

WIESŁAW LIGĘZA, JACEK DĘBOWSKI*

WPŁYW WZMOCNIEŃ BUDYNKÓW WIELKOPŁYTOWYCH
NA LOKALNĄ ZMIANĘ IZOLACYJNOŚCI ŚCIANYIMPACT OF PANEL BUILDINGS REINFORCEMENTS
ON THE LOCAL CHANGE
OF WALL THERMAL INSULATION

Streszczenie

W artykule przedstawiono obliczeniową ocenę lokalnej zmiany izolacyjności ściany wskutek wykonania konstrukcyjnego wzmocnienia łącz ZWO-W-ZWO w budynkach wielkopłytowych. Obliczenia termiczne wykonane dla trzech typów wzmocnienia wykazują, że problem mechanicznych wzmocnień ścian zewnętrznych w budynkach wielkopłytowych jest istotny i nie powinien być pomijany w audytach energetycznych. Zwrócono także uwagę na rozwiązania wzmocnień, stosowanych często w praktyce budowlanej, które dodatkowo generują powstawanie uszkodzeń w konstrukcji docieplenia budynków metodą BSO.

Słowa kluczowe: wpływ wzmocnienia łącz na izolacyjność ściany

Abstract

This article presents a calculation assessment of the local change of wall thermal insulation as a result of the structural reinforcements implementation of "ZWO-W-ZWO" binds in panel buildings. Thermal calculations made for the three types of reinforcements show that the problem of mechanical reinforcements of external walls of panel buildings is important and should not be overlooked in energy audits. Attention has also been given to different types of the reinforcements, often used in practice, which generate additionally the formation of damages in the construction of the buildings thermal insulation by "BSO" method.

Keywords: panel buildings, wall reinforcements, wall thermal insulation

* Dr hab. inż. Wiesław Ligęza, prof. PK, dr inż. Jacek Dębowski, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Współczesne wyższe wymagania cieplne i użytkowe oraz nowe zapotrzebowania rynku mieszkaniowego stały się w większości europejskich krajów, w tym również w Polsce, impulsem do podjęcia problematyki modernizacji istniejących substancji mieszkaniowych [1, 2]. Problematyka ta jest szczególnie istotna w budynkach wielkopłytowych, dla których kierunki projektowanych i podejmowanych modernizacji obejmują nie tylko zagadnienia z zakresu poprawy ich rozwiązań architektoniczno-funkcjonalnych, ale przede wszystkim ich termomodernizację (w tym docieplenie przegród zewnętrznych).

Przy planowaniu i podejmowaniu jakichkolwiek działań modernizacyjnych budynków wielkopłytowych konieczna jest wiedza, czy ich stan techniczny zapewnia bezpieczeństwo użytkowania, a przede wszystkim trwałość po wykonaniu modernizacji [5–8]. Badania stanu technicznego budynków wielkopłytowych, prowadzone również przez autorów, wskazują, że część z nich została wykonana niezgodnie z wymaganiami projektowo-technologicznymi. W konsekwencji istnieją budynki z licznymi wadami i usterkami, obniżającymi przede wszystkim ich komfort użytkowania, ale również niekiedy zagrażającymi ich bezpieczeństwu użytkowania [4, 9]. Stan techniczny budynków prefabrykowanych w Polsce jest zróżnicowany i należy mieć świadomość tego, że w polskich zasobach mieszkaniowych z wielkiej płyty istnieją budynki bez uszkodzeń, jak również budynki z uszkodzeniami wpływającymi m.in. na trwałość wykonanego docieplenia.

Wyniki badań wskazują także, że do typowych wad występujących w budynkach wielkopłytowych mających wpływ na trwałość wykonanego docieplenia należą uszkodzenia warstwy fakturowej płyt ZWO i ZWS, widoczne od zewnątrz budynków, uszkodzenia w złączach pionowych i poziomych, a także uszkodzenia w samych płytach. Uszkodzenia te są przeważnie wynikiem niskiej jakości zastosowanych materiałów, wmontowania niepełnowartościowych elementów oraz wadliwego wykonawstwa. Ich skutkiem są najczęściej rysy w ścianach i ich złączach, które powinny być naprawione w ramach bieżących remontów czy też szeroko pojętej modernizacji budynku [4, 10]. Przyczyny powstania tych uszkodzeń są różne, a ich zakres zależy przede wszystkim od jakości wykonanego montażu [3]. Podejmowane działania modernizacyjne powinno zostać poprzedzone analizą przyczyn uszkodzeń występujących w budynku, a następnie wykonaniem uzasadnionych teoretycznie i technicznie napraw lub wzmocnień.

