

Analiza bezpieczeństwa zakotwienia warstwy fakturowej prefabrykatu wielkopłytkowego po dociepleniu

Dr inż. Jacek Dębowski, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Problemy bezpieczeństwa istniejących budynków wielkopłytkowych są przedmiotem wielu publikacji i rozważań. Stwierdza się w nich jednoznacznie, że konstrukcja tych budynków jest bezpieczna, pod warunkiem, że zostały one wykonane zgodnie z założeniami projektowymi i technologicznymi [2, 3, 9, 16, 18]. Jednocześnie oceny stanu technicznego budynków wielkopłytkowych wskazują, że ich konstrukcja jest wrażliwa na wady wykonawcze, których skutkiem są uszkodzenia obniżające bezpieczeństwo użytkowania. W skrajnych przypadkach może wystąpić zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji nośnej [10, 11]. Najstańszymi miejscami w budynkach z „wielkiej płyty”, wrażliwymi na jakość wykonawstwa, są: a) złącza pionowe pomiędzy ścianami nośnymi oraz ścianami nośnymi i osłonowymi, b) złącza poziome (wieńce), c) połączenie warstwy fakturowej z warstwą nośną prefabrykatów ściennych. Dotyczy to szczególnie obiektów zrealizowanych w systemach o wysokim stopniu gotowości – na przykład W-70, Wk-70.

Uszkodzenia w złączach (a, b) są spowodowane najczęściej przez wadliwe wykonawstwo [1, 10, 11, 12, 13, 16]. Systematykę możliwych uszkodzeń w złączach pionowych i poziomych powstałych wskutek wad wykonawczych, ich wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji budynku, metody identyfikacji przyczyn ich powstawania oraz wynikające stąd sposoby napraw i wzmocnień opisano w licznych pracach [np. 3, 9, 10, 11]. Natomiast analiza uszkodzeń połączenia warstwy fakturowej z warstwą nośną prefabrykatów ściennych (c) wskazuje, że nie są one powiązane z uszkodzeniami w złączach i nie stanowią bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa dla konstrukcji nośnej budynku. Stwarzają jednak potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa użytkowania wskutek możliwości uszkodzenia warstwy fakturowej, a w skrajnych przypadkach nawet jej odpadanie [7, 8, 15]. Uszkodzenia połączeń pomiędzy warstwami płyt są w większości generowane przez wady technologiczne powstałe w zakładzie prefabrykacji i należą do nich między innymi: brak efektywnego zakotwienia wieszaków w betonie warstwy fakturowej i nośnej, brak prętów kotwiących lub niezgodna z projektem

ich średnica bądź usytuowanie, pochylenia wieszaków w pionie lub nawet pominięcie wieszaków, nieprawidłowe założenie szpilek, korozja i pęknięcia międzykryształiczne prętów wieszaków [4, 6, 14, 17, 18].

Identyfikacja tych wad jest bardzo trudna, a najczęściej wręcz niemożliwa do zrealizowania, ze względu na fakt, iż są to wady zakryte. Również oparcie analiz wyłącznie na informacjach literaturowych lub katalogowych może prowadzić do błędnych wniosków, gdyż liczba i rozmieszczenie łączników (wieszaki, szpilki), zespalających warstwy trójwarstwowego prefabrykatu ściennego, może być różna w zależności od systemu i regionu w jakim zostały one wykonane. Ponadto materiał, jaki został użyty do ich wykonania, może znacznie odbiegać od założeń przyjętych w dokumentacji projektowej dla danego typu budynków [4, 9, 11, 16].

Problem oceny bezpieczeństwa warstwy fakturowej w świetle potencjalnych wad wykonawczych i materiałowych powstałych w zakładzie prefabrykacji jest bardzo złożony. Z jednej strony wiemy (na podstawie badań *in situ* i przypadków opisanych w literaturze), że wykonanie i montaż elementów warstwowych był na niskim poziomie, z drugiej strony nie znamy rodzaju i zakresu wad, jakie mogą wystąpić w pojedynczym elemencie. Dowiadujemy się o tym najczęściej „przypadkowo” przy okazji wykonywania ekspertyz.

