

dr inż. Ołeksij Kopyłow<sup>1)</sup>  
ORCID: 0000-0002-8436-2521

# Techniczne uwarunkowania wymiany okładzin włóknisto-cementowych podczas remontów elewacji wentylowanych

## *Technical conditions for the replacement of fiber-cement linings during the renovation of ventilated facades*

DOI: 10.15199/33.2023.06.02

**Streszczenie.** Artykuł poświęcono problematyce napraw elewacji wentylowanych z okładzinami włóknisto-cementowymi. Podczas eksploatacji elewacji wentylowanych często zachodzi konieczność wymiany okładzin. Nie zawsze jednak jest możliwe znalezienie takiego samego materiału okładzinowego. Wiąże się to z koniecznością określenia podstawowych właściwości techniczno-użytkowych, które ma spełniać okładzina zamienna. W artykule, na podstawie wieloletniego doświadczenia badawczo-ekspertyckiego, omówiono najistotniejsze właściwości techniczno-użytkowe okładzin włóknisto-cementowych wymagające weryfikacji podczas projektowania wymiany uszkodzonych okładzin. **Słowa kluczowe:** elewacja wentylowana; okładzina włóknisto-cementowa; wymiana okładzin elewacyjnych; projektowanie remontu.

**Abstract.** The article is devoted to the issue of repairs of ventilated facades with fiber-cement cladding. During the operation of ventilated facades, it is often necessary to replace the claddings. It is not always possible to find the same cladding. This raises a legitimate question: what technical and operational properties should the new cladding meet? The paper, based on many years of research and expert experience, discusses the most important technical and operational properties of fiber-cement claddings that require verification when designing the replacement of damaged elements.

**Keywords:** ventilated facade; fiber-cement cladding; replacement of facade cladding; renovation design.

Elewacje wentylowane z płyt włóknisto-cementowych należą do grupy najbardziej popularnych rozwiązań elewacyjnych stosowanych we współczesnym budownictwie. Tego typu systemy fasadowe są stosowane w budownictwie europejskim co najmniej od sześćdziesięciu lat. W Polsce współczesne płyty włóknisto-cementowe na ścianach budynków użyteczności publicznej, przemysłowych, obiektach związanych z obsługą transportu są stosowane od dwudziestu pięciu lat [1]. Jak każdy inny system elewacyjny, elewacje wentylowane ulegają w trakcie użytkowania postępującej degradacji i uszkodzeniom. Zapewnienie długoterminowej i bezawaryjnej eksploatacji tego typu rozwiązań elewacyjnych jest możliwe w przypadku systematycznej kontroli ich stanu technicznego oraz przeprowadzania bieżących napraw [2]. Okładziny elewacji wentylowanych narażone są na zmienne oddziaływania klimatyczne

oraz o charakterze antropogenicznym, które mają negatywny wpływ na ich stan techniczny i doprowadzają do uszkodzeń [1] oraz konieczności wymiany pojedynczych płyt. Zalecenia wymiany okładzin włóknisto-cementowych często spotykane są w protokołach przeglądów okresowych obiektów budowlanych [2].

W przypadku systemów elewacyjnych zamontowanych kilkanaście lat temu znalezienie na rynku takiej samej płyty włóknisto-cementowej może być niewykonalne ze względu na dość oczywiste powody: wycofanie produktu z oferty producenta (żywność produktu na rynku wynosi 5 – 7 lat) lub likwidację firmy czy zaprzestanie jej działalności gospodarczej na rynku krajowym. W tej sytuacji właścicielowi obiektu budowlanego lub inżynierowi opracowującemu projekt naprawy nasuwa się uzasadnione pytanie: jakie parametry techniczne powinna spełniać nowa (zamienna) okładzina włóknisto-cementowa? Wydawałoby się, że najprostszą odpowiedzią jest wybór nowej płyty włóknisto-

-cementowej o właściwościach techniczno-użytkowych wynikających z normy PN-EN 12467 [3] i nie gorszych niż pierwotnie wbudowana. Niestety, ze względu na liczne modyfikacje normy PN-EN 12467 w latach 2004 – 2018 bezpośrednie porównanie właściwości użytkowych wyrobów wprowadzonych do obrotu w 2004 i 2023 r. jest niemożliwe, ponieważ zmienił się zakres norm oraz metody badawcze. Dodatkowo, PN-EN 12467 [3] w żadnym z wydań nie uwzględniała aspektów technicznych związanych z zastosowaniem płyt włóknisto-cementowych w systemie elewacyjnym. Pomińnięte w normie aspekty związane z bezpośrednio ich pracą na elewacji wentylowanej były uwzględniane w Krajowych lub Europejskich Ocenach Technicznych (wcześniej w Aprobatach), wydawanych w latach 2004 – 2023 na podstawie różnych dokumentów: indywidualnych wytycznych krajowych; ETAG 034 [4] (dokument wycofany); EAD 090062-00-0404 [5].