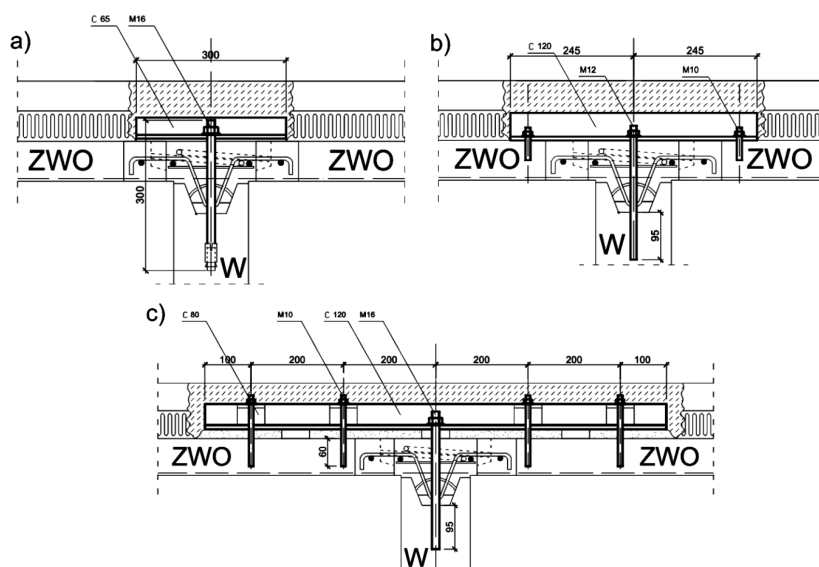
Wzmacnianie i naprawa budynków wielkopłytowych, zwykle projektowane indywidualnie przez ekspertów, jest wykonywane najczęściej przez mechaniczne kotwienie ścian w złączach. Badania budynków wielkopłytowych w Krakowie prowadzone przez autorów wykazały stosowanie kilku typów wzmocnienia stanowiących wzmocnienie konstrukcyjne w złączach pionowych ZWO-W-ZWO [3, 9].

Celem tego artykułu jest wskazanie, że sposób wzmocnienia jest istotny także przy projektowaniu i wykonaniu docieplenia budynku, bowiem w szczególnych przypadkach może on wpłynąć negatywnie na lokalną zmianę izolacyjności ściany oraz spowodować powstanie mechanicznych uszkodzeń samego ocieplenia. Nieuwzględnienie faktu istnienia konstrukcyjnego wzmocnienia złącz pionowych przy wykonywaniu projektu docieplenia skutkuje obniżeniem stopnia jego trwałości.

2. Charakterystyka konstrukcyjnych wzmocnień złączy pionowych wpływających na lokalną zmianę izolacyjności ściany

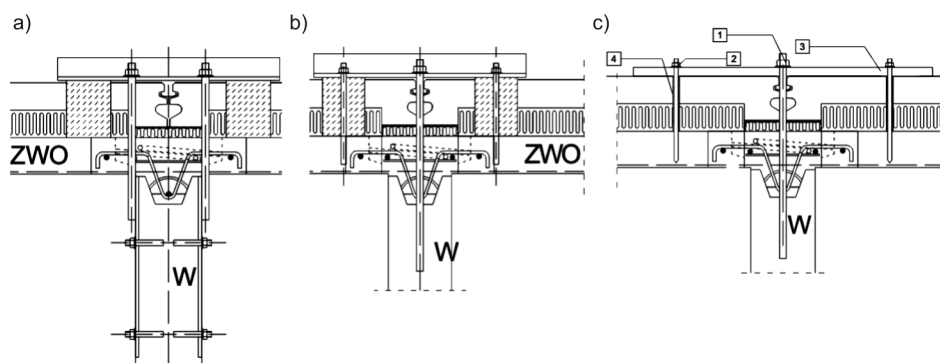
W trakcie badań prowadzonych przez autorów w ponad 200 budynkach wielopłytowych zarejestrowano kilkanaście sposobów zabezpieczeń ścian zewnętrznych, polegających na mechanicznym kotwieniu w złączach ZWO-W-ZWO [3, 10]. Wzmocnienia te były wykonywane od strony wewnętrznej lub zewnętrznej budynku. Ze względu na utrudniony dostęp do mieszkań stosowano najczęściej kotwienie od strony zewnętrznej. Powoduje to jednak lokalne zaburzenie ciągłości geometrii ściany, stanowiącej podłoże dla warstwowego docieplenia ścian zewnętrznych budynku, i w konsekwencji wpływa na lokalną zmianę jej izolacyjności. Wzmocnienia stosowane od strony wewnętrznej budynku praktycznie nie mają wpływu na zmianę izolacyjności ściany i nie są omawiane w tym artykule.

