

OPINIA TECHNICZNA ITB

W ZAKRESIE ODPADANIA PODCZAS POŻARU

Numer opinii:	02286.2/22/Z00NZP
Zamawiający:	Wrocławskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Mieszkaniowego „MÓJ DOM” S.A. MD Prefabrykacja Oddział w Źródłach ul. Stalowa 5 Źródła, 53-330 Miękinia
Wykonawca:	Instytut Techniki Budowlanej ul. Filtrowa 1 00-611 Warszawa
Przedmiot opinii:	Ściany prefabrykowane typu Thermo Wall (TW) z wewnętrzną izolacją termiczną
Data wydania:	2023-08-04
Wydanie numer:	1
Data ważności:	bezterminowa

Niniejszy dokument został wydany w formie elektronicznej, z kwalifikowanymi podpisami elektronicznymi.
Wydruk niniejszego raportu nie jest oryginalnym dokumentem.
Niniejszy dokument może być używany lub powielany wyłącznie w całości.

1. Podstawy formalne

- Zlecenie firmy Wrocławskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Mieszkaniowego „MÓJ DOM” S.A. MD Prefabrykacja Oddział w Źródłach z 2023-03-23.
- Umowa nr 02286/22/Z00NZP z 2023-04-19.

2. Podstawy merytoryczne

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z dnia 15 czerwca 2002 r. poz. 690) wraz z późniejszymi zmianami.
- [2] PN-EN 1991-1-2:2006. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- [3] PN-EN 1992-1-1:2008. Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [4] Raport z badania LZP01-02286/22/Z00NZP w zakresie odpadania elementów elewacji w przypadku pożaru, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2023.
- [5] NP-91/2013. Metodyka badań i oceny ścian zewnętrznych budynków w zakresie odpadania elementów elewacji w przypadku pożaru, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2013.
- [6] Dokumentacja techniczna elementów ścian prefabrykowanych typu Thermo Wall (TW) z wewnętrzną izolacją termiczną dostarczona przez Zamawiającego.
- [7] Deutsches Institut für Technik „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung nummer Z-21.8.2127 GC Pin - Verbindungsstab zur Verankerung von Vorsatzschalen an Tragschichten”, 12.02.2021 r.

3. Cel i zakres opracowania

Zgodnie z § 216 rozporządzenia [1], wymaganie stawiane mocowaniu elementów okładzin elewacyjnych opisane w § 225 rozporządzenia [1], w przypadku pożaru, dla budynków o klasie odporności pożarowej:

- „A” powinno być spełnione przez minimum 120 minut,
- „B” powinno być spełnione przez minimum 60 minut,
- „C” oraz „D” powinno być spełnione przez minimum 30 minut.

Celem opinii jest ocena wymienionych poniżej rozwiązań elewacyjnych stosowanych w ścianach prefabrykowanych typu Thermo Wall (TW) w kontekście wymagań § 225 rozporządzenia [1], o brzmieniu:

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 ścian zewnętrznej, określonej w § 216 ust. 1, odpowiednio do klasy odporności pożarowej budynku, w którym są one zamocowane.

4. Opis techniczny dostarczony przez Zamawiającego

Poniższy opis opracowano na podstawie fragmentów dokumentacji technicznej [6].

Ogólny opis ściany prefabrykowanej

Izolowana ściana zespolona Thermo Wall (TW) jest prefabrykowanym elementem ściennym, który składa się z dwóch płyt żelbetowych i wewnętrznej izolacji cieplnej. Płyty żelbetowe połączone są ze sobą bez mostków termicznych. W przedmiotowym elemencie ściennym, zewnętrzna, nienośna zbrojona płyta elewacyjna zapewnia mechaniczną ochronę izolacji cieplnej. Zbrojenie konstrukcyjne zgodnie z indywidualnymi wymaganiami jest zapewnione w płycie wewnętrznej oraz w rdzeniu betonowanym in-situ.

Ściana składa się z dwóch gotowych betonowych płyt. Izolacja termiczna ściany jest montowana w fabryce po wewnętrznej stronie płyty elewacyjnej. Ściany prefabrykowane TW są instalowane na placu budowy i wypełniane betonem „in situ” w taki sam sposób jak ściany podwójne typu Double Wall (patrz rys. 1).

Grubość produkcyjna prefabrykatów wynosi od 25 do 50 cm. Maksymalne wymiary produkowanych ścian prefabrykowanych (B – szerokość, H – wysokość):

- ściany produkowane w układzie poziomym – B = 12,0 m, H = 3,3 m,
- ściany produkowane w układzie pionowym – B = 3,3 m, H = 12,0 m.