<sup>1)</sup> Instytut Techniki Budowlanej; o.kopylov@itb.pl

Celem artykułu jest przedstawienie właściwości techniczno-użytkowych okładzin koniecznych do uwzględnienia podczas projektowania wymiany uszkodzonych okładzin włóknisto-cementowych na elewacjach wentylowanych.

### Właściwości techniczno-użytkowe płyt włóknisto-cementowych wynikające z PN-EN 12467

W deklaracjach właściwości użytkowych wystawianych na przestrzeni 2004 – 2023 r. (wydawanych na podstawie PN-EN 12467 [3]), producenci płyt włóknisto-cementowych przeznaczonych do stosowania w systemach elewacyjnych podawali najczęściej następujące zasadnicze charakterystyki:

- **kategorię płyt** – w przypadku płyt elewacyjnych była to zazwyczaj kategoria A (wyroby do stosowania w wysokiej i niskiej temperaturze oraz w wysokiej temperaturze). W przypadku płyt kategorii A producent powinien przedstawić zmianę wytrzymałości płyt na zginanie po kondycjonowaniu w warunkach laboratoryjnych, oddziaływaniu ciepłej wody oraz po pięćdziesięciu cyklach „kąpiel – suszenie”, pięćdziesięciu cyklach „grzania – deszczowania”, stu cyklach „zamrażania – rozmrażania”, a także określić przepuszczalność wody przez płytę. Wartość wytrzymałości na zginanie płyt przed i po kondycjonowaniu nie mogła się zmniejszyć więcej niż o 25%;

- **typ płyty** (zazwyczaj był to typ NT – płyty bez włókien azbestowych);

- **wymiary** deklarowane oraz poziom tolerancji kształtów i wymiarów;

- **wytrzymałość mechaniczną na zginanie** wyrażoną w postaci klasy;

- **gęstość pozorną płyty**;

- **odporność na ciepłą wodę oraz cykle „kąpiel – suszenie”** (w postaci współczynnika wyrażającego spadek wytrzymałości na zginanie próbek przebadanych przed i po cyklach klimatyzacji);

- **odporność na cykle „grzanie – deszczowanie”**;

- **reakcję na ogień**.

Należy zaznaczyć, że wymienione właściwości techniczno-użytkowe płyt włóknisto-cementowych wynikające z PN-EN 12467 [3] nie obejmują istot-

nych cech okładzin związanych z techniką montażu lub sposobem podparcia okładzin na elewacji wentylowanej.

### Właściwości techniczno-użytkowe okładzin związane z zastosowaniem w elewacji wentylowanej

Podstawowe właściwości techniczno-użytkowe okładzin włóknisto-cementowych związane ze sposobem montażu do podkonstrukcji elewacji wentylowanej zostały określone w ETAG 034 [4] (dokument wycofany w 2018 r.) oraz EAD 090062-00-0404 [5]. W przypadku systemów elewacyjnych z połączeniami mechanicznymi (najbardziej rozpowszechnionych w budownictwie), kiedy okładzina jest mocowana do podkonstrukcji za pomocą łączników mechanicznych (np. nitów), wspomniane dokumenty [4 i 5] szczególną uwagę zwracają na następujące właściwości techniczne:

- odporność na ścinanie połączenia „okładzina – podkonstrukcja”;

- odporność na wrywanie połączenia „okładzina – podkonstrukcja”;

- odporność na uderzenie okładziny przymocowanej do podkonstrukcji.

Właściwości te mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo użytkowania oraz trwałość systemu elewacyjnego. Ich badanie w warunkach laboratoryjnych wg [4 i 5] nie określa dynamiki zmian właściwości mechanicznych połączenia „płyta włóknisto-cementowa – łącznik mechaniczny – podkonstrukcja” po oddziaływaniu cykli klimatycznych, w tym „zamrażania – rozmrażania” lub „grzania – deszczowania” [6]. Bezpieczne zaprojektowanie elewacji wentylowanych z okładzinami włóknisto-cementowymi mocowanymi mechanicznie do podkonstrukcji wymaga weryfikacji tych cech po oddziaływaniu zmiennych klimatów.