Podstawowe pytania, jakie należy postawić na dziś, to: jakie mamy możliwości oceny warstwy fakturowej, czy i jak należy prowadzić badania inwazyjne (nieinwazyjne) w budynku, w jaki sposób prognozować stopień zagrożenia bezpieczeństwa warstwy fakturowej? Pytania te inspirują inżynierów do proponowania „różnych uniwersalnych” rozwiązań technicznych oraz podejmowania lub nie działań remontowo-zapobiegawczych. Zdaniem autora wskazane jest, aby do każdego przypadku podchodzić w sposób indywidualny i nie ujednotaczać rozwiązań dla wszystkich systemów.

W dalszej części artykułu przedstawiono aktualne wytyczne dotyczące diagnostyki stanu technicznego warstwy fakturowej i jej zakotwienia w warstwie nośnej oraz wyniki autorskiej analizy obliczeniowej z uwzględnieniem potencjalnych wad materiałowo-wykonawczych

stosunkowo łatwych do identyfikacji (zmiana średnicy wieszaków m.in. wskutek korozji, zastosowanie różnych gatunków stali).

2. Możliwości oceny ścian warstwowych – diagnostyka

W przypadku wykonywania dociepleń ścian zewnętrznych w prefabrykowanych budynkach systemowych szczególnie ważny jest stan techniczny warstwy fakturowej i jej połączenie z warstwą nośną. Bezpieczeństwo połączenia warstw w trójwarstwowych ścianach nośnych ZWS i osłonowych ZWO należy oceniać, zgodnie z Instrukcją ITB Nr 334/2002, poprzez „określenie stanu łączników metalowych oraz sprawdzenie współpracy detali płyty, decydujących o prawidłowości pracy systemu” [5].

Niezbędna zatem staje się prawidłowa ocena stanu nie tyle samego elementu, ale również łączników międzywarstwowych (wieszaki, szpilki) oraz ich efektywności zakotwienia w aspekcie wymienionych we wstępie wad technologicznych. Ocena ta, w skrajnym przypadku, może wskazać na konieczność wykonania zabiegów naprawczo-wzmacniających, co powiększa koszt wykonania docieplenia. Instrukcja ITB 334/2002 w załączniku nr 1 jednoznacznie podkreśla: „*pomimo, że docieplenie budynku powoduje zmniejszenie możliwości degradacji płyt, to jednak z powodu nieprawidłowości (wady technologiczne i wykonawcze), jakie mogą występować w płytach prefabrykowanych, należy uprzednio sprawdzić ich stan i ewentualnie wykonać wzmocnienia*”.

Zgodnie z przytoczoną instrukcją [5] oceny stanu zagrożenia bezpieczeństwa płyt danego budynku można dokonać tylko na podstawie badań oraz po przeprowadzeniu obliczeń sprawdzających. Dla właściwej diagnozy stanu technicznego budynku niezbędna jest pełna wiedza o systemie, w którym został wzniesiony dany obiekt, przy tym należy pamiętać, że niektóre systemy były poddawane lokalnym modyfikacjom. Ważna jest również wiedza na temat budowy elementu warstwowego, tj.: grubości poszczególnych warstw, klasy betonu, rodzaju stali, jaką zastosowano w elemencie, rozmieszczenia łączników, ich liczby, sposobu zamocowania itd. Niestety zdobycie większości tych informacji jest trudne lub wręcz niemożliwe w przypadku prowadzenia identyfikacji za pomocą badań bezinwazyjnych. Ponadto „właściciele” budynków mieszkalnych (głównie spółdzielnie mieszkaniowe) najczęściej nie posiadają dokumentacji dotyczącej zastosowanych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych, co także utrudnia ocenę stanu technicznego elementów.

Zgodnie z literaturą przedmiotu prawidłowe zdiagnozowanie oraz przygotowanie podłoża pod warstwę dociepleniową w budynkach wielopłytowych powinno być przeprowadzone w oparciu o instrukcje ITB. Przed przystąpieniem do docieplenia ścian w budynkach wielopłytowych zaleca się między innymi przeprowadzenie tzw. kontroli pełnej warstwy fakturowej, która obejmuje badania odkrywkowe [4, 6]. Niestety wdrożenie takich działań

przez inwestorów i ekspertów jest sporadyczne, bowiem wiąże się z pracami na wysokości, a ponadto pozwalają tylko na lokalną ocenę elementu (badania tego typu wykonuje się zazwyczaj ze zwyżki, z uwagi na znacznie większy koszt ich wykonania z rusztowań stałych).