Pomiędzy płytami elewacyjnymi (4) sąsiednich ścian wykonuje się dylatacje o grubości od 1,0 do 2,0 cm wypełnioną na budowie materiałem elastycznym (patrz rys. 2).

Ściany łączone są na budowie z płytą fundamentową i ze stropem za pomocą prętów łącznikowych. Ściany prefabrykowane ustawiane są na budowie jedna obok drugiej. W stykach umieszcza się odpowiednie zbrojenie ograniczające powstanie rys i przestrzeń (2) zabetonowuje się. Na rys. 3 i 4 przedstawiono detale połączenia ściany ze stropem i ze ścianą niższej kondygnacji.

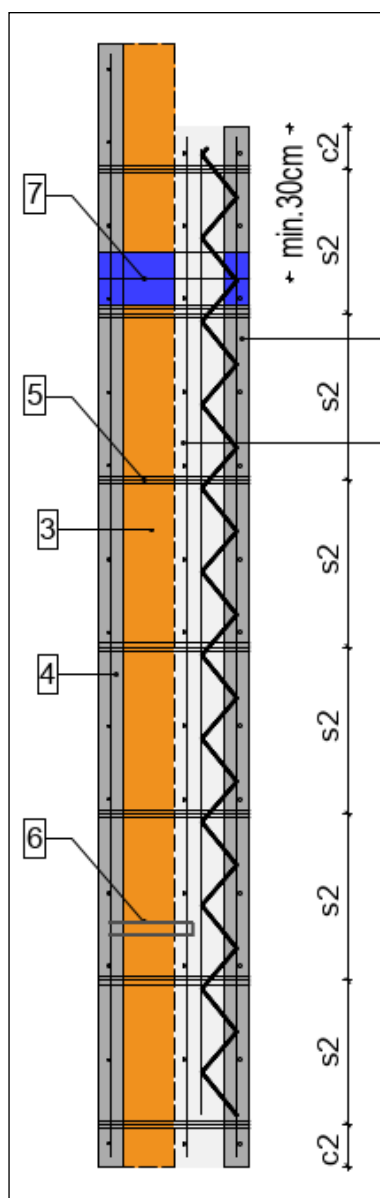
Krawędź ściany przy oknie wykonuje się jak pokazano na rys. 4 lub w inny sposób, w tym z użyciem dodatkowych materiałów izolacyjnych o klasie reakcji na ogień co najmniej E wg PN-EN 13501-1. Dopuszcza się także wykształtowanie węgarka żelbetowego o grubości co najmniej 60 mm, połączonego monolitycznie z płytą elewacyjną (4).

Część nośną ściany stanowi płyta (1) i zabetonowana na budowie pustka z umieszczonym w zakładzie prefabrykacji zbrojeniem (2). Klasę odporności ogniowej części nośnej ściany określa się metodą tabelaryczną, poprzez przyjęcie właściwej grubości ściany i odległości osiowej prętów głównych zbrojenia od płaszczyzny. Jako minimalne zbrojenie warstwy elewacyjnej oraz warstwy nośnej przyjmuje się siatki zgrzewane $\varnothing 6$ o oczku 20×20cm ($A=1,415\text{cm}^2/\text{m}$ w obu kierunkach).