### Przykład wymiany uszkodzonych płyt

W artykule wykorzystałem wyniki badań i analiz technicznych przeprowadzonych przeze mnie na potrzeby zamiany uszkodzonych płyt włóknisto-cementowych zamontowanych w 2014 r. do podkonstrukcji elewacji wentylowanej za pomocą nitów stałych i ruchomych. Obecnie system elewacji wentylowanej z okładziną włóknisto-cemen-

tową jest niedostępny w sprzedaży, ponieważ płyty elewacyjne włóknisto-cementowe nie są już produkowane, a producent systemu elewacyjnego zakończył działalność gospodarczą. Zamiana uszkodzonych okładzin wymaga znalezienia alternatywnych płyt. Podstawowe dane dotyczące przedmiotowej płyty włóknisto-cementowej oraz systemu elewacyjnego przedstawiono w tabeli 1 (dane ze zbiorów archiwalnych ITB).

W celu weryfikacji możliwości wykorzystania zamiennych płyt włóknisto-cementowych podjęto decyzję:

- wytypowania dwóch dostępnych na rynku płyt, oferowanych przez różnych producentów (dalej oznaczono jako okładzina A i B), o parametrach zbliżonych do płyty pierwotnie zamontowanej;

- przeprowadzenia analizy porównawczej właściwości techniczno-użytkowych płyty pierwotnie zastosowanej i alternatywnych na podstawie deklaracji właściwości użytkowych;

- przeprowadzenia badań uzupełniających związanych z określeniem zachowania płyty połączonej z podkonstrukcją na modelach odwzorowujących warunki badania pierwotnej elewacji.

Właściwości techniczno-użytkowe płyt włóknisto-cementowych typowanych do wykorzystania zamiennego (dane zebrano na podstawie ogólnie dostępnych deklaracji właściwości użytkowych) przedstawiono w tabeli 2.

Z wstępnej analizy deklaracji właściwości użytkowych płyt włóknisto-cementowych A i B wynika, że płyty pierwotnie zastosowane i wytypowane do zastosowania zamiennego mają porównywalne właściwości techniczno-użytkowe, dlatego też podjęto decyzję przeprowadzenia dalszych badań laboratoryjnych płyt A i B w połączeniu z podkonstrukcją. Jako pierwsze przeprowadzono badanie odporności na wrywanie nitu z połączenia „okładzina włóknisto-cementowa – profil aluminiowy” wg metody opisanej w [4 i 5] (w przywołanych dokumentach metody są identyczne). Szczegóły badania przedstawiono również w [6]. Badanie przeprowadzono na próbkach o wymiarach 300 x 300 mm ułożonych na pierścieniu o średnicy 330 mm. Przebadano połączenia nitowe w środkowej

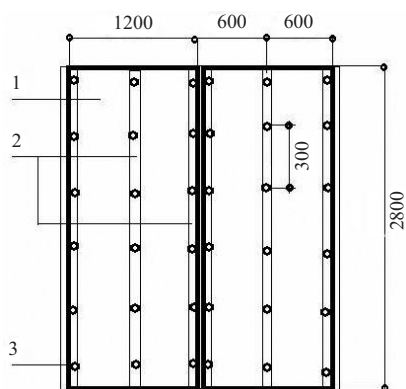
**Tabela 1. Wybrane właściwości techniczno-użytkowe płyty włóknisto-cementowej przymocowanej do elewacji wentylowanej**

Dane archiwalne ITB

Table 1. Selected technical and operational properties of a fiber-cement board attached to a ventilated façade  
ITB archive data

Cecha	Wartość
Grubość okładziny wg [3]	8 mm
Masa powierzchniowa wg [3]	16,8 kg/m <sup>2</sup>
Gęstość w stanie suchym wg [3]	1750 kg/m <sup>3</sup>
Trwałość wg [3]	kategoria A
Odporność ogniowa wg [3] oraz PN-EN 13501-1+A1:2010	A1
Wytrzymałość na zginanie po kondycjonowaniu w warunkach laboratoryjnych wg [3]	23 N/mm <sup>2</sup>
Nieprzepuszczalność wody wg [3]	spełniono
Odporność na ciepłą wodę wg [3]	spełniono – nie przedstawiono wartości liczbowych
Odporność na kapiel – suszenie wg [3]	spełniono
Odporność na zamrażanie – rozmrażanie wg [3]	spełniono
Odporność na wrywanie nitu <sup>1)</sup> z okładziny opartej na pierścieniu o średnicy 330 mm w warunkach laboratoryjnych wg [4] <sup>2)</sup> : – środek okładziny – krawędź okładziny – narożnik okładziny	940 N/mm <sup>2</sup> 530 N/mm <sup>2</sup> 523 N/mm <sup>2</sup> brak danych
Odporność po oddziaływaniu zmiennych warunków klimatycznych	
Odporność na ścinanie nitu <sup>1)</sup> z okładziny w warunkach laboratoryjnych wg [4] <sup>2)</sup> : Odporność po oddziaływaniu zmiennych warunków klimatycznych	2000 N/mm <sup>2</sup> brak danych
Odporność na uderzenie ciałem twardym i miękkim wg [4] <sup>2-3)</sup>	kategoria III

