

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Budynki wielkopłytkowe – wymagania podstawowe. Zeszyty 1÷12. Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki. ITB Warszawa 2002/2003
- [2] Posiedzenie Komisji Infrastruktury nr 138 z dn. 08.05.2013 r. Kancelaria Sejmu. Biuro Komisji Sejmowych
- [3] Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. GUS 2013
- [4] Ściślewski Z., Ochrona konstrukcji żelbetowych. Arkady, Warszawa 1999
- [5] Runkiewicz L., Uszkodzenia i zagrożenia budynków wielkopłytkowych a potrzeby ich modernizacji i wzmocnienia. Poradnik inspektora nadzoru, kierownika budowy i inwestora nr 3/2013. WACETOB
- [6] Wierzbicki St., Sieczkowski J., Konstrukcje budynków wielkopłytkowych z punktu widzenia zabezpieczenia przed awarią oraz możliwości ich modernizacji. XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna „Awary Budowlane” Szczecin-Międzyzdroje 2013
- [7] Obwieszczenie Marszałka Sejmu RP z dn. 02.10.2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu: Prawo budowlane, Dz.U. RP z dn. 29.11.2013 r., poz. 1409
- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz.U. z 1999 r. nr 74, poz. 836, zmiana Dz. U. z 2009 nr 2005 r. poz. 1584)
- [9] Wójtowicz M., Możliwość awarii warstwowych ścian zewnętrznych budynków wielkopłytkowych – problem realny czy sensacja medialna. XXV Konferencja Naukowo-Techniczna „Awary Budowlane” Szczecin-Międzyzdroje 2011
- [10] Krentowski J., Tribiřto R., Praktyczne aspekty wzmocnienia zewnętrznych ścian warstwowych. Inżynieria i Budownictwo nr 1/2010
- [11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- [12] Szudrowicz B. Sadowski J., Ochrona przed hałasem i drganiami w budynkach wielkopłytkowych. Konferencja naukowo – techniczna „Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytkowych na tle ich stanu technicznego”. Mrągowo 3-5 listopada 1999
- [13] Podhorecki A. i in., Problematyka dotycząca rewitalizacji budynków wielkopłytkowych. Ogólnopolska konferencja „Problemy techniczno-prawne utrzymania obiektów budowlanych. GUNB Warszawa 2012
- [14] Hoła J., Schabowicz K., Przeglądy obiektów budowlanych jako podstawa oceny ich przydatności do użytkowania. Ogólnopolska konferencja „Problemy techniczno-prawne utrzymania obiektów budowlanych. GUNB Warszawa 2013
- [15] Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania. Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki, ITB nr 447, Warszawa 2009
- [16] Brunarski L., Jaworska K., Prejzner H., Problemy higieniczno-zdrowotne w budynkach wielkopłytkowych, Konferencja naukowo-techniczna „Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytkowych na tle ich aktualnego stanu”, Mrągowo, 3-5 listopad 1999
- [17] Niesłochowski A., Badania higieniczne obiektów budowlanych wykonywane przez ITB w różnych regionach kraju. Materiały Konferencji Naukowo-technicznej „Instytut Techniki Budowlanej wobec aktualnych zadań budownictwa”, Tom 3, ITB, Warszawa 1988
- [18] Obmiński A., Ocena możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest. Poradnik. ITB, Warszawa 2014
- [19] Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt stały ludzi, (MP nr 19, 1996, poz. 231)
- [20] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 1998 r. w sprawie sposobów bezpiecznego użytkowania oraz warunków usuwania wyrobów zawierających azbest, Dz.U. nr 138, poz. 895, (zastąpione obecnie rozporządzeniem z dnia 2 kwietnia 2004 r., Dz.U.
- [21] Ostańska A., Pasternak A., Przykłady dostosowania istniejących budynków wielkopłytkowych do potrzeb osób niepełnosprawnych. Inżynieria i Budownictwo nr 8/2010
- [22] Runkiewicz L., Wzmocnienia konstrukcji przy docieplaniu budynków z wielkiej płyty. Poradnik inspektora nadzoru, kierownika budowy i inwestora nr 7-8/2005. WACETOB

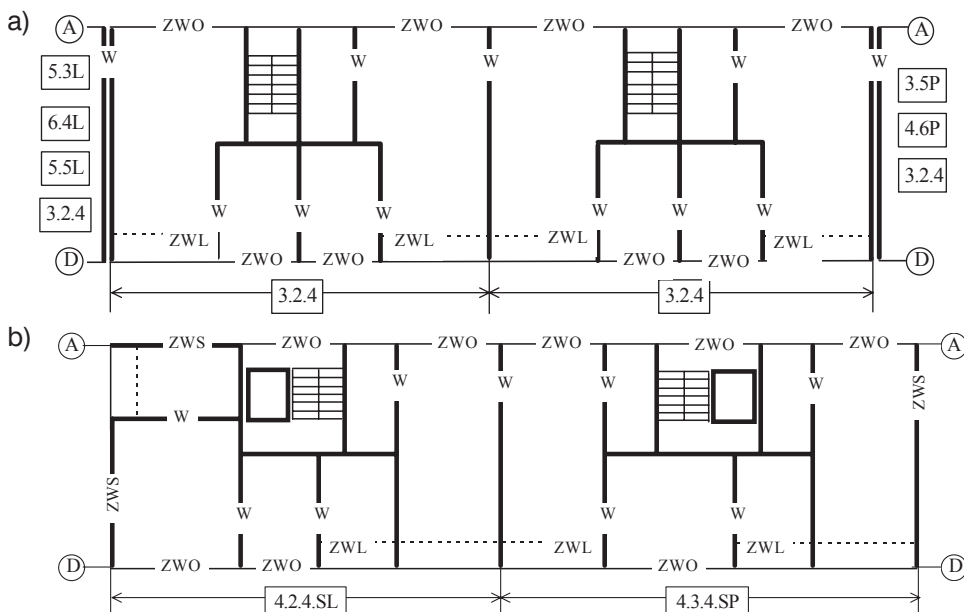
# O bezpieczeństwie trójwarstwowych elementów ściennych w budownictwie wielkopłytkowym