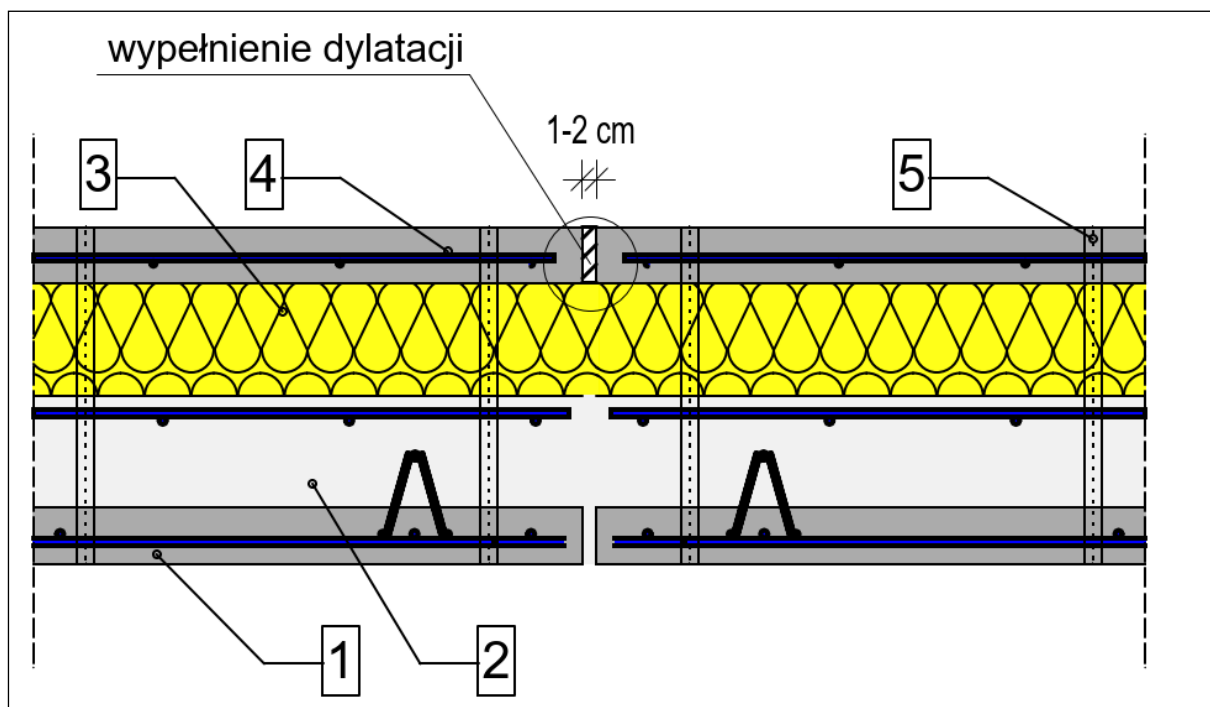
W prefabrykatkach osadzone są elementy z tworzyw sztucznych – między innymi Quicky służące do mocowania sztyc podpierających ścianę na czas montażu, dystanse do zbrojenia, puszki do gniazd i łączników, peszle i inne akcesoria instalacyjne.

Układ warstw i zestawienie elementów ściany prefabrykowanej

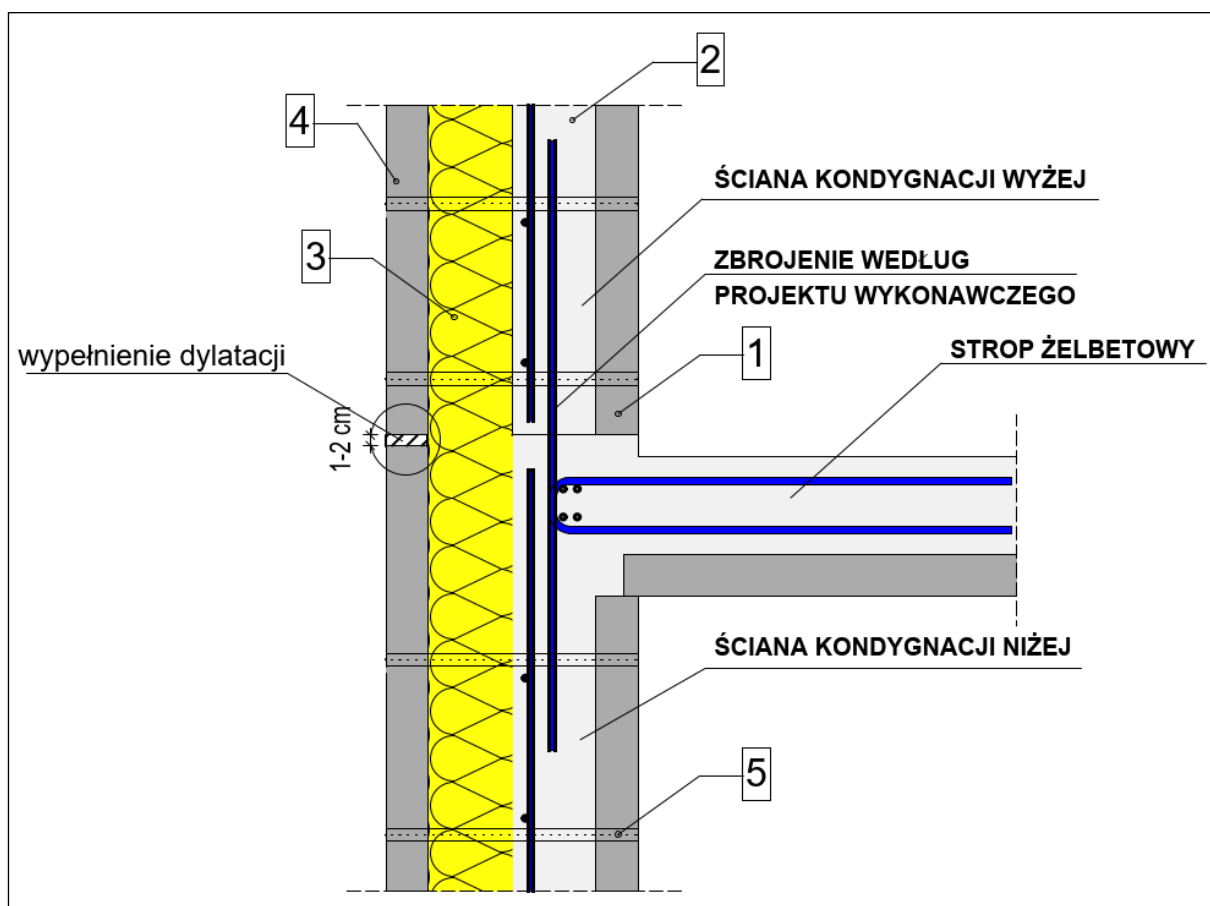
- 1) Płyta prefabrykowana wewnętrzna o grubości od 5 do 6 cm zbrojona siatką zgrzewaną. W płycie zabetonowane są kratownice zbrojeniowe w celu zapewnienia połączenia betonu płyty z betonem in-situ. Kratownice montowane są również w celu zapewnienia odpowiedniej sztywności płyty w czasie transportu i montażu.
- 2) Przestrzeń (pustka) gr. od 8 do 27 cm do zabetonowania in-situ. W warstwie tej umieszczone jest siatka zbrojeniowa stanowiąca zbrojenie konstrukcyjne ściany.
- 3) Izolacja termiczna o grubości od 3 do 18 cm, z wełny mineralnej lub PIR.
- 4) Płyta prefabrykowana elewacyjna o grubości 6 cm zbrojona siatką zgrzewaną.
- 5) Elementy GC Pin – łączące płytę wewnętrzną z zewnętrzną.
- 6) Szpilki zespalaające warstwę elewacyjną z nośną.
- 7) Tuby transportowe.