W szczególnych przypadkach, zgodnie z Instrukcją 374/2002 [4], istnieje możliwość ograniczenia zakresu niezbędnych badań. Według Instrukcji można dokonać oceny tylko na podstawie stwierdzonych lokalnie istotnych wad i usterek konstrukcyjnych oraz uszkodzeń powstałych w czasie eksploatacji budynku. Ważne jest jednak, aby w ocenie tej określić, jaki jest zakres odstępstw, np. brak zakotwienia, brak wieszaka, mniejsza liczba wieszaków w porównaniu do liczby przyjętej w projekcie. Założenie to niestety w większości przypadków nie jest możliwe do spełnienia z uwagi na losowość wyżej wymienionych wad i usterek. Ponadto wielokrotnie zmieniający się zarządcy obiektów, brak pełnej dokumentacji dotyczącej przebiegu eksploatacji budynku, a niejednokrotnie niekompletne książki obiektów również nie pozwalają na wiarygodną ocenę.

W tej samej Instrukcji 374/2002 [4] zaleca się, aby uznać, że wady i usterki dotyczą całej elewacji w przypadku ich stwierdzenia we wszystkich lub w większości badanych elementów (co najmniej kilkunastu). Natomiast jeśli występują one tylko w kilku przypadkach (1–3 przypadkach z badanych elementów), należy rozszerzyć zakres badań o kolejną partię elementów i sprawdzić powtarzalność wady lub usterki. Istotne jest, że według tej instrukcji [4] należy podchodzić bardzo rygorystycznie do przypadku, gdy w elewacji zostanie stwierdzone pęknięcie jednego wieszaka. Wówczas nie jest konieczne rozszerzanie zakresu badań, gdyż jest to wystarczający powód do wydania oceny o złym stanie połączeń w płytach w całej elewacji. Wciąż jednak ocena ta wiąże się z wykonaniem odkrywek i nie jest ona możliwa do wykonania z jednego poziomu (terenu). Dodatkowo pojawia się problem ilościowej oceny stanu elementu, przy znacznej liczbie płyt (budynek wysoki lub długi) – trudno jest określić obszar takiego zbioru.

Alternatywny sposób postępowania wskazuje Załącznik nr 1 do Instrukcji 334/2002 [5], w którym zapisano uproszczoną procedurę i wytyczne dotyczące kontroli stanu łączników w betonowych płytach warstwowych przed ociepleniem, uzależnioną od zastosowanego systemu. Nie dokonując badań pełnych, można zastosować się do jednej z poniższych propozycji:

- 1) „*dla budynków wykonanych w technologiach, w których stosowano małą liczbę wieszaków (np. W-70, Wk-70) nie jest celowe wykonywanie diagnostyki pełnej, która może być przeprowadzona przez specjalistów (rzeczników budowlanych). Zaleca się wzmocnienie połączeń warstw elewacyjnych przez zastosowanie dodatkowych zakotwień* [5];
- 2) *dla budynków wykonanych w technologiach, w których stosowano dużą liczbę wieszaków (np. OWT), celowe jest przed wykonaniem docieplenia przeprowadzenie*

diagnostyki, gdyż istnieje duże prawdopodobieństwo, że nie wystąpi konieczność wykonywania dodatkowych zakotwień. (...) Nie jest w każdym przypadku konieczne i celowe wykonywanie diagnostyki w pełnym zakresie. Rzeczoznawca oceniający stan ściany może wybrać taki zakres badań, który jest niezbędny do dokonywania prawidłowej oceny [5].”

Pierwsza propozycja znacznie upraszcza procedurę oceny, szczególnie w niektórych przypadkach, ale przyjęcie obligatoryjności kotwienia zwiększa koszt docieplenia. W drugiej propozycji konieczność określenia przez rzeczoznawcę zakresu badań wymaga się od niego szerokiej wiedzy na temat budownictwa wielkopłytowego. Wszystkie przytoczone powyżej metodologie badania i oceny stanu bezpieczeństwa warstwy fakturowej oraz jej mocowania do warstwy nośnej, zdaniem autora, powinny być w pierwszej kolejności poprzedzone analizą obliczeniową uwzględniającą ich parametry geometryczne i materiałowe.