Dr hab. inż. profesor PK Wiesław Ligęza, Politechnika Krakowska

## 1. Wprowadzenie

Stan techniczny wielu budynków wzniesionych metodami przemysłowymi wskazuje, że nie wszystkie zostały wykonane zgodnie z wymaganiami projektowo-technologicznymi. Najstabszymi miejscami w budynkach z „wielkiej płyty” są: a) złącza pionowe pomiędzy ścianami nośnymi oraz ścianami nośnymi i osłonowymi, b) złącza poziome (wieńce), c) połączenie warstwy faktu-

rowej z warstwą nośną prefabrykatów ściennych. Dotyczy to zwłaszcza obiektów zrealizowanych w systemach o wysokim stopniu gotowości budynku bezpośrednio po montażu prefabrykatów, np. W-70, Wk-70. Uszkodzenia w złączach (a, b) są spowodowane najczęściej przez wadliwe wykonawstwo [8, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22]. Systematykę możliwych uszkodzeń w złączach pionowych i poziomych powstałych wskutek wad wykonawczych i ich wpływ na bezpieczeń-

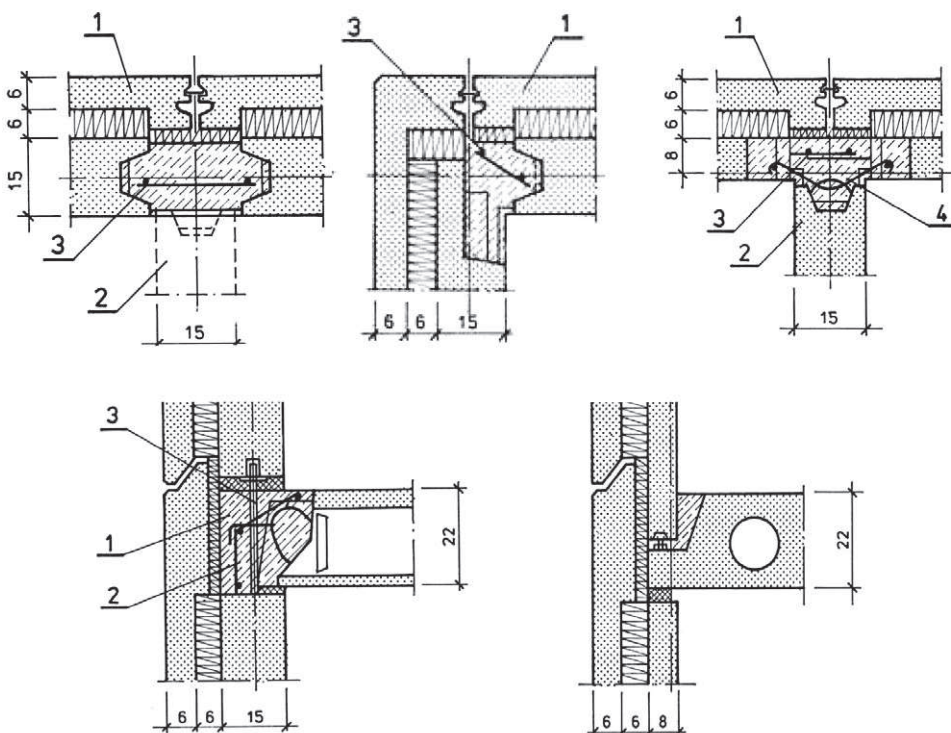


**Rys. 1.**  
Układ ścian:  
a) segmenty środkowe  
budynek wieloklatkowe-  
go 5-kondygnacyjnego,  
b) budynek dwuklatkowy  
11-kondygnacyjny [8]

stwo konstrukcji budynku, metody identyfikacji przyczyn ich powstawania oraz wynikające stąd sposoby napraw i wzmocnień opisano między innymi w pracach [8, 9, 10, 11, 26, 28].

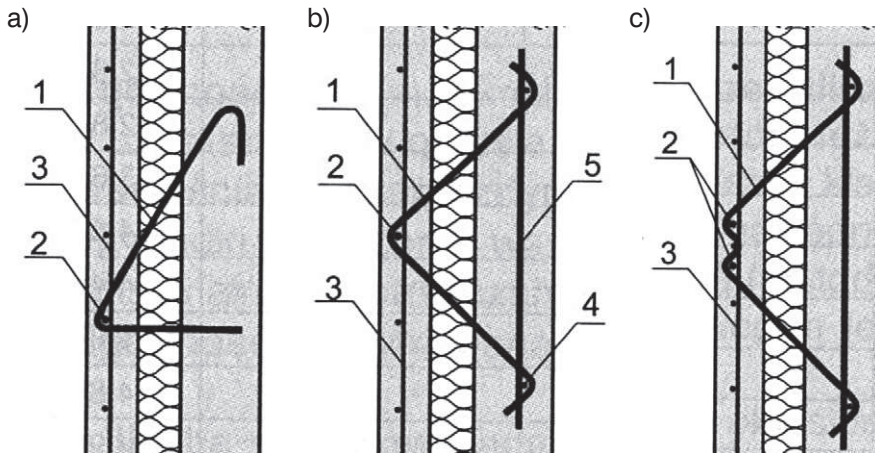
Natomiast analiza uszkodzeń połączenia warstwy fakturowej z warstwą nośną prefabrykatów ściennych (c) wskazuje, że nie są one powiązane z uszkodzeniami w złączach i nie stanowią zagrożenia bezpieczeństwa dla konstrukcji nośnej budynku. Natomiast stwarzają potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa użytkownika wskutek możliwości uszkodzenia warstwy fakturowej, a w skrajnych przypadkach nawet jej odpadanie. Uszkodzenia te są generowane przez wady technologiczne powstałe w zakładzie prefa-

brykacji. Problem ten występuje w budownictwie polskim [11, 25, 27, 3], niemieckim [1, 2]. Wytyczne działań w tym zakresie przedstawiono m.in. w Poradnikach ITB [7, 27]. Występujące i potencjalne uszkodzenia warstwy fakturowej należy analizować w kontekście budowy trójwarstwowych elementów ściennych, które tworzą konstrukcję budynku. Konstrukcją nośną pionową budynku wielokopłytowego tworzą prefabrykowane ściany poprzeczne i lokalnie podłużne, które jednocześnie stanowią usztywnienie oraz podłużne ściany osłonowe (rys. 1). W systemowym budownictwie wielkopłytowym stosowano dwa rodzaje wielkowymiarowych prefabrykatów ściennych:



