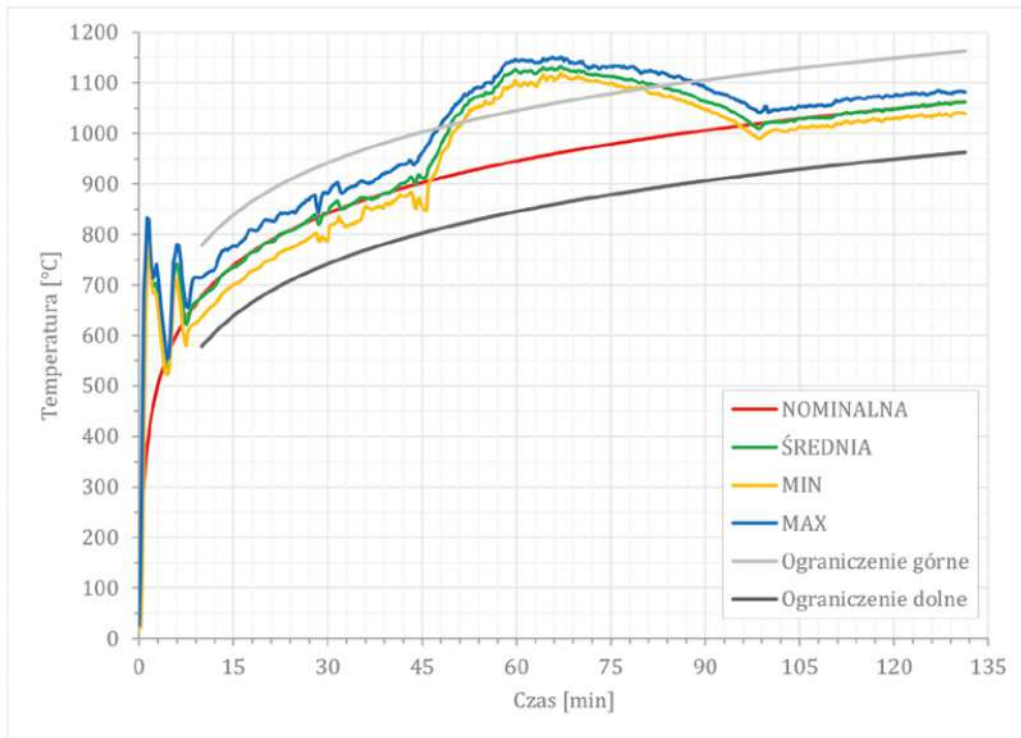
Ciśnienie w piecu (w trakcie badania): Rys. 5 i 8.

Początkowa temperatura powierzchni nienagrzewanej: 16,2°C

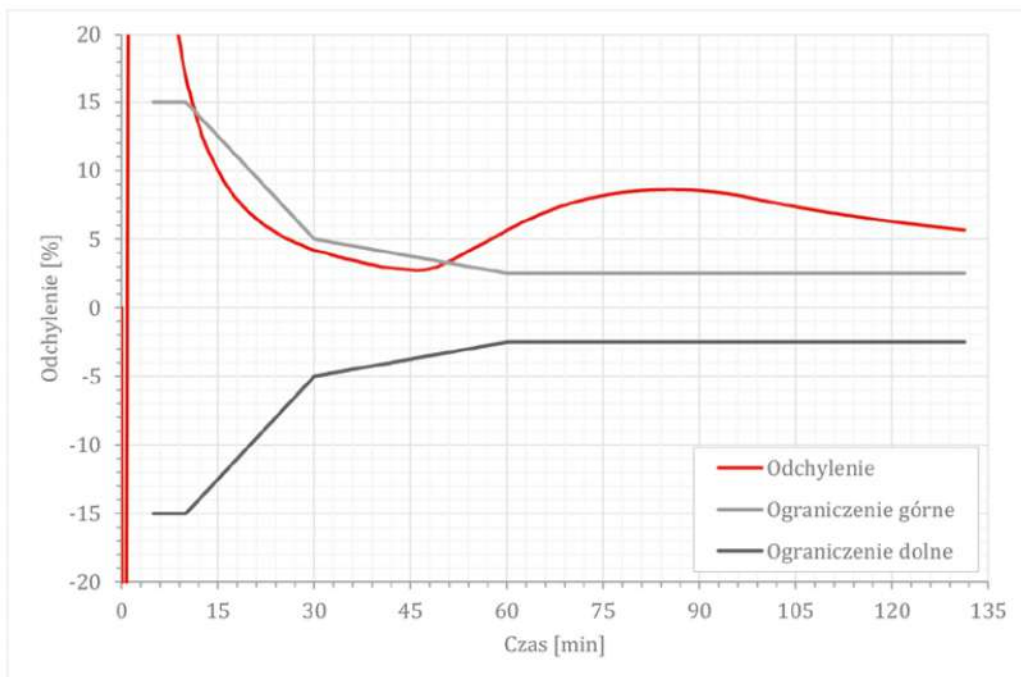
Temperatura otoczenia mierzona urządzeniem wg PN-EN 1363-1:2020-07: Rys. 6.

Rożmieszczenie punktów pomiaru temperatury i przemieszczeń, ze wskazaniem czujnika ciśnienia w piecu: Rys. 8.

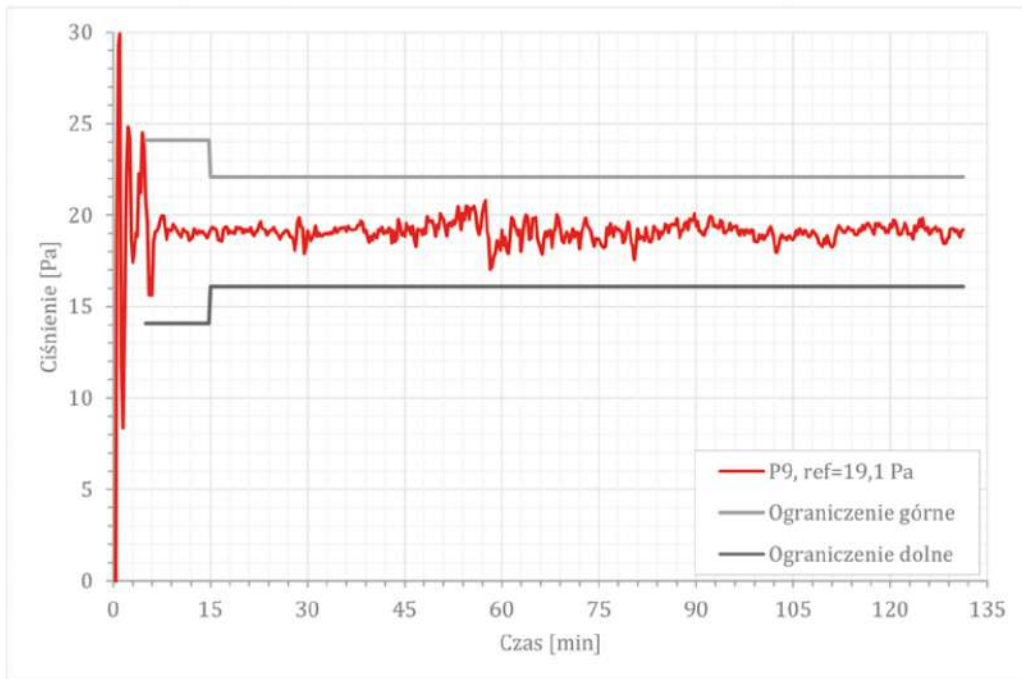
Zgodnie z zasadą podaną w Podrozdziale 5.7 normy PN-EN 1363-1:2020-07, dot. surowszego oddziaływania na element próbny, badanie uznaje się za ważne.



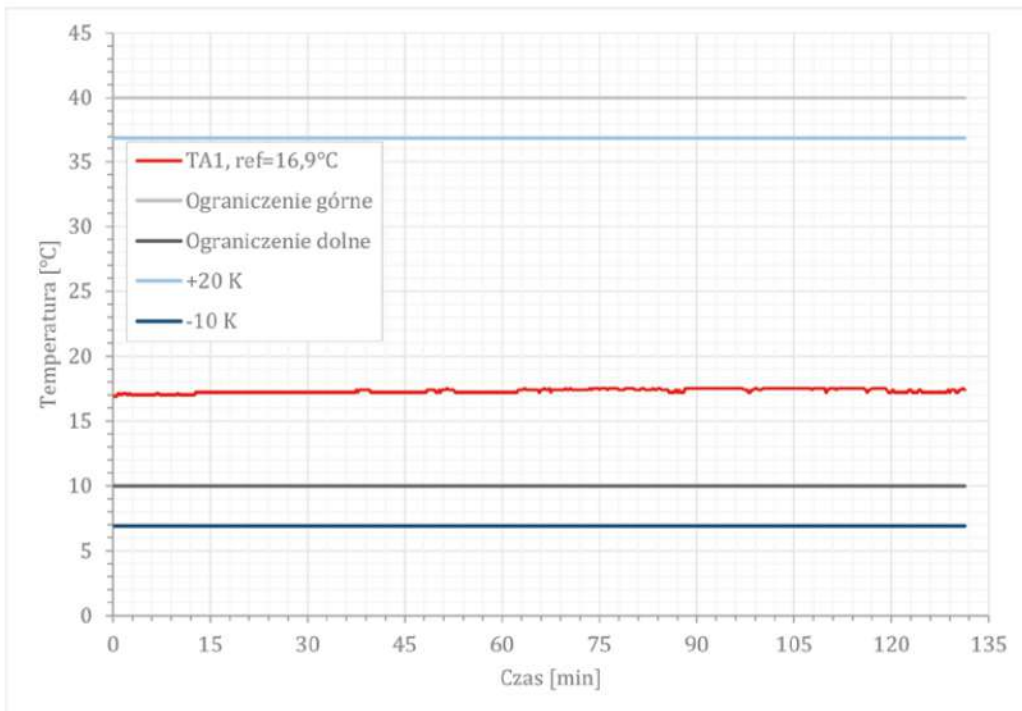
Rys. 3. Krzywa temperatura/czas warunków nagrzewania w piecu



Rys. 4. Tolerancje nagrzewania



Rys. 5. Warunki ciśnienia wewnątrz pieca



Rys. 6. Temperatura otoczenia w laboratorium

3.1.3. Obciążenie

Siła w badaniu:

Rys. 7.

Obliczenie obciążenia:

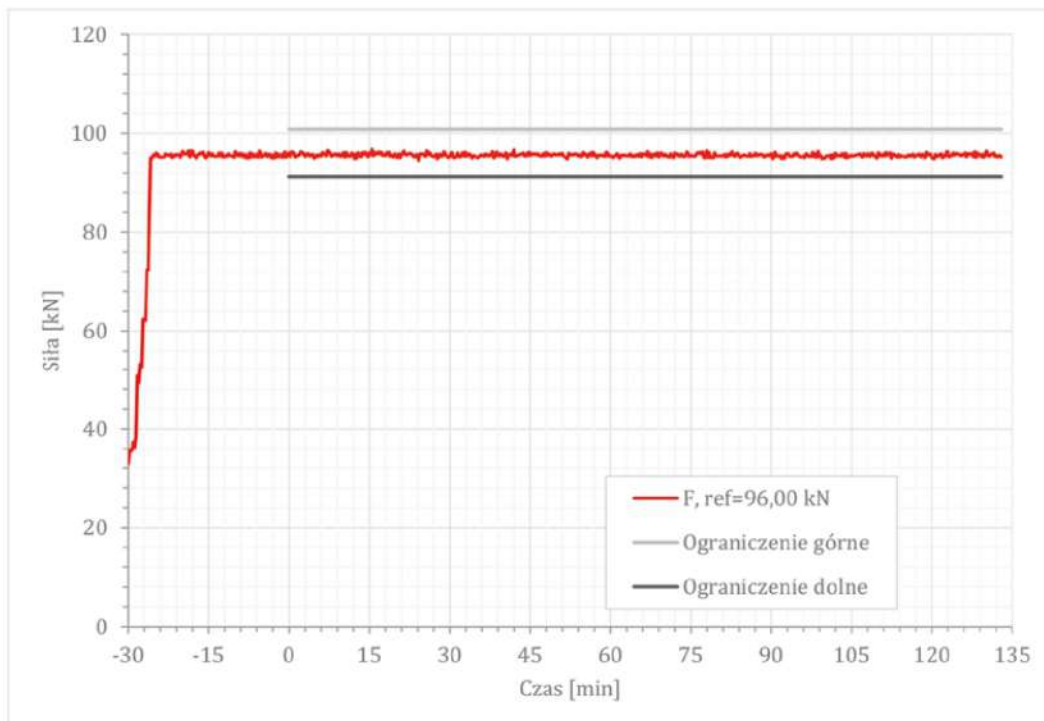
Wielkość obciążenia elementu próbnego podano w dokumentacji Zamawiającego (Załącznik A). Zgodnie z ww. opracowaniem siła w badaniu powinna wynosić 96,0 kN. Poniżej podano obliczenia siły wykonane przez laboratorium:

Siła od ciężaru belki rozkładającej obciążenie: 33,0 kN.

Siła do przyłożenia w badaniu: $F = 96,0$ kN.

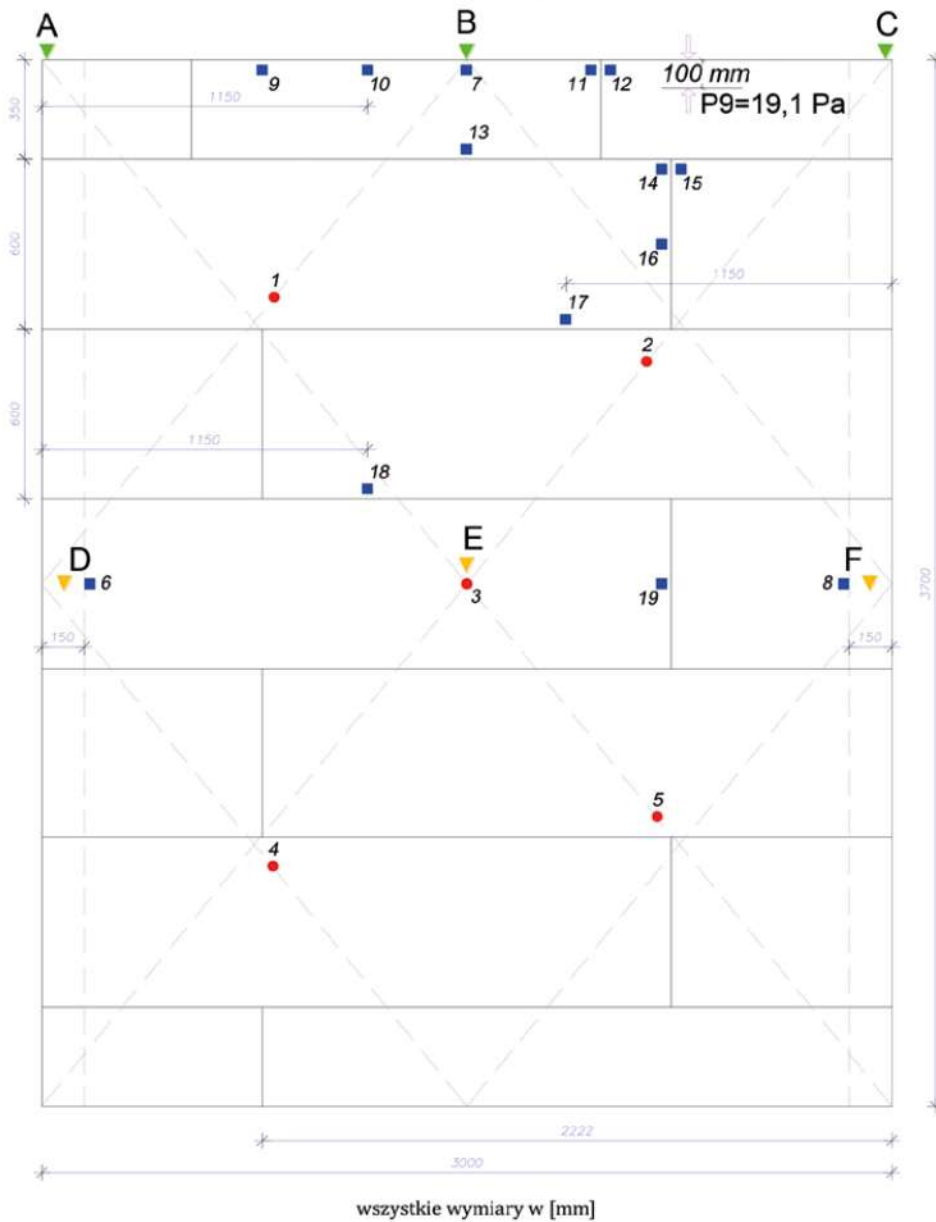
Siła z siłowników ($F_{act} = F - 33$ kN): $F_{act} = 63,0$ kN.

Obciążenie przyłożono osiowo do górnej powierzchni ściany poprzez belkę rozkładającą obciążenie równomiernie na wszystkie 10 słupów.



Rys. 7. Obciążenie elementu próbnego

3.1.4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych



- 1 – 5 termoelementy (TE) do pomiaru średniego i maksymalnego przyrostu temperatury
- 6 – 19 termoelementy (TE) do pomiaru maksymalnego przyrostu temperatury
- ▼ A, B, C miejsca pomiaru skrócenia pionowego (czujniki linkowe)
- ▼ D, E, F miejsca pomiaru przemieszczenia poziomego (czujniki laserowe)

Rys. 8. Rozmieszczenie punktów pomiaru temperatury i przemieszczeń, ze wskazaniem punktu P9 pomiaru ciśnienia w piecu

3.2. Wyniki

3.2.1. Czas trwania badania, temperatura i przemieszczenia

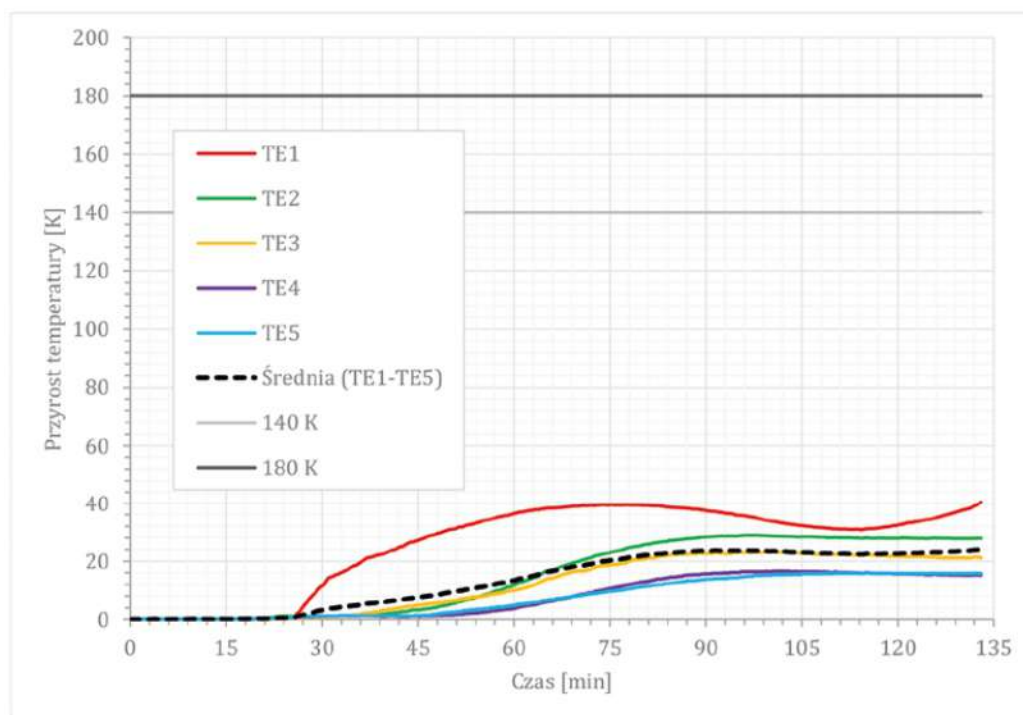
Czas trwania badania: 132 min 25 sek.

Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej: Rys. od 9 do 11.

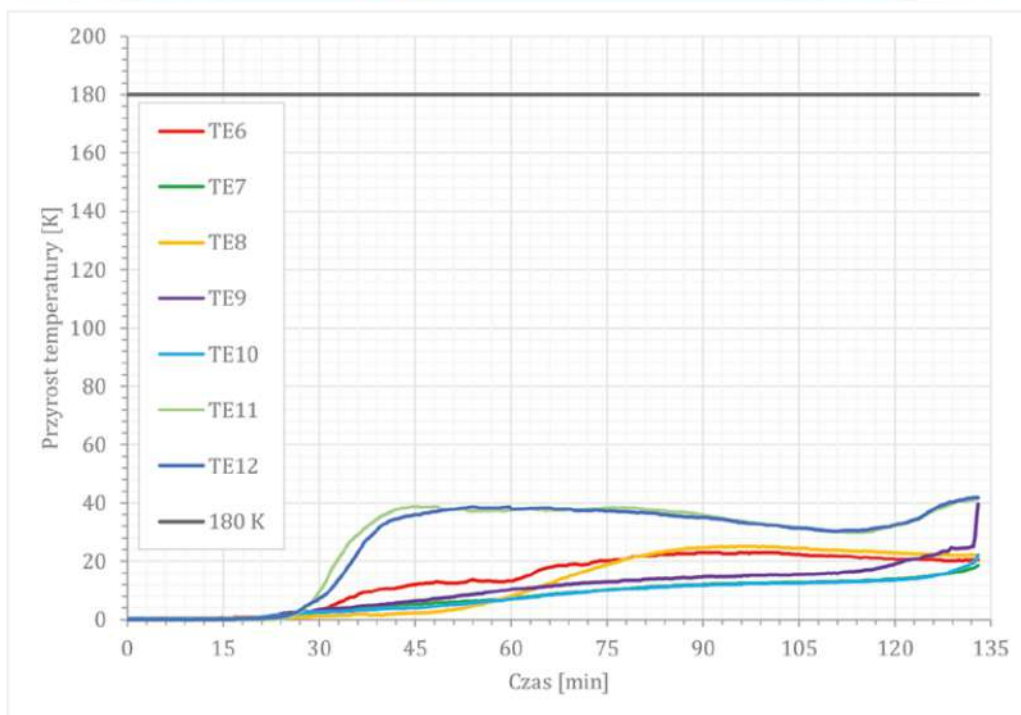
Przemieszczenie poziome: Rys. 12.

Skrócenie pionowe: Rys. 13.

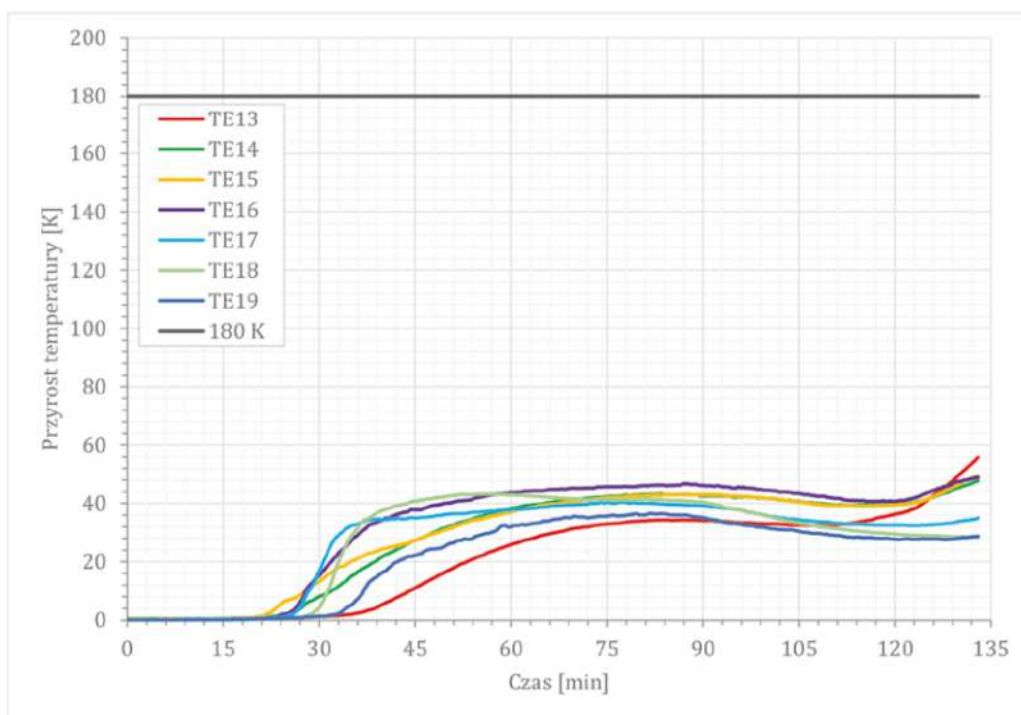
Szybkość narastania skrócenia pionowego: Rys. 14.



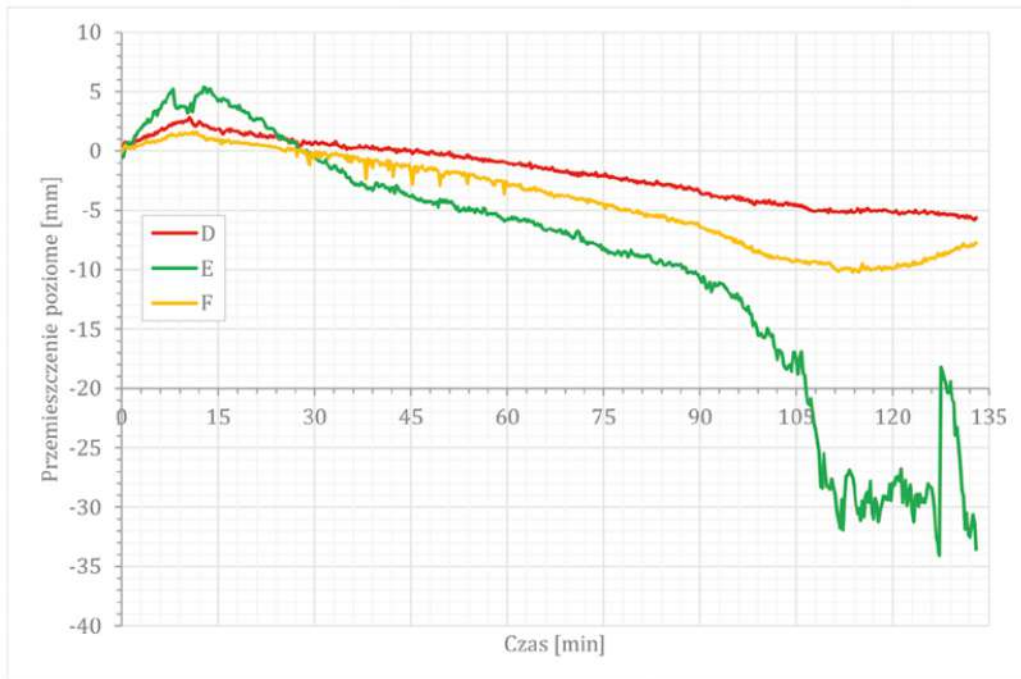
Rys. 9. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



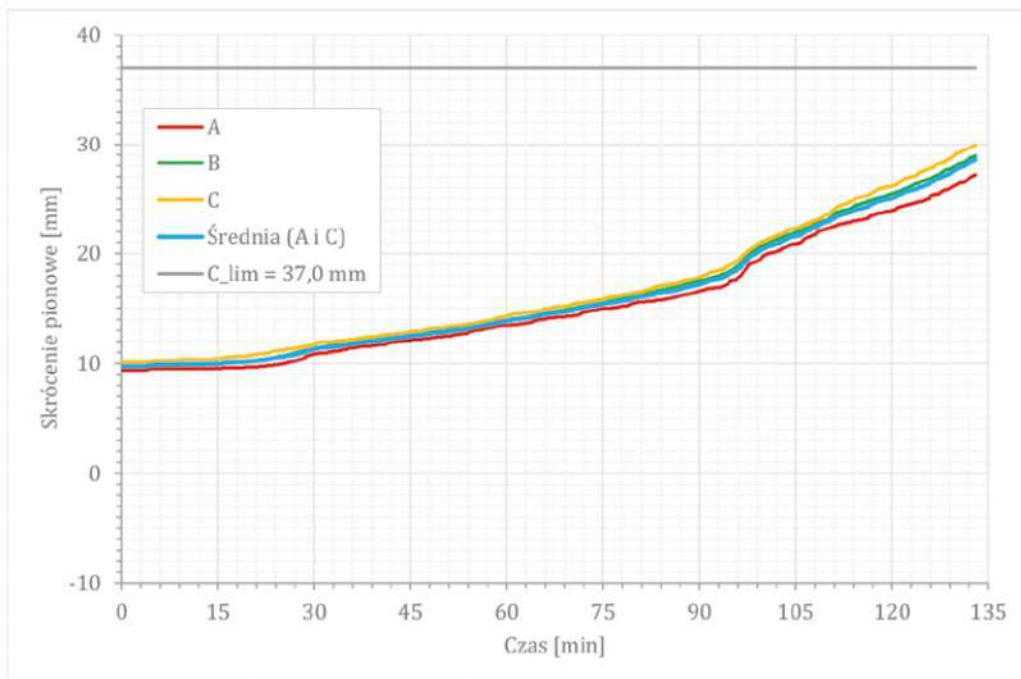
Rys. 10. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



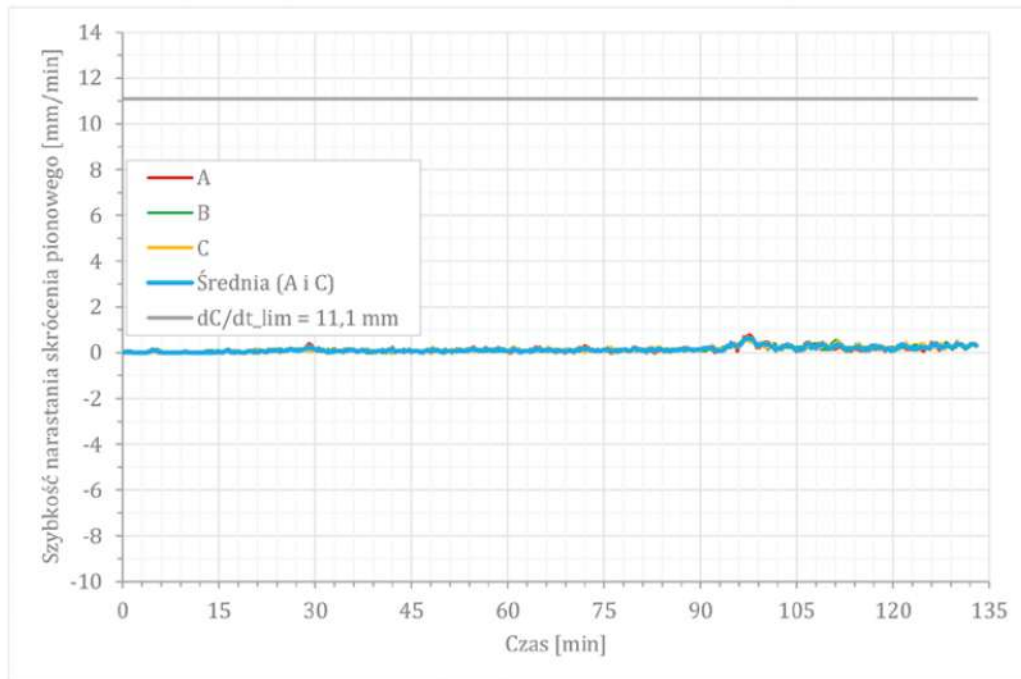
Rys. 11. Przyrosty temperatury na powierzchni nienagrzewanej elementu próbnego



Rys. 12. Przeszczenie poziome elementu próbnego



Rys. 13. Skrócenie pionowe elementu próbnego



Rys. 14. Szybkość narastania skrócenia pionowego elementu próbnego

3.2.2. Obserwacje i dokumentacja fotograficzna

Dokumentacja fotograficzna elementu próbnego w trakcie i po badaniu: Rys. od 15 do 22.

Obserwacje:

Czas (t)	Typ	Zapis
-30' 00"	U	Początek przykładania obciążenia,
-25' 00"	U	pełne obciążenie elementu próbnego,
0' 00"	U	początek nagrzewania – start badania,
14' 00"	U	dym z prawej krawędzi swobodnej,
40' 00"	U	dym z prawej krawędzi swobodnej nasila się,
83' 00"	U	dym z prawej krawędzi swobodnej bardziej się nasila,
89' 50"	E	huk z wnętrza pieca - odpadł tynk z płytami glinianymi na 3/4 szerokości ściany od lewej krawędzi patrząc na ścianę od strony nagrzewanej,
101' 35"	E	cichy huk z wnętrza pieca - odpadł tynk z płytami glinianymi na pozostałej części ściany (1/4 szerokości od prawej krawędzi ściany patrząc na ścianę od strony nagrzewanej),
103' 00"	U	słabe dymienie ze złącza płyt po lewej stronie od TE9,
119' 00"	U	przyłożono tampon bawełniany do złącza z wydostającym się dymem po lewej stronie od TE9, wynik: tampon biały,
126' 47"	U	przyłożono tampon bawełniany do złącza z wydostającym się dymem po lewej stronie od TE9, wynik: tampon biały,
128' 05"	U	przyłożono tampon bawełniany do złącza z wydostającym się dymem po lewej stronie od TE9, wynik: żarzenie,

132' 20"	U	płomień ciągle ponad 10 sekund na złączu płyt po lewej stronie od TE9,
130' 25"	U	zakończono badanie (powód: osiągnięcie kryteriów badania).