3. Analiza skutków występowania wadliwego wieszaka

Spośród potencjalnych wad w połączeniu warstwy fakturowej, skutkujących zagrożeniem bezpieczeństwa, istotnym wydają się być skutki występowania wadliwego wieszaka, szczególnie w nowej sytuacji pracy statycznej, po dodatkowym obciążeniu warstwami docieplenia. Wadami tymi może być między innymi zamiana gatunku stali w zakładzie prefabrykacji lub zmiana średnicy spowodowana na przykład przez korozję.

Celem przybliżenia tego problemu poniżej przedstawiono uproszczoną analizę obliczeniową nośności wieszaków trójkątnych w trzech typach ścian trójwarstwowych wykonanych w systemie W-70, w których przyjęto dodatkowe obciążenie dociepleniem warstwy fakturowej. Obliczenia przeprowadzono z uwzględnieniem aktualnie

obowiązujących norm obciążeniowych [PN-EN 1990:2004, PN-EN 1991-1-1:2004, PN-EN 1991-1-4:2008:2004] oraz materiałowych [PN-EN 1993-1-4: 2006], a w analizach założono, że zmienną pozostaje średnica wieszaka (6, 8 i 9 mm – 6 mm ze względu na korozję wieszaka) oraz gatunek stali (przyjęto dwa gatunki stali: St3SX stosowana okresowo w latach 1973-1982 oraz OH18N9 stosowana po 1982 r.).

Do analizy przyjęto następujące parametry trójwarstwowych elementów ściennych:

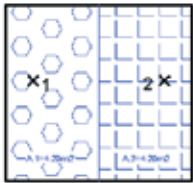
- płyta o wymiarach 3,0 m x 2,8 m, bez otworu okiennego (2 wieszaki),
- płyta o wymiarach 4,8 m x 2,8 m, z otworem okiennym o wymiarach 1,2 m x 1,52 m (3 wieszaki),
- płyta o wymiarach 6,0 m x 2,8 m, z dwoma otworami okiennymi o wymiarach 1.2 m x 1,5 m oraz 2,1 m x 1,5 m (3 wieszaki).

Ponadto założono, że:

- warstwa fakturowa jest nieuszkodzona, grubości warstw oraz liczba i lokalizacja wieszaków są zgodne z założeniami systemu W-70 i instrukcją ITB nr 374/2002 [4],
- układ wieszaków trójkątnych jest zgodny z założeniami systemu (P – pręt poziomy, U – pręt ukośny),
- ściany budynku zostały poddane ociepleniu (15 cm styropianu + wszystkie wymagane przez system warstwy),
- każdy wieszak przejmuje obciążenie pochodzące od warstwy fakturowej, warstw związanych z dociepleniem oraz wiatru (nie uwzględniono obciążeń termicznych),
- w każdej płycie, z uwagi na występowanie szpilek założono redukcję obciążenia wieszaka w zależności od wymiaru płyty i liczby szpilek na jej obwodzie (przyjęto, że liczba oraz średnica szpilek odpowiada założeniom projektowym), co determinuje jakościowe, a nie ilościowe podejście do problemu.

Dla podkreślenia wpływu geometrii elementu ściennego na redystrybucję obciążenia przekazywanego

Tabela 1. Płyta wymiarach 3,0 m x 2,8 m, bez otworu okiennego, dwa wieszaki; wartości wytyżeń prętów wieszaka w zależności od średnicy oraz gatunku stali [9]

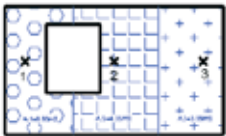
Opis przypadku	Nr wieszaka	Grubość pręta [mm]	Rodzaj pręta	Gatunek stali	$R_e (f_y)$ stali [MPa]	$\sigma_g, (\sigma_d)$ obliczona [MPa]	Wytyżenie przekroju [%]
<p>plyta oslonowa ZWO o wym. 3 m x 2,8 m; rozmieszczenie wieszaków wykonanych zgodnie z projektem, obliczenia wytyżenia wieszaków dla różnych gatunków stali, obecność szpilek</p> 	1,2	8	U	OH18N9	190	258,4	136,03
				St3SX	235		109,98
			P	OH18N9	190	228,3	120,20
				St3SX	235		97,19
		6	U	OH18N9	190	471,2	248,03
				St3SX	235		200,53
			P	OH18N9	190	444,3	233,89
				St3SX	235		189,10
		9	U	OH18N9	190	202,4	106,56
				St3SX	235		86,15
			P	OH18N9	190	175,2	92,22
				St3SX	235		74,56