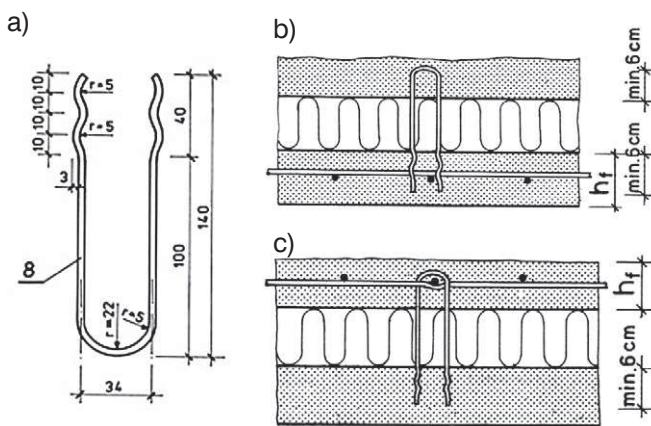
**Rys. 2.**  
Złącza pionowe ścian zewnętrznych (W-70):  
a) złącze ścian nośnych ZWS+ZWS (1 – ściana ZWS, 2 – ściana W, 3 – zbrojenie), b) złącze ścian osłonowych (1 – ściana ZWO, 2 – ściana W, 3 – siatka zbrojenia pionowego, 4 – klamry) [3]

**Rys. 3.**  
Złącza poziome ścian zewnętrznych (W-70): a) złącze ścian szczytowych ZWS i stropu, b) złącze ścian osłonowych ZWO i stropu (1 – beton, 2 – siatka zbrojenia poziomego, 3 – śruba rektyfikacyjna) [3]

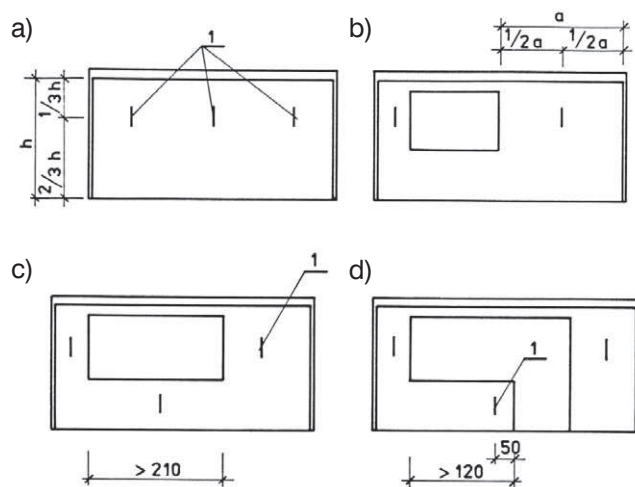


**Rys. 4.**  
Połączenia między warstwą nośną a warstwą fakturową: a) wieszak z ukośnym ramieniem rozciągającym, b) wieszak „jednogarbny”, c) wieszak „dwugarbny”: 1) wieszak, 2) przetyczka kotwiąca wieszak w warstwie fakturowej, 3) siatka zbrojeniowa warstwy fakturowej, 4) pręt kotwiący wieszak w warstwie nośnej. Przykładowe rozmieszczenie wieszaków pokazano na rysunku 7 i 8

a) prefabrykowane elementy ścienne jednowarstwowe (jednomateriałowe) z betonu zwykłego jako ściany nośne wewnętrzne (W),  
b) betonowe prefabrykowane ściany trójwarstwowe z wewnętrzną warstwą izolacyjną jako ściany nośne zewnętrzne (ZWS) i osłonowe (ZWO).



**Rys. 5.** Szpilki według katalogu „Metalplastu” [6]: a) szpilka, b) faktura od góry, c) faktura od dołu; przykładowe rozmieszczenie szpilek pokazano na rysunku 9 i 10



**Rys. 6.** Zasady rozmieszczania wieszaków według instrukcji [19], 1 – wieszak

Ściany zewnętrzne nośne i osłonowe kształtowano z trzech warstw:

- wewnętrznej betonowej warstwy nośnej zbrojonej konstrukcyjnie na obwodzie i wokół otworów, np. w systemie W-70 i Wk-70 o grubości 15 cm (ściany zewnętrzne nośne ZWS) i 8 cm (ściany osłonowe ZWO),
- warstwy izolacyjnej z wełny mineralnej lub styropianu o grubości 6 cm,
- zewnętrznej warstwy fakturowej wykonanej z betonu zbrojonego o grubości 6 cm (ściany ZWS i ZWO).

Zasady umonolitycznienia elementów prefabrykowanych są podobne we wszystkich systemach budownictwa wielkopłytowego. W złączach pionowych i poziomych umonolitycznione są tylko warstwy nośne prefabrykatów, a warstwy fakturowe w ścianach nośnych ZWS i osłonowych ZWO są zdylatowane (rys. 2 i 3).

Połączenie warstw w ścianach nośnych ZWS i osłonowych ZWO realizowano za pomocą wiotkich łączników z prętów stalowych zakotwionych w warstwie fakturowej i warstwie nośnej – wieszaki (rys. 4) oraz szpilki (rys. 5).

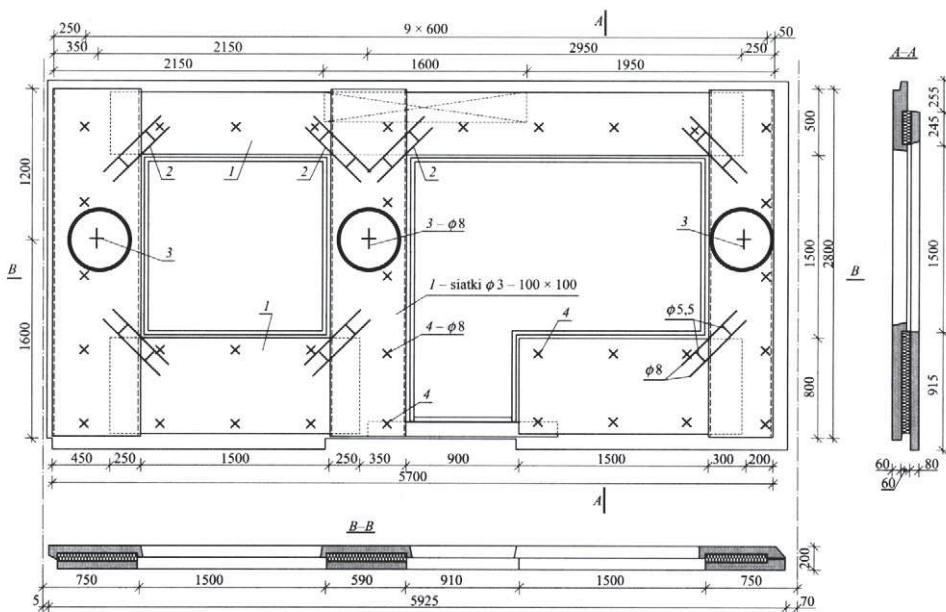
Wytyczne obliczeń statyczno-wytrzymałościowych wieszaków o kształcie zbliżonym do trójkąta równoramiennego oraz dwuramiennych szpilek są zamieszczone w instrukcji [5]. Obliczenia obejmują sprawdzenie:

- a) nośności ramion wieszaków ze względu na wyoboczenie gięte ze zginaniem pod wpływem łącznego obciążenia ciężarem własnym warstwy fakturowej i izolacyjnej oraz oddziaływań termicznych,
- b) nośności zakotwień wieszaków i szpilek na wrywanie z betonu składową poziomą od ciężaru warstwy fakturowej, ssaniem wiatru oraz siłami przyssania do formy podczas produkcji.