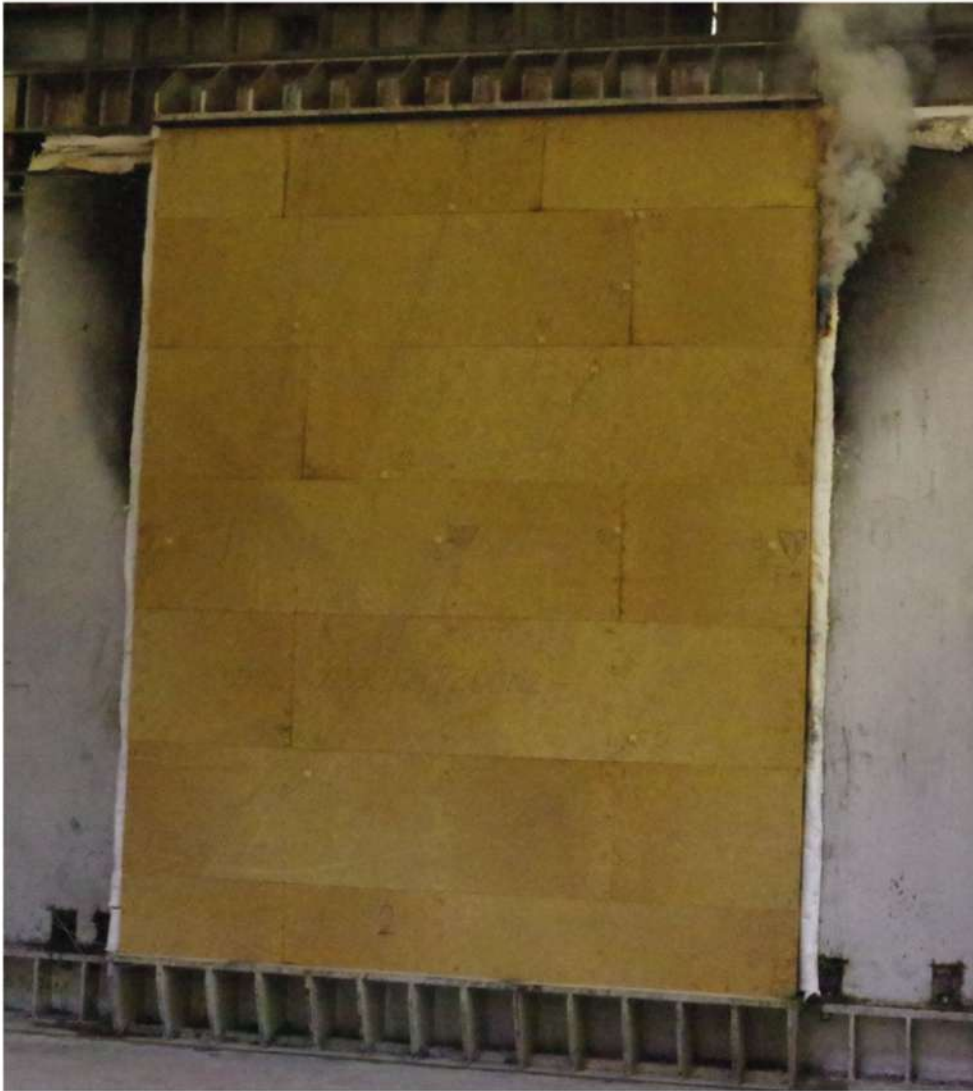
Uwaga: U – obserwacja od strony nienagrzewanej próbki, E – obserwacja od strony nagrzewanej próbki



Rys. 15. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 32 \text{ min } 30 \text{ sek}$



Rys. 16. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 60 \text{ min } 50 \text{ sek}$



Rys. 17. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 90 \text{ min } 33 \text{ sek}$



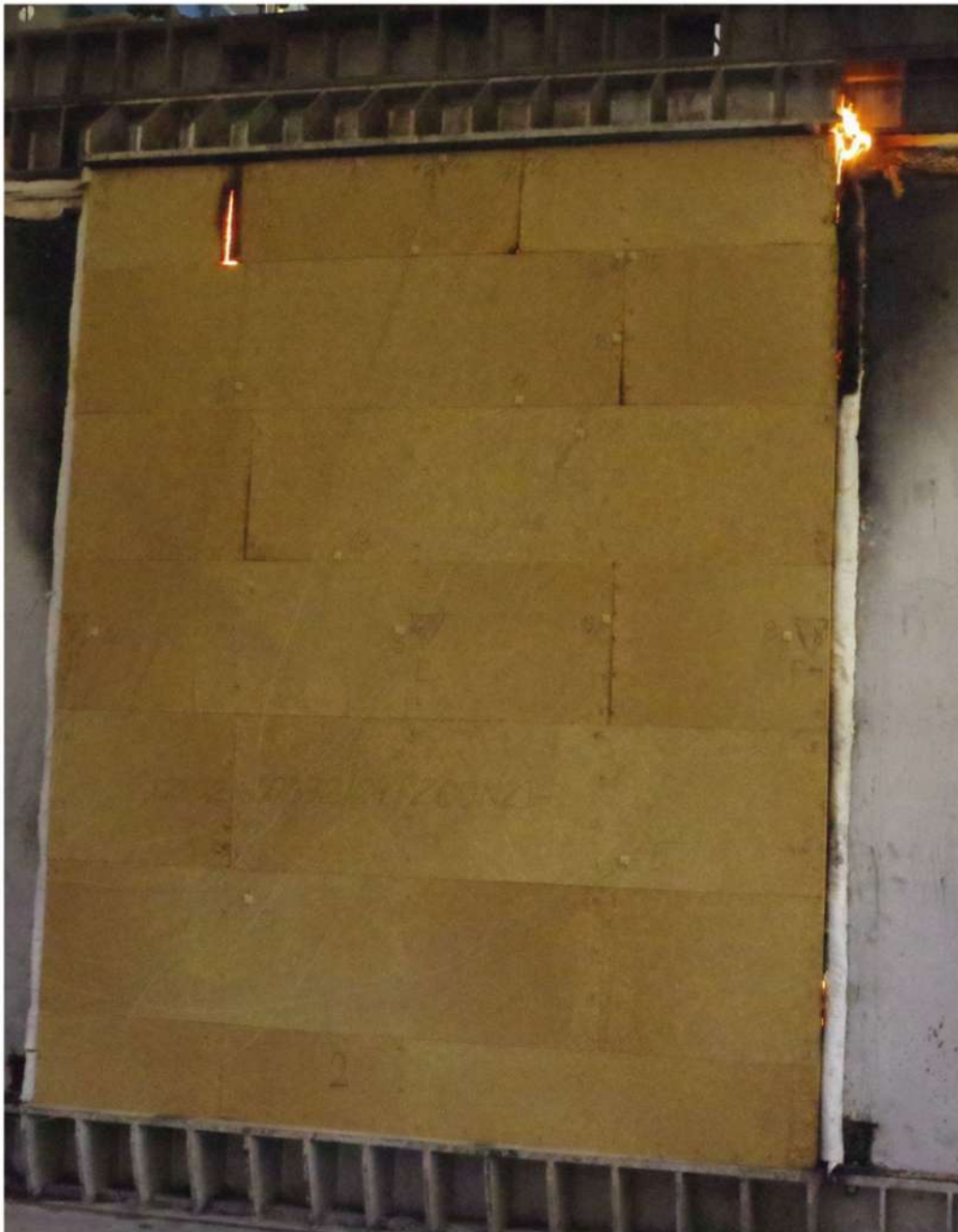
Rys. 18. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 120 \text{ min } 23 \text{ sek}$



Rys. 19. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 129 \text{ min } 11 \text{ sek}$



Rys. 20. Element próbny w trakcie badania, strona nienagrzewana, $t = 132 \text{ min } 30 \text{ sek}$



Rys. 21. Element próbny po badaniu, strona nienagrzewana



Rys. 22. Element próbny po badaniu, strona nagrzewana

3.2.3. Kryteria odporności ogniowej

Wysokość elementu próbnego (h): 3700 mm.

Wartość graniczna skrócenia pionowego $C_{lim} = h/100 =$ 37,0 mm.

Wartość szybkości narastania skrócenia pionowego $dC_{lim}/dt = 3h/1000 =$ 11,1 mm/min.

Nośność ogniowa (R)	Czas	Miejsce
Skrócenie pionowe	132 minuty bez utraty	-
Szybkość narastania skrócenia pionowego	132 minuty bez utraty	-

Szczelność ogniowa (E)	Czas	Miejsce
Utrzymywanie się płomienia	132 minuty	Rys. 20.
Tampon bawełniany	128 minuty	Złącze po lewej stronie od TE9, Rys. 19.
Szczelinomierz 6 mm	132 minuty bez utraty	-
Szczelinomierz 25 mm	132 minuty bez utraty	-

Izolacyjność ogniowa (I)	Czas	Miejsce
Przyrost średniej temperatury (140 K)	132 minuty bez utraty	-
Przyrost maksymalnej temperatury (180 K)	132 minuty bez utraty	-

Utrata szczelności ogniowej (E) oznacza automatyczną izolacyjności ogniowej (I).

3.2.4. Zakres bezpośredniego zastosowania wyników badań (DIAP)

Zgodnie z PN-EN 1365-1:2013-04+AC:2013-06E+Ap1:2019-11, Rozdział 13.

Załącznik A Dokumentacja techniczna Zamawiającego

Opis próbek: “Ściana Straw Bale”

I. Opis ogólny:

Przedmiot badania: prefabrykaty słomiane o konstrukcji drewnianej czyli ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 i LVL, łączonej na wkręty ciesielskie z wypełnieniem izolacją z prasowanej słomy o gęstości ok. 100kg/m³ (+/-15%), wraz z płytowaniem i tynkiem.

II. Wymiary próbek:

wysokość: 370cm, szerokość: 300cm, szerokość: 48,1cm,

III. Układu warstw zastosowany w próbce

(w kolejności od zewnątrz budynku do wewnątrz):

1. płyty poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 6cm, łączone na pióro wpust, mocowane zszywkami co ok. 10cm
2. konstrukcja drewniana wypełniona słomą gr. 40cm, drewno C24, główne wypełnienie izolacyjne ze słomy o gęstości ok. 100kg/m³ (+/-15%), uzupełniające wypełnienie pomiędzy słupkami konstrukcyjnymi w postaci maty izolacyjnej z włókien drzewnych
3. płyty gliniane gr. 1,6cm, mocowane wkrętami z podkładkami co ok. 15cm
4. tynk gliniany gr. ok. 0,5cm, zbrojony siatką.

IV. Materiały/wyroby użytych do wykonania próbek:

(nazwy handlowe wyrobów i ich producentów utajnione przez Zamawiającego, ze względu na warunki dofinansowania)

- A. Drewno C24 95mm x45mm
- B. Izolacja ze słomy gęstości ok.100 kg/m³
- C. Mata izolacyjna z włókien drzewnych gr. 80mm
- D. Drewno klejone warstwowo z formirów LVL R 400mm x45mm
- E. Płyta poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 60mm
- F. Płyta gliniana gr. 16mm
- G. Zszywki 246/110mm
- H. Wkręty ciesielskie 8mm x 100mm
- I. Wkręty ciesielskie 5mm x 90mm
- J. Wkręty 3,5mm x 70mm
- K. Podkładki papowe 4mmx28mm
- L. Tynk gliniany
- M. Siatka tynkarska z włókna szklanego
- X Płyta MFP 12mm (zabezpieczenie próbki z boku, nie stanowi elementu ściany w realnym zastosowaniu)

V. Opis materiałów/wyrobów

(nazwy handlowe wyrobów i ich producentów utajnione przez Zamawiającego, ze względu na warunki dofinansowania)

A. Drewno C24 95mm x45mm

opis: Drewno konstrukcyjne klasy C24, suszone komorowo, strugane.

Klasa reakcji na ogień D-s2, d0.

zastosowanie: Konstrukcja nośna testowanej ściany, w tym słupy, rygle, przewiązki, elementy oczepów i podwalin.

B. Izolacja ze słomy gęstości ok.100 kg/m³

opis: Izolacja ze słomy, wykonana z kostek słomy z pszenżyta przygotowanych za pomocą kostkarki rolniczej. Kostki słomy zostały w ścianie dodatkowo skompresowane z użyciem prasy hydraulicznej, by osiągnąć równomierne, gęste wypełnienie o gęstości ok. 100kg/m³ (+/- 15%).

Od strony lica ściany (po obydwu stronach) nadmiar słomy został ścięty za pomocą piły taśmowej, by utworzyć proste, możliwie równe powierzchnie.

zastosowanie: W testowanej ścianie materiał zastosowany jako izolacja (termiczna i akustyczna) – główne wypełnienie przestrzeni między elementami konstrukcji drewnianej

C. Mata izolacyjna z włókien drzewnych gr. 80mm

opis: Sprężysta mata izolacyjna z włókien drzewnych. Produkt produkowany zgodnie z EN 13171:2012 + A1:2015. Klasa reakcji na ogień E. $\lambda_D=0,036 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Gęstość ok 60kg/m³. Skład: Włókno drzewne, włókno poliolefinowe, siarczan amonu.

zastosowanie: W testowanej ścianie materiał zastosowany jako uzupełniająca izolacja (termiczna i akustyczna) – wypełnienie niewielkich przestrzeni pomiędzy parami słupków konstrukcji drewnianej.

D. Drewno klejone warstwowo z fornirow LVL 400mm x45mm

opis: drewno klejone klasy GL 24, Klasyfikacja ogniowa: D-s1,d0, klasa emisji formaldehydu E1

zastosowanie: Podwalina i oczep testowanej ściany.

E. Płyta poszyciowa (termoizolacyjna) na bazie lignocelulozy gr. 60mm

opis: Płyty z materiału produkowanego według normy PN-EN 13171, skład włókno lignocelulozowe i żywica pMDI, o deklarowanej grubości 60 mm, gęstości ok. 240 kg/m³, klasie reakcji na ogień E, masie powierzchniowej 14,4 kg/m², $\lambda_D=0,049 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

zastosowanie: Poszycie i dodatkowa izolacja termiczna testowanej ściany od strony zewnętrznej.

W realnym zastosowaniu wyrób nadaje się do pokrycia tynkiem, lub osłonięcia elewacją wentylowaną.

F. Płyta gliniana gr. 16mm

opis: Płyty wytwarzane na bazie gliny jako lepiszcza. Skład: glina, mieszanina piasków, sieczka słomiana, siatka z włókna szklanego. Deklarowana grubość 16mm, masa powierzchniowa 26,3 kg/m², gęstość objętościowa 1500 kg/m³.

zastosowanie: Poszycie testowanej ściany od strony wewnętrznej.

G. Zszywki 246/110mm

opis: Zszywki stalowe, ocynkowane do pneumatycznego wbijania, jako łączniki do mocowania dla wyrobów z drewna. Średnica nominalna 2mm, długość 110mm.

zastosowanie: Zszywki zastosowano do montażu płyt poszyciowych (E) do konstrukcji drewnianej ściany.

H. Wkręty ciesielskie 8mm x 100mm

opis: Wkręty ciesielskie ze stali węglowej, z powłoką zabezpieczającą, samowierzące. Łby stożkowe. Produkowane zgodnie z ETA-18/0817.

zastosowanie: Wkręty zastosowano do łączenia elementów konstrukcji drewnianej testowanej ściany.

I. Wkręty ciesielskie 5mm x 90mm

opis: Wkręty ciesielskie ze stali węglowej, z powłoką zabezpieczającą, samowierzące. Łby stożkowe. Produkowane zgodnie z ETA-18/0817.

zastosowanie: Wkręty zastosowano do montażu płyty MFP (patrz pkt. X) zabezpieczającej boczne powierzchnie testowanej ściany.

J. Wkręty 3,5mm x 70mm

opis: Wkręty do płyt karton-gips i drewna, ze stali węglowej z powłoką fosfatową. Łby stożkowe płaskie. Zgodne z normą: PN-EN 14566.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie do montażu płyt glinianych (F), stosując podkładki (K).

K. Podkładki papowe 4mm x 28mm

opis: Podkładki papowe, stalowe, ocynkowane.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako podkładki wraz z wkrętami (J) do montażu płyt glinianych (F),

L. Tynk gliniany

opis: Tynk bazowy gliniany. Skład: Kolorowe gliny, piaski kwarcowe (uziarnienie 0-5 mm), mąka mamurowa i włókna naturalne. Produkowany zgodnie z EN 998-1:2016.

Klasa reakcji na ogień: A1. Przyczepność <0,1N/mm². Gęstość ok. 1600 kg/m³ Masa powierzchniowa ok. 9kg/m² przy warstwie 5mm.

zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako wyprawę tynkarską na płytach glinianych. W warstwie tynku ułożono siatkę (patrz pkt. M, poniżej)

M. Siatka tynkarska z włókna szklanego

opis: Siatka tynkarska z włókna szklanego o gramaturze 150g/m². Skład: powłokane włókno szklane.

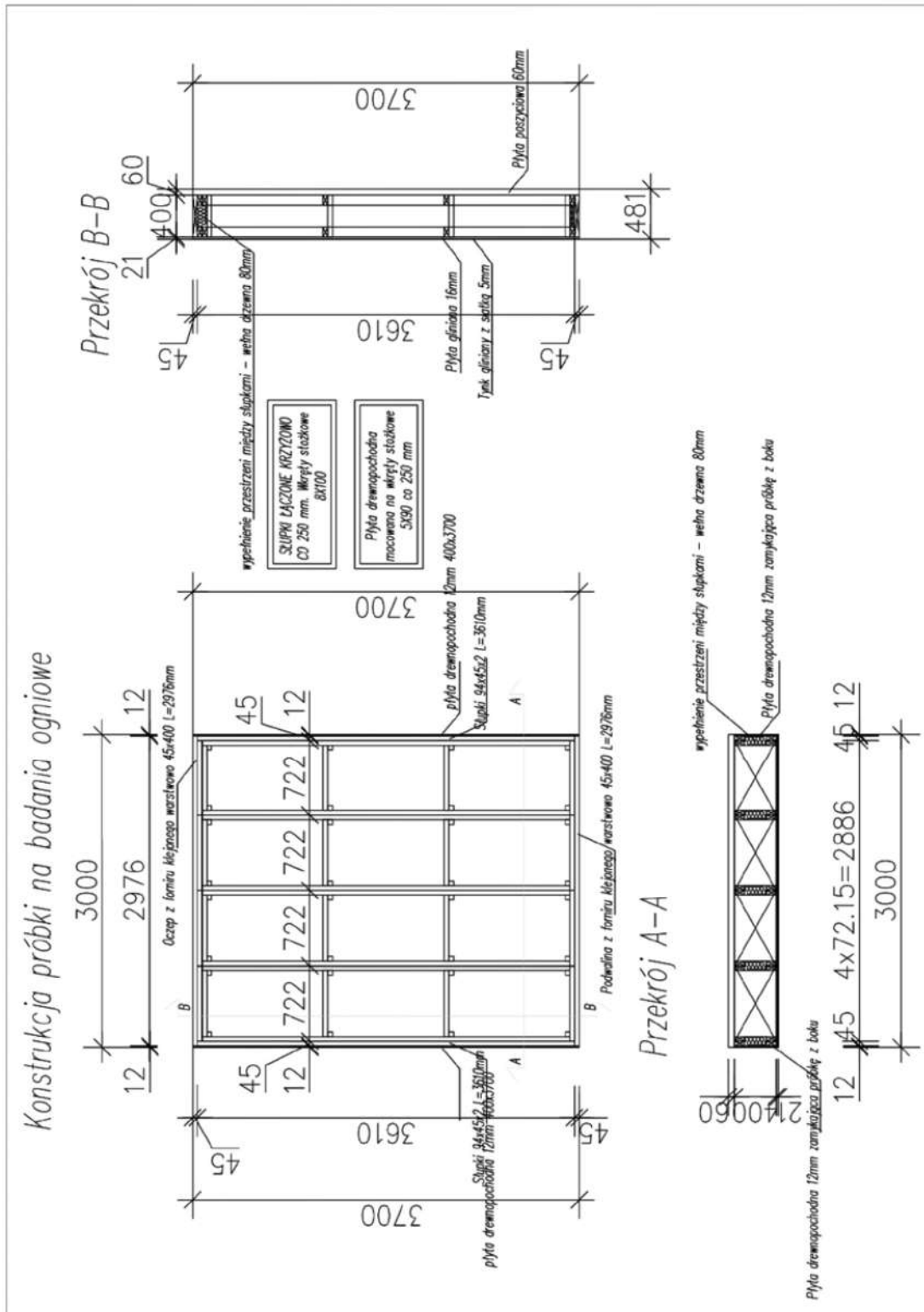
zastosowanie: Wyrób zastosowano w testowanej ścianie jako zbrojenie wyprawy tynkarskiej (patrz pkt. L, powyżej).

X. Płyta MFP 12mm (zabezpieczenie próbki z boku, nie stanowi elementu ściany w realnym zastosowaniu).

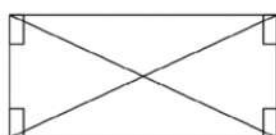
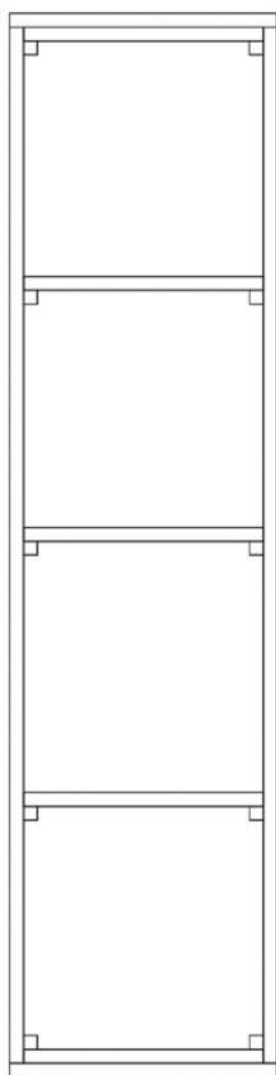
Opis połączeń konstrukcji drewnianej

Elementy konstrukcji drewnianej szkieletowej ścian łączono z użyciem wkrętów ciesielskich:

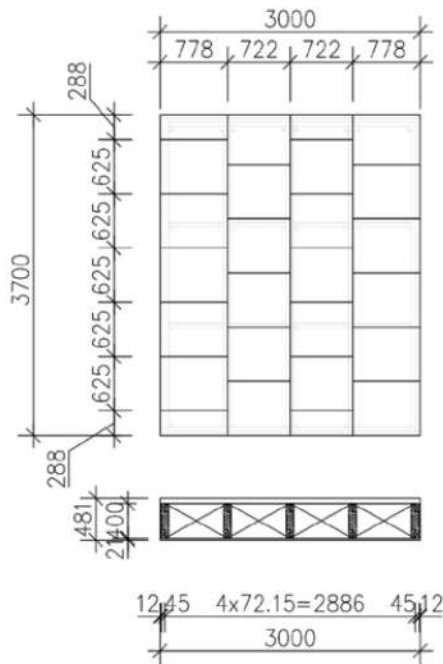
- a) Podwalina oraz oczep wykonane z fomu klejonego warstwowo były łączone z panelami drewnianymi wkrętami stożkowymi 8mm x 100mm montowanymi co 25 cm, prostopadle do płaszczyzny fomu.
- b) Słupki paneli drewnianych były skręcane ze sobą na wkrętach ciesielskich 8mm x 100mm co 25cm, montowane krzyżowo.
- c) Przewiązki i rygle były skręcane ze słupami wkrętami 8mm x 100mm
- d) Płyta drewnopochodna zamykająca boki próbki była montowana na wkręty stożkowe 5x90 co 25 cm, montowane prostopadle do płaszczyzny płyty.



PANEL ŚCIENNY

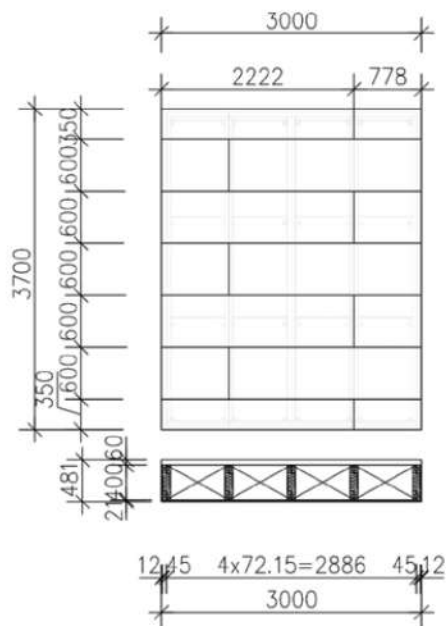


Próbka na badania ogniowe – płytowanie wewnętrzne



Płyty gliniane zbrojone siatką dwustronnie
 grubość 16mm
 długość 77.8 oraz 72.2
 szerokość 62,5
 Na płytach warstwa tynku z wtopioną
 siatką 5mm
 Mocowanie na wkręty z podkładkami co
 150mm

Próbka na badania ogniowe – płytowanie zewnętrzne



Płyty poszyciowe
 grubość 60mm

Łączenie na pióro i wpust
 mocowanie na zszywki co 100mm

Raport obliczeniowy



Projekt: Słomiany dom

Obiekt nr: SS5 / słupek 90x95 L=3,7m

Projekt:

Normatyw obliczeniowy: **EC - NA PL Polska**

Gmina: **Szlachta, Polska**

Wysokość npm: **124 m**

Strefa obciążenia śniegiem: **3**

Obciążenie śniegiem: **1.200 kN/m²**

Strefa obciążenia wiatrem: **1**

Obszar aktywności wiatru:

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

Obliczenia konstrukcji	warunki spełnione !
słup	C24 9.0 / 9.5

1. Uwagi wstępne

Norma obliczeniowa: EC 5 NA PL

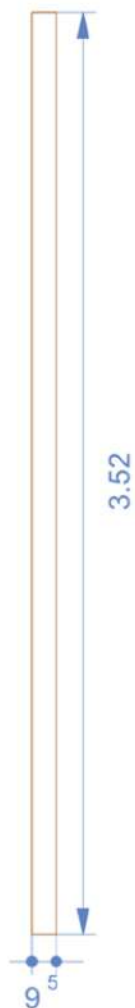
1.1. Normy i wytyczne

Obliczenia zostały wykonane na podstawie poniższych dokumentów:

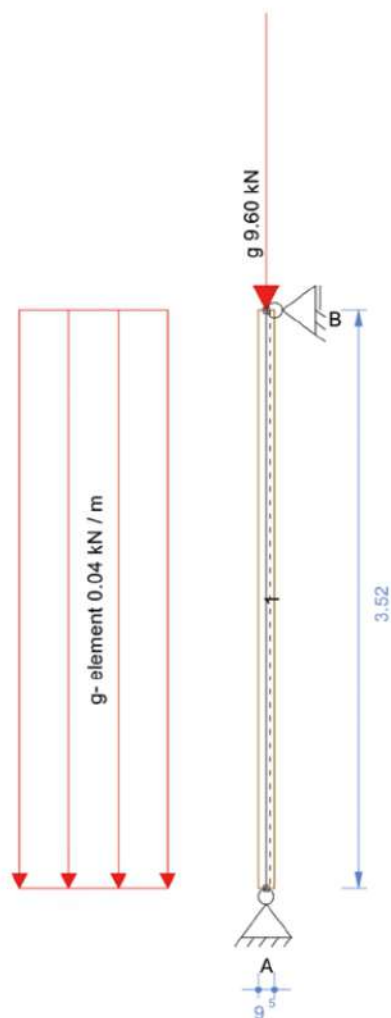
Oznaczenie	Nazwa	Utworzono	Ważność
PN-EN 1995-1-1/NA	Projektowanie konstrukcji drewnianych - Załącznik Krajowy Polska	2010	-
PN-EN 1995-1-1/NA A2	Zmiana A2 do normy Projektowanie konstrukcji drewnianych - Załącznik Krajowy Polska	2014	-
EN 1995-1-1 (EC 5)	Projektowanie konstrukcji drewnianych	04.2010	-
EN 1990 (EC 0)	Podstawy projektowania konstrukcji	08.2012	-
EN 1991 (EC 1)	Oddziaływania na konstrukcje	12.2010	-
EN 338:2016	Drewno konstrukcyjne - Klasy wytrzymałości	07.2016	-

2. Podstawowe dane do obliczeń

2.1. Schemat konstrukcji



2.2. Schemat statyczny



2.3. Szkic konstrukcji

belka-długość 1	3.520 m
-----------------	---------

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

2.4. Geometria przekroju



element	Przekrój	materiał	b mm	h mm	lamela	włókno
słup	prostokątny	C24	90.0	95.0	na płasko	podłużnie

2.5. Obciążenia wartości charakterystyczne E.

obciążenia	typ	orientacja	belka	P1	x1 [m]
g	skupione	wg osi belki	1	9.60 [kN]	
g- element	rozłożone	wg osi belki	1	0.04 [kN/m]	

2.6. Klasy użytkowania

Pręt	NKL
1	klasa 2 - zadane

2.7. Podpora

Podpora	AB mm	AT mm	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad	Uwagi
A	0.00	90.00	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	0.00	0.00	0.00	-
B	0.00	90.00	utwierdzenie	utwierdzenie	0.00	0.00	0.00	0.00	-

2.8. Połączenie belek

belka nr/ węzeł nr	F _x kN/m	F _y kN/m	F _z kN/m	M _x kNm/rad	M _y kNm/rad	M _z kNm/rad
1/A, 1/B	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie	utwierdzenie

2.9. Ugięcia graniczne, długość wybočeníowa i zwichrzeniowa

Pręt	ugięcie graniczne zul.	L [m]	L wybocz. Y [m]	L wybocz. Z [m]	L zwich. [m]
1	l/300; l/200; l/300	3.52	3.52	3.52	3.52

3. Wartości obliczeniowe

3.1. Parametry przekroju

element	A cm ²	W _y cm ³	W _z cm ³	I _y cm ⁴	I _z cm ⁴
słup	85.50	135.38	128.25	643.03	577.13

3.2. Wytrzymałość wartość charakterystyczna

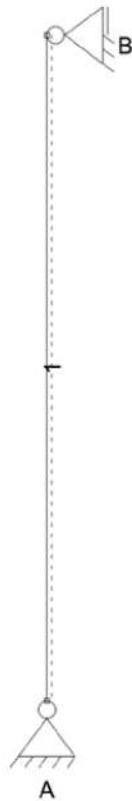
element	material	$f_{m,y,k}$ N/mm ²	$f_{m,x,k}$ N/mm ²	$f_{c,sk}$ N/mm ²	$f_{c,sk,0.1}$ N/mm ²	$f_{t,sk}$ N/mm ²	$f_{t,sk,0.1}$ N/mm ²
slup	C24	24.00	24.00	21.00	2.50	14.50	0.40

element	$f_{c,k}$ N/mm ²	$E_{l,max}$ N/mm ²	G_{max} N/mm ²	$E_{90,max}$ N/mm ²	$E_{a,s}$ N/mm ²	ρ_k kg/m ³	γ_m
slup	4.00	11000	690	370	7333	350	1.30

3.3. Obciążenia układu

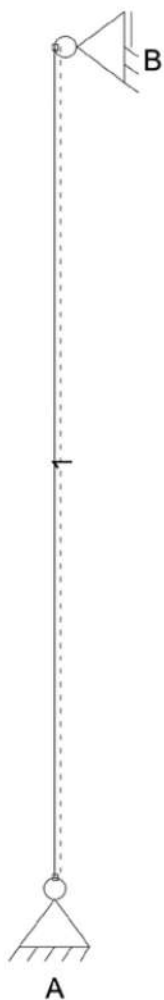
3.3.1. Moment M_y

Obwiednia wartości obliczeniowych



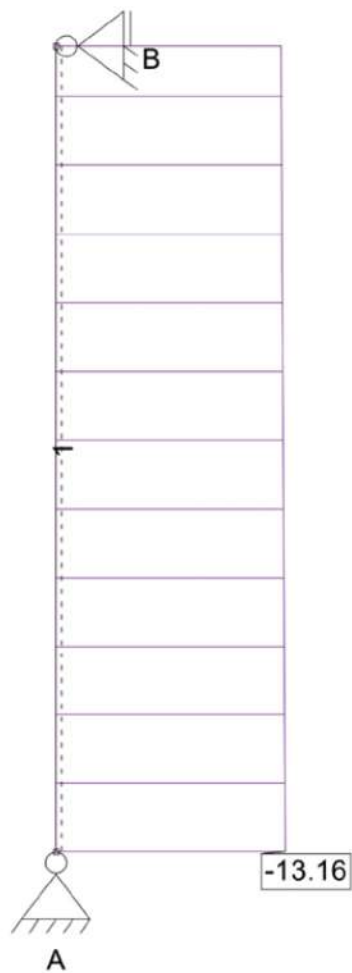
3.3.2. Siły tnące V

Obwiednia wartości obliczeniowych



3.3.3. Siły osiowe N

Obwiednia wartości obliczeniowych



3.3.4. Ugięcie w

ugięcie końcowe (w_{ko})



3.3.5. Reakcje

Maksymalne wartości obliczeniowe



3.4. Współczynniki dodatkowe

element	$f_{m,y,A}$ wspł.	$f_{m,z,A}$ wspł.	$f_{L,y,A}$ wspł.	$f_{L,z,y,A}$ wspł.	$f_{L,y,z,A}$ wspł.	$f_{y,A}$ wspł.
słup	1.10	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00

4. Obliczenia stabilności i użyteczności.

4.1. Przegląd istotnych parametrów obliczeniowych

4.1.1. słup

Obliczenia standardowe

przypadek	wyężenie	kombinacja	położenie
naprężenia osiowe i zginające	0.16 < 1,0	✓ g	Węzeł A
naprężenia ścinające	0.00 < 1,0	✓ g	Węzeł A

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

stateczność	0.92 < 1,0	✓	g	Węzeł A
ugięcie chwilowe (w_{mi})	0.03 < 1,0	✓	g	Węzeł B
ugięcie końcowe (w_{ko})	0.04 < 1,0	✓	g	Węzeł B
ugięcie końcowe wynikowe (w_{wch})	0.06 < 1,0	✓	g	Węzeł B

4.2. Reakcje na podporach wartości charakterystyczne kN

	g		g
$A_{F,k}$	0.00	$B_{F,k}$	0.00
$A_{V,k}$	9.75		

4.3. Maksymalne wartości obliczeniowe reakcji podporowych kN

	stałe
$A_{E,d}$	13.16

4.4. Wartości obliczeniowe sił podnoszących na podporze kN

Przyjęte do obliczeń obciążenia nie generują sił podnoszących na podporach!