Większość wzmocnień stosowanych od strony zewnętrznej budynku wykonana jest przy podobnych założeniach, wymuszających lokalne naruszenie warstwy fakturowej ściany ZWO. Wzmocnienie jest usytuowane w wykutych pasmach warstwy fakturowej i izolacji termicznej, w których jest zamocowany element oporowy zakotwiony śrubami rozporowymi do warstwy nośnej ściany ZWO i ściany W – **wzmocnienia bruzdowe** (rys. 1).



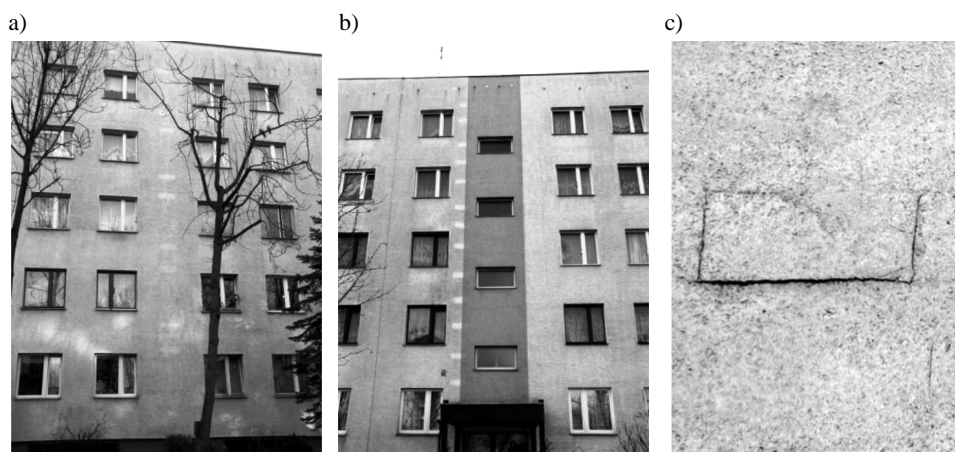
Rys. 1. Przykłady wzmocnień złączy wykonanych z zewnątrz budynku – wzmocnienia bruzdowe
Fig. 1. Examples of bind reinforcements made from outside a building – furrow reinforcement

Długość elementów oporowych (ceowniki stalowe) wynosi od 30 cm do 100 cm. Wzmocnienia tego typu wymagają jednak lokalnego wycięcia statki zbrojeniowej w warstwie fakturowej, co powoduje zmianę założeń projektowych konstrukcji. Ponadto usuwanie warstwy fakturowej urządzeniami udarowymi powoduje lokalne osłabienie przyczepności pomiędzy warstwami ściany, a późniejsze ich wypełnienie zaprawą cementową prowadzi do obniżenia izolacyjności termicznej w strefie wykonanego złącza.



Rys. 2. Przykłady wzmocnień złączy z zewnątrz budynku – wzmocnienia bezbruzdowe:
 a), b) zrealizowane w badanych budynkach, c) propozycja autorów: 1) śruba kotwiąca osadzona w ścianie W, 2) śruby mocujące element oporowy do warstwy nośnej ściany ZWO, 3) blacha oporowa, 4) tuleja dystansowa
 Fig. 2. Examples of bind reinforcements made from outside a building
 – non-furrow reinforcement

Wady konstrukcyjne wzmocnienia bruzdowego (rys. 1) są częściowo wyeliminowane w **metodzie bezbruzdowej** (rys. 2a b)), zastosowanej w części badanych budynków, gdzie elementy oporowe (ceowniki 100) znajdują się na zewnątrz warstwy fakturowej i są kotwione śrubami rozporowymi do warstwy nośnej ściany ZWO przez dystansowe korki betonowe nawiercone w warstwie fakturowej.