Uwagi: <sup>1)</sup> z dokumentacji powykonawczej wynika, że w systemie elewacyjnym zastosowano nity ze stalowym trzpieniem 4 x 18 mm; <sup>2)</sup> wspomniane metody badawcze przedstawione w [4] nie różnią się od metod przedstawionych w [5]; <sup>3)</sup> w badaniach wykorzystano okładziny o wymiarach zewnętrznych wysokość x szerokość = 2800 x 1200 mm. Zamocowano je do podkonstrukcji aluminiowej (aluminiowych kątowników o wymiarach 50 x 50 x 2 mm), ustawionych w pozycji pionowej co 600 mm. Rozstaw nitów w pionie co 300 mm (rysunek 1).



**Rys. 1. Schemat modelu elewacji do badania odporności na uderzenie: 1 – płyta włóknisto-cementowa; 2 – profile aluminiowe (kątownik o wymiarach 50 x 50 x 2 mm); 3 – nit**

Rys. Autor

Fig. 1. Scheme of the façade model for impact resistance testing: 1 – fiber cement lining; 2 – aluminum profiles (50 x 50 x 2 mm); 3 – rivet

Fig. Author

części okładziny, w narożu oraz na krawędzi bocznej. Dodatkowo, w celu sprawdzenia zachowania połączenia nitowego po oddziaływaniu środowiskowym, przeprowadzono badanie elementów klimatyzowanych w wodzie oraz po cyklach zamrażania – rozmrażania, w warunkach opisanych w [6]. Wyniki badań umieszczono w tabeli 3.

**Tabela 2. Właściwości techniczno-użytkowe płyt typowanych do wykorzystania zamiennego**

Table 2. Technical and using properties of cladding typed for replacement use

Cecha	Wartość	
	plyta A	plyta B
Grubość okładziny wg [3]	8 mm	
Gęstość w stanie suchym wg [3]	1600	1900
Trwałość wg [3]	A	
Odporność ogniowa wg [3] oraz PN-EN 13501-1+A1:2010	A1	
Wytrzymałość na zginanie po kondycjonowaniu w warunkach laboratoryjnych wg [3]	22 N/mm <sup>2</sup>	17 N/mm <sup>2</sup>
Wytrzymałość na zginanie po kondycjonowaniu w wodzie wg [3]	13 N/mm <sup>2</sup>	12 N/mm <sup>2</sup>
Nieprzepuszczalność wody wg [3]	spełniono	
Odporność na ciepłą wodę wg [3]	spełniono – nie przedstawiono wartości liczbowych	
Odporność na kapiel – suszenie wg [3]	spełniono	
Odporność na zamrażanie – rozmrażanie wg [3]	spełniono	

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że **odporność na wrywanie nitów** w różnych płytach włóknisto-cementowych przebadanych w warunkach laboratoryjnych może się różnić o 20%, natomiast po sezonowa-

niu uległa zmniejszeniu nawet czterokrotnie w porównaniu z uzyskaną w warunkach laboratoryjnych (rysunek 2). Tak duży spadek odporności na wyrwanie nitu po kondycjonowaniu w wodzie może stanowić ogromne zagrożenie bezpieczeństwa użytkowania systemów elewacyjnych. Jego przyczyny należy upatrywać w składzie płyty włóknisto-cementowej, a przede wszystkim w rodzaju i ilości włókien oraz składzie cementu [6, 7, 8].

**Badanie odporności na ścinanie połączenia „okładzina – nit – profil aluminiowy”** przeprowadzono po klimatyzowaniu w warunkach laboratoryjnych wg metod opisanych w [4, 5] oraz dodatkowo po oddziaływaniu warunków klimatycznych. Zasadę wykonania badania przedstawiono w [4 i 5], a wyniki w tabeli 4.