■ pola zaznaczone kolorem czerwonym określają przekroczenie naprężeń w prętach wieszaka ze stali St3SX

■ pola oznaczone kolorem żółtym określają przekroczenie naprężeń w prętach wieszaka ze stali OH18N9

■ pola oznaczone kolorem zielonym określają brak przekroczenia naprężeń w stalowych wieszakach

Tabela 2. Płyta o wymiarach 4,8 m x 2,8 m, z otworem okiennym o wymiarach 1,2 m x 1,5 m (3 wieszaki); wartości wytyżeń prętów wieszaka w zależności od średnicy oraz gatunku stali [9]

Opis przypadku	Nr wieszaka	Grubość pręta [mm]	Rodzaj pręta	Gatunek stali	$R_e (f_y)$ stali [MPa]	$\sigma_g, (\sigma_d)$ obliczona [MPa]	Wytyżenie przekroju [%]	
<p>plyta osłonowa ZWO o wym. 4,8 m x 2,8 m; z otworem okiennym rozmieszczenie wieszaków wykonanych zgodnie z projektem, obliczenia wytyżenia wieszaków dla różnych gatunków stali, obecność szpilek</p> 	1	8	U	OH18N9	190	207,359	109,14	
				St3SX	235		88,24	
			P	OH18N9	190		172,345	90,71
				St3SX	235			73,34
		6	U	OH18N9	190	380,427	200,22	
				St3SX	235		161,88	
			P	OH18N9	190		329,969	173,67
				St3SX	235			140,41
		9	U	OH18N9	190	162,093	85,31	
				St3SX	235		68,98	
			P	OH18N9	190		132,681	69,83
				St3SX	235			56,46
	2	8	U	OH18N9	190	267,002	140,53	
				St3SX	235		113,62	
			P	OH18N9	190		234,415	123,38
				St3SX	235			99,75
		6	U	OH18N9	190	486,460	256,03	
				St3SX	235		207,00	
			P	OH18N9	190		452,106	237,95
				St3SX	235			192,39
		9	U	OH18N9	190	209,218	110,11	
				St3SX	235		89,03	
			P	OH18N9	190		179,98	94,72
				St3SX	235			76,59
3	8	U	OH18N9	190	244,542	128,71		
			St3SX	235		104,06		
		P	OH18N9	190		218,52	115,01	
			St3SX	235			92,99	
	6	U	OH18N9	190	446,53	235,02		
			St3SX	235		190,01		
		P	OH18N9	190		423,847	223,08	
			St3SX	235			180,36	
	9	U	OH18N9	190	191,417	100,75		
			St3SX	235		81,45		
		P	OH18N9	190		167,418	88,11	
			St3SX	235			71,24	

na wieszaki wyniki analizy obliczeniowej są zestawione kolejno dla:

- płyty pełnej o wymiarach 3,0 m x 2,8 m (tab. 1),
- płyty o wymiarach 4,8 m x 2,8 m z jednym otworem okiennym (tab. 2),
- płyty o wymiarach 6,0 m x 2,8 m z dwoma otworami okiennymi (tab. 3).


Wyniki przeprowadzonej analizy obliczeniowej, przy obecnie obowiązujących normach i wartościach współczynników bezpieczeństwa, wskazują, że:

- dla wieszaków wykonanych ze stali St3SX o średnicy 8 mm i minimalnej granicy plastyczności 235 MPa, czyli stali zalecanej i najczęściej stosowanej w systemach wielopłytowych, w płytach o wymiarach 3,0 m x 2,8 m i 4,8 x 2,8 m wytyżenie pręta ukośnego zostaje przekroczone o około 10% (tab. 1 i 2); natomiast niebezpieczna sytuacja występuje w płycie o wymiarach 6,0 m x 2,8 m – w tym przypadku przekroczenie

wytyżenia nastąpi w wieszaku wewnętrznym i wyniesie około 25% (tab. 3),

- bardzo niepokojąca sytuacja pojawia się w płytach, w których wieszaki o średnicy 8 mm są wykonane ze stali niższego gatunku OH18N9, o minimalnej granicy plastyczności 190 MPa; w każdej analizowanej płycie ściennej następuje praktycznie przekroczenie dopuszczalnych naprężeń w wieszakach – w niektórych sytuacjach nawet o około 50% (wieszak środkowy w tab. 3); szczególnie niebezpieczne są płyty pełne, nawet o małych wymiarach (por. tab. 1),
- redukcja średnicy pręta do $\varnothing 6$ mm (przyjęto tutaj efekt korozji z $\varnothing 8$ mm na $\varnothing 6$ mm), niezależnie od gatunku stali, powoduje przekroczenie wytyżenia w wieszakach wszystkich analizowanych płyt; największe przekroczenie wytyżenia przekroju wieszaka występuje w płycie pełnej (tab. 1) oraz w płycie o wymiarach 6,0 m x 2,8 m z otworami okiennymi (tab. 3 – wieszak środkowy),