Fot. 1. Przykłady uszkodzeń ocieplania BSO (izolacja – styropian o grubości 6 cm) w miejscu wykonania wzmocnień bezbruzdowych (rys. 2a, b)): a), b) przebarwienia elewacji, c) zarysowania i odspojenia warstwy wyprawy klejowo-tynkarskiej

Photo 1. Examples of “BSO” thermal insulation damages

Zrealizowane docieplenia (system BSO) budynków, w których wcześniej wykonano wzmocnienie złączy metodą bezbruzdową (rys. 2a, b)), przy grubości izolacji termicznej

60 mm, określonej przez audytora, przy elemencie oporowym z ceownika 100 mm (szerokość półki 50 mm), uległy jednak destrukcji. W miejscach elementów oporowych powstały przebarwienia warstwy tynkarskiej (fot. 1), a lokalnie nawet uszkodzenia wyprawy klejowo-tynkarskiej (fot. 1).

Przy docieplaniu budynków, w których wprowadzono ten sposób wzmocnienia, konieczne jest zastosowanie izolacji o grubości wynikającej nie tylko z audytu energetycznego, ale także wymiarów i geometrii wzmocnienia (elementu oporowego – ceownik stalowy).

Spośród 223 zbadanych budynków, z których 54 poddano zabiegom wzmacniającym przed dociepleniem ścian, nie zarejestrowano w audytach energetycznych żadnej analizy termicznej w obszarze wzmocnienia. We wszystkich budynkach zastosowano izolację termiczną o grubości 6 cm.

Fakt destrukcji warstw ocieplenia BSO w badanych budynkach oraz wyniki analiz termicznych przedstawionych poniżej skłoniły autorów do zaproponowania modyfikacji rozwiązania wzmocnienia bezbruzdowego (rys. 2b)), która powinna wyeliminować powstawanie opisanych uszkodzeń. Modyfikacja wzmocnienia (rys. 2c)) polega na tym, że zamiast korków betonowych o średnicy 100 mm zastosowano dystansowe tuleje stalowe o średnicy 16 mm oraz zamiast ceownika 100 mm blachę oporową o grubości 20 mm. Wprowadzenie tulei pomiędzy warstwą nośną ściany ZWO a blachą oporową znacznie zmniejsza średnicę nawierczanych otworów w warstwie fakturowej, a wykorzystanie stalowej blachy jako elementu oporowego umożliwia zastosowanie grubszej warstwy izolacyjnej w strefie wzmocnienia.

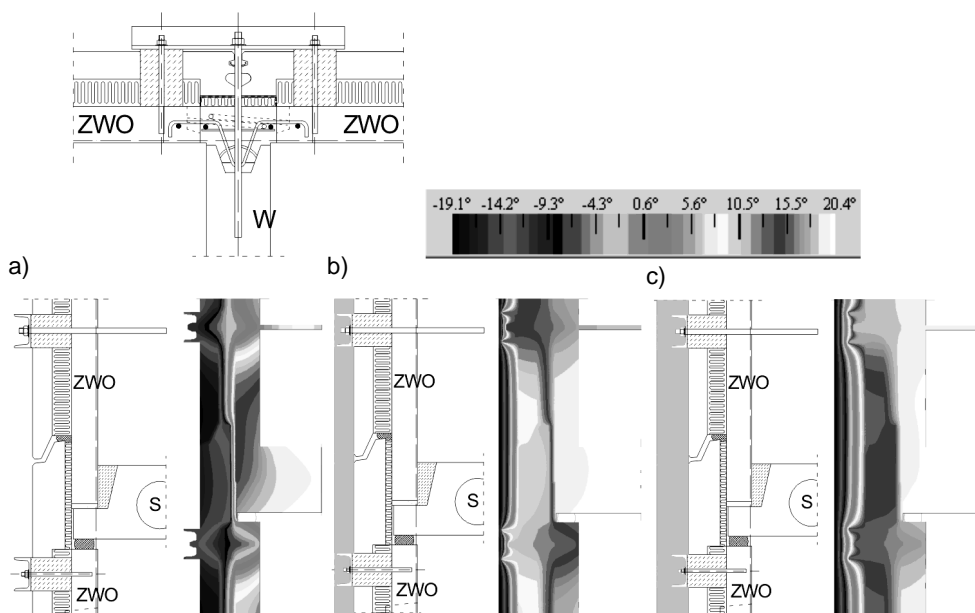
3. Analiza termiczna wpływu wzmocnień na lokalną zmianę izolacyjności ściany