Należy zaznaczyć, że w obliczeniach nośności łączników nie było uwzględniane występujące obecnie dodatkowe obciążenie ciężarem warstw ocieplenia budynku.

Wieszaki (rys. 4a), stosowane od lat 60. aż do połowy lat 80., miały być wykonane ze stali nierdzewnej o średnicy wynikającej z obliczeń ( $\varnothing$  6-8 mm), ale jednocześnie z uwagi na trudności z uzyskaniem stali nierdzewnych dopuszczono stosowanie wieszaków ze stali zwykłej (zabezpieczonej odpowiednio przed korozją) o średnicy przynajmniej o 2-4 mm większej. Od 1982 r. zalecono stosowanie





**Rys. 7.**  
Zbrojenie warstwy fakturowej ściany osłonowej ZWO (system Wk-70); 1 – siatki zbrojeniowe warstwy fakturowej, 2 – drabinki w narożach otworów, 3 – wieszaki łączące warstwę fakturową i nośną, 4 – szpilki łączące warstwę fakturową i nośną [23]

wieszaków  $\phi$  8 mm tylko ze stali nierdzewnej (H13N4G9, 1H17N4G9, OH17N4G8) dostosowanych do ścian o różnych grubościach warstw oraz zróżnicowanych technologiach produkcji: warstwą fakturową do góry (rys. 4b), warstwą fakturową zarówno do góry, jak i do dołu (rys. 4c). W przypadku elementów produkowanych fakturą do góry uznawano, że stosowanie wieszaków dwugarbnych jest nieuzasadnione ekonomicznie [19]. Analiza kolejnych przepisów w zakresie gatunków stali dopuszczalnych do wykonania wieszaków, przedstawiona w pracy [3], wskazuje, że praktycznie zawsze dopuszczano „za zgodą projektanta” możliwość „stosowania wieszaków ze stali zwykłych odpowiednio zabezpieczonych przed korozją”. Liczba i rozmieszczenie wieszaków w ścianie (rys. 6) miały gwarantować nośność wystarczającą do bezpiecznego przenoszenia ciężaru warstwy fakturowej na wewnętrzną warstwę nośną przy jednoczesnym zachowaniu swobody odkształceń skurczowych oraz termicznych pod wpływem temperatury w warstwie zewnętrznej, narażonej na bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych. Minimalna liczba wieszaków w ścianie ustalona była na 2 sztuki. Właściwą liczbę wieszaków należało określić obliczeniowo, jednocześnie biorąc pod uwagę zalecenia i wytyczne w projektowaniu zbrojenia płyt warstwowych, zawarte w instrukcji COBPOB [19]. W ścianach ZWO (z otworami okiennymi i drzwiowymi) wieszaki zalecano rozmieszczać [za 3]:

- w każdym polu (filarku) wydzielonym przez otwory okienne (rys. 6b),

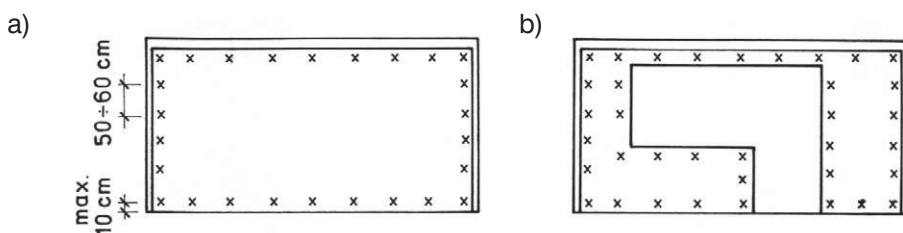
- w podokiennikach o długości przekraczającej 2,10 m (rys. 6c),
- na podokiennikach „wspornikowych” (występujących przy otworach drzwiowych) o wysięgu przekraczającym 1,20 m (rys. 6d).

Przy produkcji płyt fakturą do dołu w podokiennikach obu typów instrukcja [19] zalecała zwiększenie liczby wieszaków w każdym z podokienników (rys. 6c i 6d) do dwóch sztuk.

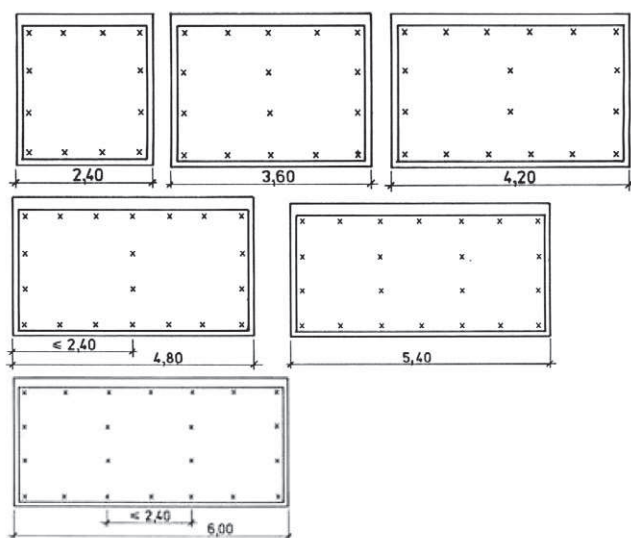
Kryteria rozmieszczania wieszaków nie zawsze były spełniane, np. w rozwiązaniu podanym na rysunku 7 nie zastosowano wieszaków na podokiennikach „wspornikowych” (występujących przy otworach drzwiowych) o wysięgu przekraczającym 1,20 m.

Szpilki z drutu o średnicy 3,0-4,5 mm (rys. 5), usytuowane obwodowo w ścianie warstwowej (rys. 8), spełniły funkcję stabilizującą dla warstwy fakturowej oraz przenosiły obciążenia od ssania wiatru. Od roku 1982 instrukcja [19] określała zasady rozmieszczania szpilek w sposób przedstawiony na rysunku 8.