4.5. Szczegółowe obliczenia

4.5.1. słup: Obliczenia standardowe

naprężenia osiowe i zginające

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń 1.35 g

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}$$

 $\eta = 0,16 < 1,0 \Rightarrow$ warunek spełniony

wartości obliczeniowe:

N_d kN	$f_{t,d}$ N/mm ²	A cm ²	k_{mod}
-13.16	9.69	85.50	0.600

naprężenia ścinające

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń g

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}$$

 $\eta = 0 < 1,0 \Rightarrow$ warunek spełniony

wartości obliczeniowe:

$V_{z,d}$ kN	τ N/mm ²	k_{cor}	$f_{v,d}$ N/mm ²	k_{mod}
0.00	0.00	0.670	3.38	1.100

SS5 - słupek 90x95 L=3,7m

Słomiany dom -

Szlachta, Polska

stateczność

Położenie maksymalnych naprężeń: Węzeł A

Istotna kombinacja obciążeń 1.35 g

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{m,v,d}}{k_m \cdot f_{m,v,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}}$$

 $\eta = 0,92 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

$M_{y,d}$ kNm	$f_{m,v,d}$ N/mm ²	$k_{m,v}$	N_c kN	$f_{c,0,d}$ N/mm ²	$k_{c,z}$	I_y cm ⁴	z mm	A cm ²	k_{mod}
0.00	12.14	1.000	-13.16	9.69	0.172	643.03	47.5	85.50	0.600

ugięcie chwilowe (w_{inst})

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń g

w/zul. w

 $\eta = 0,03 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm
0.04	1.17

ugięcie końcowe (w_{inf})

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń 1.80 g

w/zul. w

 $\eta = 0,04 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm	k_{def}	k_{def}
0.07	1.76	0.000	0.800

ugięcie końcowe wynikowe ($w_{inf,fin}$)

Położenie maksymalnych ugięć: Węzeł B

Istotna kombinacja obciążeń 1.80 g

w/zul. w

 $\eta = 0,06 < 1,0 \Rightarrow$ **warunek spełniony**

wartości obliczeniowe:

w cm	zul. w cm	k_{def}	k_{def}
0.07	1.17	0.000	0.800

Zastrzeżenia

Laboratorium Badawcze oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do otrzymanej próbki.

Bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Raport nie może być powielany inaczej, jak tylko w całości.

Raport z badań nie zastępuje dokumentów wymaganych przy wprowadzaniu do obrotu i udostępnianiu wyrobów budowlanych.

Zgodnie z postanowieniami PN-EN 13501-2:2023-09, ocena zgodności wyników z kryteriami znajduje się w odrębnym dokumencie (tzw. raporcie klasyfikacyjnym), o ile właściciel niniejszego raportu wystąpił o sporządzenie takiego dokumentu.

Niniejszy raport został wydany w formie elektronicznej, z kwalifikowanymi podpisami elektronicznymi osób odpowiedzialnych. Wydruk niniejszego raportu nie jest oryginalnym dokumentem.

Zespół badawczy

Kamil Makuch, Mateusz Tumidajewicz, Leszek Włodarczyk, Paweł Mika, Artur Frączek, Piotr Turkowski, Marek Łukomski (odpowiedzialny za badanie).

Odpowiedzialny/a za badania

Marek Łukomski; ITB
Elektronicznie podpisany przez Marek Łukomski; ITB
Data: 2024.04.16 13:46:28 +02'00'

podpis cyfrowy

Autoryzujący/a raport

Piotr Turkowski; ITB
Piotr Turkowski; ITB
2024.04.18 08:54:12 +02'00'

podpis cyfrowy

Kierownik Laboratorium LZP

KIEROWNIK
Laboratorium Badawcze Ogólnych
dr inż. Bartłomiej Papis
Bartłomiej Papis; ITB
2024.04.18 12:36:15+02'00'

podpis cyfrowy

KONIEC RAPORTU

2

**Badanie
klasy reakcji
na ogień - tzw.
euroklasy**

2.1 Raport klasyfikacyjny PL - straw bale - RKM-9/04/2024

	RAPORT KLASYFIKACYJNY W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ	Formularz KSZ-7.8/ F-42A/20.10.2022 Strona 1 z 3
---	--	--

Zleceniodawca

Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa
Naturalnego
Aleja Zjednoczenia 50/u1
01-801 Warszawa
NIP: 7272787118

Opracowana przez

Fire-Lab Sp. z o.o.
Ul. Szałwiowa 9
03-167 Warszawa, Polska

Nazwa wyrobu

Straw bale

Raport klasyfikacyjny nr
RKM-9/04/2024

Wydanie numer

Wydanie nr 1

Data wydania

17.04.2024

KLASYFIKACJA W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ wg EN 13501-1:2019

Niniejszy raport klasyfikacyjny ma trzy strony i może być stosowany lub powielany tylko w całości.


1. Wprowadzenie

Niniejszy raport klasyfikacyjny określa klasyfikację przyznaną Straw bale zgodnie z procedurami podanymi w EN 13501-1:2019.

2. Szczegółowe informacje o klasyfikowanym wyrobie

2.1 Postanowienia ogólne

Wyrób: Straw bale określono jako materiał izolacyjny.

	RAPORT KLASYFIKACYJNY W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ	Formularz KSZ-7.8/ F-42A/20.10.2022 Strona 2 z 3
---	--	--

2.2 Opis wyrobu

Wyrób, Straw bale, opisano niżej lub podano w raportach będących podstawą klasyfikacji, wymienionych w 3.1.

Opis wyrobu:
„Straw bale” materiał izolacyjny ze sprasowanej słomy o gęstości 100 (±10%) kg/m³.
Wyrób służy jako materiał izolacyjny.

3. Raporty i wyniki stanowiące podstawę klasyfikacji

3.1 Raporty

Nazwa laboratorium	Nazwa zleceniodawcy	Raport nr	Metoda i data badania
FIRE-LAB sp. z o.o.	OSBN	MP-9/04/2024	PN-EN ISO 11925-2:2020 11.04.2024

3.2 Wyniki

Metoda badania i numer badania	Parametr	Liczba badań	Wyniki	
			Parametr ciągły – wartość średnia (m)	Zgodność z parametrem
PN-EN ISO 11925-2:2020 Ekspozycja powierzchniowa 15s MP-9/04/2024	F _s ≤150mm	6	F _s < 150mm	Zgodne
	Płonące krople/cząstki		Brak	Zgodne

4. Klasyfikacja i jej zakres zastosowania

4.1 Powołanie klasyfikacji

Klasyfikacja została określona zgodnie z EN 13501-1:2019

4.2 Klasyfikacja

Wyrób: Straw bale w zakresie reakcji na ogień, uzyskał klasyfikację:

E

Ze względu na wydzielanie dymu, wyrób uzyskał dodatkową klasyfikację:

-

Ze względu na występowanie płonących kropli/cząstek, wyrób uzyskał dodatkową klasyfikację:

-

Format klasyfikacji w zakresie reakcji na ogień dla wyrobów budowlanych, z wyjątkiem posadzek i wyrobów liniowych do termicznej izolacji przewodów, jest następujący:

Klasyfikacja w zakresie reakcji na ogień: E

4.3 Zakres zastosowania

Niniejsza klasyfikacja jest ważna dla następujących parametrów określających wyrób opisanych w punkcie 2.2.

5. Ograniczenia

Niniejszy dokument klasyfikacyjny nie jest aprobatą techniczną ani certyfikatem wyrobu.

Nadana klasyfikacja pozostaje ważna dopóki:

- Nie zostanie zmieniona metoda badania.
- Nie zostanie zmieniona norma wyrobu lub aprobaty technicznej.
- Nie zostaną wprowadzone zmiany konstrukcyjne, materiałowe wpływające na właściwości badanego materiału.

PODPISAŁ

Kierownik Laboratorium
M. Niedźwiecka
Monika Niedźwiecka

Dokument podpisany przez
Monika Niedźwiecka
Data: 2024.04.24 12:18:28
CEST

podpis osoby opracowującej klasyfikację


SPRAWDZIŁ

Wiceprezes Zarządu
Krzysztof Tetelewski
Krzysztof Tetelewski

Dokument
podpisany przez
Krzysztof
Tetelewski
Data: 2024.04.24
14:47:17 CEST

podpis osoby aprobującej raport

2.2 Sprawozdanie z badań zapalności - straw bale - MP-9/04/2024

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-22
	Nr: MP-9/04/2024	Data: 17.04.2024	B/01.10.2023 Strona 1 z 2

<p>Fire-Lab Sp. z o.o. ul. Szałwiowa 9 03-167 Warszawa tel. +48 22 531 64 02 mail: laboratorium@fire-lab.pl www.fire-lab.pl</p>	 AB 1777	
---	---	--

1. Zleceniodawca:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa NIP: 7272787118
2. Dane kontaktowe Zleceniodawcy:	Maciej Jagielak e-mail: jagielakmaciej@gmail.com tel: 6680383944
3. Metodyka badawcza:	PN-EN ISO 11925-2:2020 „Badania reakcji na ogień. Zapalność wyrobów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Metoda: badania przy działaniu pojedynczego płomienia”
4. Cel badania:	Badania kontrolne
5. Identyfikacja wyrobu (próbki) na podstawie oświadczenia Zleceniodawcy:	
5.1. Identyfikacja wyrobu	„Straw bale” – materiał izolacyjny ze sprasowanej słomy o gęstości 100 kg/m ³ (±10%).
5.2. Dokument odniesienia wyrobu	Brak
5.3. Dane dotyczące pobrania próbki	Próbka dostarczona przez Zleceniodawcę
5.4. Data i miejsce pobrania próbki	Próbka dostarczona przez Zleceniodawcę
5.5. Przewidywane zastosowanie wyrobu	Wyrób służy jako materiał izolacyjny.
6. Data przyjęcia próbki do Laboratorium:	04.04.2024
7. Ocena stanu próbki na przyjęciu:	Brak uwag
8. Numery nadane obiektom badań:	MP-9/04/2024/8/1-12
9. Zastosowana procedura sezonowania:	Zgodnie z PN-EN 13238:2011 p. 4.2 temp. 23+/-2°C; wilg. Wzgl. 50+/-5%
10. Odstępstwa:	Brak
11. Data rozpoczęcia badania:	11.04.2024
12. Data zakończenia badania:	11.04.2024

13. OPIS OBIEKTÓW BADAŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD PRÓBKII

Lp.	Cecha	Numer obiektu badania					
		1	2	3	4	5	6
13.1	Wymiary H/L [mm]	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90
13.2	Grubość [mm]	60	60	60	60	60	60
13.3	Waga [g]	79,8	83,4	80,7	83,1	82,5	80,3
13.4	Ogólny opis wyrobu	Materiał sytki w koszyku zgodnie z normą PN-EN ISO 11925-2:2020					

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-22
	Nr: MP-9/04/2024	Data: 17.04.2024	B/01.10.2023 Strona 2 z 2

14. WYNIKI BADAŃ

Oddziaływanie płomienia powierzchniowo – czas ekspozycji 15s

Lp.	Właściwość	Numer obiektu badania					
		1	2	3	4	5	6
14.1	Zapalenie próbki [tak / nie]	tak	tak	tak	tak	tak	tak
14.2	Przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia płomienia [tak / nie]	nie	nie	nie	nie	nie	nie
14.3	Czas po którym nastąpiło przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia [s]	-	-	-	-	-	-
14.4	Występowanie płonących kropli, opadów stałych powodujących zapalenie papieru filtracyjnego	nie	nie	nie	nie	nie	nie
14.5	Obserwacje podczas badania	Brak uwag					

15. OŚWIADCZENIA

15.1	Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
15.2	Wyniki badania odnoszą do zachowania próbek do badań w szczególnych warunkach badania; nie mogą być jedynym kryterium oceny potencjalnego zagrożenia pożarowego zastosowanego wyrobu.
15.3	Sprawozdanie z badań bez pisemnej zgody Laboratorium nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.

OPRACOWAŁ:

Kierownik Laboratorium

 Monika Niedzwiecka
 Dokument podpisany przez
 Monika Niedzwiecka
 Data: 2024.04.17 13:13:29
 CEST

(imię i nazwisko, data, podpis)

AUTORYZOWAŁ:

Wiceprezes Zarządu

 Krzysztof Tetelewski
 Dokument podpisany przez
 Krzysztof Tetelewski
 Data: 2024.04.18 11:39:59
 CEST

(imię i nazwisko, stanowisko, data, podpis)

2.3 Raport klasyfikacyjny PL - konoplit - RKS-5/04/2024

 FIRE LAB BADANIA PALNOŚCI	RAPORT KLASYFIKACYJNY W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ	Formularz KSZ-7.8/ F-42A/20.10.2022 Strona 1 z 3
---	--	--

Zleceniodawca

Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa
Naturalnego
Aleja Zjednoczenia 50/u1
01-801 Warszawa
NIP: 7272787118

Opracowana przez

Fire-Lab Sp. z o.o.
Ul. Szatwiowa 9
03-167 Warszawa, Polska

Nazwa wyrobu

Konoplit

Raport klasyfikacyjny nr

RKS-5/04/2024

Wydanie numer

Wydanie nr 1

Data wydania

17.04.2024

KLASYFIKACJA W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ wg EN 13501-1:2019

Niniejszy raport klasyfikacyjny ma trzy strony i może być stosowany lub powielany tylko w całości.


1. Wprowadzenie

Niniejszy raport klasyfikacyjny określa klasyfikację przyznaną Konoplitowi zgodnie z procedurami podanymi w EN 13501-1:2019.

2. Szczegółowe informacje o klasyfikowanym wyrobie

2.1 Postanowienia ogólne

Wyrób: Konoplit określono jako materiał izolacyjny.

	RAPORT KLASYFIKACYJNY W ZAKRESIE REAKCJI NA OGIEŃ	Formularz KSZ-7.8/ F-42A/20.10.2022 Strona 2 z 3
---	--	--

2.2 Opis wyrobu

Wyrób, Konoplit, opisano niżej lub podano w raportach będących podstawą klasyfikacji, wymienionych w 3.1.

Opis wyrobu:
„Konoplit” materiał izolacyjny z paździerzy konopnych oraz wapna o gęstości 350 ($\pm 15\%$) kg/m³.
Wyrób służy jako materiał izolacyjny.

3. Raporty i wyniki stanowiące podstawę klasyfikacji

3.1 Raporty

Nazwa laboratorium	Nazwa zlecniodawcy	Raport nr	Metoda i data badania
FIRE-LAB sp. z o.o.	OSBN	MP-8/04/2024	PN-EN ISO 11925-2:2020 11.04.2024
FIRE-LAB sp. Z o.o.	OSBN	SBI-5/04/2024	PN-EN 13823+A1:2022-12 11.04.2024

3.2 Wyniki

Metoda badania i numer badania	Parametr	Liczba badań	Wyniki	
			Parametr ciągły – wartość średnia (m)	Zgodność z parametrem
PN-EN ISO 11925-2:2020 Ekspozycja powierzchniowa 30s MP-8/04/2024	F _s ≤150mm	6	F _s < 150mm	Zgodne
	Płonące krople/cząstki		Brak	Zgodne
PN-EN ISO 11925-2:2020 Ekspozycja krawędziowa 30s MP-8/04/2024	F _s ≤150mm	6	F _s < 150mm	Zgodne
	Płonące krople/cząstki		Brak	Zgodne
PN-EN 13823+A1:2022-12 SBI-5/04/2024	FIGRA _{0,2Ml} [W/s]	3	110,59	(-)
	FIGRA _{0,4Ml} [W/s]		104,43	(-)
	LFS < edge		Brak	Zgodne
	THR _{600s} [MJ]		4,81	(-)
	SMOGRA [m ² /s ²]		0,00	(-)
	TSP _{600s} [m ²]		25,26	(-)
	Płonące krople/cząstki		Brak	Zgodne

4. Klasyfikacja i jej zakres zastosowania

4.1 Powołanie klasyfikacji

Klasyfikacja została określona zgodnie z EN 13501-1:2019

4.2 Klasyfikacja

Wyrób: Konoplit w zakresie reakcji na ogień, uzyskał klasyfikację:

B

Ze względu na wydzielanie dymu, wyrób uzyskał dodatkową klasyfikację:

s1

Ze względu na występowanie płonących kropli/cząstek, wyrób uzyskał dodatkową klasyfikację:

d0

Format klasyfikacji w zakresie reakcji na ogień dla wyrobów budowlanych, z wyjątkiem posadzek i wyrobów liniowych do termicznej izolacji przewodów, jest następujący:

Klasyfikacja w zakresie reakcji na ogień: B-s1,d0

4.3 Zakres zastosowania

Niniejsza klasyfikacja jest ważna dla następujących parametrów określających wyrób opisanych w punkcie 2.2.

5. Ograniczenia

Niniejszy dokument klasyfikacyjny nie jest aprobatą techniczną ani certyfikatem wyrobu.

Nadana klasyfikacja pozostaje ważna dopóki:

- Nie zostanie zmieniona metoda badania.
- Nie zostanie zmieniona norma wyrobu lub aprobata techniczna.
- Nie zostaną wprowadzone zmiany konstrukcyjne, materiałowe wpływające na właściwości badanego materiału.

PODPISAŁ

SPRAWDZIŁ

Kierownik Laboratorium
M. Niedzwiecka
Monika Niedzwiecka

Dokument podpisany przez
Monika Niedzwiecka
Data: 2024.04.17 13:14:15
CEST

podpis osoby opracowującej klasyfikację

Wiceprezes Zarządu
Krzysztof Tetelewski
Krzysztof Tetelewski

Dokument podpisany
przez Krzysztof
Tetelewski
Data: 2024.04.18
11:39:50 CEST

podpis osoby aprobującej raport

2.4 Sprawozdanie z badań zapalności - konoplit - MP-8/04/2024

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-22
	Nr: MP-8/04/2024	Data: 17.04.2024	B/01.10.2023 Strona 1 z 2


Fire-Lab Sp. z o.o. ul. Szałwiowa 9 03-167 Warszawa tel. +48 22 531 64 02 mail: laboratorium@fire-lab.pl www.fire-lab.pl	 AB 1777
---	---

1. Zleceniodawca:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa NIP: 7272787118
2. Dane kontaktowe Zleceniodawcy:	Maciej Jagielak e-mail: jagielakmaciej@gmail.com tel: 6680383944
3. Metodyka badawcza:	PN-EN ISO 11925-2:2020 „Badania reakcji na ogień. Zapalność wyrobów poddawanych bezpośredniemu działaniu płomienia. Metoda: badania przy działaniu pojedynczego płomienia”
4. Cel badania:	Badania kontrolne
5. Identyfikacja wyrobu (próbki) na podstawie oświadczenia Zleceniodawcy:	
5.1. Identyfikacja wyrobu	„Konoplit” materiał izolacyjny z paździerzy konopnych oraz wapna o gęstości 350 (±15%) kg/m ³ .
5.2. Dokument odniesienia wyrobu	Brak
5.3. Dane dotyczące pobrania próbki	Próbka dostarczona przez Zleceniodawcę
5.4. Data i miejsce pobrania próbki	Próbka dostarczona przez Zleceniodawcę
5.5. Przewidywane zastosowanie wyrobu	Wyrób służy jako materiał izolacyjny.
6. Data przyjęcia próbki do Laboratorium:	04.04.2024
7. Ocena stanu próbki na przyjęciu:	Brak uwag
8. Numery nadane obiektom badań:	MP-8/04/2024/8/1-12
9. Zastosowana procedura sezonowania:	Zgodnie z PN-EN 13238:2011 p. 4.2 temp. 23+/-2°C; wilg. wzgl. 50+/-5%
10. Odstępstwa:	Brak
11. Data rozpoczęcia badania:	11.04.2024
12. Data zakończenia badania:	11.04.2024

13. OPIS OBIEKTÓW BADAŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD PRÓBKII

Lp.	Cecha	Numer obiektu badania					
		1	2	3	4	5	6
13.1	Wymiary H/L [mm]	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90
13.2	Grubość [mm]	60	60	60	60	60	60
13.3	Waga [g]	423,3	428,1	416,5	420,4	431,7	425,9
13.4	Ogólny opis wyrobu	Brak uwag					

Lp.	Cecha	Numer obiektu badania					
		7	8	9	10	11	12
13.1	Wymiary H/L [mm]	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90	250x90
13.2	Grubość [mm]	60	60	60	60	60	60
13.3	Waga [g]	419,5	413,6	408,1	426,7	432,3	421,8
13.4	Ogólny opis wyrobu	Brak uwag					

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-22
	Nr: MP-8/04/2024	Data: 17.04.2024	B/01.10.2023 Strona 2 z 2

14. WYNIKI BADAŃ

Oddziaływanie płomienia powierzchniowo – czas ekspozycji 30s

Lp.	Właściwość	Numer obiektu badania					
		1	2	3	4	5	6
14.1	Zapalenie próbki [tak / nie]	nie	nie	nie	nie	nie	nie
14.2	Przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia płomienia [tak / nie]	nie	nie	nie	nie	nie	nie
14.3	Czas po którym nastąpiło przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia [s]	-	-	-	-	-	-
14.4	Występowanie płonących kropli, opadów stałych powodujących zapalenie papieru filtracyjnego	nie	nie	nie	nie	nie	nie
14.5	Obserwacje podczas badania	Brak uwag					

15. WYNIKI BADAŃ

Oddziaływanie płomienia krawędziowo – czas ekspozycji 30s

Lp.	Właściwość	Numer obiektu badania					
		1	2	3	4	5	6
15.1	Zapalenie próbki [tak / nie]	nie	nie	nie	nie	nie	nie
15.2	Przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia płomienia [tak / nie]	nie	nie	nie	nie	nie	nie
15.3	Czas po którym nastąpiło przekroczenie przez wierzchołek płomienia wysokości 150mm powyżej punktu przyłożenia [s]	-	-	-	-	-	-
15.4	Występowanie płonących kropli, opadów stałych powodujących zapalenie papieru filtracyjnego	nie	nie	nie	nie	nie	nie
15.5	Obserwacje podczas badania	Brak uwag					

16. OŚWIADCZENIA

16.1	Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
16.2	Wyniki badania odnoszą do zachowania próbek do badań w szczególnych warunkach badania; nie mogą być jedynym kryterium oceny potencjalnego zagrożenia pożarowego zastosowanego wyrobu.
16.3	Sprawozdanie z badań bez pisemnej zgody Laboratorium nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.


OPRACOWAŁ:

Kierownik Laboratorium

 Dokument podpisany przez
 Monika Niedzwiecka
 Data: 2024.04.17 13:17:22
 CEST


(imię i nazwisko, data, podpis)

AUTORYZOWAŁ:

Wiceprezes Zarządu

 Dokument podpisany
 przez Krzysztof
 Tetelewski
 Data: 2024.04.18
 11:39:29 CEST

(imię i nazwisko, stanowisko, data, podpis)

2.5 Sprawozdanie z badań reakcji na ogień - konoplit - SBI-5/04/2024


	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-20 C/01.10.2023 Strona 1 z 14
	Nr:	SBI-5/04/2024	

Fire-Lab Sp. z o.o. ul. Szałwiowa 9 03-167 Warszawa tel. +48 22 531 64 02 mail: laboratorium@fire-lab.pl www.fire-lab.pl	 AB 1777	
--	--	--

1. Zleceniodawca	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa NIP: 7272787118	
2. Dane kontaktowe Zleceniodawcy	Maciej Jagielak e-mail: jagielakmaciej@gmail.com tel: 6680383944	
3. Metodyka badawcza	PN-EN 13823+A1:2022-12 „Reakcja na ogień wyrobów budowlanych (z wyłączeniem posadzek) poddanych działaniu termicznemu pojedynczego płonącego przedmiotu”	
4. Cel badania	Badania kontrolne	
5. Identyfikacja wyrobu (próbki) na podstawie oświadczenia Zleceniodawcy		
5.1. Identyfikacja wyrobu	„Konoplit” materiał izolacyjny z paździerzy konopnych oraz wapna o gęstości 350 (±15%) kg/m ³ . Wyrób służy jako materiał izolacyjny.	
5.2. Dokument odniesienia wyrobu	Brak	
5.3. Dane dotyczące pobrania próbki	Próbka dostarczona przez Zleceniodawcę	
5.4. Data i miejsce pobrania próbki	Brak danych	
6. Data przyjęcia próbki do Laboratorium	4.04.2024	
7. Ocena stanu próbki na przyjęciu	Brak uwag	
8. Numery nadane obiektom badań	1	SBI-5/04/2024/8/1
	2	SBI-5/04/2024/8/2
	3	SBI-5/04/2024/8/3
9. Budowa próbki do badań	Zgodna z punktem 5.1 normy badawczej	
10. Opis podkładu i mocowania podkładu	Próbki bez podkładu, bez wzajemnego mocowania	
11. Zastosowana procedura sezonowania	Do uzyskania stałej masy	
12. Odstępstwa	Brak	
13. Data rozpoczęcia badania	11.04.2024	
14. Data zakończenia badania	11.04.2024	

15. OPIS OBIEKTÓW BADAŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD PRÓBKII

Lp.	Cecha	Numer obiektu badania		
		1	2	3
15.1	Wymiary H/L [mm]	1000x1500 500x1500	1000x1500 500x1500	1000x1500 500x1500
15.2	Grubość [mm]	200	200	200
15.3	Masa [kg]	148,5	150,1	146,6
15.4	Ogólny opis wyrobu	Brak uwag		

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F- 20 C/01.10.2023 Strona 2 z 14
	Nr: SBI-5/04/2024	Date: 17.04.2024	

16. WARUNKI BADAŃ

Lp.	Parametr	Numer obiektu badania		
		1	2	3
16.1	Przepływ gazów spalinowych [m ³ /s]	0,6	0,6	0,6
16.2	Temperatura powietrza [°C]	17,21	19,13	18,88
16.3	Wilgotność względna [%]	30,81	24,00	20,62
16.6	Ciśnienie atmosferyczne [hPa]	1023,70	1023,62	1022,75

17. WYNIKI BADAŃ

Lp.	Właściwość	Numer obiektu badania			
		1	2	3	Średnia
17.1	FIGRA _{0,2 MJ} [W/s]	126,54	105,47	99,76	110,59
17.2	FIGRA _{0,4 MJ} [W/s]	121,08	100,48	91,72	104,43
17.3	THR _{600s} [MJ] (całkowita ilość wydzielonego ciepła w czasie 600s)	6,18	3,73	4,52	4,81
17.4	SMOGRA [m ² /s ²]	0,00	0,00	0,00	0,00
17.5	TSP _{600s} [m ²] (całkowita ilość wydzielonego dymu w czasie 600s)	28,70	26,19	20,91	25,26

18. OBSERWACJE

Lp.	Obserwacja	Numer obiektu badania (wynik obserwacji - tak / nie)		
		1	2	3
18.1	LFS – rozprzestrzenianie płomienia	nie	nie	nie
18.2	Spadanie płonących kropli i odpadów stałych płonących <u>nie dłużej</u> niż 10s po spadnięciu	nie	nie	nie
18.3	Spadanie płonących kropli i odpadów stałych płonących <u>dłużej</u> niż 10s po spadnięciu	nie	nie	nie
18.4	Krótkotrwały płomień na powierzchni	nie	nie	nie
18.5	Spadanie części badanego elementu próbki	nie	nie	nie
18.6	Dym <u>nie</u> dochodzący do okapu	nie	nie	nie
18.7	Uszkodzenie wzajemnego mocowania tylnych płyt /	nie	nie	nie
18.8	Odształcenie / zniszczenie badanego elementu próbki	nie	nie	nie
18.9	Przedwczesne zakończenie badania	nie	nie	nie
18.10	Uwagi i obserwacje poczynione podczas badania	Próbka numer 1 pęka w trakcie montowania na wózku.		

19. ZAŁĄCZNIKI

19.1	Fotografie obrazujące zamocowanie obiektów badań na stanowisku badawczym wg pkt. 5.3.3
19.2	Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 1
19.3	Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 2
19.4	Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 3

20. OŚWIADCZENIA

20.1	Wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanych próbek.
20.2	Wyniki badania odnoszą do zachowania próbek do badań w szczególnych warunkach badania; nie mogą być jedynym kryterium oceny potencjalnego zagrożenia pożarowego zastosowanego wyrobu.
20.3	Sprawozdanie z badań bez pisemnej zgody Laboratorium nie może być powielane inaczej jak tylko w całości.

OPRACOWAŁ /


Kierownik Laboratorium Dokument podpisany przez
 Monika Niedźwiecka
 Data: 2024.04.17 13:14:38
 CEST

(imię i nazwisko, data, podpis)

AUTORYZOWAŁ /

Wiceprezes Zarządu Dokument podpisany
 Krzysztof Tetelewski
 Data: 2024.04.18
 11:39:42 CEST

(imię i nazwisko, stanowisko, data, podpis)

	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F- 20 C/01.10.2023 Strona 3 z 14
	Nr: SBI-5/04/2024	Data: 17.04.2024	

Załącznik 19.1 Fotografie obrazujące zamocowanie obiektów badań na stanowisku badawczym wg pkt. 5.3.3

Próbka 1



FIRE LAB BADANIA PALNOSCI	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F- 20 C/01.10.2023 Strona 4 z 14
	Nr: SBI-5/04/2024	Data: 17.04.2024	

Próbka 2



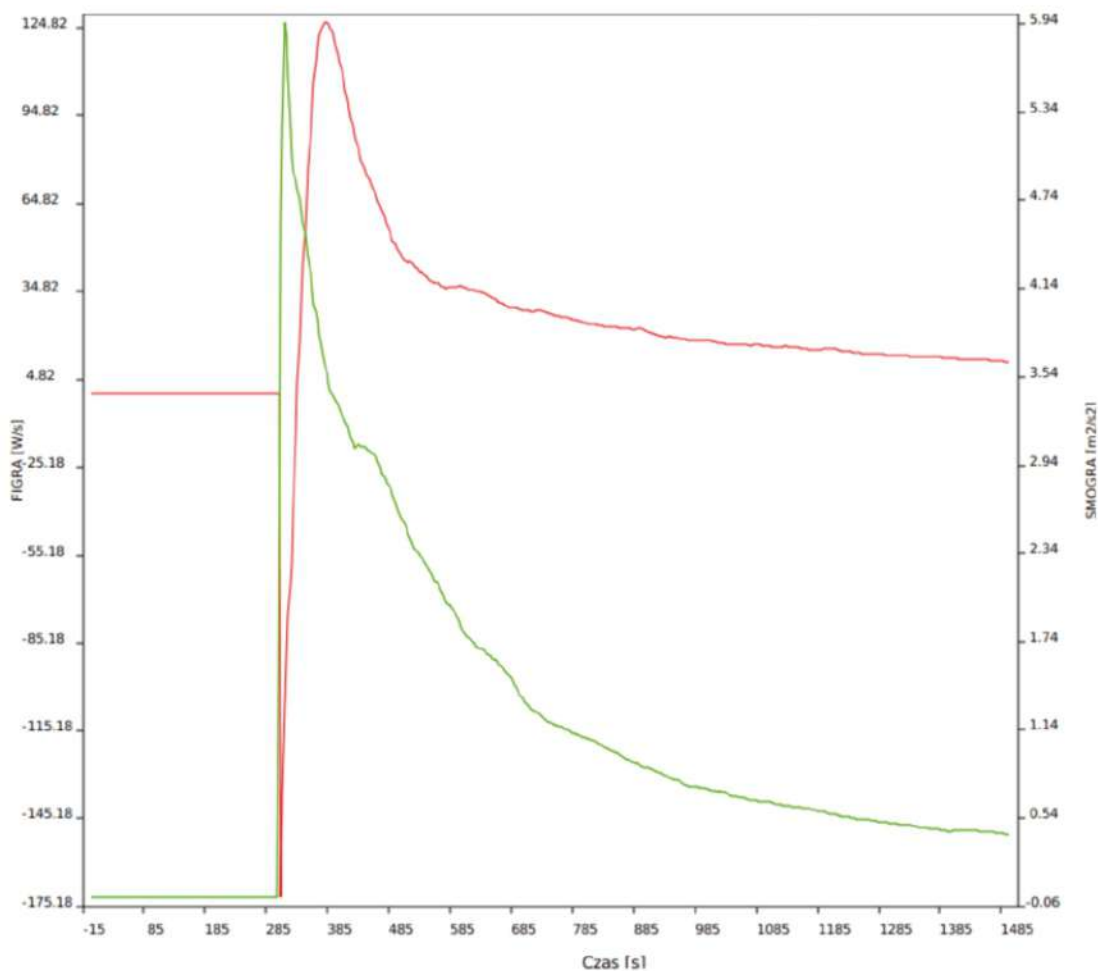
FIRE LAB BADANIA PALNOSCI	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F- 20 C/01.10.2023 Strona 5 z 14
	Nr: SBI-5/04/2024	Data: 17.04.2024	

Próbka 3

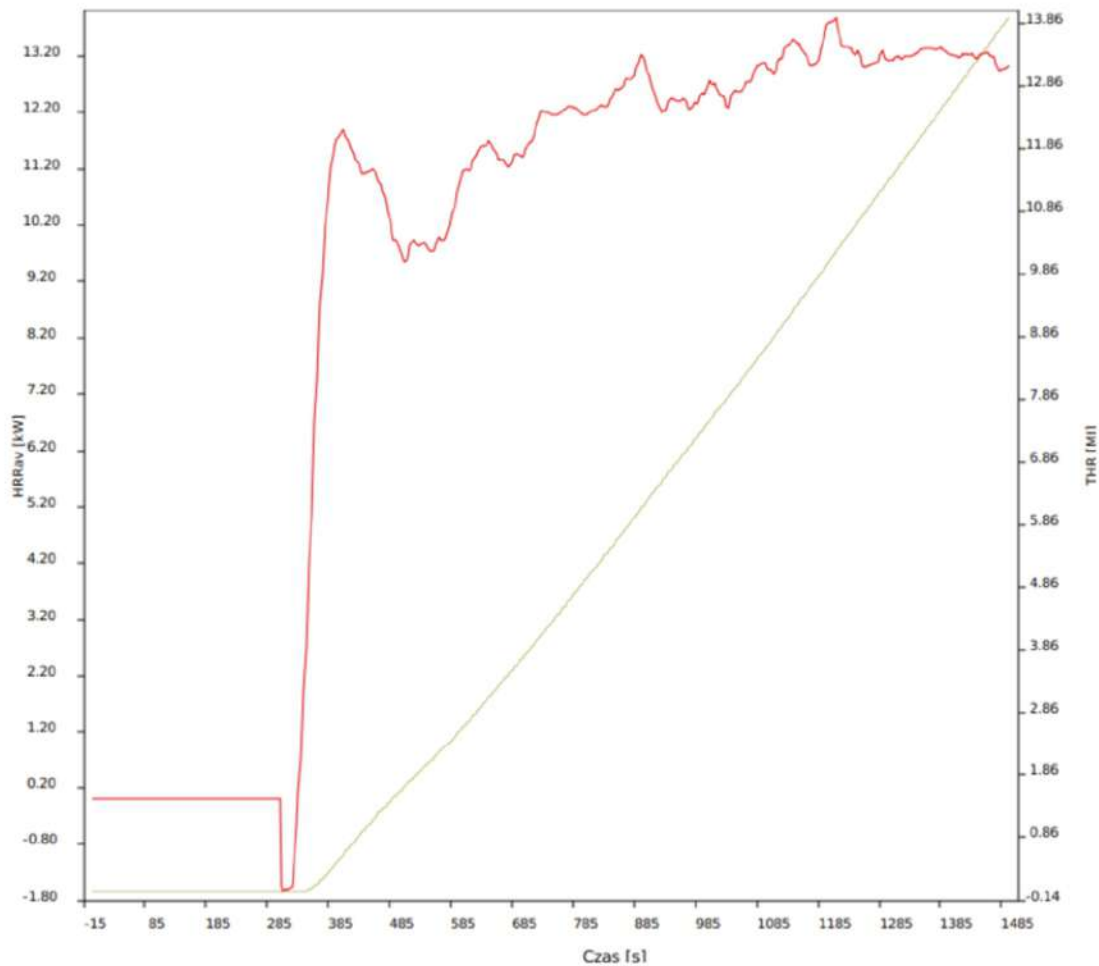


Załącznik 19.2 Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 1

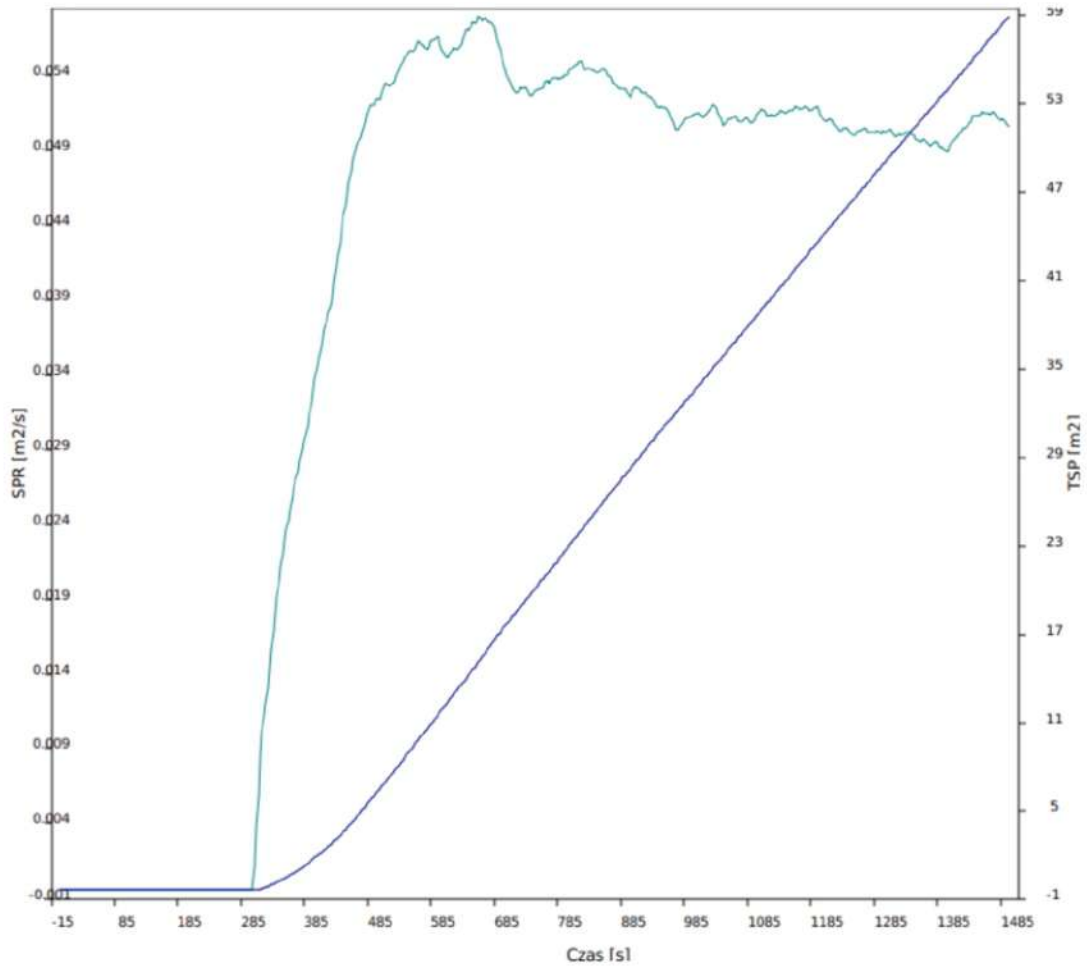
Wykres FIGRA i SMOGRA w funkcji czasu.