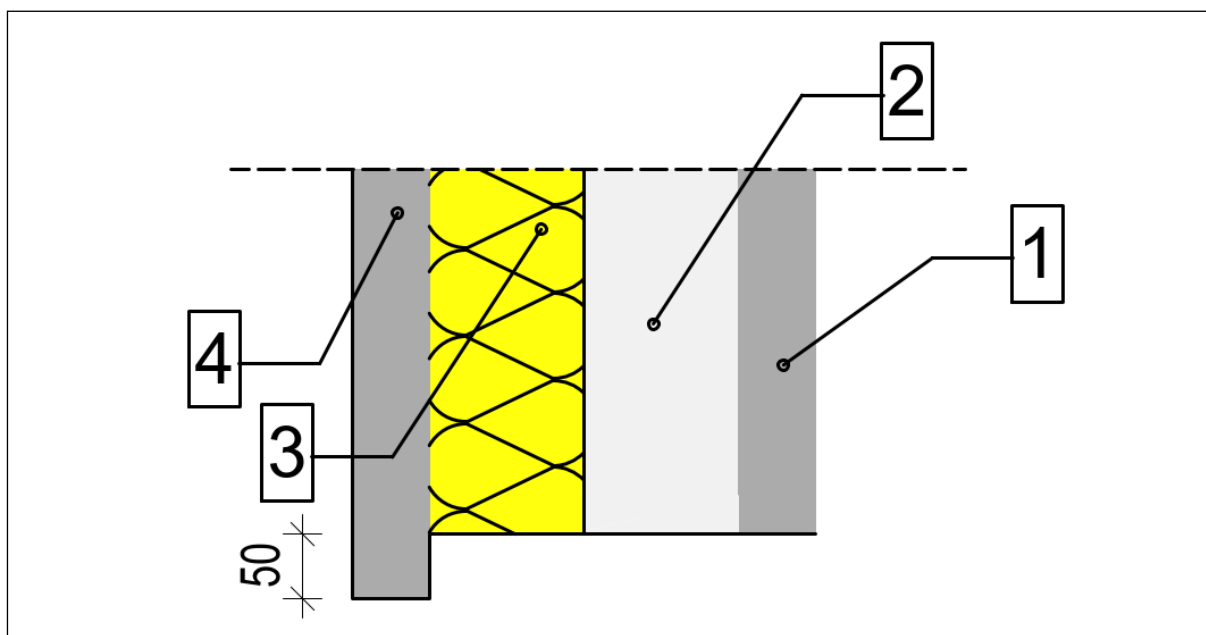
Rys. 1. Przekrój przez konstrukcję ściany prefabrykowanej (opis w tekście); źródło: [6]