Kolejna nowelizacja przepisów [4] w 1990 roku wprowadziła zalecenie, aby szpilki rozmieszczane były nie tylko wzdłuż wszystkich krawędzi, ale także w środkowej partii płyty, jeśli odległości między szpilkami przekraczają 2,4 m, zalecono także umieszczenie 1,5 szpilki na 1 m<sup>2</sup>, przy czym odległość między wewnętrznymi szpilkami nie powinna przekraczać 80-90 cm (rys. 9) [za 3].



**Rys. 8.**  
Wymagany sposób rozmieszczenia szpilek na obwodzie prefabrykatu: a) ściana nośna ZWS, b) ściana osłonowa ZWO (z otworami) [19]



**Rys. 9.** Przykłady rozmieszczenia szpilek wewnętrznych według instrukcji [4]

## 2. Bezpieczeństwo warstwy fakturowej w świetle wad połączenia z warstwą nośną

Bezpieczeństwo warstwy zewnętrznej (fakturowej) należy rozważać w kontekście jej schematu statycznego i działających obciążeń. W założeniach projektowych stanowiła ona element tarczowo-płytowy zawieszony punktowo na tarczy warstwy nośnej ścian ZWS lub ZWO za pomocą łączników (wieszaki i szpilki metalowe) i obciążony w płaszczyźnie ciężarem własnym, obciążeniami termicznymi (insolacja słoneczna) oraz prostopadłym obciążeniem od wiatru. Obecnie po wykonaniu ocieplenia jest ona dodatkowo obciążona jego ciężarem. Zatem statycznie najbardziej wrażliwym elementem tej konstrukcji są łączniki.



**Rys. 10.** Przykłady charakterystycznych zarysowań w warstwie fakturowej: a) ściany osłonowe ZWO, fot. Inwestbud b) ściany nośne ZWS, fot. <http://www.goluszka.pl>

Doświadczenia eksploatacyjne wykazują, że niejednokrotnie w warstwie fakturowej występują zarysowania (rys. 10), które są charakterystyczne dla rys wywołanych odkształceniami termicznymi i skurczowymi wskutek niewłaściwej pielęgnacji prefabrykatu (rys. 11) [2]. Nie można wykluczyć, że dodatkową przyczyną zarysowań zilustrowanych na rysunku 10 są wadliwie zamontowane wieszaki (rys. 12 i 13) oraz szpilki (rys. 14), niezgodne z zasadami konstrukcyjnymi – złe zakotwienie i brak przetyczek kotwiących wieszaków w warstwie fakturowej lub niewłaściwe ich usytuowanie.

W skrajnych przypadkach dochodzi do lokalnych awarii (rys. 15) wskutek wyrwania lub zerwania się wieszaków. W oderwanej warstwie fakturowej istotna jest wada prefabrykatu polegająca na dużych nierównościach wewnętrznej powierzchni oraz betonowych „rdzeniach” powstałych wskutek rozsunięcia się płyt izolacyjnych w czasie betonowania. Skutkuje to powstaniem mostków i zmniejszeniem izolacyjności ściany, co wielokrotnie jest widoczne w badaniach termowizyjnych. Przedstawione powyżej wybrane przykłady zidentyfikowanych wad w połączeniu warstwy zewnętrznej (fakturowej) z warstwą nośną oraz wyniki innych badań, np. [29, 30], potwierdzają, że potencjalnie zagrożenie bezpieczeństwa stwarzają [23]:

- brak zakotwienia wieszaków w betonie warstwy fakturowej,
- brak prętów kotwiących lub niezgodna ich średnica albo usytuowanie,
- pochylenia wieszaków w pionie lub nawet (spordycznie) pominięcie założenia wieszaków,
- nadmierna (kilkakrotnie) liczba wieszaków w płycie, co ograniczało swobodę odkształceń warstwy fakturowej,
- zakładanie wieszaków w produkcji po ułożeniu warstwy izolacji termicznej, co nie zapewniało im zakotwienia i uszkadzało izolację,
- zaniżona grubość otuliny (w ok. 1/4 badanych płyt),
- nieprawidłowe założenie szpilek (często szpilki nie były nanizane łukiem za siatkę warstwy fakturowej albo zbyt płytko i nieprostopadle do płyty zakotwione częścią sfalowaną),
- korozja i pęknięcia międzykrystaliczne prętów wieszaków.

Z powyższego wynika, że 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), że wykonanie elementów warstwowych było na niskim poziomie, co generowało przyczyny wyżej opisanych wad, z drugiej strony nie znamy ich rodzaju i zakresu, jakie mogą wystąpić w indywidualnym elemencie. Dowiadujemy się o tym „przypadkowo” przy okazji wykonywania ekspertyz. Obecnie podstawowy problem stanowią odpowiedzi na pytania: jakie jest rzeczywiste zagrożenie bezpieczeństwa dla warstwy fakturowej spowodowane wadami produkcyjnymi, czy należy je oceniać przez badania inwazyjne (nieinwazyjne) w każdym budynku (zespole budynków), a następnie statystycznie prognozować rodzaje wad i stopień zagrożenia? Należy także mieć świadomość tego, że badania każdej płyty są nierealne ze względów technicznych i ekonomicznych. Stąd może właściwym jest rezygnacja z identyfikacji wad

Przedstawione powyżej wybrane przykłady zidentyfikowanych wad w połączeniu warstwy zewnętrznej (fakturowej) z warstwą nośną oraz wyniki innych badań, np. [29, 30], potwierdzają, że potencjalnie zagrożenie bezpieczeństwa stwarzają [23]:

– brak zakotwienia wieszaków w betonie warstwy fakturowej,

– brak prętów kotwiących lub niezgodna ich średnica albo usytuowanie,

– pochylenia wieszaków w pionie lub nawet (spordycznie) pominięcie założenia wieszaków,

– nadmierna (kilkakrotnie) liczba wieszaków w płycie, co ograniczało swobodę odkształceń warstwy fakturowej,

– zakładanie wieszaków w produkcji po ułożeniu warstwy izolacji termicznej, co nie zapewniało im zakotwienia i uszkadzało izolację,

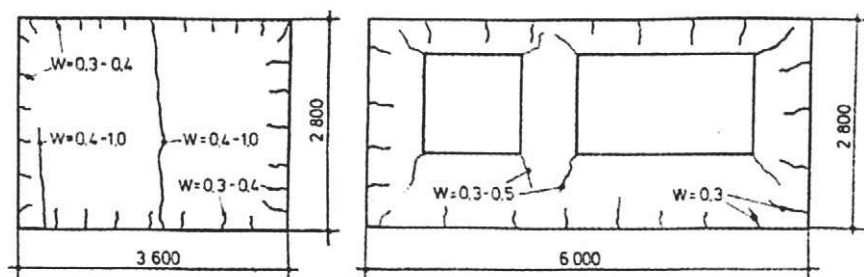
– zaniżona grubość otuliny (w ok. 1/4 badanych płyt),

– nieprawidłowe założenie szpilek (często szpilki nie były nanizane łukiem za siatkę warstwy fakturowej albo zbyt płytko i nieprostopadle do płyty zakotwione częścią sfalowaną),

– korozja i pęknięcia międzykrystaliczne prętów wieszaków.