Wykres HRR i THR w funkcji czasu.



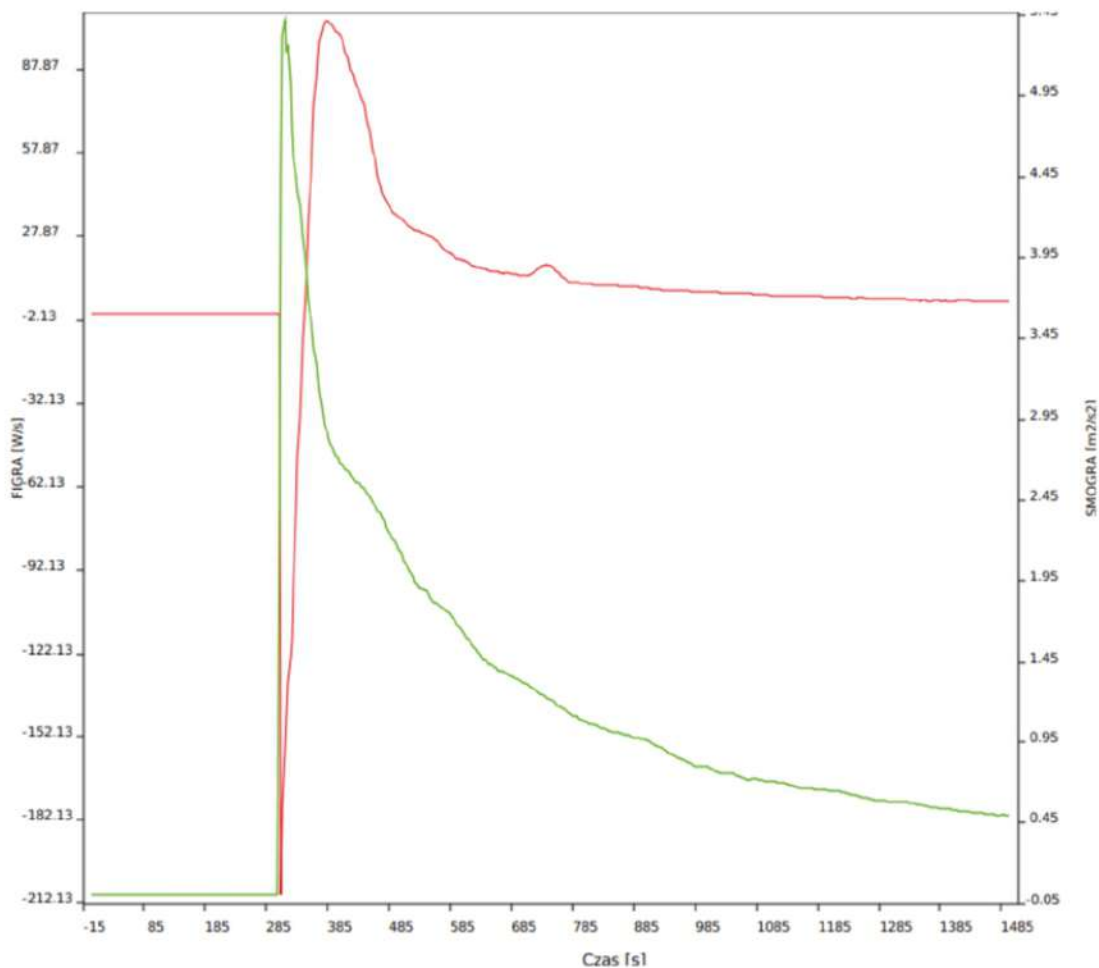
Wykres SPR w funkcji czasu.



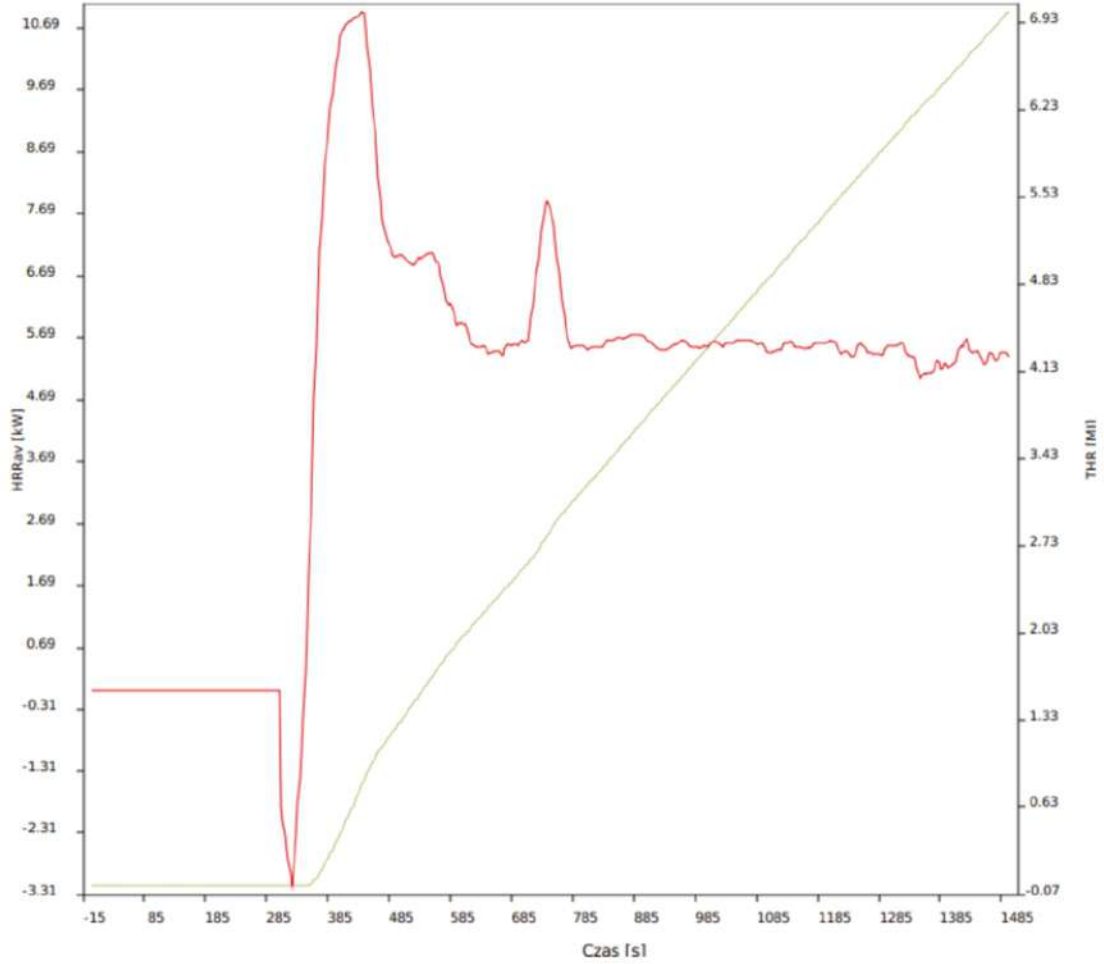
	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-20 C/01.10.2023 Strona 9 z 14
	Nr:	SBI-5/04/2024	

Załącznik 19.3 Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 2

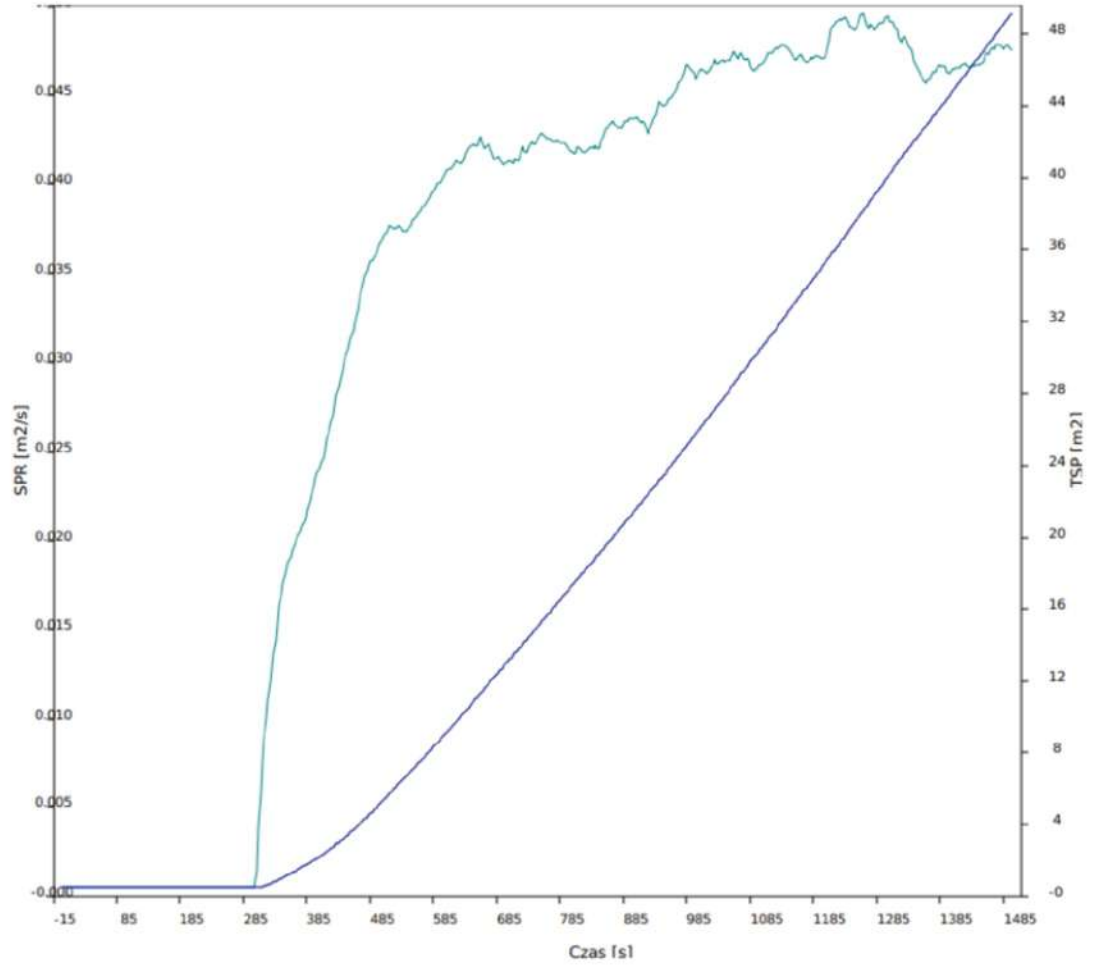
Wykres FIGRA i SMOGRA w funkcji czasu.



Wykres HRR i THR w funkcji czasu.



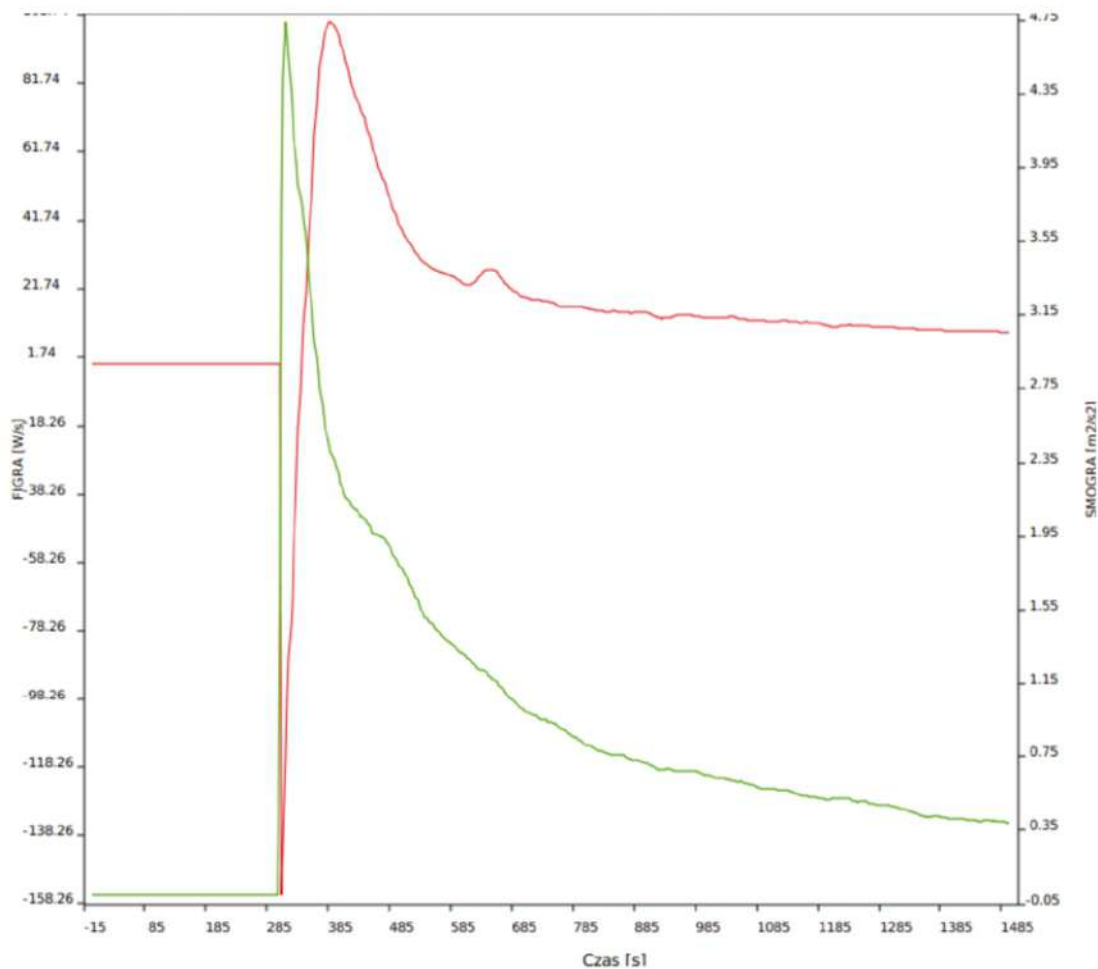
Wykres SPR w funkcji czasu.



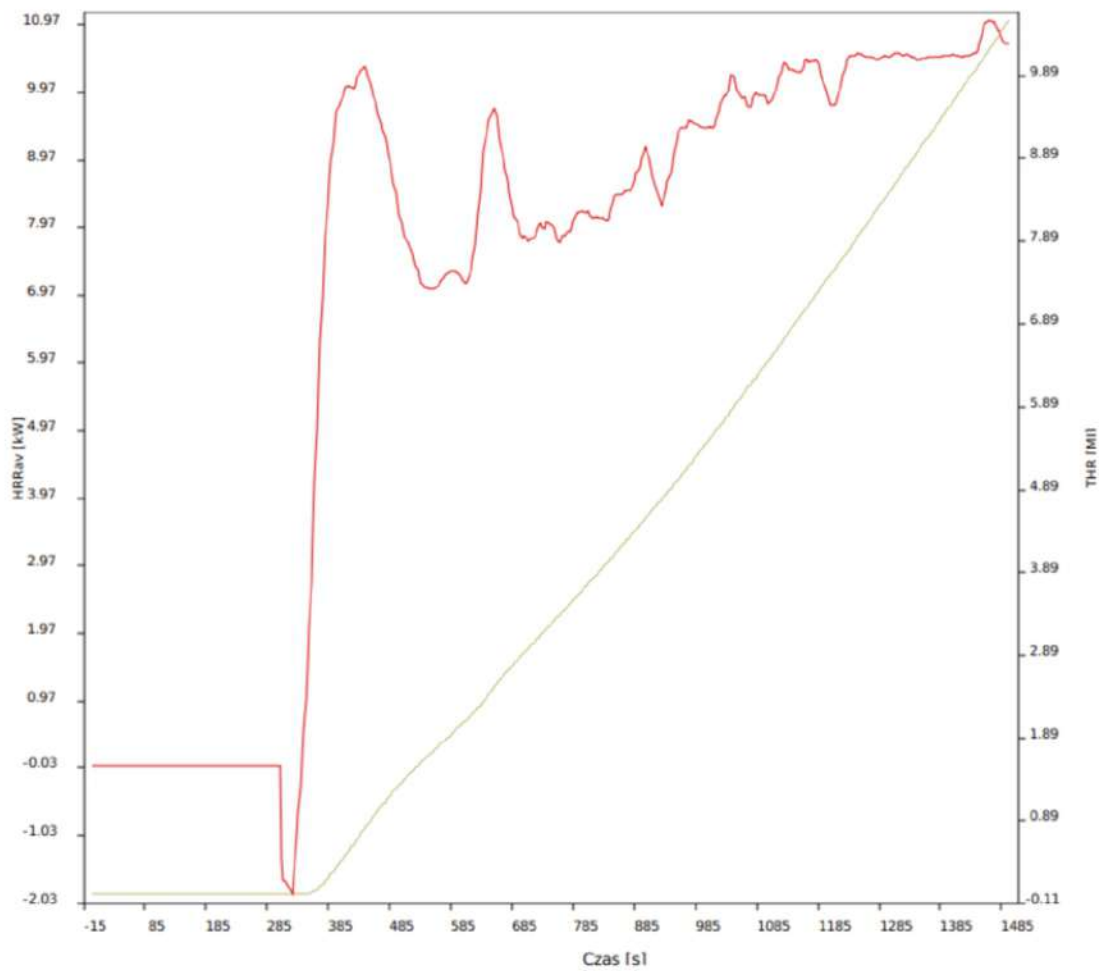
	SPRAWOZDANIE Z BADAŃ		Formularz KSZ-7.8/F-20 C/01.10.2023 Strona 12 z 14
	Nr: SBI-5/04/2024	Data: 17.04.2024	

Załącznik 19.4 Wykres parametrów klasyfikacyjnych dla obiektu badań nr 3

Wykres FIGRA i SMOGRA w funkcji czasu.



Wykres HRR i THR w funkcji czasu.





**Badanie stopnia
rozprzestrzeniania
ognia NRO**

3.1 Klasyfikacja w zakresie stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany od strony zewnętrznej - ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną - K1/O6/NRO/2024



IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j.
21-500 Biała Podlaska, ul Parkowa 3/1;
Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych
Swory, ul. Kościelna 13A, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: biuro@ignis-rtf.pl, www.ignis-rtf.pl

KLASYFIKACJA W ZAKRESIE STOPNIA ROZPRZESTRZENIANIA OGNI PRZEZ ŚCIANY OD STRONY ZEWNĘTRZNEJ wg PN-B-02867

1. Zleceniodawca:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
2. Przygotowany przez:	IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. 21-500 Biała Podlaska, ul Parkowa 3/1; Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych Swory, ul. Kościelna 13A
3. Przedmiot raportu:	System ociepleń Ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną
4. Raport Klasyfikacyjny nr:	K1/O6/NRO/2024
5. Wydanie nr:	1
6. Data wydania:	10.04.2024
7. Termin ważności:	10.04.2027
Niniejszy Raport Klasyfikacyjny ma 3 strony i może być stosowany lub powielany tylko w całości.	

1. Wprowadzenie

Niniejszy raport klasyfikacyjny określa klasyfikację przyznaną **Systemowi ociepleń Ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną** zgodnie z zasadami PN-B-02867.

2. Raporty z badań i wyniki badań stanowiące podstawę klasyfikacji.

2.1 Raporty z badań dla badania stopnia rozprzestrzeniania ognia wg PN-B-02867

Nazwa laboratorium	Nazwa zleceniodawcy	Raport z badania nr i data wykonania	Wynik badania
IGNIS-RTF Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego	06/NRO/2024/T1 10.04.2024	SIRO

Opis badanej ściany:

“Ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną”

Przedmiot badań stanowi ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z prasowanej słomy, wraz z płytami poszyciowymi i elewacją drewnianą wentylowaną.

Układu warstw zastosowany w próbie (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz):

1. Deski elewacyjne z drewna iglastego gęstość ok.420kg/m³, czterostronnie strugane, opalane trzystronnie. Impregnowane czterostronnie preparatem ogniochronnym na bazie dihydratu diwodorofosforanu żelaza, przy zużyciu łącznym ok. 280ml/1m² (nakładany w trzech warstwach). Deski szerokości 120mm, grubości 19mm, w układzie na zakładkę (zakładka 25mm), mocowane wkrętami ciesielskimi.

2. Łaty- 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Łaty w rozstawie co ok. 55cm.

Raport Klasyfikacyjny nr K1/06/NRO/2024

3. Kontrłaty - 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Kontrłaty w rozstawie co ok. 45cm, zgodnym z rozstawem słupów konstrukcji.
4. Płyty poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 6cm, łączone na pióro wpust, mocowane wkrętami ciesielskimi razem z kontrłatami
5. Izolacja z prasowanej słomy / konstrukcja drewniana gr. 19,5cm.
Izolacja z słomy prasowanej - gęstość 100kg/m (+/-15%). Konstrukcja z drewna klasy C24, słupy i podwaliny oraz oczepty o przekroju 45x195mm, elementy konstrukcji łączone wkrętami ciesielskimi.
(nie podano nazw handlowych wyrobów i ich producentów ze względu na warunki dofinansowania)

2.2 Raporty z badań ciepła spalania wg PN-EN ISO 1716 / innych właściwości.
Brak

3. Klasyfikacja i jej zakres zastosowania

3.1 Powołanie klasyfikacji

Klasyfikacja została określona zgodnie z PN-B-02867.

3.2 Klasyfikacja

Przedmiot klasyfikacji: system ociepleń ścian zewnętrznych **Ściana Staw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną**

Stopień rozprzestrzeniania ognia:

SIRO

3.3 Zakres zastosowania

Niniejsza klasyfikacja obowiązuje dla następujących parametrów określających wyroby składowe:

“Ściana Staw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną”

Ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z prasowanej słomy, wraz z płytami poszyciowymi i elewacją drewnianą wentylowaną.

Układu warstw zastosowany w próbce (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz):

1. Deski elewacyjne z drewna iglastego gęstość ok.420kg/m³, czterostronnie strugane, opalane trzystronnie . Impregnowane czterostronnie preparatem ogniochronnym na bazie dihydratu diwodorofosforanu żelaza, przy zużyciu łącznym ok. 280ml/1m² (nakładany w trzech warstwach). Deski szerokości 120mm, grubości 19mm, w układzie na zakładkę (zakładka 25mm), mocowane wkrętami ciesielskimi.
2. Łaty- 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Łaty w rozstawie co ok. 55cm.
3. Kontrłaty - 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Kontrłaty w rozstawie co ok. 45cm, zgodnym z rozstawem słupów konstrukcji.
4. Płyty poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 6cm, łączone na pióro wpust, mocowane wkrętami ciesielskimi razem z kontrłatami
5. Izolacja z prasowanej słomy / konstrukcja drewniana gr. 19,5cm. Izolacja z słomy prasowanej - gęstość 100kg/m (+/-15%). Konstrukcja z drewna klasy C24, słupy i podwaliny oraz oczepty o przekroju 45x195mm, elementy konstrukcji łączone wkrętami ciesielskimi.

Raport Klasyfikacyjny nr K1/06/NRO/2024

Niniejsza klasyfikacja obowiązuje dla następujących zastosowań końcowych:

Klasyfikacja dotyczy systemu **Ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną** stosowanego na konstrukcji drewnianej.

4. Ograniczenia

Niniejszy dokument klasyfikacyjny nie jest aprobatą techniczną ani certyfikatem wyrobu.

Opracował:	Piotr Antonowicz	Sprawdził:	Marek Łuciuk
Podpis:	<i>Piotr Antonowicz</i>	Podpis:	<i>Marek Łuciuk</i>
Data:	10.04.2024	Data:	10.04.2024

 **IGNIS** REACTION TO FIRE
Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk Sp. J.
ul. Parkowa 3/1, 21-500 Biała Podlaska
NIP 5372580769, Regon 060631254

3.2 Raport z badań - ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną - 06/NRO/2024/T1

Formularz P-05/F-04/2 Raport z badań D/27.12.2022



IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j.
21-500 Biała Podlaska, ul. Parkowa 3/1;

Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych;
Swory, ul. Kościelna 13A;
21-500 Biała Podlaska
e-mail: biuro@ignis-rtf.pl www: www.ignis-rtf.pl




AB 1444


LICZBA STRON: 3
STRONA 1 / 3

RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T1

ZLECENIODAWCA	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
UMOWA/ZLECENIE NR	Zlecenie nr Z06/NRO/2024 z dnia 25.03.2024, umowa na przeprowadzenie badań z dnia 25.03.2024
METODA/PROCEDURA BADANIA	PN-B-02867:2013-06 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej oraz zasady klasyfikacji.
OBIEKT/WYRÓB Opis, stan i identyfikacja (dane na podstawie oświadczenia Zleceniodawcy)	<p>"Ściana Straw Bale z elewacją drewnianą wentylowaną"</p> <p>Przedmiot badań stanowi ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z prasowanej słomy, wraz z płytami poszyciowymi i elewacją drewnianą wentylowaną.</p> <p>Układu warstw zastosowany w próbcie (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz):</p> <ol style="list-style-type: none"> Deski elewacyjne z drewna iglastego gęstość ok. 420kg/m³, czterostronnie strugane, opalone trzystronnie. Impregnowane czterostronnie preparatem ogniochronnym na bazie dihydratu diwodorofosforanu żelaza, przy zużyciu łącznym ok. 280ml/1m² (nakładany w trzech warstwach). Deski szerokości 120mm, grubości 19mm, w układzie na zakładkę (zakładka 25mm), mocowane wkrętami ciesielskimi. Łaty - 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Łaty w rozstawie co ok. 55cm. Kontrłaty - 3cm x 4cm – drewno sosnowe suszone komorowo, strugane, fazowane, klasy C16, mocowane wkrętami ciesielskimi. Kontrłaty w rozstawie co ok. 45cm, zgodnym z rozstawem słupów konstrukcji. Płyty poszyciowa na bazie lignocelulozy gr. 6cm, łączone na pióro wpust, mocowane wkrętami ciesielskimi razem z kontrłatami Izolacja z prasowanej słomy / konstrukcja drewniana gr. 19,5cm. Izolacja z słomy prasowanej - gęstość 100kg/m (+/-15%). Konstrukcja z drewna klasy C24, słupy i podwaliny oraz oczepy o przekroju 45x195mm, elementy konstrukcji łączone wkrętami ciesielskimi. (nie podano nazw handlowych wyrobów i ich producentów ze względu na warunki dofinansowania)
Rysunek (przekrój) i opis konstrukcji	<p>1. Deski na zakładkę 2x19mm 2. Łaty 30mm x 40mm (początek) 3. Szkielet wentylacyjny - kontrłaty 30mm x 40mm (początek) 4. Płyty poszyciowe na bazie lignocelulozy 60mm 5. Izolacja termiczna z prasowanej słomy między elementami konstrukcji drewnianej z drewna C24</p>
WYKONANIE OBIEKTU DO BADAŃ	Upoważniony przedstawiciel Producenta
PRODUCENT/ KOMPLETATOR	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego, Aleja Zjednoczenia 50/u1, 01-801 Warszawa
METODA POBRANIA PRÓBEK	nie dotyczy

LICZBA STRON: 3
STRONA 2 / 3**RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T1**

FOTOGRAFIE PRÓBEK PRZED BADANIEM		
PRÓBKA NR 1	PRÓBKA NR 2	PRÓBKA NR 3
	x	x

FOTOGRAFIE PRÓBEK PO BADANIU		
PRÓBKA NR 1	PRÓBKA NR 2	PRÓBKA NR 3
	x	x

WARUNKI BADANIA	temperatura, [°C]	12,0	-	-	
	szybkość ruchu powietrza, [m/s]	lewy	2,0	-	-
		środkowy	2,1	-	-
		prawy	1,9	-	-
DATA PRZYJĘCIA DO BADANIA	09.04.2024				
DATA PRZYGOTOWANIA OBIEKTU/WYROBU DO BADANIA	26.03.2024				
DATA BADANIA	10.04.2024				

LICZBA STRON: 3
STRONA 3 / 3**RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T1****PRZEBIEG BADANIA**

Badanie przeprowadzono w warunkach określonych w normie. Za początek badania przyjęto moment zapalenia źródła zapalenia. Czas trwania badania 30 min.: okres działania źródła ognia 15 min., usunięcie źródła ognia, okres obserwacji po usunięciu źródła ognia 15 min. W czasie badania prowadzono obserwację występowania spalania na liniach L1 i L2 oraz występowanie płonących kropli i płonących odpadów stałych. Uwzględniono również występowanie innych zjawisk takich jak spalanie, tlenie, żarzenie, wybuch, powtórne zapalenie, spalanie/tlenie po czasie badania, spalanie na linii L2 w okresie oddziaływania ognia. Wyniki poniżej.