Rys. 2. Przekrój przez dylatację warstwy elewacyjnej (opis w tekście); źródło: [6]



Rys. 3. Detal połączenia ściany ze stropem i ze ścianą niższej kondygnacji (opis w tekście); źródło: [6]



Rys.4 Podstawowy detal osadzenia okna – odsłonięta izolacja (opis w tekście); źródło: [6]

Właściwości materiałów stosowanych do produkcji ścian

Beton

- minimalna klasa betonu: C 30/37,
- wytrzymałość betonu na ściskanie: 37 N/mm².

Stal zbrojeniowa

- wytrzymałość na rozciąganie stali: $f_{tk} = 550 \text{ N/mm}^2$,
- granica plastyczności stali: $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$.

Izolacja termiczna

a) Wełna mineralna:

- grubość: od 3 do 18 cm,
- gęstość: $\geq 100 \text{ kg/m}^3$,
- klasa reakcji na ogień wg PN-EN 13501-1: A1,

b) PIR:

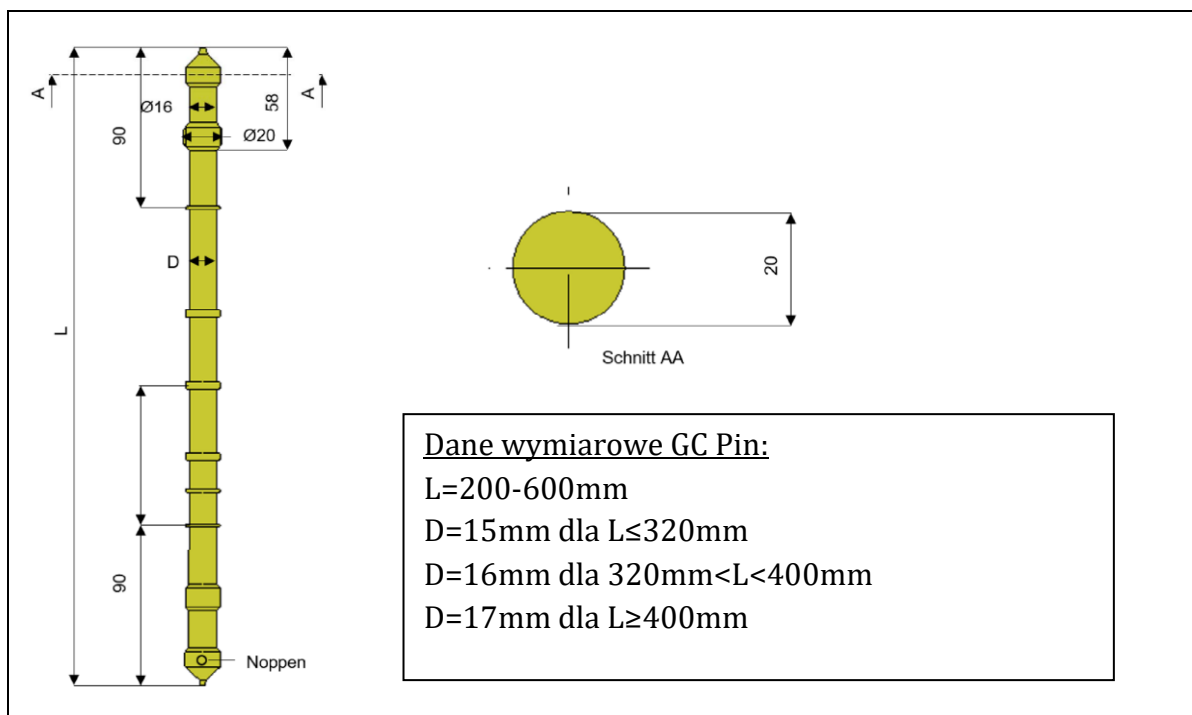
- wyrób: płyty termoizolacyjne IP PIR 022 firmy Recticel Insulation, Niepruszewo, ul. Cisowa 4, 64-320 Buk, Polska albo inne o klasie reakcji na ogień co najmniej E ustalonej wg PN-EN 13501-1,
- norma wyrobu: zgodne z EN 13165,
- gęstość objętościowa: $\geq 30 \text{ kg/m}^3$,
- grubość od 3 do 12 cm,