Tabela 3. Płyta o wymiarach 6,0 m x 2,8 m, z dwoma otworami okiennymi o wymiarach 1,2 m x 1,5 m oraz 2,1 m x 1,5 m (3 wieszaki); wartości wyteżeń prętów wieszaka w zależności od średnicy oraz gatunku stali [9]

Opis przypadku	Nr wieszaka	Grubość pręta [mm]	Rodzaj pręta	Gatunek stali	$R_e (f_y)$ stali [MPa]	$\sigma_g (\sigma_d)$ obliczona [MPa]	Wyteżenie przekroju [%]		
<p>plyta oslonowa ZWO o wym. 6 m x 2,8 m; z dwoma otworami okiennymi rozmieszczenie wieszaków wykonanych zgodnie z projektem, obliczenia wyteżenia wieszaków dla różnych gatunków stali, obecność szpilek</p> 	1	8	U	0H18N9	190	145,128	76,38		
				St3SX	235		61,76		
			P	0H18N9	190		142,623	75,06	
				St3SX	235			60,69	
		6	U	0H18N9	190	258,538	136,07		
				St3SX	235		110,02		
			P	0H18N9	190		257,13	135,33	
				St3SX	235			109,42	
		9	U	0H18N9	190	114,906	60,48		
				St3SX	235		48,90		
			P	0H18N9	190		109,169	57,46	
				St3SX	235			46,45	
	2	8	U	0H18N9	190	295,949	155,76		
				St3SX	235		125,94		
			P	0H18N9	190		254,907	134,16	
				St3SX	235			108,47	
			6	U	0H18N9		190	537,920	283,12
					St3SX		235		228,90
		P		0H18N9	190	488,535	257,12		
				St3SX	235		207,89		
		9	U	0H18N9	190	232,089	122,15		
				St3SX	235		98,76		
			P	0H18N9	190		196,198	103,26	
				St3SX	235			83,49	
3	8	U	0H18N9	190	220,39	115,99			
			St3SX	235		93,78			
		P	0H18N9	190		201,47	106,04		
			St3SX	235			85,73		
		6	U	0H18N9		190	403,593	212,42	
				St3SX		235		171,74	
	P		0H18N9	190	393,537	207,12			
			St3SX	235		167,46			
	9	U	0H18N9	190	172,357	90,71			
			St3SX	235		73,34			
		P	0H18N9	190		153,947	81,02		
			St3SX	235			65,51		

– w wieszakach o średnicy 9 mm (również spotykanej w zbadanych elementach) wykonanych ze stali St3SX nie następuje przekroczenia wyteżenia w przekroju, natomiast w wieszakach wykonanych ze stali 0H18N9 występuje niewielkie przekroczenie wyteżenia w płycie pełnej (tab. 1) i w płycie o wymiarach 6,0 m x 2,8 m (tab. 3 – wieszak środkowy).

Wyniki przedstawionych obliczeń wskazują, jak ważna jest identyfikacja stanu wieszaka, a przede wszystkim ocena jego średnicy i gatunku stali, szczególnie, że w analizach uwzględniono redukcje obciążenia ze względu na występowanie szpilek. Należy nadmienić, że obecnie dysponujemy możliwością określenia, w sposób bezinwazyjny, średnic stali zbrojeniowej – niestety nie mamy takiej możliwości w zakresie określenia jej gatunku.

Przedstawiona analiza wskazuje, że największy problem może wystąpić w ocenie bezpieczeństwa płyt osłonowych ZWO o wymiarach 6,0 m x 2,8 m z dwoma otworami

okiennymi oraz płyt pełnych ZWS. Nawet w przypadku płyt wykonanych zgodnie z założeniami projektu (bez wad technologicznych), nośność wieszaków o średnicy 8 mm jest przekroczona (por. tab. 1 i 3 – wieszak środkowy). Wynika stąd, że w niektórych elementach wskazane staje się rozważenie wzmocnienia warstwy fakturkowej przez wykonanie dodatkowych kotwień.