Kryteria zgodności w zakresie stopnia rozprzestrzenienia ognia określone w PN-B-02867:2013-06:

Stopień rozprzestrzenienia ognia	Pomiary		Obserwacje		
	Maksymalna temperatura na liniach L1 i L2 w czasie badania w °C		Spalanie na liniach L1 i L2 w okresie obserwacji		Płonące krople i płonące odpady stałe
	L1	L2	L1	L2	
NRO	450	350	Niedopuszczalne		
SRO	Bez wymagań		Bez wymagań	Niedopuszczalne	Niedopuszczalne
SIRO	Bez wymagań				

WYNIKI BADAŃ:

Numer próbki	Pomiary		Obserwacje			
	Max temperatura na Liniach L1 i L2 w czasie badania w °C		Spalanie na liniach L1 i L2 w okresie obserwacji (+/-)		Płonące krople i płonące odpady stałe (+/-)	Inne zjawiska (opis lub brak)
	L1	L2	L1	L2		
06/NRO/2024/T1P1	171	124	Badanie przerwane, przekroczone kryteria SRO	Badanie przerwane, przekroczone kryteria SRO	+	Spalanie, tlenie, spalanie na linii w okresie działania źródła ognia
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				
06/NRO/2024/T1P2	-	-	Badanie nie prowadzone, przekroczone kryteria SRO	Badanie nie prowadzone, przekroczone kryteria SRO	-	-
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				
06/NRO/2024/T1P3	-	-	Badanie nie prowadzone, przekroczone kryteria SRO	Badanie nie prowadzone, przekroczone kryteria SRO	-	-
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				

Odstępstwa od metody:	brak
Niepewność pomiaru	Niepewność rozszerzona związana z pomiarem temperatury, przy współczynniku rozszerzenia k=2, zapewniającym poziom ufności 95%, wynosi $U_T=28\%$
*Stwierdzenie zgodności / niezgodności z wymaganiami (niepotrzebne skreślić)	Stwierdzenie zgodności wyników pomiarów przedstawionych w Raporcie z badań z kryteriami określonymi w PN-B-02867:2013-06 przyjęto w oparciu o zasadę prostej akceptacji po uzgodnieniu z Klientem: - wynik zgodny – jeżeli wynik przy prawdopodobieństwie rozszerzenia 95% nie przekracza lub osiąga wartość dopuszczalną, przy czym ryzyko błędnej akceptacji w przypadku wyniku zbliżonego do wartości dopuszczalnej wynosi do 50% - wynik niezgodny – jeżeli wynik przy prawdopodobieństwie rozszerzenia 95% przekracza wartość dopuszczalną, przy czym ryzyko błędnego odrzucenia w przypadku wyniku zbliżonego do wartości dopuszczalnej wynosi do 50%

Podpis osoby odpowiedzialnej za badanie:	Podpis osoby autoryzującej raport z badania:
<i>Piotr Antonowicz</i>	<i>Marek Łuciuk</i>
Swory, dnia 10.04.2024	Swory, dnia 10.04.2024

Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. oświadcza, że wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanego obiektu. Bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Materiałów Budowlanych IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. raport nie może być powielany inaczej, jak tylko w całości. Raport z badań nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie.

ZALĄCZNIK DO RAPORTU: Wykres dokumentujący utrzymanie temperatury sezonowania próbek w zdanym zakresie.

KONIEC RAPORTU Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T1

3.3 Klasyfikacja w zakresie stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany od strony zewnętrznej - ściana z konoplitu - K2/06/NRO/2024



IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j.
21-500 Biała Podlaska, ul Parkowa 3/1;
Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych
Swory, ul. Kościelna 13A, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: biuro@ignis-rtf.pl, www.ignis-rtf.pl

KLASYFIKACJA W ZAKRESIE STOPNIA ROZPRZESTRZENIANIA OGNIA PRZEZ ŚCIANY OD STRONY ZEWNĘTRZNEJ wg PN-B-02867

1. Zleceniodawca:	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa
2. Przygotowany przez:	IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. 21-500 Biała Podlaska, ul Parkowa 3/1; Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych Swory, ul. Kościelna 13A
3. Przedmiot raportu:	System ociepleń Ściana z Konoplitu
4. Raport Klasyfikacyjny nr:	K2/06/NRO/2024
5. Wydanie nr:	1
6. Data wydania:	10.04.2024
7. Termin ważności:	10.04.2027
Niniejszy Raport Klasyfikacyjny ma 2 strony i może być stosowany lub powielany tylko w całości.	

1. Wprowadzenie

Niniejszy raport klasyfikacyjny określa klasyfikację przyznaną **Systemowi ociepleń Ściana z Konoplitu** zgodnie z zasadami PN-B-02867.

2. Raporty z badań i wyniki badań stanowiące podstawę klasyfikacji.

2.1 Raporty z badań dla badania stopnia rozprzestrzeniania ognia wg PN-B-02867

Nazwa laboratorium	Nazwa zleceniodawcy	Raport z badania nr i data wykonania	Wynik badania
IGNIS-RTF Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego	06/NRO/2024/T2 10.04.2024	NRO

Opis badanej ściany:

„Ściana z Konoplitu”

Ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z konoplitu (kompozytu wapienno-konopnego, inaczej: hempcrete) wraz z tynkiem wapiennym

Układu warstw zastosowany w próbce (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz):

1. Tynk wapienny grubości ok 5mm, zbrojony siatka z włókna szklanego

2a. Konoplit - warstwa grubości 150mm, o gęstości około 350kg/m³. Warstwa konoplitu znajduje się częściowo pomiędzy słupami konstrukcji drewnianej (100mm), a częściowo po stronie zewnętrznej słupów (50mm). W warstwie zewnętrznej do słupów zamontowano listewki 15 x 30mm w rozstawie co 50 mm jako element zbrojenia warstwy konoplitu, potrzebny ze względu na transport próbki.

Raport Klasyfikacyjny nr K2/06/NRO/2024

2b. Konstrukcja drewniana - konstrukcja drewno klasy C24. Słupy 50x100mm w rozstawie 450mm, łączona wkrętami ciesielskimi z podwaliną i oczepem ze sklejki.
(nie podano nazw handlowych wyrobów i ich producentów ze względu na warunki dofinansowania)

2.2 Raporty z badań ciepła spalania wg PN-EN ISO 1716 / innych właściwości.
Brak

3. Klasyfikacja i jej zakres zastosowania

3.1 Powołanie klasyfikacji
Klasyfikacja została określona zgodnie z PN-B-02867.

3.2 Klasyfikacja
Przedmiot klasyfikacji: system ociepleń ścian zewnętrznych **Ściana z Konoplitu**

Stopień rozprzestrzeniania ognia:

NRO

3.3 Zakres zastosowania

Niniejsza klasyfikacja obowiązuje dla następujących parametrów określających wyroby składowe:

„Ściana z Konoplitu”

Ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z konoplitu (kompozytu wapienno-konopnego, inaczej: hempcrete) wraz z tynkiem wapiennym

Układu warstw zastosowany w próbce (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz):

1. Tynk wapienny grubości ok 5mm, zbrojony siatką z włókna szklanego

2a. Konoplit - warstwa grubości 150mm, o gęstości około 350kg/m³. Warstwa konoplitu znajduje się częściowo pomiędzy słupami konstrukcji drewnianej (100mm), a częściowo po stronie zewnętrznej słupów (50mm). W warstwie zewnętrznej do słupów zamontowano listewki 15 x 30mm w rozstawie co 50 mm jako element zbrojenia warstwy konoplitu, potrzebny ze względu na transport próbki.

2b. Konstrukcja drewniana - konstrukcja drewno klasy C24. Słupy 50x100mm w rozstawie 450mm, łączona wkrętami ciesielskimi z podwaliną i oczepem ze sklejki.

Niniejsza klasyfikacja obowiązuje dla następujących zastosowań końcowych:

Klasyfikacja dotyczy systemu **Ściana z Konoplitu** stosowanego na konstrukcji drewnianej.

4. Ograniczenia

Niniejszy dokument klasyfikacyjny nie jest aprobatą techniczną ani certyfikatem wyrobu.

Opracował:	Piotr Antonowicz	Sprawdził:	Marek Łuciuk
Podpis:	<i>Piotr Antonowicz</i>	Podpis:	<i>Marek Łuciuk</i>
Data:	10.04.2024	Data:	10.04.2024

3.4 Raport z badań - ściana z konoplitu - 06/NRO/2024/T2

Formularz P-05/F-04/2 Raport z badań D/27.12.2022

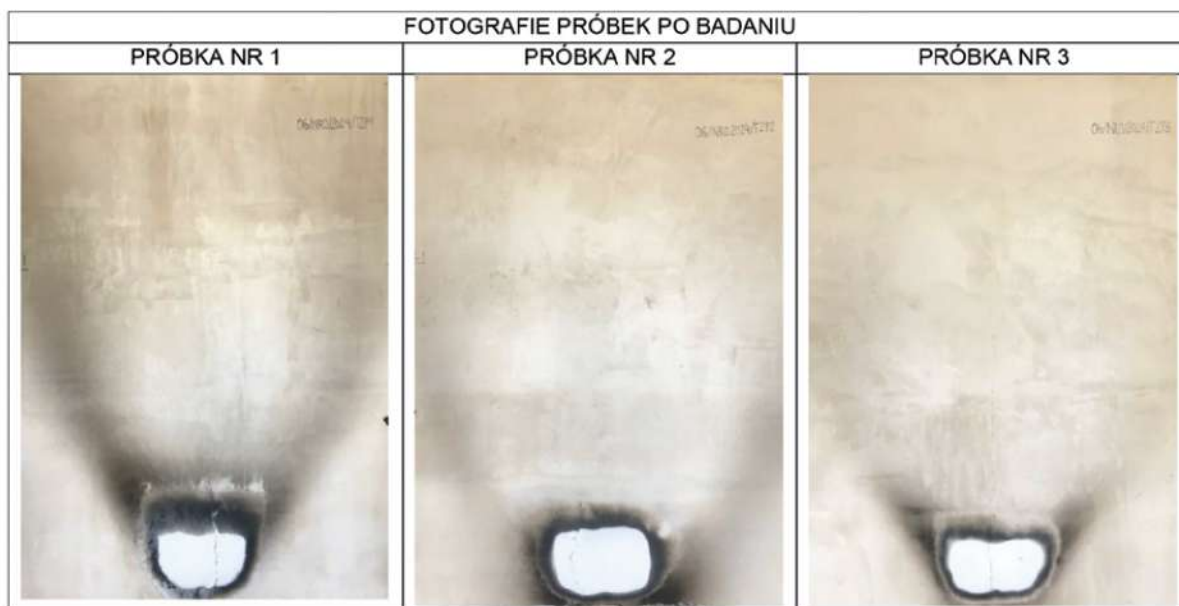
 <p>IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. 21-500 Biała Podlaska, ul. Parkowa 3/1;</p> <p>Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych; Swory, ul. Kościelna 13A; 21-500 Biała Podlaska e-mail: biuro@ignis-rtf.pl www: www.ignis-rtf.pl</p>			 <p>AB 1444</p>
LICZBA STRON: 3 STRONA 1 / 3		<h2>RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T2</h2>	
ZLECENIODAWCA	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego Aleja Zjednoczenia 50/u1 01-801 Warszawa		
UMOWA/ZLECENIE NR	Zlecenie nr Z06/NRO/2024 z dnia 25.03.2024, umowa na przeprowadzenie badań z dnia 25.03.2024		
METODA/PROCEDURA BADANIA	PN-B-02867:2013-06 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Metoda badania stopnia rozprzestrzeniania ognia przez ściany zewnętrzne od strony zewnętrznej oraz zasady klasyfikacji.		
OBIEKT/WYRÓB Opis, stan i identyfikacja (dane na podstawie oświadczenia Zleceniodawcy)	"Ściana z Konoplitu" Przedmiot badań stanowi ściana o konstrukcji szkieletowej z drewna C24 wypełniona izolacją z konoplitu (kompozytu wapienno-konopnego, inaczej: hempcrete) wraz z tynkiem wapiennym Układu warstw zastosowany w próbce (w kolejności od zewnątrz do wewnątrz): 1. Tynk wapienny grubości ok 5mm, zbrojony siatką z włókna szklanego 2a. Konoplit - warstwa grubości 150mm, o gęstości około 350kg/m ³ . Warstwa konoplitu znajduje się częściowo pomiędzy słupami konstrukcji drewnianej (100mm), a częściowo po stronie zewnętrznej słupów (50mm). W warstwie zewnętrznej do słupów zamontowano listewki 15 x 30mm w rozstawie co 50 mm jako element zbrojenia warstwy konoplitu, potrzebny ze względu na transport próbki. 2b. Konstrukcja drewniana - konstrukcja drewno klasy C24. Słupy 50x100mm w rozstawie 450mm, łączona wkrętami ciesielskimi z podwaliną i oczepem ze sklejki. (nie podano nazw handlowych wyrobów i ich producentów ze względu na warunki dofinansowania)		
Rysunek (przekrój) i opis konstrukcji	 <p>1. Tynk wapienny 0,5 mm</p> <p>2a. Konoplit 150mm Częściowo pomiędzy słupami konstrukcji drewnianej (100mm), częściowo po stronie zewnętrznej słupów (50mm)</p> <p>2b. Słupy drewniane C24 50 x 100mm ze warstwą konoplitu.</p> <p>Listwa 15 x 30mm</p>		
WYKONANIE OBIEKTU DO BADAŃ	Upoważniony przedstawiciel Producenta		
PRODUCENT/ KOMPLETATOR	Ogólnopolskie Stowarzyszenie Budownictwa Naturalnego, Aleja Zjednoczenia 50/u1, 01-801 Warszawa		
METODA POBRANIA PRÓBEK	nie dotyczy		

LICZBA STRON: 3
STRONA 2 / 3**RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T2**

FOTOGRAFIE PRÓBEK PRZED BADANIEM



FOTOGRAFIE PRÓBEK PO BADANIU



WARUNKI BADANIA	temperatura, [°C]	12,5	13,0	13,0	
	szybkość ruchu powietrza, [m/s]	lewy	2,0	1,9	2,0
		środkowy	2,2	2,1	2,1
		prawy	1,9	1,8	1,9
DATA PRZYJĘCIA DO BADANIA	09.04.2024				
DATA PRZYGOTOWANIA OBIEKTU/WYROBU DO BADANIA	26.03.2024				
DATA BADANIA	10.04.2024				

LICZBA STRON: 3
STRONA 3 / 3**RAPORT Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T2****PRZEBIEG BADANIA**

Badanie przeprowadzono w warunkach określonych w normie. Za początek badania przyjęto moment zapalenia źródła zapalenia. Czas trwania badania 30 min.: okres działania źródła ognia 15 min., usunięcie źródła ognia, okres obserwacji po usunięciu źródła ognia 15 min. W czasie badania prowadzono obserwację występowania spalania na liniach L1 i L2 oraz występowanie płonących kropli i płonących odpadów stałych. Uwzględniono również występowanie innych zjawisk takich jak spalanie, tlenie, żarzenie, wybuch, powtórne zapalenie, spalanie/tlenie po czasie badania, spalanie na linii L2 w okresie oddziaływania ognia. Wyniki poniżej.



Kryteria zgodności w zakresie stopnia rozprzestrzenienia ognia określone w PN-B-02867:2013-06:

Stopień rozprzestrzenienia ognia	Pomiary		Obserwacje		
	Maksymalna temperatura na liniach L1 i L2 w czasie badania w °C		Spalanie na liniach L1 i L2 w okresie obserwacji		Płonące krople i płonące odpady stałe
	L1	L2	L1	L2	
NRO	450	350	Niedopuszczalne		
SRO	Bez wymagań	350	Bez wymagań	Niedopuszczalne	Niedopuszczalne
SIRO	Bez wymagań				

WYNIKI BADAŃ:

Numer próbki	Pomiary		Obserwacje			
	Max temperatura na Liniach L1 i L2 w czasie badania w °C		Spalanie na liniach L1 i L2 w okresie obserwacji (+/-)		Płonące krople i płonące odpady stałe (+/-)	Inne zjawiska (opis lub brak)
	L1	L2	L1	L2		
06/NRO/2024/T2P1	121	85	-	-	-	-
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				
06/NRO/2024/T2P2	109	82	-	-	-	-
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				
06/NRO/2024/T2P3	113	87	-	-	-	-
	* wynik zgodny/ wynik niezgodny	* wynik zgodny/ wynik niezgodny				

Odstępstwa od metody:	brak
Niepewność pomiaru	Niepewność rozszerzona związana z pomiarem temperatury, przy współczynniku rozszerzenia k=2, zapewniającym poziom ufności 95%, wynosi $U_T=28\%$
*Stwierdzenie zgodności / niezgodności z wymaganiami (niepotrzebne skreślić)	Stwierdzenie zgodności wyników pomiarów przedstawionych w Raporcie z badań z kryteriami określonymi w PN-B-02867:2013-06 przyjęto w oparciu o zasadę prostej akceptacji po uzgodnieniu z Klientem: - wynik zgodny – jeżeli wynik przy prawdopodobieństwie rozszerzenia 95% nie przekracza lub osiąga wartość dopuszczalną, przy czym ryzyko błędnej akceptacji w przypadku wyniku zbliżonego do wartości dopuszczalnej wynosi do 50% - wynik niezgodny – jeżeli wynik przy prawdopodobieństwie rozszerzenia 95% przekracza wartość dopuszczalną, przy czym ryzyko błędnego odrzucenia w przypadku wyniku zbliżonego do wartości dopuszczalnej wynosi do 50%

Podpis osoby odpowiedzialnej za badanie:	Podpis osoby autoryzującej raport z badania:
	
Swory, dnia 10.04.2024	Swory, dnia 10.04.2024

Laboratorium Badawcze Materiałów Budowlanych IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. oświadcza, że wyniki badań odnoszą się wyłącznie do badanego obiektu. Bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Materiałów Budowlanych IGNIS REACTION TO FIRE Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk sp. j. raport nie może być powielany inaczej, jak tylko w całości. Raport z badań nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie.

ZAŁĄCZNIK DO RAPORTU: Wykres dokumentujący utrzymanie temperatury sezonowania próbek w żądanym zakresie.

KONIEC RAPORTU Z BADAŃ NR: 06/NRO/2024/T2

IGNIS REACTION TO FIRE
Piotr Antonowicz, Marek Łuciuk Sp. j.
ul. Parkowa 3/1, 21-500 Biała Podlaska
NIP 5372580769, Regon 060631254

4

**Badania
cieplno
-wilgotnościowe**

Zgodnie z zapisami w WT przegrody budynków muszą spełniać określone warunki ciepłno-wilgotnościowe. Przegrody zewnętrzne muszą być tak zaprojektowane, by nie doprowadzić do zawilgocenia i akumulacji wilgoci oraz by uniemożliwić powstanie zagrzybienia.

W załączniku 2 do WT wyznaczono też wartości współczynnika przenikania ciepła U_c ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków. Naturalne materiały mogą spełnić te wytyczne przy odpowiednim doborze rodzaju i grubości warstw przegród i jakości wykonania.⁷ Celem bezpiecznego podejścia do projektowania, dla przedstawionych rozwiązań porównano dobór grubości przegród w dla współczynnika λ w stanie suchym (λ deklarowana) i przeliczonych wyników w stanie zawilgocenia (50%, 75%, 90% wilgotności względnej) zależnego od spodziewanej pracy materiału w przegrodzie.

Przedstawione poniżej analizy ciepłno-wilgotnościowe zostały wykonane dla stosowanych w praktyce układów warstw ścian. Choć program Ubakus zawiera w bibliotece materiałów zarówno parametry dla kostek słomy jak i hempcrete, do obliczeń wprowadzono dane uzyskane w Polsce w ramach badań stanowiących część projektu "Dekarbonizacja procesów budowlanych". Wyniki badań są dostępne w postaci raportu "Kategorie jakościowe dla surowców naturalnych i parametry wytrzymałościowe dla drewna konstrukcyjnego".

Dla izolacji z prasowanej słomy przyjęto współczynnik przewodności cieplnej $\lambda=0,078$ W/mK w stanie naturalnej wilgotności.

Wynik badania został osiągnięty dla próbki wykonanej przez producenta prefabrykatów drewniano-słomianych, zgodnie z realnie stosowaną technologią produkcji i odpowiada sposobowi układania kostek słomy "na płask"⁸ i kompresji do gęstości około 100kg/m³. Rozpowszechniony w Polsce sposób wypełniania konstrukcji drewnianej in situ kostkami i kompresowanie za pomocą podnośników hydraulicznych umożliwia również osiągnięcie bardzo zbliżonego co do kierunku ułożenia słomy i gęstości wypełnienia, a tym samym - prawdopodobnie zbliżonych parametrów. Warto zwrócić uwagę, że stosowanie współczynnika $\lambda=0,049$ W/mK standardowo dostępnego w bibliotece programu Ubakus i pochodzącego z niemieckiego dokumentu EOT jest odpowiednie tylko w sytuacji, gdy przepływ ciepła następuje głównie w poprzek źdźbeł słomy (czyli dla kostek słomy wbudowywanych "na rąb" lub "stojąco").

Dla izolacji z konoplitu przyjęto do obliczeń dwie wartości współczynnika przewodności cieplnej $\lambda=0,087$ W/mK i $\lambda=0,082$ W/mK w stanie naturalnej wilgotności.

Właściwości termoizolacyjne konoplitu zależą m.in od proporcji mieszanki i stopnia ubicia. Im mniej w mieszance paździerzy a więcej spoiwa, tym mniej korzystne właściwości termoizolacyjne. Także większe zagęszczenie mieszanki poprzez silniejsze ubijanie w szalunku powoduje pogorszenie parametru lambda mieszanki. W praktyce wykonawczej ubijanie konoplitu w szalunku może (i najczęściej jest) prowadzone w taki sposób, by mocniej zagęścić warstwę licową ściany - przy szalunku, a wewnątrz ściany mniej. Taki sposób pracy stanowi kompromis pomiędzy potrzebą utworzenia zwartego, równego lica, które przetrwa rozszalowanie po niedługim czasie wiązania a dążeniem do jak

⁷ Analiza badań zebranych dla ścian z wypełnieniem z konoplitu, Brzyski P.: *Kompozyt wapienno-konopny jako materiał ścienny spełniający wymagania zrównoważonego rozwoju w budownictwie*, Lublin 2022, str. 41, 42, 43

⁸ M. Jagielak, op.cit. str.26

najlepszych parametrów izolacyjnych. W obliczeniach praktyka ta została odzwierciedlona poprzez wprowadzenie w układzie warstw licowych o większej gęstości (przyjęto $\lambda=0,087$ W/mK) i warstwy środkowej o mniejszej gęstości (przyjęto $\lambda=0,082$ W/mK).

Wyniki badań wykonanych w ramach wstępnych analiz przenikalności cieplnej dla materiałów izolacyjnych w projekcie.

Materiał	Gęstość	Liczba próbek	Temperatura	Wyniki w stanie suchym	λ przy wilgotności względnej 50%
Konoplit	300 kg	2	10°C	0.082 W/(mK)	0,086 W/(mK)
Konoplit	330 kg	2	10°C	0.087 W/(mK)	0,09 W/(mK)
Izolacja ize słomy prasowanej	96 kg	3	10°C	0.066 W/(mK)	0,078 W/(mK)
Izolacja ze słomy prasowanej	69 kg	3	10°C	0.061 W/(mK)	0,073 W/(mK)
Słoma z gliną	300 kg	3	10°C	0.1 W/(mK)	0,11 W/(mK)

Wartości te nie mogą zatem służyć do deklarowania współczynnika przewodności cieplnej λ przez producentów, czy wytwórców, zobowiązani są oni do potwierdzenia deklarowanej wartości badaniami na podstawie przyjętej praktyki zakładowej.

W dalszych obliczeniach przyjęto jednak uśrednione wartości z badań celem wskazania rozwiązań możliwych do zastosowania w projektach koncepcyjnych, czy budowlanych.

4.1 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej z tynkiem zewnętrznym, $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Proponowane rozwiązanie spełnia podwyższone wymagania izolacyjności dla ścian. Izolacja ze słomy prasowanej może być wykonana na budowie (z kostek słomy, poprzez dodatkową kompresję w ścianie), lub w formie prefabrykatu. Rysunki przedstawiają układ słupków konstrukcyjnych typowy dla prefabrykatów (słupki około $9 \times 9,5 \text{ cm}$ skręcane z dwóch elementów $4,5 \times 9,5 \text{ cm}$), ale ewentualna zmiana na słupki typowe dla budowy in-situ (np. o przekroju $6 \times 12 \text{ cm}$ albo $7 \times 14 \text{ cm}$) nie wpływa w sposób istotny na współczynnik przenikania ciepła U całej ściany.

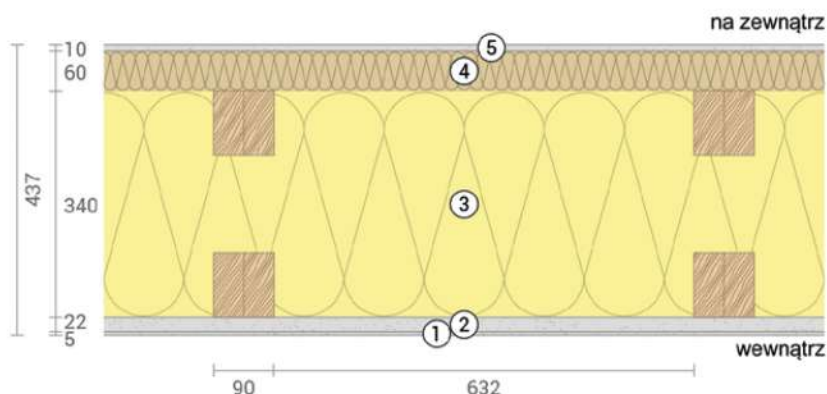
Przyjęta wartość współczynnika przewodności cieplnej λ to uśredniony wynik z przeprowadzonych w ramach projektu badań próbek w stanie naturalnej wilgotności dla gęstości uśrednionej $83 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Dodatkowa warstwa płyt izolacyjnych na bazie włókien roślinnych (np. na bazie słomy), poprawia izolacyjność i zachowanie ciepłno-wilgotnościowe przegrody i może stanowić nośnik tynku, w tym tynków wapiennych i systemowych tynków o małym oporze dyfuzyjnym.

Obliczenia nie obejmują wpływu deszczu (zwłaszcza zacinającego) na wilgotność w przegrodzie. Rozwiązanie tego rodzaju może być stosowane warunkowo - pod warunkiem ograniczenia możliwości zamoczenia ściany przez deszcz - poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania architektoniczne (okapy, usytuowanie względem kierunku wiatru) i/lub stosowanie impregnacji tynków.

Przegroda spełnia wymagania ciepłno-wilgotnościowe, bez wykroplenia dla wilgotności względnej wewnątrz budynku na poziomie 50%. Należy zachować dodatkowe środki ostrożności dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, czy ekspozycji na zacinający deszcz - zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



$U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

#	Materiał	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ²]
				min	max	
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*					
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,910	0,005	18,9	19,1	9,0
2	2,2 cm Płyty gliniane	0,910	0,024	18,8	19,1	39,6
3	34 cm Słoma prasowana - sucha	0,064	5,313	0,1	19,0	26,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	14,8	18,9	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	1,0	4,9	5,3
4	6 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,044	1,364	-4,8	1,0	10,8
5	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,9	-4,8	14,0
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*					
	43,7 cm Cała przegroda		6,617			110,3

Analiza przegrody z uwzględnieniem korekty współczynnika λ dla zwiększonej wilgotności, oraz zastosowaniem typowych grubości prefabrykatów:

Ściana straw bale prefabrykowana, tynk zewn., U=0,15

Izolacyjność termiczna
(współczynnik przenikania ciepła)

U = 0,15 W/(m²K)

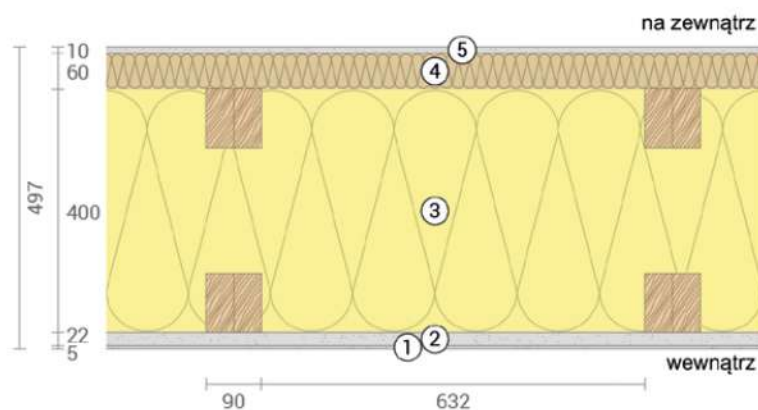
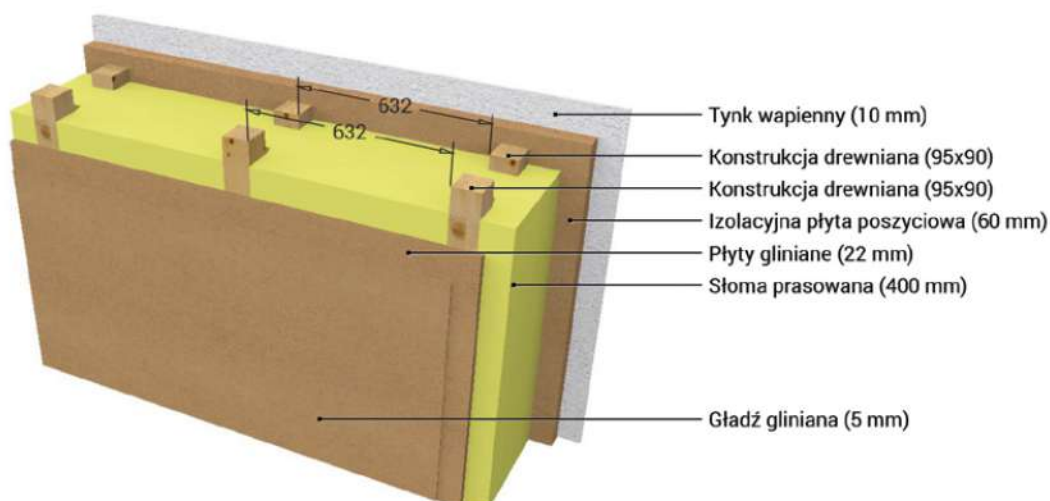
Wymagania WT: U < 0,2 W/(m²K)

Ochrona przed wilgocią

Rezerwa wysychania: 4304 g/m²
Brak kondensatu

Ochrona przed upałem

Tłumienie amplitudy wahań temperatur: >100
Przesunięcie fazowe: nie dotyczy
Pojemność cieplna po wewnętrznej: 98 kJ/m²K



- ① Gładź gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Tynk wapienny (10 mm)
② Płyty gliniane (22 mm) ④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm)

Powietrze wewnątrz: 20,0°C / 50%

Powietrze na zewnątrz: -5,0°C / 80%

Temperatura powierzchni: 19,0°C / -4,9°C

Wartość współczynnika sd: 1,3 m

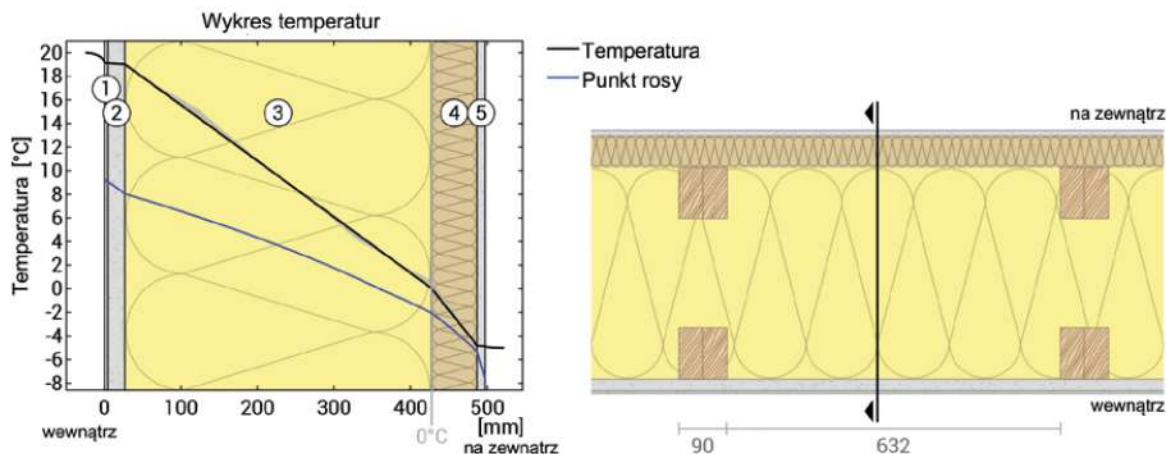
Rezerwa wysychania: 4304 g/m²a

Grubość: 49,7 cm

Ciężar: 115 kg/m²

Pojemność cieplna: 165 kJ/m²K
(wszystkich warstw)

Wykres temperatur



- ① Gładź gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Tynk wapienny (10 mm)
 ② Płyty gliniane (22 mm) ④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	19,0	20,0	
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,910	0,005	19,0	19,1	9,0
2	2,2 cm Płyty gliniane	0,910	0,024	18,9	19,1	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,075	5,333	0,0	19,0	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	15,2	18,9	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	0,7	4,2	5,3
4	6 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,044	1,364	-4,8	0,7	10,8
5	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,9	-4,8	14,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
	49,7 cm Cała przegroda		6,731			115,3

*Opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto R_{si}=0,25 oraz R_{se}=0,04 zgodnie DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.) 19,0°C 19,1°C 19,1°C
 Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.) -4,9°C -4,9°C -4,8°C

Ściana straw bale prefabrykowana, tynk zewn., U=0,15

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W tej przegrodzie, w zadanych warunkach nie występuje kondensacja.

Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 4304 g/(m²a)

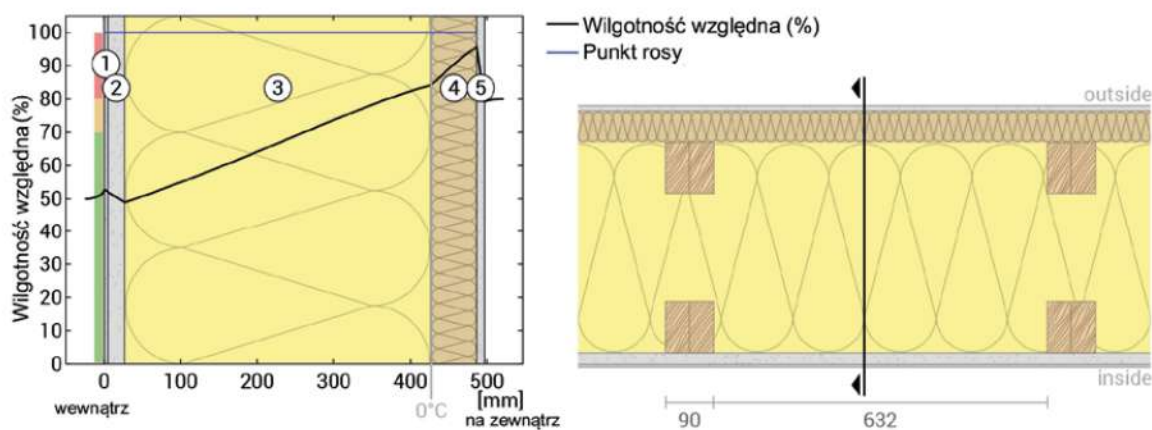
Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat [kg/m ²]	Gew.-%	Ciężar [kg/m ³]
1	0,5 cm Gładz gliniana	0,03	-	-	9,0
2	2,2 cm Płyty gliniane	0,11	-	-	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,80	-	-	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	1,90	-	-	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	4,75	-	-	5,3
4	6 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,18	-	-	10,8
5	1 cm Tynk wapienny	0,10	-	-	14,0
	49,7 cm Cała przegroda	1,34	0	-	115,3

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 19,0 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 53%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach.

Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.

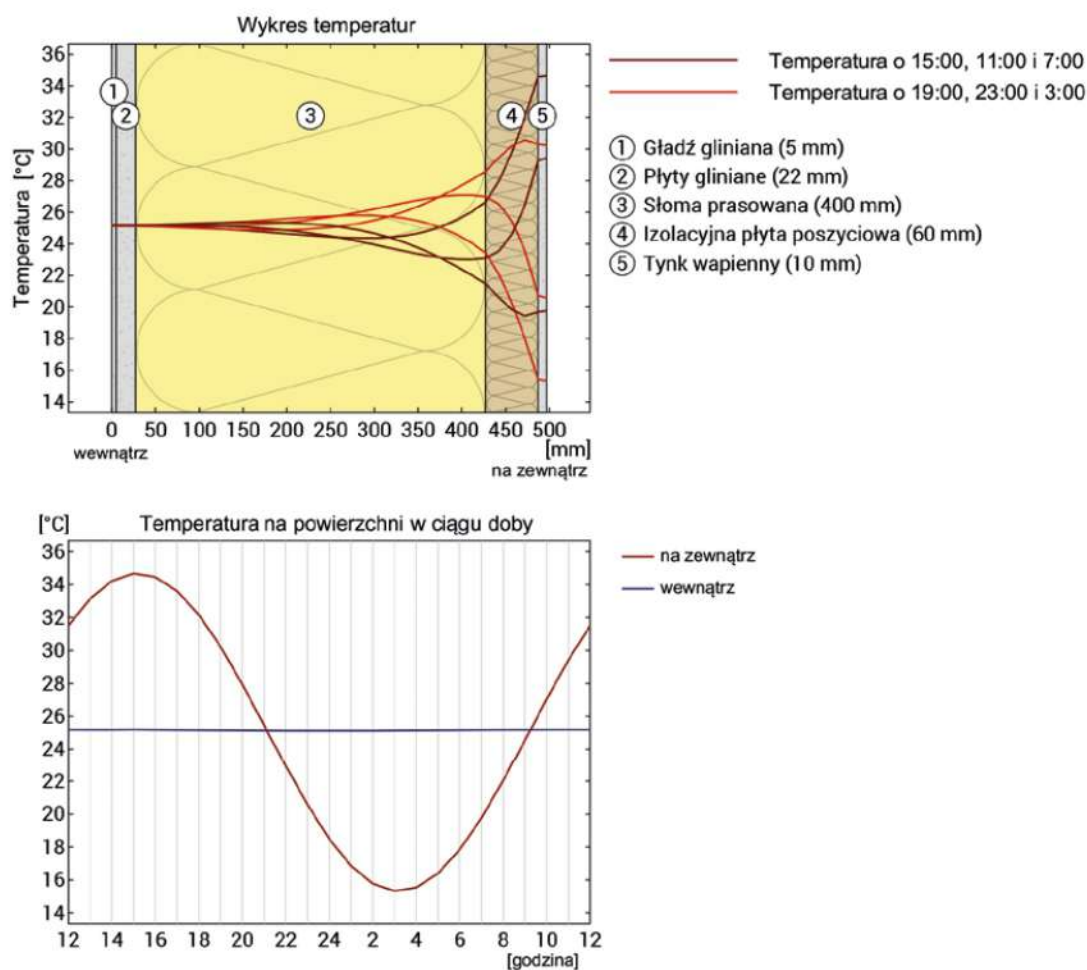


- ① Gładz gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Tynk wapienny (10 mm)
 ② Płyty gliniane (22 mm) ④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm)

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczono w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zacienienie, zimne i mokre lato etc).

Ochrona przed upałem

Poniższe wyniki dotyczą cech analizowanej przegrody, nie pozwalają na wyciąganie wniosków odnośnie całych pomieszczeń:



Rysunek na górze: Wykres temperatur w przegrodzie o różnych godzinach w ciągu doby. Od góry do dołu, brązowe linie-temperatura o 15:00, 11:00 and 7:00, czerwone linie o 19:00, 23:00, 3:00.

Rysunek na dole: Temperatura na zewnętrznej (linia czerwona) i wewnętrznej (linia niebieska) powierzchni przegrody. Jest pożądane, by maksimum na powierzchni wewnętrznej wypadło w drugiej połowie nocy.

Przesunięcie fazowe*	nie dotyczy	Pojemność cieplna (całej przegrody): 165 kJ/m ² K
Tłumienie amplitudy wahań temperatury**	>100	Pojemność cieplna warstw po stronie wewnętrznej: 98 kJ/m ² K
TAV***	0,004	

*Przesunięcie fazowe określa czas, po jakim popołudniowy szczyt temperatury dociera do wewnętrznej strony przegrody.

**Tłumienie wahań amplitudy temperatury opisuje "spłaszczenie" krzywej temperaturowej podczas przenikania ciepła przez przegrodę. Wartość 10 oznacza, że temperatura po stronie zewnętrznej zmienia się 10 razy bardziej niż po stronie wewnętrznej, np. na zewnątrz 15-35°C a wewnątrz 24-26°C.

***Współczynnik amplitudy TAV jest odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury TAV=1/tłumienie amplitudy wahań temperatury

Uwaga: Ochrona pomieszczenia przed upałem jest zależna od kilku czynników, z których najistotniejsze są bezpośrednie nasłonecznienie i sumaryczna pojemność cieplna (uwzględniając podłogi, ściany wewnętrzne, meble etc.) Pojedynczy element budynku ma zwykle niewielki wpływ na ochronę pomieszczenia przed upałem.

4.2 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej z elewacją wentylowaną, $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Proponowane rozwiązanie spełnia podwyższone wymagania izolacyjności dla ścian. Izolacja ze słomy prasowanej może być wykonana na budowie (z kostek słomy, poprzez dodatkową kompresję w ścianie), lub w formie prefabrykatu. Rysunki przedstawiają układ słupków konstrukcyjnych typowy dla prefabrykatów (słupki około $9 \times 9,5 \text{ cm}$ skręcane z dwóch elementów $4,5 \times 9,5 \text{ cm}$), ale ewentualna zmiana na słupki typowe dla budowy in-situ (np. o przekroju $6 \times 12 \text{ cm}$ albo $7 \times 14 \text{ cm}$) nie wpływa w sposób istotny na współczynnik przenikania ciepła U całej ściany.

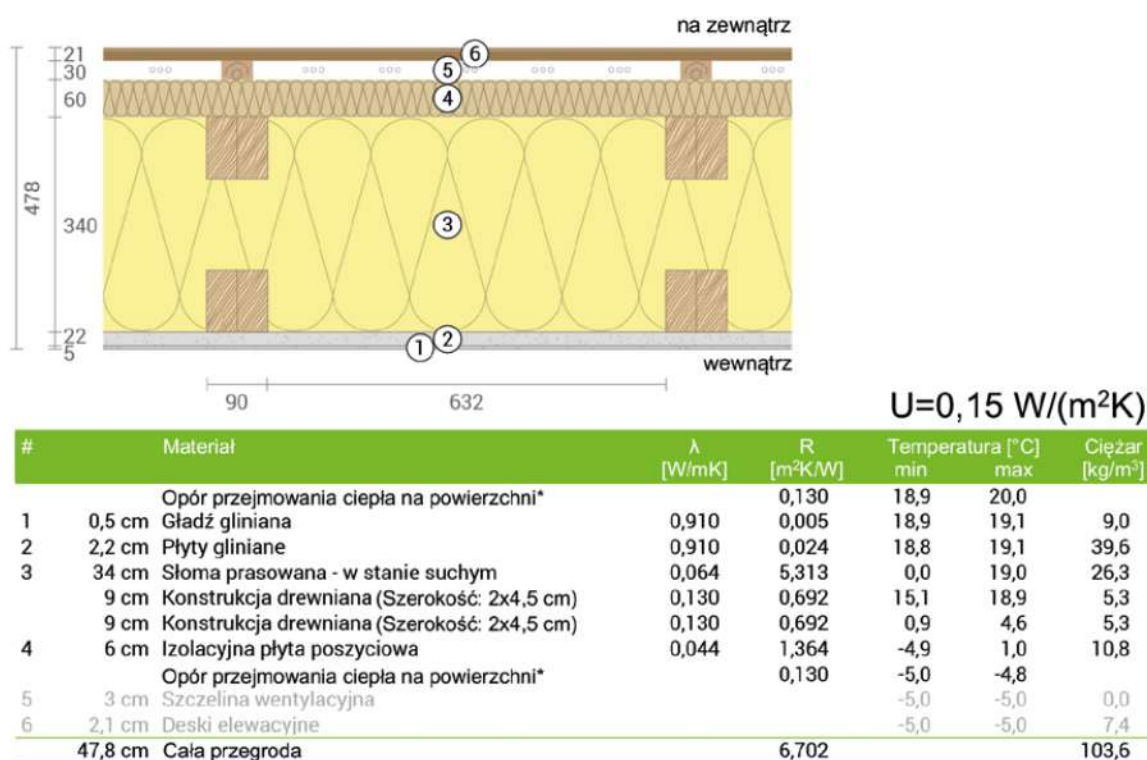
Przyjęta wartość współczynnika przewodności cieplnej λ to uśredniony wynik z przeprowadzonych w ramach projektu badań próbek w stanie naturalnej wilgotności dla gęstości uśrednionej $83 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Dodatkowa warstwa płyt izolacyjnych na bazie włókien roślinnych (np. na bazie słomy), poprawia izolacyjność i zachowanie ciepło-wilgotnościowe przegrody i może stanowić nośnik tynku, w tym tynków wapiennych i systemowych tynków o małym oporze dyfuzyjnym.

Rozwiązanie tego rodzaju należy uznać za zalecane - ponieważ prawidłowo wykonana elewacja wentylowana uniemożliwia zamoczenia warstw izolacyjnych ściany przez deszcz.

Przegroda spełnia wymagania ciepło-wilgotnościowe, na granicy wykroplenia dla wilgotności względnej wewnątrz budynku na poziomie 50%. Należy zachować dodatkowe środki ostrożności dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



Analiza przegrody z uwzględnieniem korekty współczynnika λ dla zwiększonej wilgotności, oraz zastosowaniem typowych grubości prefabrykatów:

Ściana straw bale prefabrykowana, el. wentylowana $U=0,15$

Izolacyjność termiczna
(współczynnik przenikania ciepła)

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

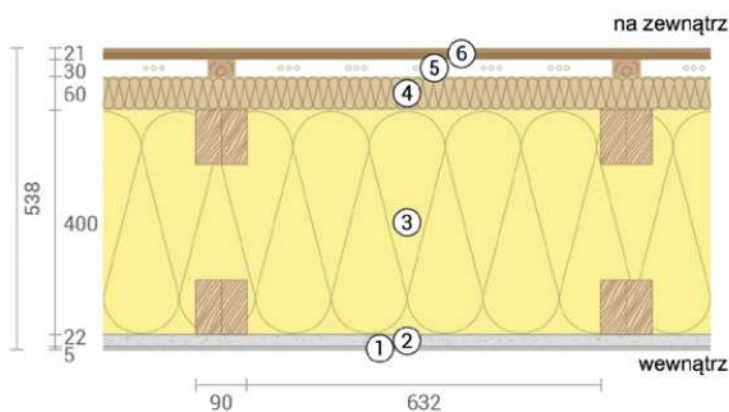
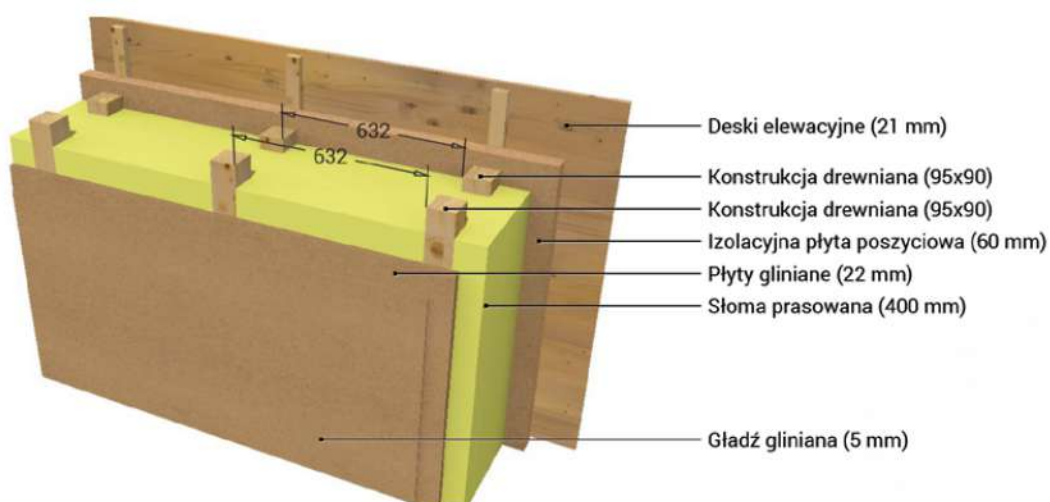
Wymagania WT: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ochrona przed wilgocią

Rezerwa wysychania: $5009 \text{ g}/\text{m}^2$
Brak kondensatu

Ochrona przed upałem

Tłumienie amplitudy wahań temperatur: >100
Przesunięcie fazowe: nie dotyczy
Pojemność cieplna po wewnętrznej: $97 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



① Gładź gliniana (5 mm)

② Płyty gliniane (22 mm)

③ Słoma prasowana (400 mm)

④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm)

⑤ Szczelina wentylacyjna (30 mm)

⑥ Deski elewacyjne (21 mm)

Powietrze wewnątrz: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Powietrze na zewnątrz: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Temperatura powierzchni: $19,0^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

Wartość współczynnika sd: 1,2 m

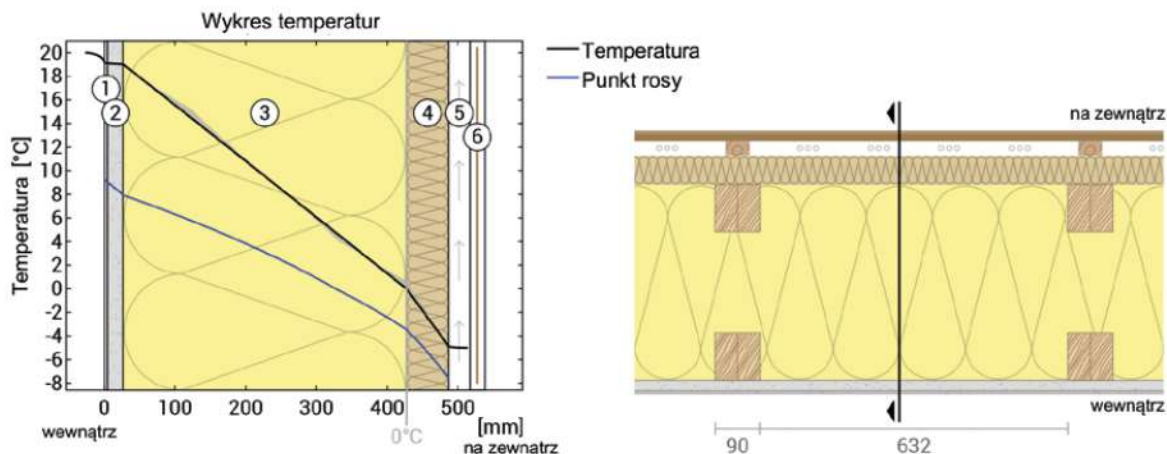
Rezerwa wysychania: $5009 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$

Grubość: 53,8 cm

Ciężar: $109 \text{ kg}/\text{m}^2$

Pojemność cieplna: $151 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$
(wszystkich warstw)

Wykres temperatur



- ① Gładź gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Szczelina wentylacyjna (30 mm)
 ② Płyty gliniane (22 mm) ④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm) ⑥ Deski elewacyjne (21 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C] min max	Ciężar [kg/m ³]
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,130	19,0 20,0	
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,910	0,005	19,0 19,1	9,0
2	2,2 cm Płyty gliniane	0,910	0,024	18,9 19,1	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,075	5,333	0,0 19,0	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	15,2 18,9	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	0,6 4,2	5,3
4	6 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,044	1,364	-4,9 0,7	10,8
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,130	-5,0 -4,8	
5	3 cm Szczelina wentylacyjna			-5,0 -5,0	0,0
6	2,1 cm Deski elewacyjne			-5,0 -5,0	7,4
53,8 cm Cała przegroda			6,809		108,6

*Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto $R_{si}=0,25$ oraz $R_{se}=0,04$ zgodnie z DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.)	19,0°C	19,1°C	19,1°C
Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.)	-4,9°C	-4,9°C	-4,8°C

Ściana straw bale prefabrykowana, el. wentylowana U=0,15

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W tej przegrodzie, w zadanych warunkach nie występuje kondensacja.

Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 5009 g/(m²a)

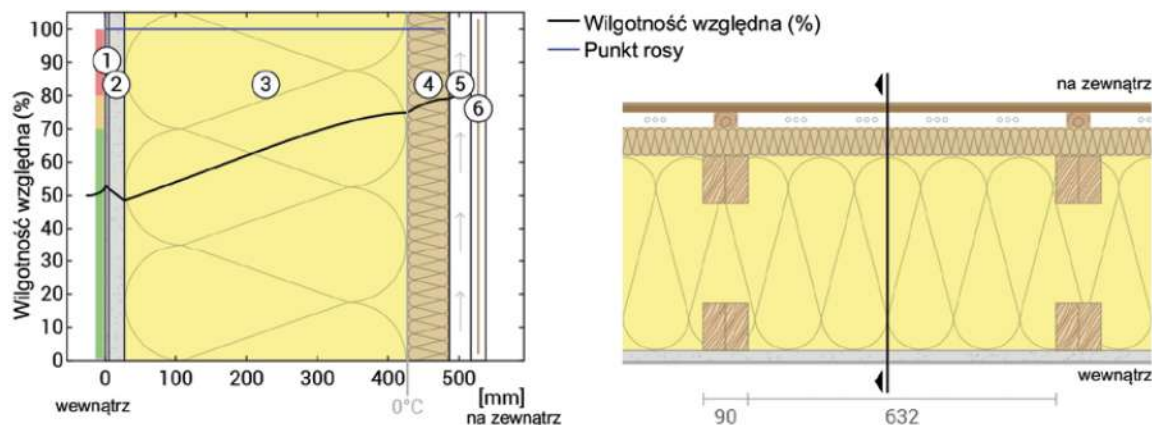
Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat [kg/m ²]	Gew.-%	Ciężar [kg/m ³]
1	0,5 cm Gładz gliniana	0,03	-	-	9,0
2	2,2 cm Płyty gliniane	0,11	-	-	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,80	-	-	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	1,90	-	-	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	4,75	-	-	5,3
4	6 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,18	-	-	10,8
	53,8 cm Cała przegroda	1,23	0	-	108,6

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 19,0 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 53%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach.

Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.



- ① Gładz gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Szczelina wentylacyjna (30 mm)
 ② Płyty gliniane (22 mm) ④ Izolacyjna płyta poszyciowa (60 mm) ⑥ Deski elewacyjne (21 mm)

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczono w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zacienienie, zimne i mokre lato etc).

4.3 Ściana z izolacją ze słomy prasowanej - budowa typowa, $U=0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Rozpowszechnione w praktyce w Polsce rozwiązanie, czyli ściana z izolacją z prasowanej słomy, obustronnie tynkowana spełnia wymagania warunków technicznych zakresie współczynnika przenikania ciepła U . (Minimalna grubości izolacji termicznej spełniająca wymagania WT, przy przyjętym współczynniku przewodności cieplnej λ , wynosiłaby 37cm. W praktyce jednak taka grubość ścian nie bywa stosowana, dlatego analizowano ścianę o grubości izolacji 40cm).

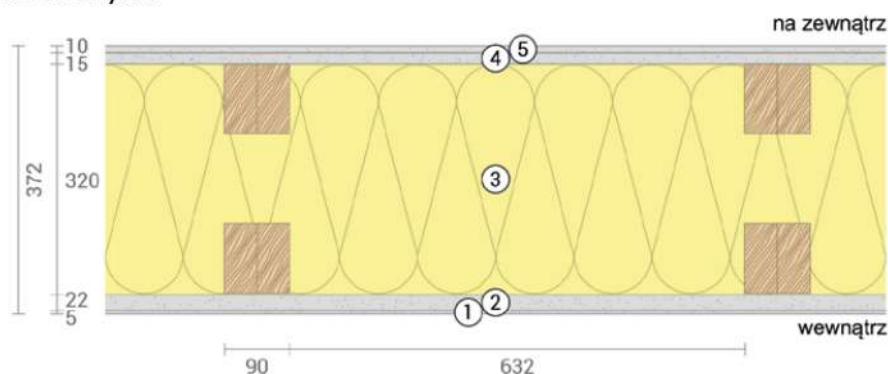
Izolacja ze słomy prasowanej może być wykonana na budowie (z kostek słomy, poprzez dodatkową kompresję w ścianie), lub w formie prefabrykatu. Rysunki przedstawiają układ słupków konstrukcyjnych typowy dla prefabrykatów (słupki około $9 \times 9,5 \text{ cm}$ skręcane z dwóch elementów $4,5 \times 9,5 \text{ cm}$), ale ewentualna zmiana na słupki typowe dla budowy in-situ (np. o przekroju $6 \times 12 \text{ cm}$ albo $7 \times 14 \text{ cm}$) nie wpływa w sposób istotny na współczynnik przenikania ciepła U całej ściany.

Przyjęta wartość współczynnika przewodności cieplnej λ to uśredniony wynik z przeprowadzonych w ramach projektu badań próbek w stanie naturalnej wilgotności dla gęstości uśrednionej $83 \text{ kg}/\text{m}^3$. Obliczenia nie obejmują wpływu deszczu (zwłaszcza zacinającego) na wilgotność w przegrodzie. Rozwiązanie tego rodzaju może być stosowane warunkowo - pod warunkiem ograniczenia możliwości zamoczenia ściany przez deszcz - poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania architektoniczne (okapy, usytuowanie względem kierunku wiatru) i/lub stosowanie impregnacji tynków.

W przegrodzie występuje wykraplanie, jednak ilość kondensatu powinna wyschnąć, nie doprowadzając do kumulacji wilgoci w kolejnych sezonach grzewczych.

Należy zachować dodatkowe środki ostrożności dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



$U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

#	Materiał	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*					
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,910	0,005	18,6	20,0	9,0
2	2,2 cm Płyta gliniana	0,910	0,024	18,4	18,8	39,6
3	32 cm Słoma prasowana w stanie suchym	0,064	5,000	-4,7	18,7	24,6
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	12,7	18,2	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	-4,5	1,2	5,3
4	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	-4,8	-4,5	21,0
5	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*					
	37,2 cm Cała przegroda		4,944	-5,0	-4,7	118,9

Analiza przegrody z uwzględnieniem korekty współczynnika λ dla zwiększonej wilgotności, oraz zastosowaniem typowych grubości prefabrykatów:

Ściana straw bale prefabrykowana tynk zewn. $U=0,19$

Izolacyjność termiczna
(współczynnik przenikania ciepła)

$U = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wymagania WT: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ochrona przed wilgocią

Kondensat: $0,65 \text{ kg}/\text{m}^2$

Czas wysychania: 17 dni

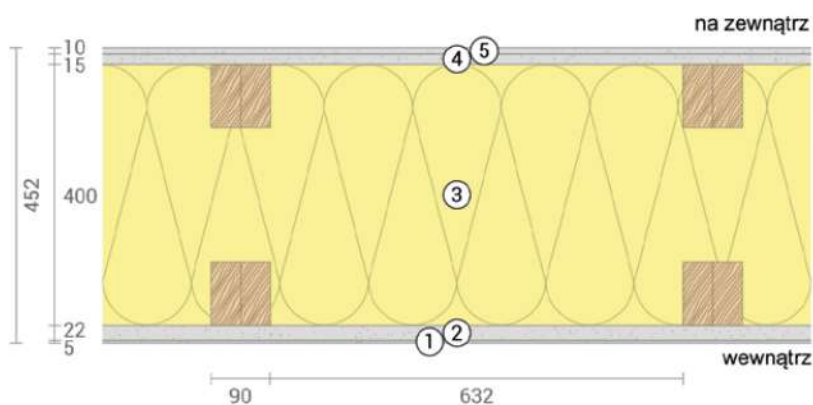
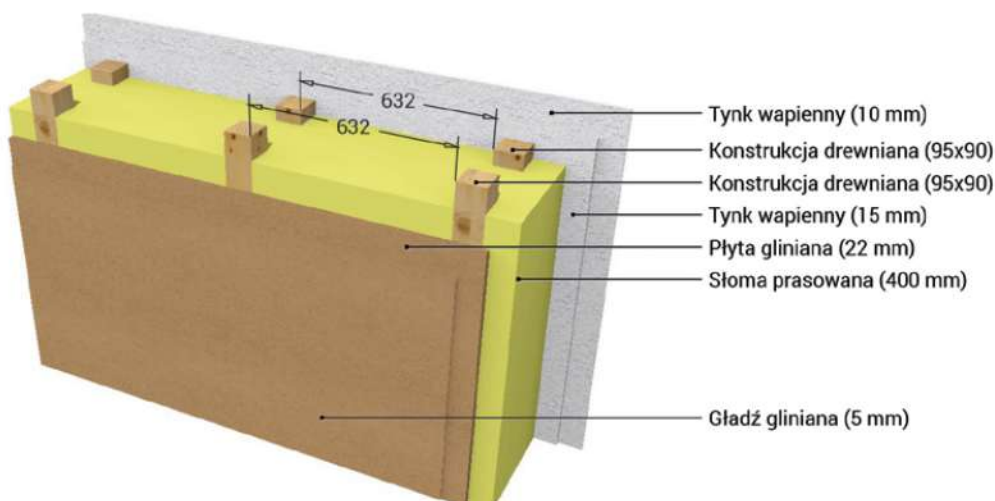
Wilgotność drewna: $+0,8\%$

Ochrona przed upałem

Tłumienie amplitudy wahań temperatur: 91

Przesunięcie fazowe: 16,2 h

Pojemność cieplna po wewnętrznej: $87 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



① Gładź gliniana (5 mm)

② Płyta gliniana (22 mm)

③ Słoma prasowana (400 mm)

④ Tynk wapienny (15 mm)

⑤ Tynk wapienny (10 mm)

Powietrze wewnątrz: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Powietrze na zewnątrz: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Temperatura powierzchni: $18,7^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

Wartość współczynnika sd: 1,3 m

Rezerwa wysychania: $3251 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$

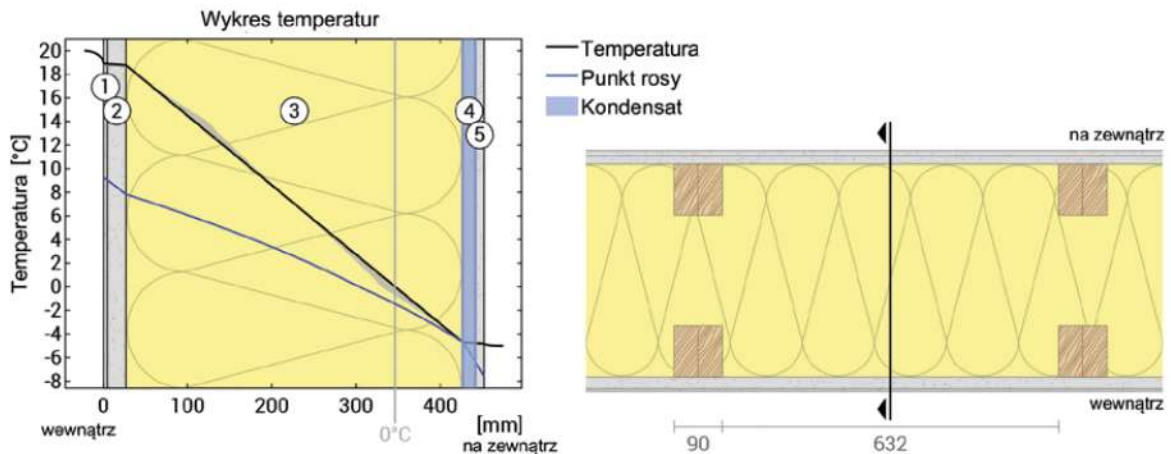
Grubość: 45,2 cm

Ciężar: $125 \text{ kg}/\text{m}^2$

Pojemność cieplna: $163 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$
(wszystkich warstw)

Ściana straw bale prefabrykowana tynk zewn. U=0,19

Wykres temperatur



- ① Gładź gliniana (5 mm) ③ Słoma prasowana (400 mm) ⑤ Tynk wapienny (10 mm)
 ② Płyta gliniana (22 mm) ④ Tynk wapienny (15 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,7	20,0	
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,910	0,005	18,7	18,9	9,0
2	2,2 cm Płyta gliniana	0,910	0,024	18,6	18,9	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,075	5,333	-4,7	18,8	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	14,0	18,6	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	0,130	0,731	-4,6	0,2	5,3
4	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	-4,8	-4,6	21,0
5	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
	45,2 cm Cała przegroda		5,378			125,5

*Opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto Rsi=0,25 oraz Rse=0,04 zgodnie DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.) 18,7°C 18,9°C 18,9°C
 Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.) -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W zadanych warunkach występuje kondensacja w ilości 0,65 kg/m². Ta ilość wysycha latem w ciągu 17 dni.

Czas schnięcia przyjęto wg DIN 4108-3:2018-10)

Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 3251 g/(m²a)

Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat		Ciężar [kg/m ³]
			[kg/m ²]	Gew.-%]	
1	0,5 cm Gładź gliniana	0,03	-	-	9,0
2	2,2 cm Płyta gliniana	0,11	-	-	39,6
3	40 cm Słoma prasowana	0,80	0,65	-	31,2
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	1,90	-	-	5,3
	9,5 cm Konstrukcja drewniana (Szerokość: 2x4,5 cm)	4,75	0,044	0,8	5,3
4	1,5 cm Tynk wapienny	0,15	0,60	-	21,0
5	1 cm Tynk wapienny	0,10	-	-	14,0
	45,2 cm Cała przegroda	1,31	0,65	-	125,5

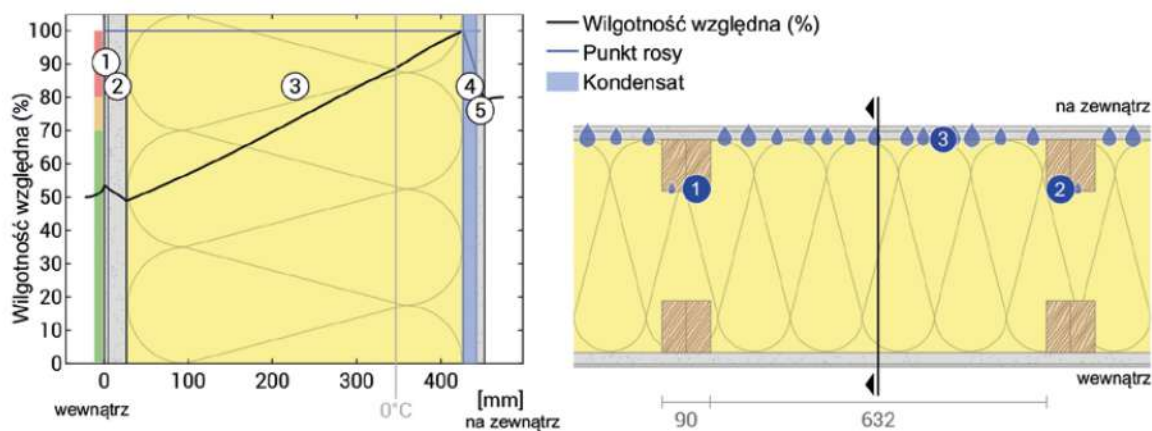
Miejsca kondensacji

- 1 Kondensat: 0,034 kg/m² Dotyczy warstw: Konstrukcja drewniana, Słoma prasowana, Konstrukcja drewniana
- 2 Kondensat: 0,01 kg/m² Dotyczy warstw: Konstrukcja drewniana, Słoma prasowana
- 3 Kondensat: 0,6 kg/m² Dotyczy warstw: Tynk wapienny, Słoma prasowana

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 18,7 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 54%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach.

Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.

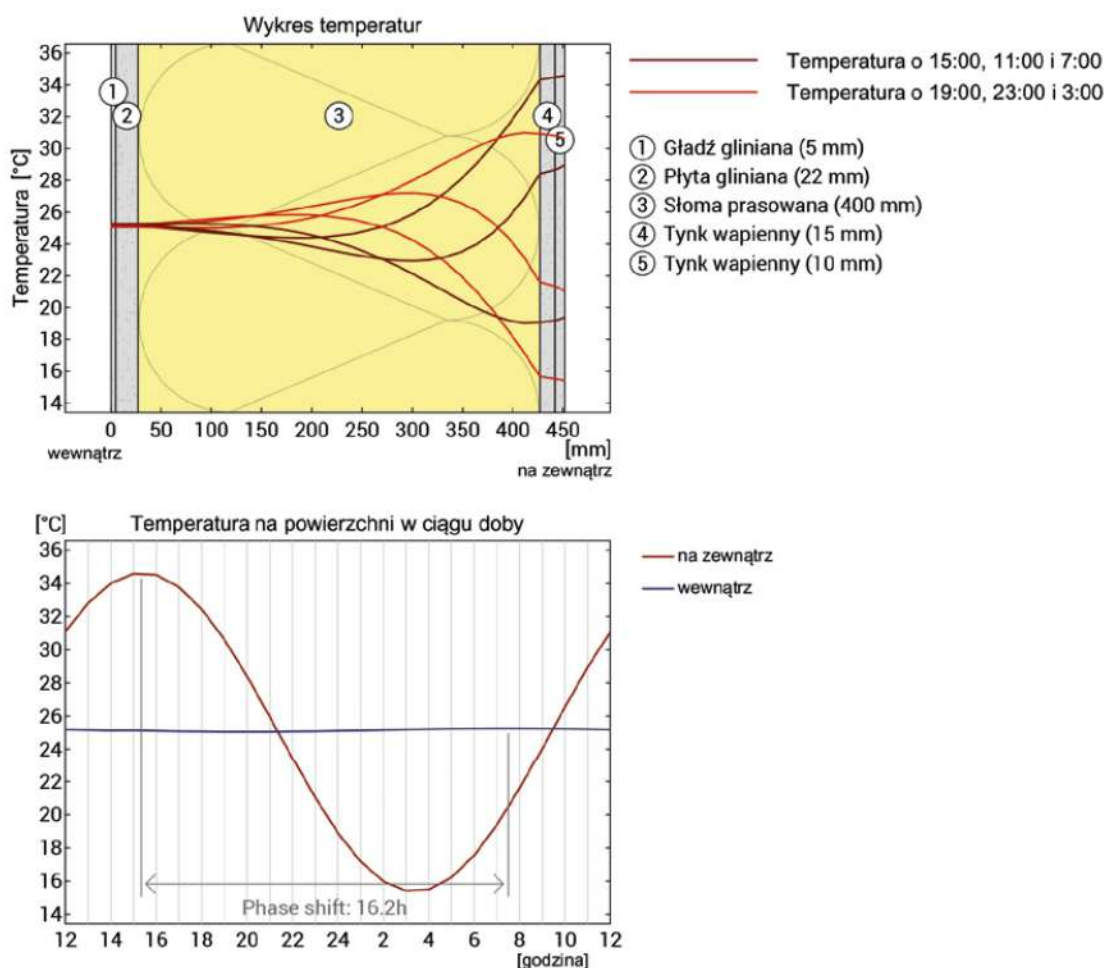


- | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| ① Gładź gliniana (5 mm) | ③ Słoma prasowana (400 mm) | ⑤ Tynk wapienny (10 mm) |
| ② Płyta gliniana (22 mm) | ④ Tynk wapienny (15 mm) | |

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczone w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zacienienie, zimne i mokre lato etc).