Elementy GC Pin

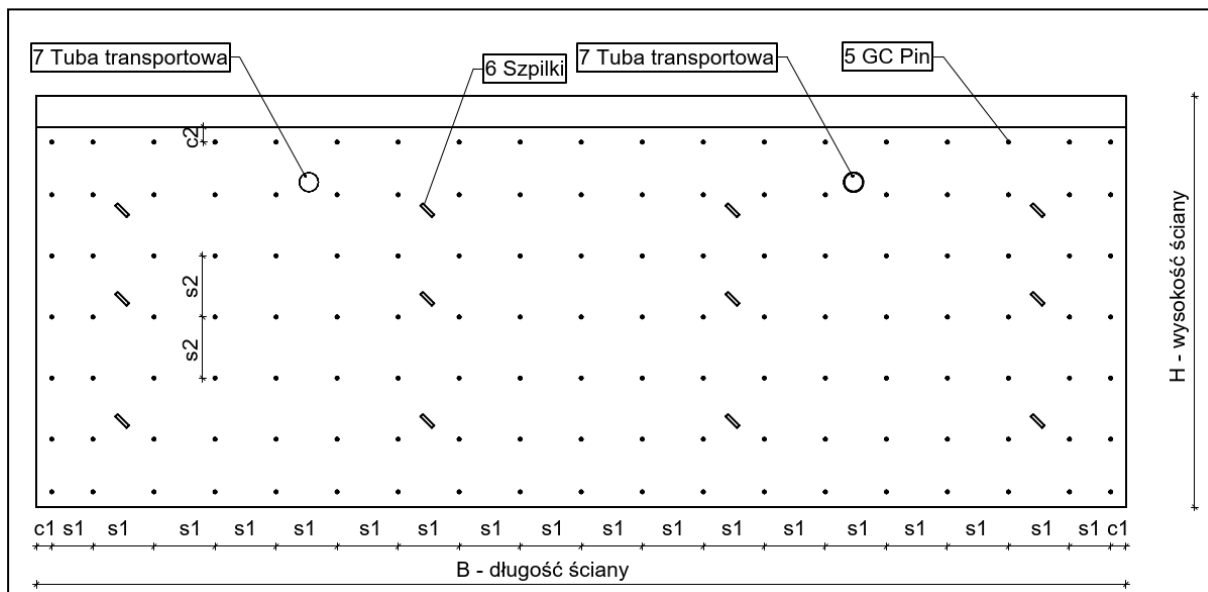
Płyta elewacyjna podwieszona jest do warstwy nośnej za pomocą elementów GC Pin wykonanych z włókna szklanego (rys. 5). Elementy te w czasie transportu podwieszają płytę elewacyjną (4) do płyty prefabrykowanej wewnętrznej (1). Stosuje się elementy GC Pin zgodnie z Aprobata Techniczna numer Z-21.8-2127 [7]. Elementy GC Pin łączą warstwę płyty prefabrykowanej wewnętrznej z warstwą płyty elewacyjnej.

Przyjmowane rozstawy elementów GC Pin (patrz rys. 6 i 7):

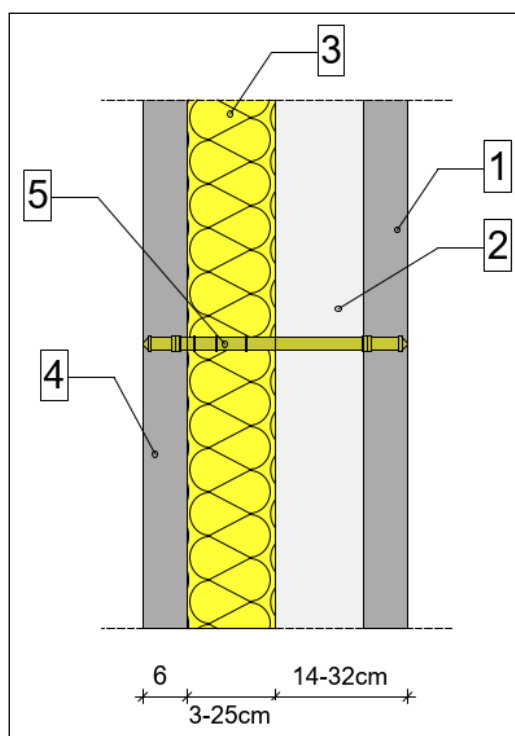
- maksymalny rozstaw poziomy/pionowy $s2/s1 = 300$ mm,
- odległość od krawędzi poziomej/pionowej $c2/c1 = 100$ mm,
- długość elementu GC Pin jest równa grubości łącznej ściany.