Z powyższego wynika, że 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), że wykonanie elementów warstwowych było na niskim poziomie, co generowało przyczyny wyżej opisanych wad, z drugiej strony nie znamy ich rodzaju i zakresu, jakie mogą wystąpić w indywidualnym elemencie. Dowiadujemy się o tym „przypadkowo” przy okazji wykonywania ekspertyz. Obecnie podstawowy problem stanowią odpowiedzi na pytania: jakie jest rzeczywiste zagrożenie bezpieczeństwa dla warstwy fakturowej spowodowane wadami produkcyjnymi, czy należy je oceniać przez badania inwazyjne (nieinwazyjne) w każdym budynku (zespole budynków), a następnie statystycznie prognozować rodzaje wad i stopień zagrożenia? Należy także mieć świadomość tego, że badania każdej płyty są nierealne ze względów technicznych i ekonomicznych. Stąd może właściwym jest rezygnacja z identyfikacji wad





**Rys. 11.**  
Przykładowe zarysowania  
w warstwie fakturowej  
w budynkach wielopłytkowych  
wg badań niemieckich [2]

połączenia warstwy fakturowej z warstwą nośną i zdecydowanie, że warstwy fakturowe należy obligatoryjnie wzmocnić przed ociepleniem budynku (a może warstwy te usunąć i wykonywać ocieplenie na warstwie nośnej?). Niewątpliwym jest, że kierunki każdych działań powinny być rozważane jednocześnie z uwzględnieniem skutków ekonomicznych.

Spośród wielu przyczyn występowania wad w połączeniu warstwy fakturowej, wymienionych powyżej, skutkujących zagrożeniem bezpieczeństwa, istotnym jest także realne zagrożenie korozją wieszaków i szpilek. Ilustruje to analiza obliczeniowa przedstawiona m.in. w pracy [11], gdzie przedstawiono uproszczoną analizę nośności wieszaków dla trzech rodzajów elementów ściennych wykonanych w systemie W-70:

- ściana o wymiarach 3,0 m x 2,8 m, bez otworu okiennego, dwa wieszaki,
- ściana o wymiarach 4,8 m x 2,8 m, z otworem okiennym o wymiarach 1,5 m x 1,2 m, trzy wieszaki,
- ściana o wymiarach 6,0 m x 2,8 m, z dwoma otworami okiennymi, trzy wieszaki.

W obliczeniach założono, że:

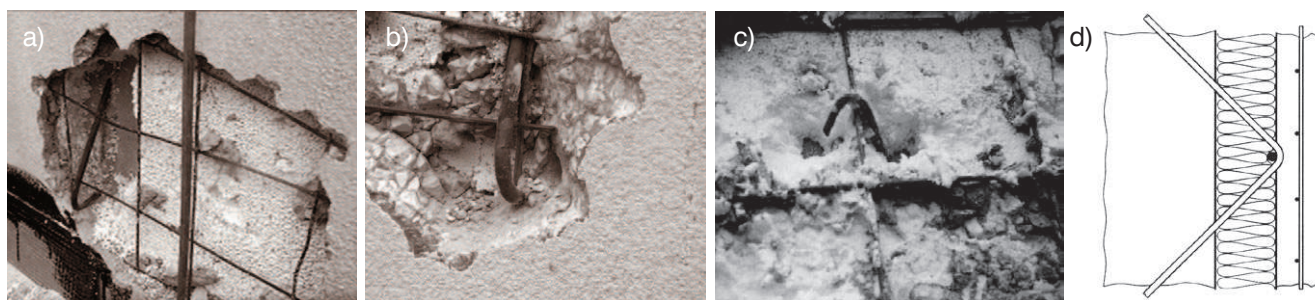
- warstwa fakturowa jest nieuszkodzona, grubości warstw oraz liczba i lokalizacja wieszaków jest zgodna z założeniami systemu,
- model wieszaków jest zgodny z założeniami systemu,
- założono ocieplenie – 15 cm styropianu + warstwy klejowo-tynkarskie (system BSO),
- każdy wieszak przejmuje obciążenie pochodzące od warstwy fakturowej, warstw związanych z ociepleniem oraz wiatru (nie uwzględniono obciążeń termicznych),
- w każdym elemencie, z uwagi na występowanie szpilek założono redukcję obciążenia wieszaka (przyjęto,

że liczba oraz średnica szpilek odpowiada założeniom projektowym).

W analizach przyjęto, że „zmiennymi” są średnica wieszaka (6, 8 i 9 mm) oraz trzy gatunki stali: St3SX (Re = 190 MPa), 0H18N9 (Re = 235 MPa) jako stale powszechnie stosowane w zakładach prefabrykacji oraz dla porównania stal RB500W (Re = 500 MPa), obecnie stosowaną w budownictwie.

Wyniki analizy obliczeniowej, przedstawione w pracy [11], wskazują, że dla wieszaków ze stali o średnicy 8 mm i minimalnej granicy plastyczności 235 MPa, czyli stali zalecanej i najczęściej stosowanej w systemach wielopłytkowych, przy obecnie obowiązujących normach, w większości wieszaków płyt osłonowych ZWO nośność nie została przekroczona, jedynie w płytach o wymiarach 3,0 x 2,8 m i 4,8 x 2,8 m nośność pręta ukośnego została przekroczona około 10%. Jedyna niebezpieczna sytuacja wystąpiła w płycie o wymiarach 6,0 x 2,8 m – w tym przypadku przekroczenie nośności nastąpiło na pręcie wewnętrznym i wynosiło około 25%.