Ochrona przed upałem

Poniższe wyniki dotyczą cech analizowanej przegrody, nie pozwalają na wyciąganie wniosków odnośnie całych pomieszczeń:



Rysunek na górze: Wykres temperatur w przegrodzie o różnych godzinach w ciągu doby. Od góry do dołu, brązowe linie-temperatura o 15:00, 11:00 and 7:00, czerwone linie o 19:00, 23:00, 3:00.

Rysunek na dole: Temperatura na zewnętrznej (linia czerwona) i wewnętrznej (linia niebieska) powierzchni przegrody. Strzałki wskazują lokalizację maksymalnych temperatur. Jest pożądane, by maksimum na powierzchni wewnętrznej wypadło w drugiej połowie nocy.

Przesunięcie fazowe*	16,2 h	Pojemność cieplna (całej przegrody): 163 kJ/m ² K
Tłumienie amplitudy wahań temperatury**	90,9	Pojemność cieplna warstw po stronie wewnętrznej: 87 kJ/m ² K
TAV***	0,011	

*Przesunięcie fazowe określa czas, po jakim popołudniowy szczyt temperatury dociera do wewnętrznej strony przegrody.

**Tłumienie wahań amplitudy temperatury opisuje "spłaszczenie" krzywej temperaturowej podczas przenikania ciepła przez przegrodę. Wartość 10 oznacza, że temperatura po stronie zewnętrznej zmienia się 10 razy bardziej niż po stronie wewnętrznej, np. na zewnątrz 15-35°C a wewnątrz 24-26°C.

***Współczynnik amplitudy TAV jest odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury $TAV=1/\text{tłumienie amplitudy wahań temperatury}$

Uwaga: Ochrona pomieszczenia przed upałem jest zależna od kilku czynników, z których najistotniejsze są bezpośrednie nasłonecznienie i sumaryczna pojemność cieplna (uwzględniając podłogi, ściany wewnętrzne, meble etc.) Pojedynczy element budynku ma zwykle niewielki wpływ na ochronę pomieszczenia przed upałem.

4.4 Ściana z konoplitu (hempcrete), $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Jednowarstwowa ściana z konoplitu o minimalnej grubości spełniającej wymagania warunków technicznych, wykonana na budowie lub w formie prefabrykatu.

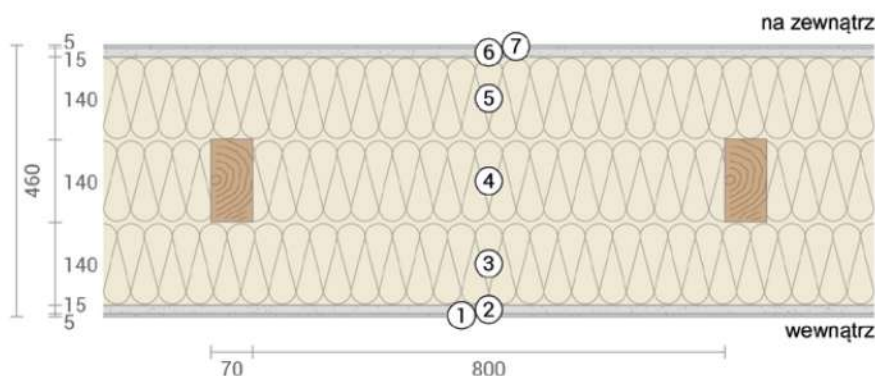
Przyjęta wartość współczynnika przewodności cieplnej λ to uśredniony wynik z przeprowadzonych w ramach projektu badań próbek w stanie suchym - skorygowane dla użytkowego zawilgocenia.

Przegroda spełnia wymagania ciepłno-wilgotnościowe, na granicy wykroplenia dla wilgotności wewnętrznej 50%. Należy zachować dodatkowe środki ostrożności:

- dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci,
- po wykonaniu - należy wziąć pod uwagę długi czas wiązania i wysychania przegrody i obniżone parametry izolacyjności w tym okresie.

Obliczenia nie obejmują wpływu deszczu (zwłaszcza zacinającego) na wilgotność w przegrodzie. Rozwiązanie tego rodzaju może być stosowane warunkowo - pod warunkiem ograniczenia możliwości zamoczenia warstwy izolacyjnej ściany przez deszcz - poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania architektoniczne (okapy, usytuowanie względem kierunku wiatru) i/lub stosowanie impregnacji tynków.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



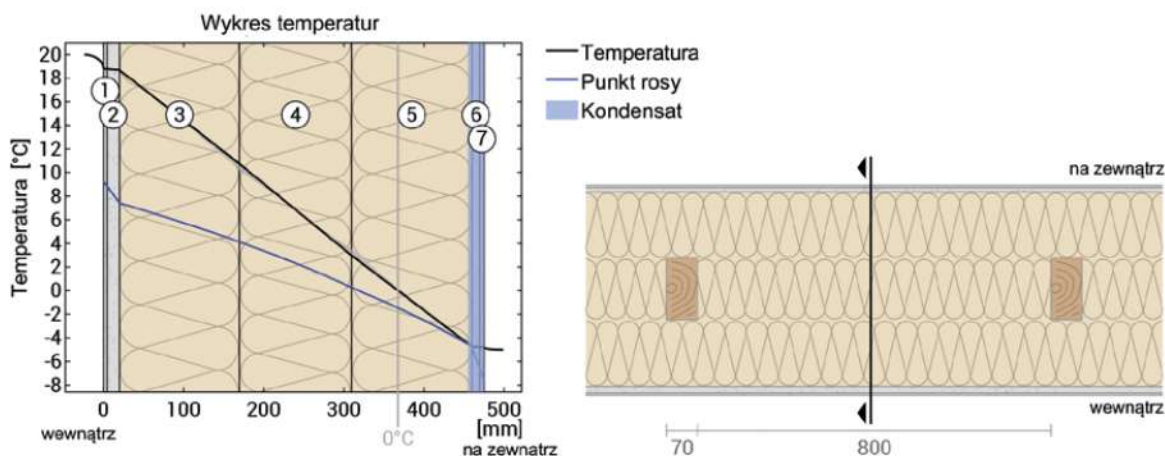
$U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

#	Materiał	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	18,7	18,8	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	18,7	18,8	21,0
3	14 cm Konoplit 330 kg/m ³ - suchy	0,087	1,609	10,4	18,7	46,2
4	14 cm Konoplit 300 kg/m ³ - suchy	0,082	1,709	2,9	11,1	38,6
	14 cm konstrukcja drewniana (Szerokość: 7 cm)	0,130	1,077	3,4	10,5	5,1
5	14 cm Konoplit 330 kg/m ³ - suchy	0,087	1,609	-4,7	3,5	46,2
6	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	-4,8	-4,7	21,0
7	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	-4,8	-4,8	7,0
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
46 cm Cała przegroda			5,076			192,1

Analiza przegrody z uwzględnieniem korekty współczynnika λ dla zwiększonej wilgotności:

Ściana z konoplitu jednowarstwowa, $U=0,2$

Wykres temperatur



- ① Tynk wapienny (5 mm)
- ② Tynk wapienny (15 mm)
- ③ Konoplit 330 -w.50% (150 mm)
- ④ Konoplit 300 -w.50% (140 mm)
- ⑤ Konoplit 330 -w.75% (150 mm)
- ⑥ Tynk wapienny (10 mm)
- ⑦ Tynk wapienny (5 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

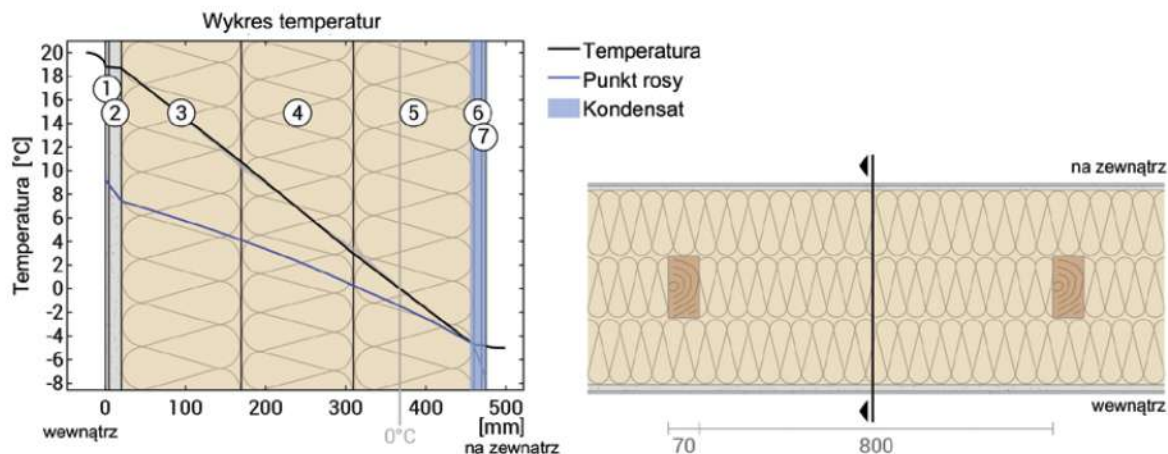
Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	18,7	18,8	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	18,7	18,8	21,0
3	15 cm Konoplit 330 -w.50%	0,090	1,667	10,2	18,7	49,5
4	14 cm Konoplit 300 -w.50%	0,086	1,628	3,0	10,7	38,6
	14 cm konstrukcja drewniana (Szerokość: 7 cm)	0,130	1,077	3,4	10,2	5,1
5	15 cm Konoplit 330 -w.75%	0,093	1,613	-4,7	3,5	49,5
6	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
7	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	-4,8	-4,8	7,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
47,5 cm Cała przegroda			5,061			191,7

*Opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto $R_{si}=0,25$ oraz $R_{se}=0,04$ zgodnie z DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.)	18,8°C	18,8°C	18,8°C
Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

Wykres temperatur



- ① Tynk wapienny (5 mm) ④ Konoplit 300 -w.50% (140 mm) ⑦ Tynk wapienny (5 mm)
 ② Tynk wapienny (15 mm) ⑤ Konoplit 330 -w.75% (150 mm)
 ③ Konoplit 330 -w.50% (150 mm) ⑥ Tynk wapienny (10 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ²]
				min	max	
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	18,7	18,8	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	18,7	18,8	21,0
3	15 cm Konoplit 330 -w.50%	0,090	1,667	10,2	18,7	49,5
4	14 cm Konoplit 300 -w.50%	0,086	1,628	3,0	10,7	38,6
	14 cm konstrukcja drewniana (Szerokość: 7 cm)	0,130	1,077	3,4	10,2	5,1
5	15 cm Konoplit 330 -w.75%	0,093	1,613	-4,7	3,5	49,5
6	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
7	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	-4,8	-4,8	7,0
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
47,5 cm Cała przegroda			5,061			191,7

*Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto Rsi=0,25 oraz Rse=0,04 zgodnie DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.) 18,8°C 18,8°C 18,8°C
 Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.) -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W zadanych warunkach występuje kondensacja w ilości 0,13 kg/m². Ta ilość wysycha latem w ciągu 2 dni.

Czas schnięcia przyjęto wg DIN 4108-3:2018-10)

Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 5747 g/(m²a)

Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat [kg/m ²]	Gew.-%	Ciężar [kg/m ³]
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,05	-	-	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,15	-	-	21,0
3	15 cm Konoplit 330 -w.50%	0,30	-	-	49,5
4	14 cm Konoplit 300 -w.50%	0,28	-	-	38,6
	14 cm konstrukcja drewniana (Szerokość: 7 cm)	7,00	-	-	5,1
5	15 cm Konoplit 330 -w.75%	0,30	0,13	-	49,5
6	1 cm Tynk wapienny	0,10	0,13	-	14,0
7	0,5 cm Tynk wapienny	0,05	-	-	7,0
	47,5 cm Cała przegroda	1,31	0,13	-	191,7

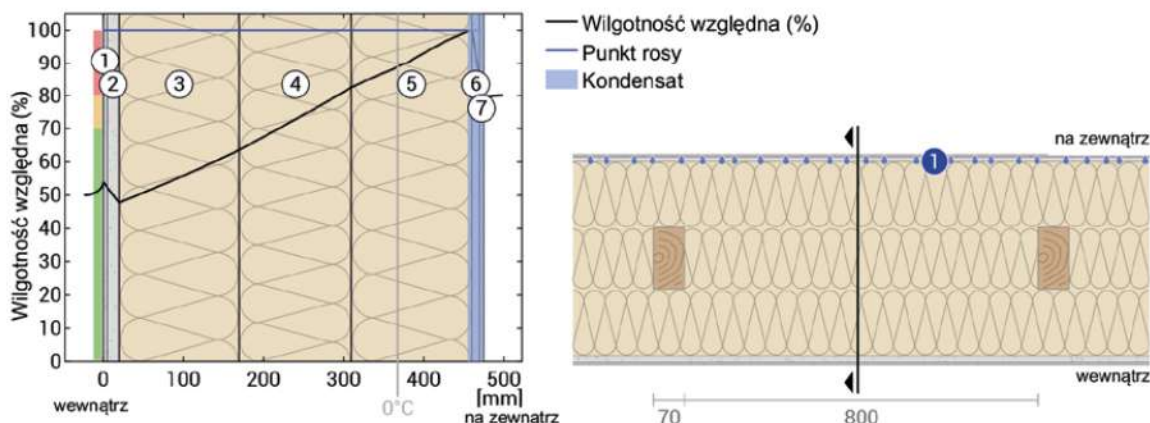
Miejsca kondensacji

- ① Kondensat: 0,13 kg/m² Dotyczy warstw: Tynk wapienny, Konoplit 330 -w.75%

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 18,8 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 54%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach.

Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.

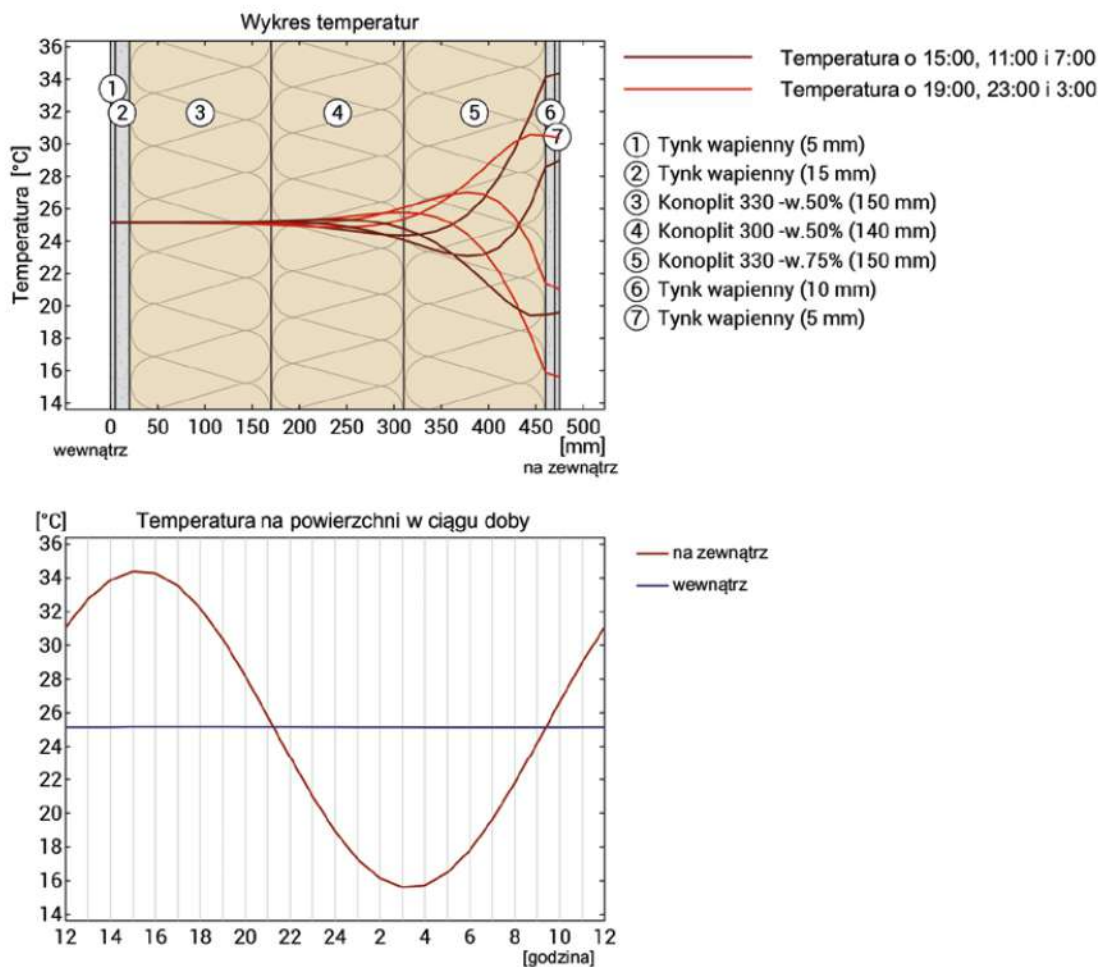


- ① Tynk wapienny (5 mm) ④ Konoplit 300 -w.50% (140 mm) ⑦ Tynk wapienny (5 mm)
 ② Tynk wapienny (15 mm) ⑤ Konoplit 330 -w.75% (150 mm)
 ③ Konoplit 330 -w.50% (150 mm) ⑥ Tynk wapienny (10 mm)

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczono w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zacienienie, zimne i mokre lato etc).

Ochrona przed upałem

Poniższe wyniki dotyczą cech analizowanej przegrody, nie pozwalają na wyciąganie wniosków odnośnie całych pomieszczeń:



Rysunek na górze: Wykres temperatur w przegrodzie o różnych godzinach w ciągu doby. Od góry do dołu, brązowe linie - temperatura o 15:00, 11:00 and 7:00, czerwone linie o 19:00, 23:00, 3:00.

Rysunek na dole: Temperatura na zewnętrznej (linia czerwona) i wewnętrznej (linia niebieska) powierzchni przegrody. Strzałki wskazują lokalizację maksymalnych temperatur. Jest pożądane, by maksimum na powierzchni wewnętrznej wypadło w drugiej połowie nocy.

Przesunięcie fazowe*	nie dotyczy	Pojemność cieplna (całej przegrody): 291 kJ/m ² K
Tłumienie amplitudy wahań temperatury**	>100	Pojemność cieplna warstw po stronie wewnętrznej: 146 kJ/m ² K
TAV***	0,002	

*Przesunięcie fazowe określa czas, po jakim popołudniowy szczyt temperatury dociera do wewnętrznej strony przegrody.

**Tłumienie wahań amplitudy temperatur opisuje "spłaszczenie" krzywej temperaturowej podczas przenikania ciepła przez przegrodę. Wartość 10 oznacza, że temperatura po stronie zewnętrznej zmienia się 10 razy bardziej niż po stronie wewnętrznej, np. na zewnątrz 15-35°C a wewnątrz 24-26°C.

***Współczynnik amplitudy TAV jest odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury TAV=1/tłumienie amplitudy wahań temperatury

Uwaga: Ochrona pomieszczenia przed upałem jest zależna od kilku czynników, z których najistotniejsze są bezpośrednie nasłonecznienie i sumaryczna pojemność cieplna (uwzględniając podłogi, ściany wewnętrzne, meble etc.) Pojedynczy element budynku ma zwykle niewielki wpływ na ochronę pomieszczenia przed upałem.

4.5 Ściana z konoplitu - dwuwarstwowa, $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Dwuwarstwowa ściana z konoplitu z dodatkową warstwą izolacji termicznej o łącznej grubości spełniającej wymagania warunków technicznych, wykonana na budowie lub w formie prefabrykatu.

Dodatkowa warstwa płyt izolacyjnych na bazie włókien roślinnych (np. na bazie słomy), poprawia izolacyjność i zachowanie ciepło-wilgotnościowe przegrody i może stanowić nośnik tynku, w tym tynków wapiennych i systemowych tynków o małym oporze dyfuzyjnym.

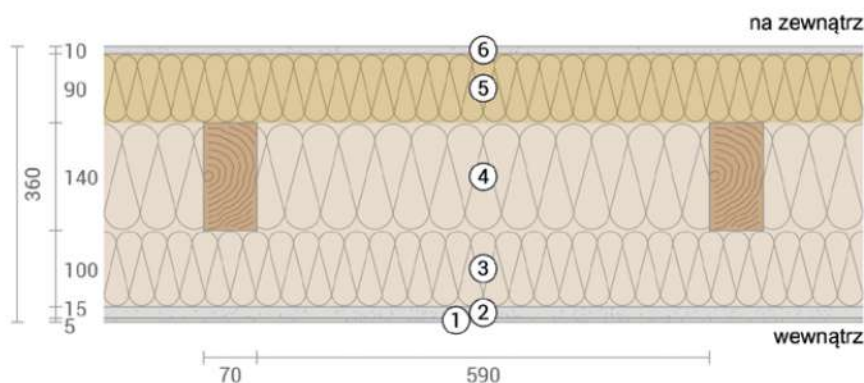
Przyjęta wartość współczynnika przewodności cieplnej λ to uśredniony wynik z przeprowadzonych w ramach projektu badań próbek w stanie suchym - skorygowane dla użytkowego zawilgocenia.

Przegroda spełnia wymagania ciepło-wilgotnościowe, na granicy wykroplenia dla wilgotności wewnętrznej 50%. Należy zachować dodatkowe środki ostrożności:

- dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci,
- po wykonaniu - należy wziąć pod uwagę długi czas wiązania i wysychania przegrody i obniżone parametry izolacyjności w tym okresie.

Obliczenia nie obejmują wpływu deszczu (zwłaszcza zacinającego) na wilgotność w przegrodzie. Rozwiązanie tego rodzaju może być stosowane warunkowo - pod warunkiem ograniczenia możliwości zamoczenia warstwy izolacyjnej ściany przez deszcz - poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania architektoniczne (okapy, usytuowanie względem kierunku wiatru) i/lub stosowanie impregnacji tynków.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



$U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

#	Materiał	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,7	20,0	
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	18,7	18,8	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	18,6	18,8	21,0
3	10 cm Konoplit 330 kg/m³ - suchy	0,087	1,149	12,5	18,7	33,0
4	14 cm Konoplit 300 kg/m³ - suchy	0,082	1,709	4,9	13,1	37,5
	14 cm konstrukcja drewniana		0,130	5,7	12,7	6,7
5	9 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,045	2,000	-4,8	5,7	16,2
6	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
	36 cm Cała przegroda		4,976			135,4

Analiza przegrody z uwzględnieniem korekty współczynnika λ dla zwiększonej wilgotności:

Ściana z konoplitu dwuwarstwowa U=0,2

Izolacyjność termiczna
(współczynnik przenikania ciepła)

$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Wymagania WT: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ochrona przed wilgocią

Rezerwa wysychania: $4739 \text{ g}/\text{m}^2$

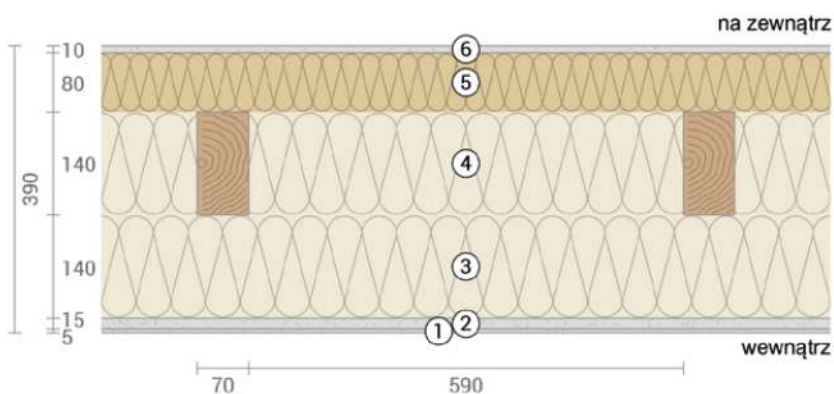
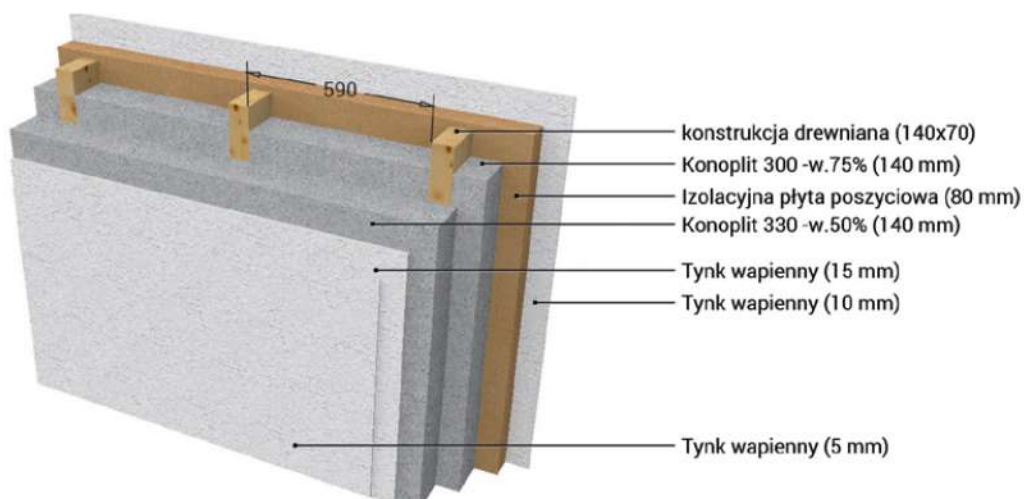
Brak kondensatu

Ochrona przed upałem

Tłumienie amplitudy wahań temperatur: >100

Przesunięcie fazowe: nie dotyczy

Pojemność cieplna po wewnętrznej: $135 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Tynk wapienny (5 mm)
② Tynk wapienny (15 mm)

- ③ Konoplit 330 -w.50% (140 mm)
④ Konoplit 300 -w.75% (140 mm)

- ⑤ Izolacyjna płyta poszyciowa (80 mm)
⑥ Tynk wapienny (10 mm)

Powietrze wewnątrz: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$

Powietrze na zewnątrz: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$

Temperatura powierzchni: $18,8^\circ\text{C} / -4,8^\circ\text{C}$

Wartość współczynnika sd: 1,2 m

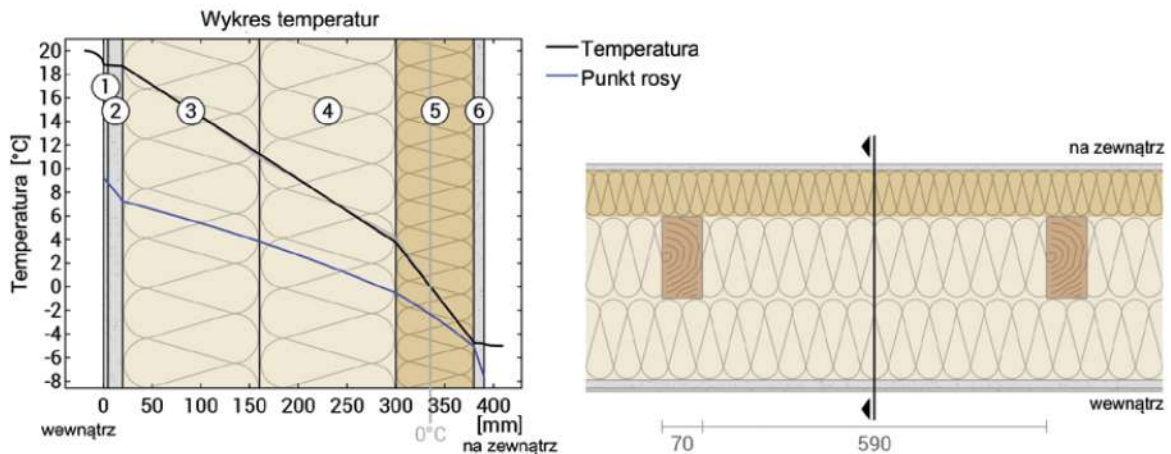
Rezerwa wysychania: $4739 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$

Grubość: 39,0 cm

Ciężar: $147 \text{ kg}/\text{m}^2$

Pojemność cieplna: $225 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$
(wszystkich warstw)

Wykres temperatur



- ① Tynk wapienny (5 mm) ③ Konoplit 330 -w.50% (140 mm) ⑤ Izolacyjna płyta poszyciowa (80 mm)
 ② Tynk wapienny (15 mm) ④ Konoplit 300 -w.75% (140 mm) ⑥ Tynk wapienny (10 mm)

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	18,7	18,8	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	18,7	18,8	21,0
3	14 cm Konoplit 330 -w.50%	0,090	1,556	10,8	18,7	46,2
4	14 cm Konoplit 300 -w.75%	0,089	1,573	3,7	11,2	37,5
	14 cm konstrukcja drewniana	0,130	1,077	4,3	10,9	6,7
5	8 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,045	1,778	-4,8	4,3	14,4
6	1 cm Tynk wapienny	0,870	0,011	-4,8	-4,7	14,0
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
	39 cm Cała przegroda		5,045			146,8

*Opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto Rsi=0,25 oraz Rse=0,04 zgodnie DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.) 18,8°C 18,8°C 18,8°C
 Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.) -4,8°C -4,8°C -4,8°C

Ściana z konoplitu dwuwarstwowa U=0,2

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W tej przegrodzie, w zadanych warunkach nie występuje kondensacja.

Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 4739 g/(m²a)

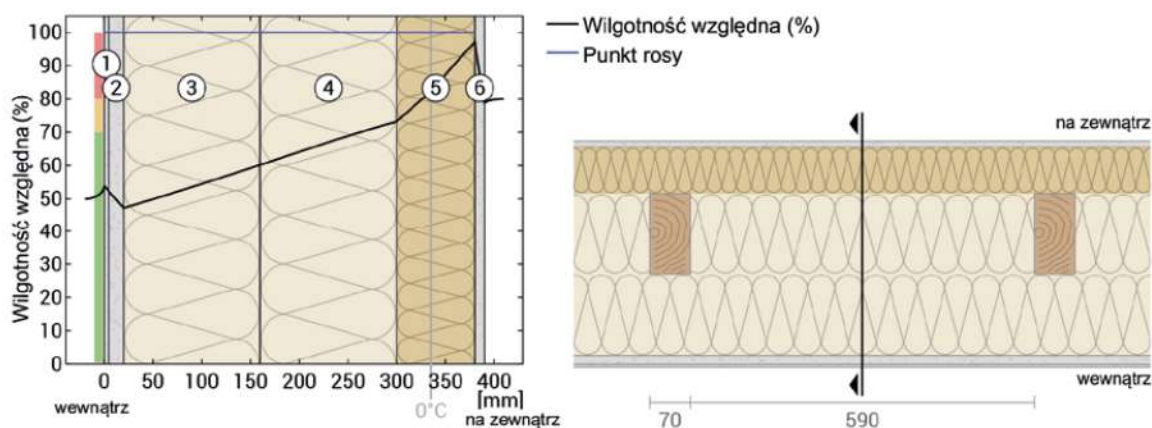
Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat [kg/m ²] Gew.-%	Ciężar [kg/m ³]
1	0,5 cm Tynk wapienny	0,05	-	7,0
2	1,5 cm Tynk wapienny	0,15	-	21,0
3	14 cm Konoplit 330 -w.50%	0,28	-	46,2
4	14 cm Konoplit 300 -w.75%	0,28	-	37,5
	14 cm konstrukcja drewniana	7,00	-	6,7
5	8 cm Izolacyjna płyta poszyciowa	0,24	-	14,4
6	1 cm Tynk wapienny	0,10	-	14,0
	39 cm Cała przegroda	1,19	0	146,8

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 18,8 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 54%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach.

Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.