Rys. 5. Przekrój przez GC PIN wg [1]; źródło: [6]



Rys. 6. Rozmieszczenie szpilek (6), elementów GC PIN (5) oraz tub transportowych (7); źródło: [6]



Rys. 7. Przekrój przez ścianę prefabrykowaną – elementy GC PIN (5) (opis w tekście); źródło: [6]

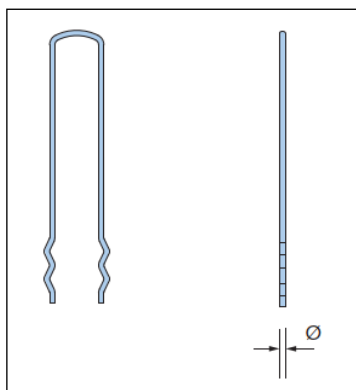
Szpilki ze stali nierdzewnej

W celu zespolenia warstwy elewacyjnej z warstwą nośną stosowane są szpilki ze stali nierdzewnej (rys. 8) PFEIFER VN Connector Pin - wykonane z drutu o średnicy $\varnothing 4,0\text{mm}$ (w ścianach zewnętrznych). Szpilki stosowane są w liczbie minimum 1 szt. / $1,35\text{ m}^2$ ściany.

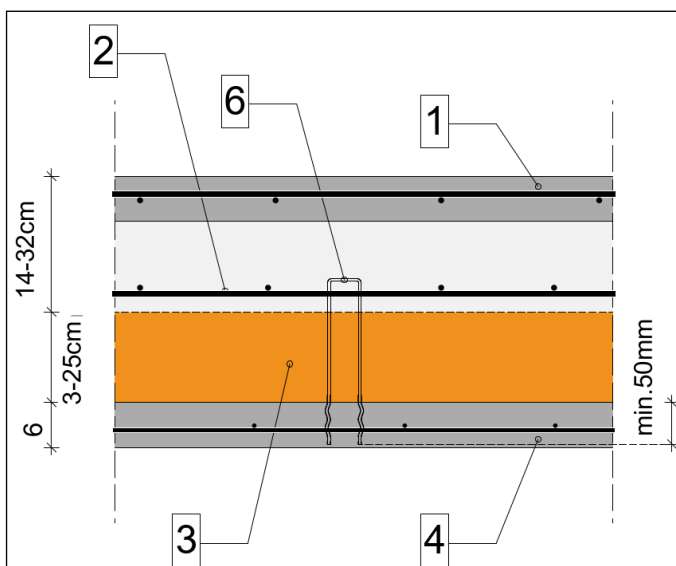
Dopuszcza się zamianę szpilek na inne o takich samych lub lepszych właściwościach wytrzymałościowych, wykonanych ze stali nierdzewnej, z drutu o średnicy od 4 do 6 mm i mocowanych w takiej liczbie, by naprężenia w nich powstałe były nie większe niż w przypadku szpilek PFEIFER VN Connector Pin.

Długość szpilek dobiera się w zależności od grubości izolacji termicznej i przyjętej otuliny zbrojenia in-situ (rys. 9). Szpilki osadzone są w warstwie elewacyjnej na głębokość minimum 50 mm, a w warstwie in-situ w taki sposób aby obejmowała co najmniej jeden pręt zbrojenia siatki in-situ. Zawsze osadza się szpilki tak, aby obejmowały one jeden lub dwa pręty (na skrzyżowaniu siatki) zbrojenia.

Minimalna odległość szpilek od dolnej krawędzi warstwy elewacyjnej, w ścianach nad otworem okiennym wynosi 600 mm.



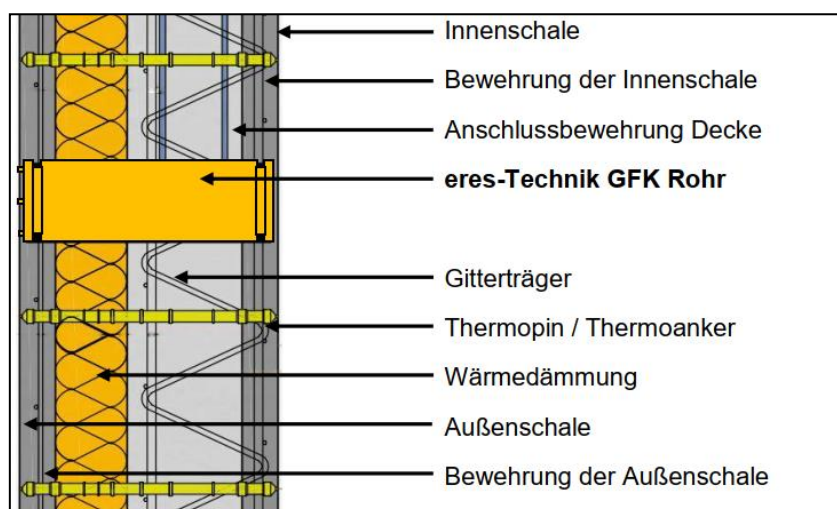
Rys. 8. Szpilki ze stali
nierdzewnej (6)
(opis w tekście); źródło: [6]