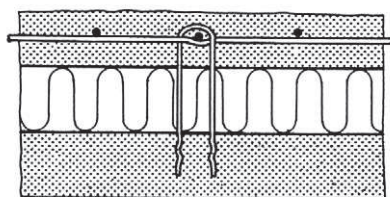
Odmienna sytuacja występuje w elementach ściennych, w których została użyta stal niższego gatunku, o minimalnej granicy plastyczności 190 MPa. Wówczas praktycznie w każdym wieszaku następuje przekroczenie dopuszczalnych naprężeń, w niektórych przypadkach nawet o około 50%. Podobna sytuacja występuje w przypadku redukcji średnicy pręta do  $\varnothing 6$  mm (efekt korozji). Różnica 2 mm pomiędzy prętem  $\varnothing 8$  mm a  $\varnothing 6$  mm powoduje spadek nośności o ponad 50%, a niektórych przypadkach nawet o 100%. Ponadto, jednoczesna zmiana średnicy i klasy stali powoduje ponad dwukrotne przekroczenie naprężeń. Wyniki te wskazują, jak ważna jest ocena średnicy wieszaka i gatunku stali użytej do jego wytworzenia. Na podstawie tych parametrów, przy oce-



**Rys. 12.** Przykłady wadliwie zamontowanych wieszaków trójkątnych: a) fot. [24], b) fot. [fot. Inwstbud], c) fot. J. Dębowski, d) brak zakotwienia wieszaka w warstwie fakturowej – autor [23] był świadkiem produkcji takich płyt



**Rys. 13.**  
Przykłady wadliwego  
zamontowania wieszaków  
dwugarbnych  
[fot. Inwstbud]



**Rys. 14.**  
Wadliwie zamontowana szpilka w  
płycie betonowa-  
nej fakturą do dołu  
[fot. Inwstbud]



nie stanu technicznego warstwy fakturowej, możliwa jest decyzja o konieczności wykonywania wzmocnień. Z powyższych analiz wynika także, że zwiększenie średnicy wieszaka o 1 mm (pręty  $\varnothing 9$  mm spotykane są w niektórych elementach ściennych), zapewnia wymagany stopień bezpieczeństwa konstrukcji.

Wyniki analizy obliczeniowej wskazują także, że największy problem stanowią ściany osłonowe ZWO o wymiarach 6,0 m x 2,8 m z dwoma otworami okiennymi oraz wszystkie ściany pełne ZWS. Nawet w przypadku elementów ściennych, wykonanych zgodnie z założeniami projektanta, nośność środkowego wieszaka o średnicy 8 mm ze stali St3SX jest przekroczona. Zatem w niektórych elementach wskazane jest wykonanie wzmocnie-

nia warstwy fakturowej przez wykonanie dodatkowych kotwieni. Należy nadmienić, że obecnie dysponujemy możliwością określenia, w sposób bezinwazyjny, średnic stali zbrojeniowej – niestety nie mamy takiej możliwości, co do identyfikacji jej gatunku.

W przedstawionych rozważaniach istotne jest, że w analizach przyjęto prawidłową lokalizację wieszaków, a ponadto brak jakichkolwiek uszkodzeń płyt w postaci rys i pęknięć. Przykłady uszkodzeń (rys. 10) wskazują, że założenia te nie są do końca poprawne. Zarysowania drastycznie zmieniają rozdział obciążenia przypadający na poszczególne wieszaki, a co za tym idzie powodują znaczne różnice w ich wyężeniu.

### 3. Podsumowanie

Dotychczasowe oceny stanu technicznego i przeprowadzone badania wskazują jednoznacznie, że należy liczyć się z prefabrykatami ściennymi, w których występują wady wykonawcze powstałe w procesie ich produkcji. Spośród wielu przyczyn występowania wad w połączeniu warstwy fakturowej istotnym jest także realne zagrożenie korozją wieszaków, które wpływa na bezpieczeństwo nawet w prefabrykatkach ściennych bez wad wykonawczych. Wady te zagrażają bezpieczeństwu mienia i ludzi w postaci odpadania warstwy fakturowej. Zagrożenie to potęguje się w przypadku zwiększenia obciążenia warstwy fakturowej po ociepleniu budynku. Obecnie podstawowym problemem jest udzielenie odpowiedzi na pytania:

- jakie jest rzeczywiste zagrożenie bezpieczeństwa dla warstwy fakturowej w budynkach wielopłytowych?
- czy realne są badania inwazyjne (nieinwazyjne) dla określenia wad w połączeniu warstwy fakturowej z warstwą nośną dla każdego budynku (zespołu budynków), a następnie statystyczne prognozowanie stopnia zagrożenia?



**Rys. 15.** Widok ścian szczytowych ZWS po oderwaniu się warstwy fakturowej: a) wg [24], b) wg [16], b2) widok wewnętrznej powierzchni oderwanej warstwy fakturowej po usunięciu izolacji z wełny mineralnej, b3) zerwane pręty wieszaka zakotwione w warstwie fakturowej



Rozważając ten problem, należy mieć świadomość tego, że ocena bezpieczeństwa warstwy fakturowej powinna dotyczyć każdej płyty ściennej, bowiem statystycznie obok elementu ściennego bez wad mogą znajdować się elementy z wadami. Wskazują na to opisane przypadki jednostkowego oderwania się warstwy fakturowej. Zatem jak ocenić, w którym prefabrykacie oderwie się następna warstwa fakturowa, gdy najłabsze miejsce, połączenie warstwy fakturowej z warstwą nośną, jest niewidoczne? Badanie każdej płyty, zdaniem autora, jest nierealne ze względów technicznych i ekonomicznych. Czy pomysłodawcy oceny bezpieczeństwa warstwy fakturowej na podstawie badania nieinwazyjnego (bliżej nieokreślonego) są świadomi tego, że w budynku jest kilkaset elementów ściennych znajdujących się na różnych wysokościach? Stąd może właściwym jest rezygnacja z identyfikacji wad połączenia warstwy fakturowej z warstwą nośną i zadecydowanie, że warstwy fakturowe należy obligatoryjnie wzmocnić przed ociepleniem budynku [11], a może warstwy te usunąć i wykonywać ocieplenie na warstwie nośnej? Niewątpliwym jest, że kierunki każdego działania powinny być rozważane jednocześnie z uwzględnieniem skutków ekonomicznych.