4. Podsumowanie

Przytoczone możliwości oceny ścian warstwowych – diagnostyki oraz autorskie analizy obliczeniowe wskazują, że tak naprawdę nie mamy jednolitych i jednoznacznych kryteriów oceny stanu technicznego ani wymagań dotyczących wzmocnienia płyt warstwowych. Proponowane zalecenia oraz procedury badawcze w większości opierają się na kosztownych badaniach inwazyjnych. Mało tego, w kolejnych instrukcjach i poradnikach znacznie

ograniczono zakres prowadzonych badań, a w niektórych przypadkach zupełnie je usunięto: np. w instrukcji 418/2007 pod hasłem podłoża i ich przygotowanie znalazł się zapis o tym, że podłoże powinno być stabilne, nośne, suche, czyste i pozbawione elementów zmniejszających przyczepność materiałów mocujących warstwę izolacji termicznej (np. kurz, pył, oleje szalunkowe). Znacznie bardziej precyzyjne wymogi, co do jakości podłoża, a ponadto zalecenia, co do kontroli warstwy fakturowej można znaleźć dopiero w instrukcji 334/2002 [5], w której zaleca się, aby w budynkach wykonanych w technologii wielkopłytywowej ze ścianami zewnętrznymi żelbetowymi trójwarstwowymi, przed termomodernizacją ocenić stan łączników płyt.

Pomimo że spektrum doboru wzmocnień, a także wytycznych do oceny nośności podłoża jest bardzo szerokie, to nadal pozostaje problem otwarty czy zawsze, a jeśli nie, to kiedy należy dokonywać wzmocnienia warstwy fakturowej. Skoro zatem nie ma ścisłych wytycznych, a jedynie zalecenia, trudno się dziwić zarządom obiektów, że podejmując działania dociepleniowe pomijają nie tylko wzmocnienie elementów, ale również samą ich diagnostykę. Niestety nadal, mimo że wciąż prowadzone są różne badania i obserwacje, nie jest możliwe jednoznaczne stwierdzenie, w jakim zakresie zewnętrzne elementy ścienne systemów wielkopłytywowych powinny być poddawane wzmocnieniu. Z tych też powodów od kilku lat w Zakładzie Budownictwa i Fizyki Budowli Politechniki Krakowskiej prowadzone są działania badawczo-analityczne mające na celu optymalne przybliżenie rozwiązania problemu. Analizy te są oparte na badaniach „in situ” oraz numerycznych symulacjach błędów wykonawczo-użytkowych, które mogą mieć bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo użytkowania konstrukcji ścian warstwowych. Należy jednak pamiętać, że każdy przypadek należy rozpatrywać indywidualnie, a samą ocenę oraz ewentualną decyzję na temat wzmocnień podejmuje projektant – konstruktor na podstawie badań [np. 8, 11, 12, 15, 18].

Przedstawiona analiza obliczeniowa, wskazuje, że dodatkowe obciążenie dociepleniem może w niektórych sytuacjach stanowić zagrożenie bezpieczeństwa dla warstwy fakturowej nawet w przypadku prawidłowej lokalizacji wieszaków i prawidłowym ich zakotwieniu oraz przy redukcji obciążenia wieszaka ze względu na obecność szpilek. Stan zagrożenia występuje zawsze w przypadku wystąpienia korozji lub zastosowania wieszaków o mniejszej średnicy. W przypadku zastosowania stali o mniejszej wytrzymałości zagrożenie występuje w ścianach pełnych i ścianach 6-metrowych z otworami okiennymi.

Wyniki przedstawionej jakościowej analizy obliczeniowej i opis proponowanych metodologii diagnostyki stanu technicznego są jedynie ilustracją problemu. Analizie należy również poddać sytuacje, w których nastąpi zmiana grubości elementu, lokalna zmiana usytuowania wieszaka, redukcja liczby szpilek, a przede wszystkim wystąpienie rys skrośnych. Zmiany tego typu drastycznie

destabilizują rozdział obciążenia przypadający na poszczególne wieszaki, powodując znaczne rozbieżności w ich wyężeniu, a co za tym idzie poważne konsekwencje w zakresie bezpieczeństwa konstrukcji.