Rys. 9. Przekrój przez ścianę prefabrykowaną – szpilki ze
stali nierdzewnej (6) (opis w tekście); źródło: [6]

Tuby transportowe

W ścianie prefabrykowanej osadzone są tuby transportowe firmy eres-Technik GmbH wykonane z włókna szklanego (rys. 10). Tuby w ścianie w zależności od jej długości i ciężaru montuje się w ilości 2 lub 4 szt. Tuby zatopione są w warstwie elewacyjnej i płycie wewnętrznej, a ponadto wypełnione są one betonem na całej ich długości. Tuby pełnią jedynie funkcje transportową i nie są brane pod uwagę przy przenoszeniu obciążeń z warstwy elewacyjnej na warstwę nośną. Średnica i grubość ścianek tub transportowych zależna jest od grubości ściany. Minimalna odległość osi tuby od krawędzi górnej ściany prefabrykowanej wynosi 30 cm.



Rys. 10. Przekrój przez ścianę prefabrykowaną – szpilki ze stali nierdzewnej (6) wg [2]
(opis w tekście); źródło: [6]

5. Badania w zakresie odpadania

W Laboratorium Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej w lipcu 2023 roku przeprowadzono badanie w zakresie odpadania elementów elewacji warstwowej ściany Thermo Wall.

Pełny opis elementu próbnego i przebiegu badania przeprowadzonego zgodnie z procedurą NP-91/2013 [5] podano w Raporcie z badania LZP01-02286/22/Z00NZP [4].

Zgodnie z metodą [5], palniki gazowe skalibrowano tak by temperatura płomieni w okolicy dolnej krawędzi elementu próbnego odpowiadała krzywej zewnętrznej nagrzewania wg [2].

W trakcie badania, od 73 minuty badania, obserwowano eksplozyjne odpryskiwanie fragmentów wewnętrznej warstwy betonowej, największy o masie 900 g. Odpryskiwanie betonu warstwy wewnętrznej było najpewniej związane ze zwiększoną wilgotnością tej warstwy, mającej bardzo małą powierzchnię odprowadzającą wilgotność. Wypalająca się warstwa PIR odsłoniła tę warstwę na bezpośrednie działanie płomieni. Można oczekiwać, że w warunkach normalnego użytkowania, wilgotność betonu tej warstwy jest docelowo taka jak pozostałych warstw i nie będzie podatna na odpryskiwanie.

Część elewacyjna ściany pozostała nienaruszona w trakcie całego badania. Na rys. 11. przedstawiono widok ściany po 120 minutach badania.



Rys. 11. Element próbny po 120 minutach badania; źródło: [4]

6. Ocena

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań i analizy dokumentacji technicznej ocenia się, że przedstawiony w punkcie 4 system ścian warstwowych Thermo Wall z żelbetową warstwą elewacyjną o grubości co najmniej 6 cm i warstwą izolacji termicznej ze skalnej wełny mineralnej lub PIR, mocowany do żelbetowej konstrukcji budynku z użyciem elementów GC Pin z włókna szklanego i szpilek stalowych PFEIFER VN Connector Pin, w przypadku pożaru zachowuje trwałość i nie będzie zagrażać ewakuacji ludzi oraz pracy ekip ratunkowych w czasie nie krótszym niż 120 minut, spełniając wymagania opisane w § 225 Rozporządzenia [1].

7. Uwagi końcowe

Ocena techniczna pozostaje ważna bezterminowo pod warunkiem, że nie zostaną wprowadzone zmiany konstrukcyjne i materiałowe ocenianych rozwiązań.

OPRACOWAŁ

KIEROWNIK PRACOWNI

Odporności Ogniowej Elementów

Konstrukcyjnych i Zabezpieczeń Ogniochronnych

dr inż. Piotr Turkowski

ZATWIERDZIŁ

KIEROWNIK

ZAKŁADU BADAŃ OGNIOWYCH

dr inż. Bartłomiej Papis

Warszawa, 2023-08-04

--- Koniec ---