**BIBLIOGRAFIA**

[1] Cziesielski E., Fouad N., Assessment of the Stability of the Weather-Exposed Facings of Sandwich Panels in the new German Federal States, Concrete Precasting Plant and Technology, ISSUE 5/1993, 52-68

[2] Cziesielski E., Fouad N. A., German experiences during rehabilitation of external sandwich walls of large panel buildings, w: Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytych na tle ich aktualnego stanu (red.) L. A. Brunarski, St. M. Wierzbicki, Konferencja Naukowo-Techniczna ITB, Mrągowo, 1999, 137-153

[3] Dzierżewicz Z., Starosolski W., Systemy budownictwa wielkopłytych w Polsce w latach 1970-1985. Przegląd rozwiązań materiałowych, technologicznych i konstrukcyjnych, Wydawnictwo Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2010

[4] Henclewski T., Pogorzelski A., Nowelizacja Instrukcji wykonywania połączeń w prefabrykacie betonowych ścian warstwowych dla budownictwa mieszkaniowego, COBPBO, Warszawa 1990

[5] Instrukcja wykonania połączeń warstw w prefabrykowanych betonowych ścianach dla budownictwa mieszkaniowego, COBPBO-COBRBP CEBET, Warszawa 1982

[6] Katalog elementów konstrukcyjnych zbrojeń produkowanych przez „Metalplast” przeznaczonych dla budownictwa z elementów prefabrykowanych betonowych, Poznań 1980, wraz z uzupełnieniem z 1983 r

[7] Konieczny K., Dodatkowe połączenia warstwy fakturowej z warstwą konstrukcyjną wielkopłytych ścian zewnętrznych, ITB Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki nr 374/2002, Warszawa 2002

[8] Ligęza W., Naprawa i wzmocnianie budynków z wielkiej płyty, XXI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji”, t. II. Wyd. PZITB Oddział w Gliwicach, 2006, 217-259

[9] Ligęza W., Dębowski J., Identyfikacja uszkodzeń elementów wielkopłytych w aspekcie oceny bezpieczeństwa eksploatacyjnego budynku, w: Zapobieganie, diagnostyka, naprawy, rekonstrukcje, XXIII Konferencja naukowo-techniczna „Awary budowlane”, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2007, 741-748

[10] Ligęza W., Dębowski J., Wpływ wzmocnień budynków wielkopłytych na lokalną zmianę izolacyjności ściany, Czasopismo Techniczne, Nr 1-B/2009, 147-155

[11] Ligęza W., Dębowski J., Nowak-Dzieszczo K., Rojewska-Warchał M., Zagadnienia remontowe i modernizacyjne w budynkach z „Wielkiej Płyty”, XXIX Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Wyd. PZITB Oddział w Gliwicach, 2014, str. 102

[12] Ligęza W., Płachecki M., Analiza uszkodzeń i możliwości wzmocnienia budynków wielkopłytych, V konferencja „Warsztat pracy rzeczoznawcy budowlanego”, Kielce-Ameliówka, 1999, 161-168

[13] Ligęza W., Płachecki M., Uszkodzenia złączy w ścianach osłonowych budynków wielkopłytych, Inżynieria i Budownictwo Nr 4-5/2000, 204-208

[14] Ligęza W., Płachecki M., Stan techniczny konstrukcji budynków wielkopłytych a ich termomodernizacja, w: Budownictwo i inżynieria środowiska, Zeszyty Naukowe Nr 235. ATR w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2001, 143-158

[15] Ligęza W., Płachecki M., Stan zagrożenia i jego likwidacja w konstrukcji budynku wielkopłytych, Inżynieria i Budownictwo, 5/2001, 285-290

[16] Pająk Z., Analiza przyczyn oderwania się fakturowej warstwy betonowej ściany wielkopłytych, Inżynieria i Budownictwo, Nr 2/2010, 126-128

[17] Pająk Z., Józwiak I. Buczek T., Awaryjny stan konstrukcji budynków systemu W-70, Przegląd Budowlany Nr 3/1994, str. 9-11

[18] Płoński Wł., Problemy trwałości i termomodernizacji budynków wielkopłytych, Przegląd Budowlany Nr 6/1998, 12-14

[19] Pogorzelski A., Instrukcja wykonywania połączeń w prefabrykach betonowych ścian warstwowych dla budownictwa mieszkaniowego, Centralny Ośrodek Badawczo-Projektowy Budownictwa Ogólnego, Warszawa 1982

[20] Runkiewicz L., Szymański J., Uszkodzenia i zagrożenia występujące w budynkach mieszkalnych wielkopłytych, V konferencja „Warsztat pracy rzeczoznawcy budowlanego”, Kielce-Ameliówka, 1999, 225-243

[21] Runkiewicz L., Błędy i uszkodzenia w budownictwie wielkopłytych, w: Błędy i uszkodzenia budowlane oraz ich usuwanie, WEKA 2000

[22] Starosolski W., Wady przegród zewnętrznych budynków (orzeczenia techniczne), Przegląd Budowlany Nr 3/1994, 4-6

[23] Starosolski W., Konstrukcje żelbetowe według Eurokodu 2 i norm związanych, t. 4, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012

[24] Staszalek K., Problemy wzmocnień wielkiej płyty przed termomodernizacją, Inżynier Budownictwa, Nr 1/2013, 86-88

[25] Ściślewski Z., Woyzbun I., Wójtowicz M., Bezpieczeństwo i trwałość zewnętrznych ścian trójwarstwowych, w: Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytych na tle ich aktualnego stanu (red.) L. A. Brunarski, St. M. Wierzbicki, Konferencja Naukowo-Techniczna ITB, Mrągowo, 1999, 121-136

[26] Wierzbicki S. M., Sieczkowski J., Bezpieczeństwo konstrukcji budynków wielkopłytych, Inżynieria i Budownictwo, Nr 9/2013, 473-478

[27] Woyzbun I., Wójtowicz M., Metodyka oceny stanu technicznego wielkopłytych warstwowych ścian zewnętrznych, ITB, Seria: instrukcje, wytyczne, poradniki nr 374/2002, Warszawa 2002

[28] Wójtowicz M., Możaryn T., Stan techniczny złączy i prefabrykatów budynku wielkopłytych po 40 latach eksploatacji, XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna „Awary Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje 2013, 889-896

[29] Wójtowicz M., Woyzbun I., Wady i usterki zakotwienia wieszaków w warstwowych betonowych płytach ściennych, VI Konferencja Naukowo-Techniczna „Problemy Rzeczoznawstwa Budowlanego –Warsztat Pracy”, Cedzynia k. Kielc, 2000

[30] Wójtowicz M., Woyzbun I., Szummer A., Zagrożenie wieszaków w płytach ściennych spowodowane korozją naprężeniową, III Konferencja Naukowo-Techniczna, Zagadnienia Materiałowe w Inżynierii Ładowej MATBUD 2000, Politechnika Krakowska, Kraków 2000

[31] Zybura A., Jaśniok T., Zagadnienia remontowe warstwy fakturowej ścian trójwarstwowych, XXI Ogólnopolska Konferencja „Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji”, t. III. Wyd. PZITB Oddział w Gliwicach, 2006, 287-352