Do analizy wybrano dwa typy wzmocnień – bruzdowe (rys. 1c)) i bezbruzdowe (rys. 2b)), które były najczęściej spotykane w zbadanych budynkach, oraz zmodyfikowane wzmocnienie bezbruzdowe zaproponowane przez autorów (rys. 2c)). Analiza termiczna została wykonana z zastosowaniem programu THERM dla trzech grubości izolacji termicznej:

- 1) bez dodatkowej izolacji termicznej (budynek niedocieplany),
- 2) z 6 cm dodatkową warstwą ocieplenia – izolacja termiczna ze styropianu (wartość ta została przyjęta na podstawie udostępnionych przez zarządców obiektów audytów energetycznych zbadanych budynków wielkopłytowych),
- 3) z 10 cm dodatkową warstwą ocieplenia – izolacja termiczna ze styropianu.

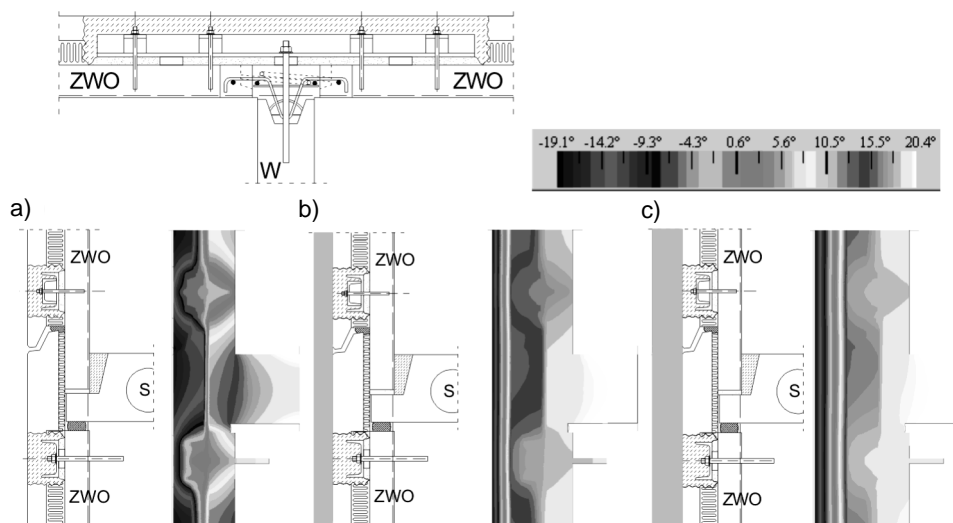
Analizę termiczną wykonano w obszarze wzmacnianego złącza ZWO-S-ZWO, przyjmując zrealizowane rozmieszczenie wzmocnień, które były wykonane nad stropem i pod nim. Wyniki przedstawiające rozkłady temperatur w strefach wzmocnienia dla trzech wymienionych powyżej typów wzmocnienia (rys. 1c), 2b), 2c)) i trzech wariantów grubości izolacji termicznej (0 cm, 6 cm, 10 cm) zilustrowano na rys. 3–5.

Przeprowadzone obliczenia pozwoliły również na określenie uśrednionego współczynnika przenikania ciepła U , wyznaczonego dla obszaru wykonanego wzmocnienia (tab. 1).