W przypadku badania odporności na ścinanie różnica pomiędzy wynikami poszczególnych płyt określonymi w warunkach laboratoryjnych sięga 30%, a po klimatyzacji w wodzie wyniki zmniejszyły się proporcjonalnie o ok. 1% (rysunek 3).

W celu określenia zachowania okładzin zamiennych na obciążenie udarowe stworzono dwa modele badawcze, wg schematu przedstawionego na rysunku 1. We wszystkich modelach wykorzystano te same rozwiązania podkonstrukcji oraz sposób nitowania płyt. Badania przeprowadzono wg [4 i 5]. Ich wyniki przedstawiono w tabeli 5. Odporność na uderzenie różnych płyt włóknisto-cementowych o podobnych parametrach użytkowych, wynikających z normy wyrobu PN-EN 12467 [3], różniła się o jedną klasę.

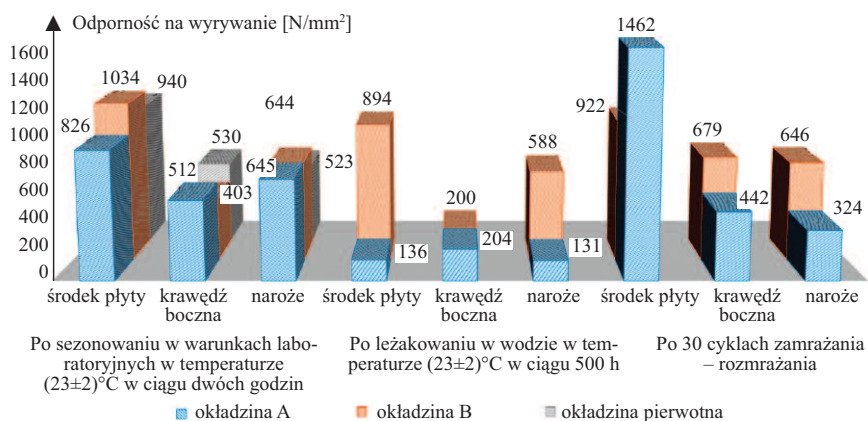
## Wnioski

W artykule zaprezentowano analizę możliwości zamiany już nieprodukowanych płyt włóknisto-cementowych zastosowanych w systemie elewacji wentylowanej (z nitowym mocowaniem) na płyty alternatywne. Badania laboratoryjne płyt elewacyjnych, wyprodukowanych przez różnych producentów, o porównywalnych parametrach techniczno-użytkowych wynikających z PN-EN 12467 [3] wykazały, że mogą one zachowywać się zupełnie inaczej na elewacji wentylowanej. Różnice odnotowano w przypadku odporności na wrywanie nitów, ścinanie oraz uderzenie.

Tabela 3. Odporność na wrywanie nitu z płyty włóknisto-cementowej

Table 3. Resistance to tearing the rivet out of the fibre-cement board

Warunki, po których przeprowadzono badanie	Miejsce nitu w okładzinie	Odporność na wrywanie [N/mm <sup>2</sup> ]	
		okładzina A	okładzina B
Po sezonowaniu w warunkach laboratoryjnych w temperaturze (23 ± 2)°C w ciągu dwóch godzin	środek płyty	826	1034
	krawędź boczna	512	403
	naroże	645	644
Po leżakowaniu w wodzie w temperaturze (23 ± 2)°C w ciągu 500 h	środek płyty	136	894
	krawędź boczna	204	200
	naroże	131	588
Po 30 cyklach zamrażania – rozmrażania	środek płyty	1462	922
	krawędź boczna	442	679
	naroże	324	646



Rys. 2. Odporność na wrywanie nitu z okładziny

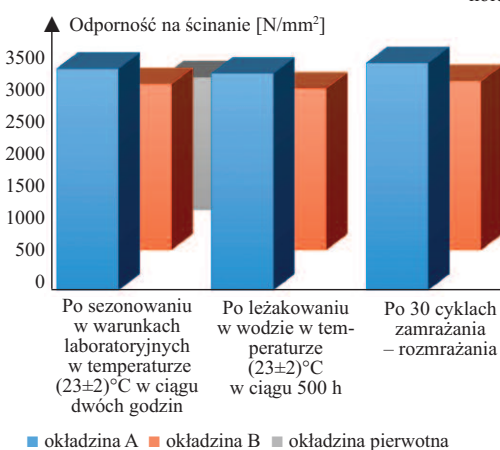
Fig. 2. Resistance to tearing the rivet out of the cladding