Przedstawione rozważania są głosem w dyskusji na stawiane pytania: Jakie jest rzeczywiste zagrożenie bezpieczeństwa dla warstwy fakturowej? Czy należy je oceniać przez badania inwazyjne (nieinwazyjne) w każdym budynku? W jaki sposób prognozować stopień zagrożenia? Czy obligatoryjnie wzmocniać zakotwienie warstwy fakturowej?

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dębowski J., Wpływ ukrytych wad wykonawczych na trwałość budynków wielkopłytywowych, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, Kraków 2008
- [2] Dzierżewicz Z., Starosolski W., Systemy budownictwa wielkopłytywowego w Polsce w latach 1970-1985, Warszawa 2010
- [3] Instrukcja 371/2002, Lewicki B., Metodyka oceny stanu technicznego konstrukcji budynków wielkopłytywowych, Warszawa 2002
- [4] Instrukcja 374/2002, Woyzbun I., Wójtowicz M., Metodyka oceny stanu technicznego wielkopłytywowych warstwowych ścian zewnętrznych; Konieczny K. Dodatkowe połączenia warstwy fakturowej z warstwą konstrukcyjną wielkopłytywowych ścian zewnętrznych, Warszawa 2002
- [5] Instrukcja ITB 334/2002, Rydz Z., Pogorzelski J.A., Wójtowicz M., Bezspoinowy system ocieplania ścian zewnętrznych budynku; Warszawa 2002
- [6] Instrukcja ITB 360/99, Ściślewski Z., Woyzbun I., Wójtowicz M., Badania i ocena betonowych płyt warstwowych w budynkach wielkopłytywowych; Warszawa 1999
- [7] Krentowski J., Tribińo R., Praktyczne aspekty wzmocniania zewnętrznych ścian warstwowych; Inżynier Budownictwa; nr 2/2010
- [8] Krentowski J., Tribińo R., Stany zagrożenia zewnętrznych ścian warstwowych. Kształtowanie rozwiązań prototypowych, Zeszyty naukowe Politechniki Białostockiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska, Vol.1, no. 2, Białystok 2010, s. 149-154
- [9] Ligęza W., Dębowski J., Nowak-Dziesko K., Rojewska-Warchał M., Zagadnienia remontowe i modernizacyjne w budynkach z „Wielkiej Płyty”, w: Naprawy i wzmocnienia konstrukcji budowlanych. Konstrukcje żelbetowe, t. II., Wyd. PZITB Oddział w Gliwicach, 2014, 341-441
- [10] Ligęza W., Naprawa i wzmocnianie budynków z wielkiej płyty, XXI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji”, t. II. Wyd. Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Gliwicach, 2006, s. 217-259
- [11] Ligęza W., Płachecki M., Analiza uszkodzeń i możliwości wzmocnienia budynków wielkopłytywowych, V konferencja „Warsztat pracy rzeczoznawcy budowlanego”, Kielce-Ameliówka, 27-29 kwietnia 1999, Kielce, 161-168
- [12] Ligęza W., Płachecki M., Stan zagrożenia i jego likwidacja w konstrukcji budynku wielkopłytywowego, Inżynieria i Budownictwo, 5/2001, str. 285-290
- [13] Ligęza W., Problemy uszkodzeń i napraw budynków z wielkiej płyty, Materiały Budowlane Nr 12/2006, 32-33,36
- [14] Ligęza W., O bezpieczeństwie trójwarstwowych elementów ściennych w budownictwie wielkopłytywowym, Przegląd Budowlany Nr 9/2014, 26-33
- [15] Pająk Z., Analiza przyczyn oderwania się fakturowej warstwy betonowej ściany wielkopłytywowej, Inżynieria i Budownictwo, Nr 2/2010, s.126-128
- [16] Starosolski W., Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych, tom 4, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
- [17] Ściślewski Z., Woyzbun I., Wójtowicz M., Bezpieczeństwo i trwałość zewnętrznych ścian trójwarstwowych; Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytywowych na tle ich aktualnego stanu; Konferencja Mrągowo 3-5 listopada 1999 r. str. 121-136
- [18] Zybura A., Jaśniok T., Zagadnienia remontowe warstwy fakturowej ścian trójwarstwowych, XXI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji”, t. III. Wyd. Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Gliwicach, 2006, s. 287-352