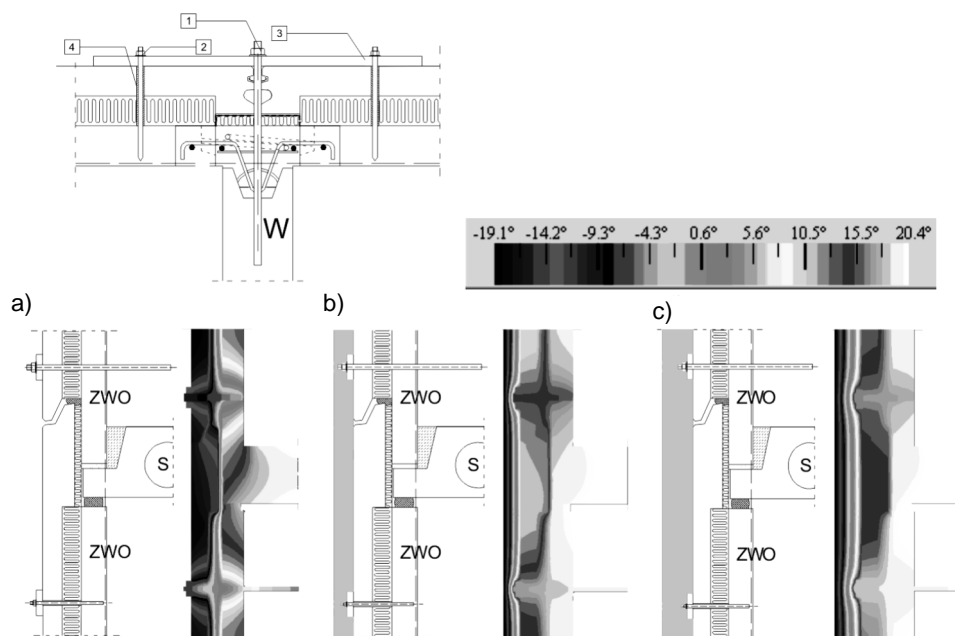
Rys. 3. Rozkład temperatur dla wzmocnienia bezbrzudowego: a) bez dodatkowej warstwy izolacyjnej, b) z dodatkową 6 cm warstwą izolacyjną, c) z dodatkową 10 cm warstwą izolacyjną

Fig. 3. Temperature distribution for a furrow reinforcement



Rys. 4. Rozkład temperatur dla wzmocnienia brzdowego: a) bez dodatkowej warstwy izolacyjnej, b) z dodatkową 6 cm warstwą izolacyjną, c) z dodatkową 10 cm warstwą izolacyjną

Fig. 4. Temperature distribution for a non-furrow reinforcement

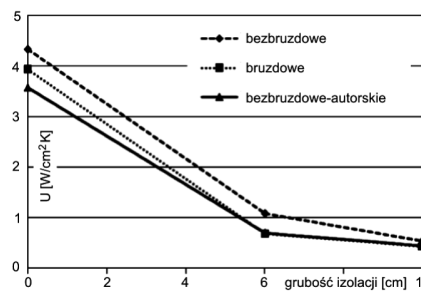


Rys. 5. Rozkład temperatur dla wzmocnienia autorskiego: a) bez dodatkowej warstwy izolacyjnej, b) z dodatkową 6 cm warstwą izolacyjną, c) z dodatkową 10 cm warstwą izolacyjną
Fig. 5. Temperature distribution for a copyright reinforcement

Tabela 1

Wartości uśrednionego współczynnika U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] w obszarze wykonanego wzmocnienia

Rodzaj wzmocnienia	Dodatkowa warstwa docieplenia (styropianu)		
	0,0 cm	6,0 cm	10,0 cm
Bezbruzdowe (rys. 2b))	4,331 (rys. 3a))	1,082 (rys. 3b))	0,533 (rys. 3c))
Bruzdowe (rys. 1c))	3,930 (rys. 4a))	0,689 (rys. 4b))	0,438 (rys. 4c))
Bezbruzdowe-aut. (rys. 2c))	3,583 (rys. 5a))	0,696 (rys. 5b))	0,442 (rys. 5c))



4. Wnioski

Wyniki analizy obliczeniowej rozkładu temperatur oraz wartości uśrednionego współczynnika U wskazują, że typ wzmocnienia i grubość dodatkowej izolacji termicznej mają istotny wpływ na lokalną zmianę izolacyjności ściany ZWO w obszarze wykonanych wzmocnień łącz pionowych ZWO-W-ZWO, co powinno być uwzględnione w każdym audycie energetycznym.