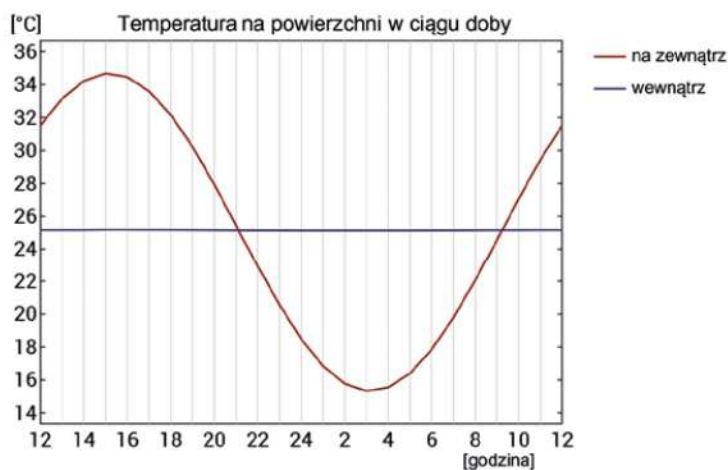
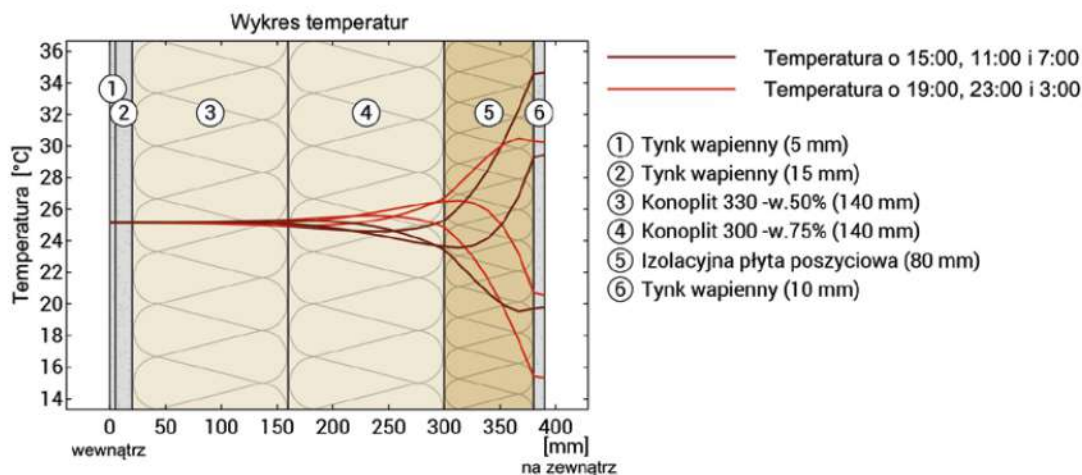


- ① Tynk wapienny (5 mm) ③ Konoplit 330 -w.50% (140 mm) ⑤ Izolacyjna płyta poszyciowa (80 mm)
 ② Tynk wapienny (15 mm) ④ Konoplit 300 -w.75% (140 mm) ⑥ Tynk wapienny (10 mm)

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczono w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zacienienie, zimne i mokre lato etc).

Ochrona przed upałem

Poniższe wyniki dotyczą cech analizowanej przegrody, nie pozwalają na wyciąganie wniosków odnośnie całych pomieszczeń:



Rysunek na górze: Wykres temperatur w przegrodzie o różnych godzinach w ciągu doby. Od góry do dołu, brązowe linie-temperatura o 15:00, 11:00 and 7:00, czerwone linie o 19:00, 23:00, 3:00.

Rysunek na dole: Temperatura na zewnętrznej (linia czerwona) i wewnętrznej (linia niebieska) powierzchni przegrody. Strzałki wskazują lokalizację maksymalnych temperatur. Jest pożądane, by maksimum na powierzchni wewnętrznej wypadło w drugiej połowie nocy.

Przesunięcie fazowe*	nie dotyczy	Pojemność cieplna (całej przegrody): 225 kJ/m ² K
Tłumienie amplitudy wahań temperatury**	>100	Pojemność cieplna warstw po stronie wewnętrznej: 135 kJ/m ² K
TAV***	0,004	

*Przesunięcie fazowe określa czas, po jakim popołudniowy szczyt temperatury dociera do wewnętrznej strony przegrody.

**Tłumienie wahań amplitudy temperatury opisuje "spłaszczenie" krzywej temperaturowej podczas przenikania ciepła przez przegrodę. Wartość 10 oznacza, że temperatura po stronie zewnętrznej zmienia się 10 razy bardziej niż po stronie wewnętrznej, np. na zewnątrz 15-35°C a wewnątrz 24-26°C.

***Współczynnik amplitudy TAV jest odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury TAV=1/tłumienie amplitudy wahań temperatury

Uwaga: Ochrona pomieszczenia przed upałem jest zależna od kilku czynników, z których najistotniejsze są bezpośrednie nasłonecznienie i sumaryczna pojemność cieplna (uwzględniając podłogi, ściany wewnętrzne, meble etc.) Pojedynczy element budynku ma zwykle niewielki wpływ na ochronę pomieszczenia przed upałem.

4.6 Ściana z gliny lekkiej, $U=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Jednowarstwowa ściana z gliny lekkiej o grubości spełniającej wymagania warunków technicznych, wykonana na budowie lub w formie prefabrykatu.

Wyliczenia izolacyjności dla ściany z gliny lekkiej bazują na pochodzącym z literatury współczynniku λ na poziomie $0,1 \text{ W}/\text{mK}$ dla próbek gęstości $300 \text{ kg}/\text{m}^3$, skorygowanym o wartości wilgotności w przegrodzie.

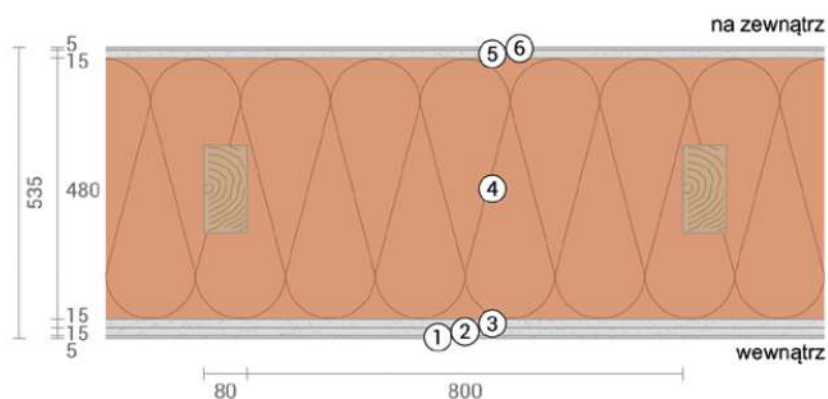
Badania przeprowadzone w ramach projektu wykazały wyniki na poziomie $0,1125\text{-}0,113 \text{ W}/\text{mK}$ dla paneli w formie prefabrykowanej, jednak budziły wątpliwości co do sposobu przygotowania i ilości próbek.

Przegroda spełnia wymagania ciepłno-wilgotnościowe, na granicy wykroplenia dla wilgotności wewnętrznej 50%. Należy zachować dodatkowe środki ostrożności:

- dla pomieszczeń o zwiększonej wilgotności, zalecane zastosowanie dodatkowych warstw opóźniających przepływ wilgoci,
- po wykonaniu - należy wziąć pod uwagę długi czas wiązania i wysychania przegrody i obniżone parametry izolacyjności w tym okresie.

Obliczenia nie obejmują wpływu deszczu (zwłaszcza zacinającego) na wilgotność w przegrodzie. Rozwiązanie tego rodzaju może być stosowane warunkowo - pod warunkiem ograniczenia możliwości zamoczenia warstwy izolacyjnej ściany przez deszcz - poprzez odpowiednio dobrane rozwiązania architektoniczne (okapy, usytuowanie względem kierunku wiatru) i/lub stosowanie impregnacji tynków.

Analiza doboru minimalnych grubości przegród dla współczynnika λ przyjętego dla materiałów w stanie suchym:



$U=0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

#	Materiał	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	0,5 cm Tynk gliniany	0,910	0,005	18,7	18,8	9,0
2	1,5 cm Tynk gliniany	0,910	0,016	18,7	18,8	27,0
3	1,5 cm Tynk gliniany	0,910	0,016	18,6	18,7	27,0
4	48 cm Głina lekka 300kg/m ³ ε	0,100	4,800	-4,7	18,6	139,6
	16 cm konstrukcja drewniana (Width: 8 cm)	0,130	1,231	3,4	10,6	6,5
5	1,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,017	-4,8	-4,7	21,0
6	0,5 cm Tynk wapienny	0,870	0,006	-4,8	-4,8	7,0
	Opór przejmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
53,5 cm Cała przegroda			4,992			237,2

Z6 ściana z gliny lekkiej U=0,2

Izolacyjność termiczna
(współczynnik przenikania ciepła)

U = 0,20 W/(m²K)

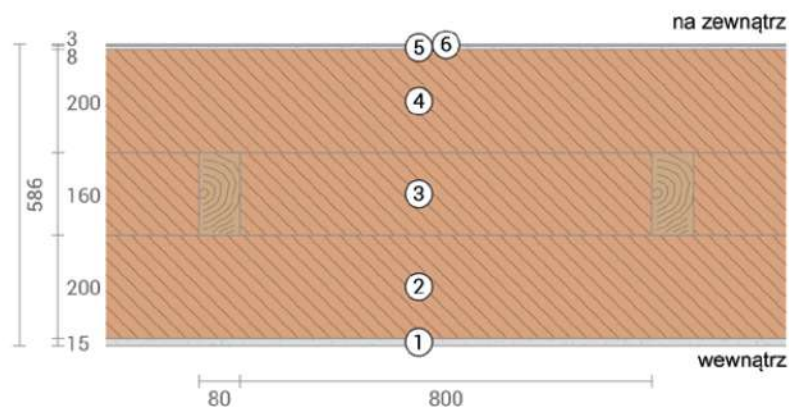
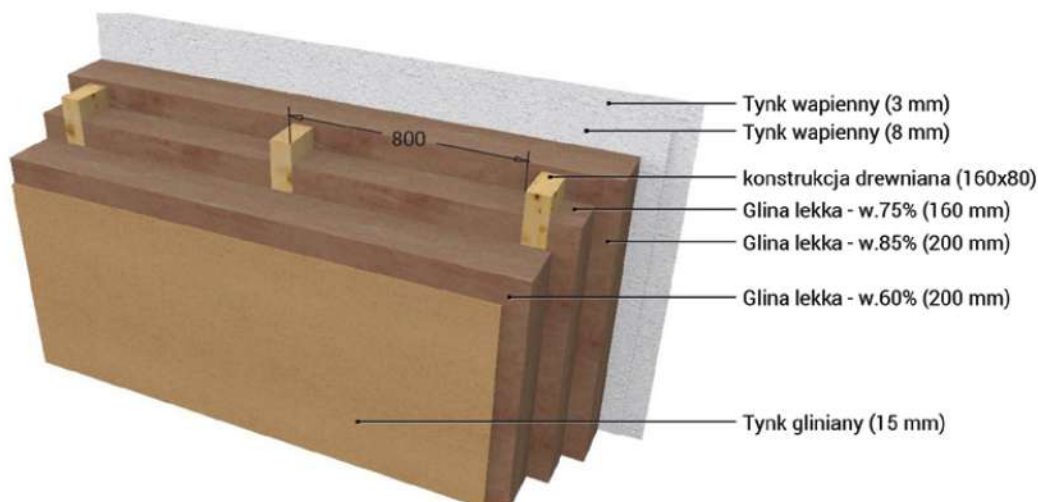
Wymagania WT: U < 0,2 W/(m²K)

Ochrona przed wilgocią

Rezerwa wysychania: 3070 g/m²
Brak kondensatu

Ochrona przed upałem

Tłumienie amplitudy wahań temperatur: >100
Przesunięcie fazowe: nie dotyczy
Pojemność cieplna po wewnętrznej: 110 kJ/m²K



- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| ① Tynk gliniany (15 mm) | ③ Głina lekka - w.75% (160 mm) | ⑤ Tynk wapienny (8 mm) |
| ② Głina lekka - w.60% (200 mm) | ④ Głina lekka - w.85% (200 mm) | ⑥ Tynk wapienny (3 mm) |

Powietrze wewnątrz: 20,0°C / 50%

Powietrze na zewnątrz: -5,0°C / 80%

Temperatura powierzchni: 18,8°C / -4,8°C

Wartość współczynnika sd: 1,4 m

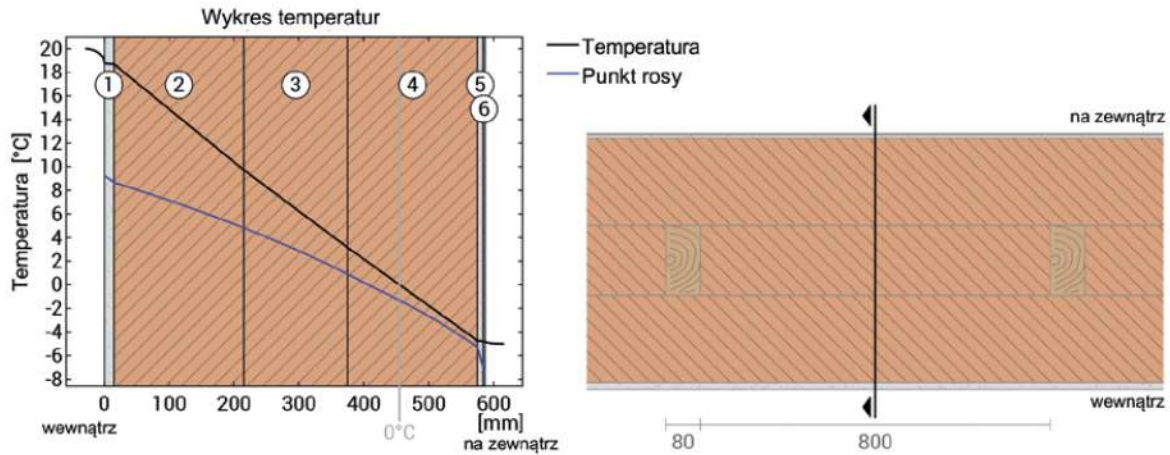
Rezerwa wysychania: 3070 g/m²a

Grubość: 58,6 cm

Ciężar: 213 kg/m²

Pojemność cieplna: 217 kJ/m²K
(wszystkich warstw)

Wykres temperatur



- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| ① Tynk gliniany (15 mm) | ③ Głina lekka - w.75% (160 mm) | ⑤ Tynk wapienny (8 mm) |
| ② Głina lekka - w.60% (200 mm) | ④ Głina lekka - w.85% (200 mm) | ⑥ Tynk wapienny (3 mm) |

Po lewej: wykres temperatur i punktu rosy w pionowym przekroju przegrody (linia przekroju oznaczona na rzucie po prawej). Punkt rosy wskazuje temperaturę, w której dochodzi do skroplenia pary wodnej. Gdy linia wykresu temperatury w przegrodzie pozostaje powyżej linii wykresu punktu rosy, nie dochodzi do kondensacji. Jeżeli linie wykresu się przecinają - dochodzi do kondensacji w miejscu przecięcia.

Po prawej: Przekrój poziomy przez przegrodę.

Warstwy (od wewnątrz na zewnątrz)

#	Material	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Ciężar [kg/m ³]
				min	max	
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,130	18,8	20,0	
1	1,5 cm Tynk gliniany	0,910	0,016	18,7	18,8	27,0
2	20 cm Głina lekka - w.60%	0,110	1,818	9,6	18,7	60,0
3	16 cm Głina lekka - w.75%	0,120	1,333	3,1	9,7	43,6
	16 cm konstrukcja drewniana	0,130	1,231	3,2	9,6	6,5
4	20 cm Głina lekka - w.85%	0,125	1,600	-4,7	3,2	60,0
5	0,8 cm Tynk wapienny	0,870	0,009	-4,8	-4,7	11,2
6	0,3 cm Tynk wapienny	0,870	0,003	-4,8	-4,8	4,2
	Opór przyjmowania ciepła na powierzchni*		0,040	-5,0	-4,8	
58,6 cm Cała przegroda			4,941			212,6

*Opór przyjmowania ciepła na powierzchni zewn. i wewn. wg DIN 6946 dla kalkulacji współczynnika U. Do kalkulacji bezpieczeństwa wilgotnościowego i wykresu temperatury przyjęto R_{si}=0,25 oraz R_{se}=0,04 zgodnie DIN 4108-3.

Temperatura powierzchni wewnątrz (min. / śr. / maks.)	18,8°C	18,8°C	18,8°C
Temperatura powierzchni na zewnątrz (min. / śr. / maks.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

Obliczenia wilgotnościowe

W celu obliczenia ilości wody w przegrodzie w wyniku kondensacji, przyjęto że przegroda znajduje się w następujących, stałych warunkach przez 90 dni: wewnątrz budynku 20°C i 50% wilgotności względnej, na zewnątrz: -5°C i 80% wilgotności względnej. Warunki zgodne z DIN 4108-3.

W tej przegrodzie, w zadanych warunkach nie występuje kondensacja.

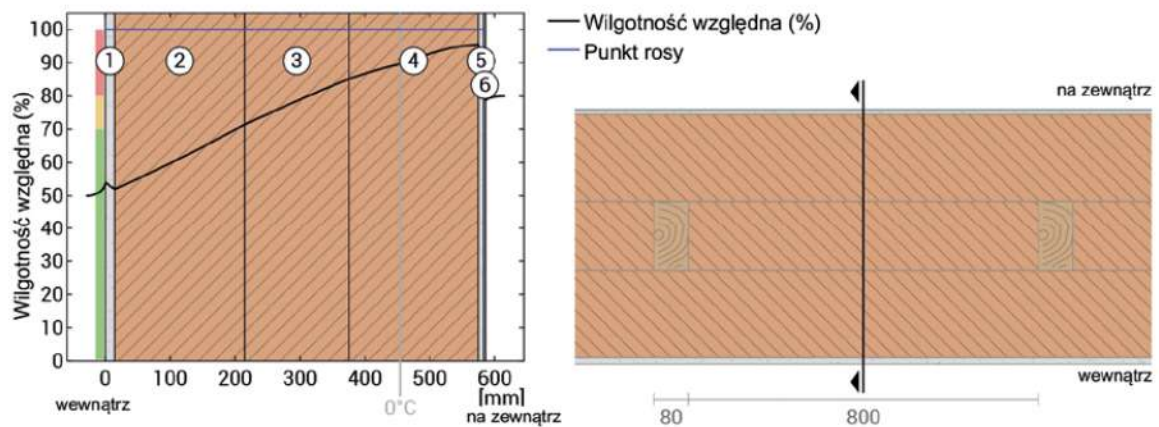
Rezerwa wysychania obliczona wg DIN 4108-3:2018: 3070 g/(m²a)

Minimalna rezerwa wymagana wg DIN 68800-2: 100 g/(m²a)

#	Material	sd [m]	Kondensat [kg/m ²]	Gew.-%	Ciężar [kg/m ³]
1	1,5 cm Tynk gliniany	0,08	-	-	27,0
2	20 cm Głina lekka - w.60%	0,40	-	-	60,0
3	16 cm Głina lekka - w.75%	0,32	-	-	43,6
4	16 cm konstrukcja drewniana	8,00	-	-	6,5
5	20 cm Głina lekka - w.85%	0,40	-	-	60,0
6	0,8 cm Tynk wapienny	0,08	-	-	11,2
7	0,3 cm Tynk wapienny	0,03	-	-	4,2
58,6 cm Cała przegroda		1,40	0	-	212,6

Wilgotność

Temperatura na powierzchni przegrody od strony wewnątrz wynosi 18,8 °C, co prowadzi do wilgotności względnej na powierzchni wynoszącej 54%. Wzrost pleśni nie jest spodziewany w takich warunkach. Ilustracja poniżej pokazuje wilgotność względną w przekroju przegrody.

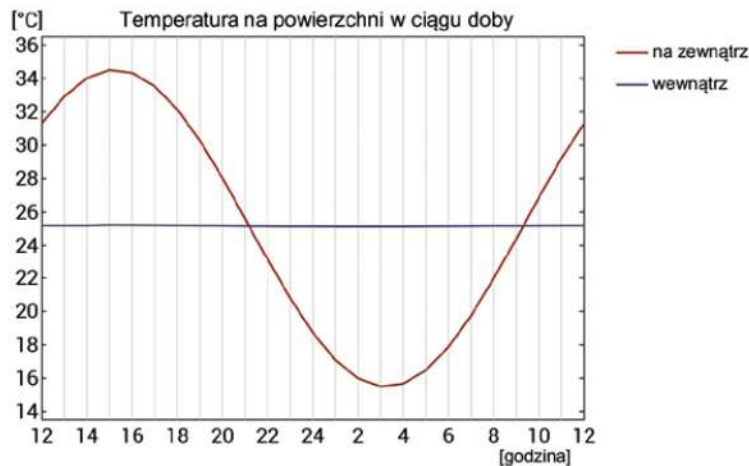
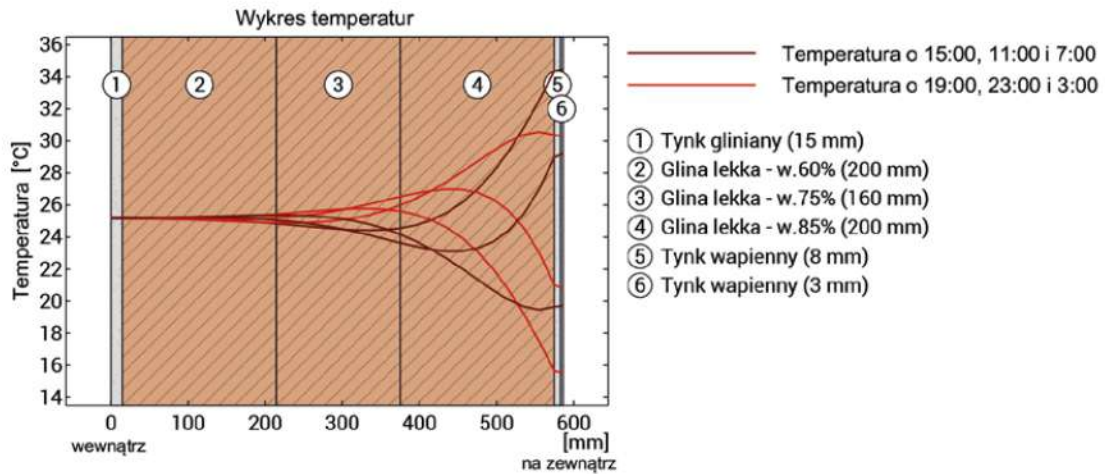


- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| ① Tynk gliniany (15 mm) | ③ Głina lekka - w.75% (160 mm) | ⑤ Tynk wapienny (8 mm) |
| ② Głina lekka - w.60% (200 mm) | ④ Głina lekka - w.85% (200 mm) | ⑥ Tynk wapienny (3 mm) |

Uwagi: Obliczenia wykonano metodą obliczeniową Ubakus 2D-FE (2d - dwuwymiarowa, FE - elementów skończonych). Mechanizmy konwekcji oraz kapilarność materiałów nie była brana pod uwagę. Czas schnięcia może być dłuższy niż obliczono w przypadku wystąpienia niekorzystnych warunków (zaciemnienie, zimne i mokre lato etc).

Ochrona przed upałem

Poniższe wyniki dotyczą cech analizowanej przegrody, nie pozwalają na wyciąganie wniosków odnośnie całych pomieszczeń:



Rysunek na górze: Wykres temperatur w przegrodzie o różnych godzinach w ciągu doby. Od góry do dołu, brązowe linie - temperatura o 15:00, 11:00 and 7:00, czerwone linie o 19:00, 23:00, 3:00.

Rysunek na dole: Temperatura na zewnętrznej (linia czerwona) i wewnętrznej (linia niebieska) powierzchni przegrody. Strzałki wskazują lokalizację maksymalnych temperatur. Jest pożądane, by maksimum na powierzchni wewnętrznej wypadło w drugiej połowie nocy.

Przesunięcie fazowe*	nie dotyczy	Pojemność cieplna (całej przegrody): 217 kJ/m ² K
Tłumienie amplitudy wahań temperatury**	> 100	Pojemność cieplna warstw po stronie wewnętrznej: 110 kJ/m ² K
TAV***	0,005	

*Przesunięcie fazowe określa czas, po jakim popołudniowy szczyt temperatury dociera do wewnętrznej strony przegrody.

**Tłumienie wahań amplitudy temperatur opisuje "spłaszczenie" krzywej temperaturowej podczas przenikania ciepła przez przegrodę. Wartość 10 oznacza, że temperatura po stronie zewnętrznej zmienia się 10 razy bardziej niż po stronie wewnętrznej, np. na zewnątrz 15-35°C a wewnątrz 24-26°C.

***Współczynnik amplitudy TAV jest odwrotnością tłumienia amplitudy wahań temperatury TAV=1/tłumienie amplitudy wahań temperatury

Uwaga: Ochrona pomieszczenia przed upałem jest zależna od kilku czynników, z których najistotniejsze są bezpośrednie nasłonecznienie i sumaryczna pojemność cieplna (uwzględniając podłogi, ściany wewnętrzne, meble etc.) Pojedynczy element budynku ma zwykle niewielki wpływ na ochronę pomieszczenia przed upałem.



**Wnioski
i rekomendacje**

1) Badanie odporności ogniowej (REI) dla ściany z izolacją z prasowanej słomy:

- **REI 90 (cała ściana),**
- **REI 120 w zakresie oddziaływania ognia od środka pomieszczenia.**

Badanie wykazało, że ściana z izolacją ze słomy może cechować się wysoką odpornością pożarową, tym samym potwierdzając wyniki badań innych konfiguracji ścian ze słomą, przeprowadzanych wcześniej w krajach europejskich. Warto zwrócić uwagę, że testowano układ warstw wcześniej nie badany – w którym oprócz głównej izolacji z prasowanej słomy zastosowano także płyty izolacyjne na bazie słomy oraz płyty gliniane. W testowanych próbkach zastosowano głównie wyroby wyprodukowane w Polsce. Badaniu poddano układ warstw ściany bez wykończenia po stronie zewnętrznej. Celem było sprawdzenie podstawowego rozwiązania, które w realnym zastosowaniu mogłoby stanowić bazę do wykończenia elewacji zarówno tynkiem, jak i dowolnymi materiałami w układzie elewacji wentylowanej.
- **Wynik REI 90 wskazuje na szerokie możliwości stosowania ścian tego rodzaju w budownictwie,** także budynkach użyteczności publicznej i mieszkaniowych – np. jako ściany zewnętrzne konstrukcyjne w budynkach o klasie odporności pożarowej C, D, E oraz jako ściany zewnętrzne, nie stanowiące głównej konstrukcji nośnej w budynkach klasy B.
- **Nawet niewielka modyfikacja układu warstw – np. wykonanie zewnętrznego tynku elewacyjnego powinna być wystarczająca, by cała ściana mogła uzyskać klasyfikację REI120.** Wskazuje na to przebieg testu – utrata parametru izolacyjności ogniowej nastąpiła po 119 minucie badania w sytuacji oddziaływania ognia od strony zewnętrznej.

2) Badanie klasy reakcji na ogień (tzw. euroklasy):

2.1 Izolacja z prasowanej słomy (straw bale):

- **Klasa reakcji na ogień E**

Wynik badania zapalności słomy potwierdza rezultaty uzyskiwane w innych krajach europejskich. Warto zwrócić uwagę, że materiał przeszedł badanie zapalności małym płomieniem, zgodnie z wymogami dla klasy E, pomimo, że jakość wypełnienia próbek słomą była wyraźnie gorsza niż powinna być w realnym zastosowaniu w formie kostek lub prefabrykatów słomiano-drewnianych. Możliwa do osiągnięcia jakość próbek była związana z koniecznością badania słomy w koszyku przeznaczonym dla materiałów luźnych/zasypowych, w którym słoma musiała zostać upchnięta ręcznie. Badanie przeprowadzono na próbkach słomy używanej do produkcji prefabrykatów słomiano-drewnianych w Polsce.
- **Uzyskanie klasyfikacji E wskazuje na możliwość stosowania izolacji z prasowanej słomy w budownictwie publicznym i mieszkaniowym, pod pewnymi warunkami.**
- **W przypadku przegród, dla których wymagane jest NRO, izolacja z prasowanej słomy może być stosowana w wyrobach/elementach warstwowych, w których pozostałe warstwy mają klasę odporności ogniowej co najmniej B (wg zał. 3 WT).**

2.2 Konoplit (hempcrete)

- **Klasa reakcji na ogień B s1, d0**

Wynik badania konoplitu potwierdza korzystne cechy mieszanki konopno-wapiennej w zakresie reakcji na ogień. Badanie jest istotne także dla tego, że niewielu producentów na świecie badało swoje wyroby w tym zakresie. Badanie przeprowadzono na próbkach wykonanych z paździerzy wyprodukowanych w Polsce.

- **Uzyskanie klasyfikacji B wskazuje na szerokie możliwości stosowania izolacji z konoplitu w budownictwie.**
- **Konoplit jako wyrób może stanowić wypełnienie przegród, dla których wymagany jest parametr NRO (wg zał. 3 WT).**

3) Badanie stopnia rozprzestrzeniania ognia (NRO)

3.1 Ściana z wypełnieniem z prasowanej słomy, płytami poszyciowymi i elewacją drewnianą

- **Klasyfikacja SRO (badanie niezdane)**

Dla uzyskania klasyfikacji NRO konieczna jest poprawa impregnacji warstw ściany i/lub zmiana układu warstw zewnętrznych, zwłaszcza w celu ograniczenia rozprzestrzeniania ognia przez szczelinę wentylacyjną elewacji (np. poprzez wprowadzenie niepalnego tynku lub płytowania na płytach poszyciowych). Wskazane może też być stosowanie grubszych desek elewacyjnych /lub stosowanie desek impregnowanych fabrycznie i/lub stosowanie bardziej szczelnych połączeń między deskami.

3.2 Ściana o konstrukcji drewnianej z wypełnieniem konoplitem, tynkowana:

- **Klasyfikacja NRO**

Próbka przeszła badanie, spełniając wymagania klasyfikacji NRO. Co godne uwagi, na licu próbki wykonana była jedynie cienka warstwa tynku wapiennego. Wykonanie dodatkowych warstw tynku wapiennego (często stosowane w praktyce budownictwa z konoplitu) oznaczałoby jeszcze lepszą ochronę ściany przed ogniem.

- **Klasyfikacja NRO wskazuje na szerokie możliwości stosowania ścian z wypełnieniem z konoplitu w budownictwie.**

4) Badania ciepłno-wilgotnościowe

W ramach przeprowadzonych analiz ciepłno-wilgotnościowych sprawdzono układy warstw ścian zewnętrznych z zastosowaniem materiałów naturalnych, przede wszystkim izolacji z prasowanej słomy oraz konoplitu.

- **Sprawdzone obliczeniowo układy warstw mogą stanowić punkt wyjścia do projektowania**, zaznaczyć jednak należy, że dobór układu warstw w projektowanych obiektach należy do obowiązków projektantów i musi zostać wykonany na podstawie indywidualnych analiz, z uwzględnieniem lokalizacji i warunków klimatycznych. Szczególną uwagę należy w projektowaniu zwrócić na zabezpieczenie ścian przed zacinającym deszczem.
- **Wskazane jest przeprowadzenie dalszych badań**, przede wszystkim w celu sprawdzenia/potwierdzenia wpływu wilgotności na izolacyjność materiałów naturalnych oraz badań mających na celu doskonalenie składu materiałów kompozytowych (konoplitu i gliny lekkiej).

Możliwość zastosowania poszczególnych materiałów oraz technologii w budownictwie zależy od wielu czynników. We wstępnej części raportu opisano uwarunkowania prawne, które muszą być każdorazowo spełnione - należy pamiętać o tym, że każdy projekt wymaga indywidualnej, pełnej analizy przypadku. Właściwości technologii straw bale oraz hempcrete, opisane w raporcie, zostały potwierdzone poprzez przeprowadzenie powyższych badań, a ich wyniki (odporność ogniowa, klasa reakcji na ogień, stopień rozprzestrzeniania się ognia oraz właściwości ciepłno-wilgotnościowe) mogą stanowić źródło wiedzy w procesie projektowania budynków, wykonywania indywidualnych dokumentacji technicznych oraz w procesach wdrażania nowych wyrobów budowlanych.

Bibliografia

Akty prawne:

1. Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20220001225>
2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane.
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19940890414/U/D19940414Lj.pdf>
3. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20040920881>
4. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG -
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:PL:PDF>

Źródła internetowe:

5. <http://www.ibpkonsulting.pl/rozprzestrzenianie-ognia-przez-sciany-zewnetrzne-budynkow/>
6. <https://www.izolacje.com.pl/arttykul/sciany-stropy/258307,bezpieczenstwo-pozarowe-budynkow-o-konstrukcji-drewnianej>
7. <https://www.izolacje.com.pl/arttykul/sciany-stropy/259542,jak-legalnie-budowac-wiecej-budynkow-wielorodzinnych-w-szkielecie-drewnianym>
8. <https://www.saint-gobain.pl/documents/general/eksperyment-pozarowy-w-pionkach-opinia-techniczna-instytutu-techniki-budowlanej.pdf>
9. Metodyka badań ppoż.
<https://inzynierbudownictwa.pl/badania-odpornosci-ogniowej-wewnetrznych-przegrod-budowlanych-oraz-stolarki-otworowej/>
10. Zapewnienie konstrukcjom drewnianym wymaganej odporności ogniowej -
<https://inzynierbudownictwa.pl/jak-zapewnic-konstrukcjom-drewnianym-wymagana-odpornosc-ogniowa/>
11. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpozarowej – Państwowy Instytut Badawczy
<https://www.cnbop.pl/pl/uslugi/oceny-techniczne/krajowe-oceny-techniczne>
12. <https://www.materiałybudowlane.info.pl/images/2014/07/s006-007.pdf>
13. <https://www.izolacje.com.pl/arttykul/sciany-stropy/195869,elewacja-wentylowana-podczas-oddziaływania-pozarem>
14. <https://www.materiałybudowlane.info.pl/images/2014/09/s38-39.pdf>
15. <https://simp.pl/co-nalezy-zrobic-chcac-wprowadzic-wyrob-budowlany-do-obrotu-na-ryнку-europejskim/>
16. Budownictwo drewniane - poradniki: <https://sedg.pl/publikacje/poradniki-budownictwo-drewniane-czyli-zbior-dobrych-praktyk-z-zakresu-budownictwa-drewnianego-ze-szczegolnym-uwzględnieniem-konstrukcji/>

Prace naukowe i artykuły:

17. Jagielak M.: *Straw bale, czyli architektura z kostek słomy w Polsce*, rozprawa doktorska [plik .pdf], promotor: prof. dr hab. inż. arch. Jacek Gyurkovich, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, Kraków 2023 [praca w wersji elektronicznej dostępna: <https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/resources/47080>]
18. Brzyski P.: *Kompozyt wapienno-konopny jako materiał ścienny spełniający wymagania zrównoważonego rozwoju w budownictwie*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2022 [elektroniczna wersja książki dostępna w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl]
19. Zatylny M.: *Uwarunkowania Formalno-Prawne dla Budownictwa Naturalnego w Europie i Polsce ze szczególnym uwzględnieniem zastosowanie kostek słomy*, Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju (UNDP), Warszawa 2012
20. Kotwica E. I., Sulik P., Kotwica U., Beška M., współpraca przy rozdziale 1 Hikiert M. A.: *Budownictwo drewniane. Poradnik dla projektanta, czyli zbiór dobrych praktyk z zakresu budowania drewnianego ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji*, materiał sfinansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, 2022

Iceland 
Liechtenstein
Norway grants



IOŚ-PIB
Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy



**DEKARBONIZACJA
PROCESÓW
BUDOWLANYCH**