Tabela 4. Odporność na ścinanie połączenia „płyta włóknisto-cementowa – nit – profil aluminiowy”

Table 4. Shear resistance of the connection „fibre-cement board – rivet – aluminum profile”

Warunki, po których przeprowadzono badanie	Odporność na ścinanie [N/mm <sup>2</sup> ]	
	okładzina A	okładzina B
Po sezonowaniu w warunkach laboratoryjnych w temperaturze (23 ± 2)°C w ciągu dwóch godzin	3334,7	2499
Po leżakowaniu w wodzie w temperaturze (23 ± 2)°C w ciągu 500 h	3262,7	2432
Po 30 cyklach zamrażania – rozmrażania	3419	2543

Największe różnice pomiędzy porównywanymi płytami okładzinowymi występowały w przypadku badań odporności na ścinanie połączenia „płyta – nit – profil aluminiowy” po kondycjonowaniu w wodzie. W kontekście bezpieczeństwa użytkowania elewacji wentylowanej omawiana właściwość może mieć decydujący wpływ na wybór okładziny. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że podczas wyboru płyt zamiennych



Rys. 3. Wyniki badania odporności na ścinanie połączenia „okładzina – nit – profil aluminiowy”

Fig. 3. Results of shear resistance tests of the „cladding – rivet – aluminum profile” connection

do naprawy elewacji wentylowanych niewystarczające jest porównanie ich deklaracji właściwości użytkowych oraz płyt włóknisto-cementowych, wynikających z [3]. Konieczne są badania uzupełniające fragmentów elewacji wentylowanej, m.in. odporności na uderzenie oraz na wrywanie i ścinanie nitów (po kondycjonowaniu w wodzie). Nieuwzględnienie tych cech może mieć

Tabela 5. Odporność na uderzenie elewacji wentylowanej z różnymi okładzinami

Table 5. Impact resistance of a ventilated façade with different claddings

Odporność na uderzenie [J] /ciało uderowe [kg]	Zachowanie się modelu elewacji wentylowanej z okładziną typu:	
	A	B
10 J (ciało twarde 1 kg)	brak uszkodzeń	
10 J (ciało miękkie 3 kg)	brak uszkodzeń	
60 J (ciało miękkie 3 kg)	brak uszkodzeń	
300 J (ciało miękkie 50 kg)	uszkodzenie okładziny	brak uszkodzeń
Kategoria użytkowania wg [4] lub [5]	III (strefa, w której nie występuje prawdopodobieństwo uszkodzenia elewacji przez oddziaływanie ludzi lub rzucanie, czy kopanie przedmiotów)	II (strefa, w której występuje ryzyko kopnięcia lub rzucenia przedmiotem. Strefa w miejscu publicznym, w którym użytkownicy dbają o mienie)

istotny wpływ na bezpieczeństwo użytkowania oraz przydatność użytkową elewacji wentylowanej.

Literatura

[1] Schabowicz K. Elewacje wentylowane. Technologia produkcji i metody badania płyt włóknisto-cementowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. 2018. ISBN: 978-83-7493-028-4.

[2] Runkiewicz L, Kopyłow O, Sieczkowski J. Elewacje wentylowane. Diagnostyka stanu technicznego. Poradnik. Instytut Techniki Budowlanej, 2021. ISBN: 978-83-249-8614-9.

[3] PN-EN 12467+A2:2018-06 Płyty płaskie włóknisto-cementowe – Właściwości wyrobu i metody badań.

[4] ETAG 034 cz. 1 i 2 Zestawy do wykonywania okładzin ścian zewnętrznych, 2011 r.

[5] EAD 090062-00-0404 Kits for external wall claddings mechanically fixed, 2018.

[6] Kopyłow O. Wpływ wybranych czynników klimatycznych na wytrzymałość połączeń mechanicznych okładzin włóknisto-cementowych w elewacjach wentylowanych. Materiały Budowlane. 2023; 3: 11 – 14.

[7] Drzymała T, Ogrodnik P, Zegardło BM. Wpływ oddziaływania wysokiej temperatury na zmianę wytrzymałości na zginanie kompozytów cementowych z dodatkiem włókien polipropylenowych. TTS Technika Transportu Szynowego. 2016; 12: 82 – 86. p-ISSN: 1232-3829.

[8] Cooke AM. Durability of Autoclaved Cellulose Fiber Cement Composites. 7th Inorganic-Bonded Wood and Fiber Conference, 2000.

Przyjęto do druku: 02.06.2023 r.