Najbardziej niekorzystnym rozwiązaniem w aspekcie lokalnej zmiany izolacyjności ściany jest często praktykowane wzmocnienie bezbruzdowe (rys. 2b)). Ponadto należy podkreślić, że przy 6 cm grubości izolacji termicznej, zastosowanej według audytu energetycznego, występuje zbyt małe otulenie elementów kotwiących, co prowadzi do przebarwień elewacji, jak również powoduje lokalne uszkodzenia wyprawy klejowo-tynkarskiej (fot. 1).

Wzmocnienia bruzdowe (rys. 1c)) oraz zaproponowane przez autorów wzmocnienie bezbruzdowe (rys. 2c)) są rozwiązaniami równoważnymi przy 6 cm grubości dodatkowej izolacji. Należy jednak pamiętać, że wadą konstrukcyjną wzmocnienia bruzdowego jest konieczność usunięcia fragmentu siatki zbrojeniowej warstwy fakturowej, a prace udarowe powodują lokalne osłabienie przyczepności pomiędzy warstwami ściany.

Wszystkie trzy typy wzmocnienia (rys. 1c), 2b), 2c)) można uznać za równoważne izolacyjnie dopiero przy 10 cm grubości dodatkowej izolacji ze styropianu.

Przedstawiona analiza ma charakter ogólny (przybliżony), gdyż parametr U i związana z tym grubość warstwy izolacyjnej w zagadnieniu oszczędności energii i izolacyjności cieplnej w budynkach wielorodzinnych jest jedynie wartością posiłkową (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury, Dz. U. Nr 75, poz. 690, dział X). Wartością wiążącą jest wartość wskaźnika E (sezonowego zapotrzebowania na energię), która w obliczeniach audytorskich (wykonywanych m.in. w celu prawidłowego doboru grubości warstwy izolacyjnej) powinna uwzględniać wszystkie możliwe mostki termiczne, w tym mostki powstałe wskutek wykonania wzmocnienia łącz pionowych.

Literatura

- [1] *Berlin – modernizacja osiedli mieszkaniowych z wielkiej płyty*, Polsko-Niemieckie Seminarium, Warszawa 1998.
- [2] Brunarski L.A., Wierzbicki S.M. (red.), *Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytowych na tle ich aktualnego stanu*, Konferencja Naukowo-Techniczna ITB, Mrągowo 1999.
- [3] Dębowski J., *Wpływ ukrytych wad wykonawczych na trwałość budynków wielkopłytowych*, praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2008.
- [4] Ligęza W., Płachecki M., *Uszkodzenia złączy w ścianach ostonowych budynków wielkopłytowych*, Inżynieria i Budownictwo 4–5/2000, 204–208.
- [5] Ligęza W., Płachecki M., *Stan techniczny konstrukcji budynków wielkopłytowych a ich termomodernizacja*, Zeszyty Naukowe 235, Budownictwo i Inżynieria Środowiska 32, Wydawnictwa Uczelniane ATR, Bydgoszcz 2001, 143–158.
- [6] Ligęza W., Płachecki M., *Stan zagrożenia i jego likwidacja w konstrukcji budynku wielkopłytowego*, Inżynieria i Budownictwo 5/2001, 285–290.
- [7] Ligęza W., *Potencjalne zagrożenia trwałości systemu ociepleniowego BSO*, [w:] *Budownictwo ogólne. Zagadnienia konstrukcyjne, materiałowe i ciepłno-wilgotnościowe w budownictwie*, Wydawnictwa Uczelniane ATR w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2003, 183–190.
- [8] Ligęza W., *Wykonawstwo jako czynnik trwałości ocieplenia budynków wykonywanego metodą lekko-mokrą*, Przegląd Budowlany 12/2005, 16–22.

- [9] Ligęza W., *Naprawa i wzmacnianie budynków z wielkiej płyty*, XXI Ogólnopolska Konferencja nt. „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji”, t. II, Wyd. PZITB Oddział w Gliwicach, Gliwice 2006, 217-259.
- [10] Ligęza W., *Problemy uszkodzeń i napraw budynków z wielkiej płyty*, Materiały Budowlane 12/2006, 32-33, 36.