



STANISŁAW FIC, *stfic@wp.pl*

DANUTA BARNAT-HUNEK, *d.barnat-hunek@pollub.pl*

Politechnika Lubelska

PROBLEMY EKSPLOATACJI MIESZKALNYCH BUDYNKÓW WIELKOPLYTOWYCH ZE ŚCIANĄ OSŁONOWĄ SCALONĄ

PREFABRICATED RESIDENTIAL BUILDINGS WITH INTEGRATED AAC PANEL WALLS PROBLEMS OF OPERATION PHASE

Streszczenie Coraz częstsze problemy techniczne i eksploatacyjne budynków z wielkiej płyty w osiedlach mieszkaniowych wymagają wprowadzenia nowych rozwiązań i skomplikowanych napraw zapewniających ich bezpieczną eksploatację. W referacie przedstawiono analizę powstawania różnych płyt osłonowych scalonych GWO w budynkach wielkopłytowych na przykładzie obiektów miasta Lublin. Omówiono przeprowadzoną diagnostykę płyt, analizę wyników badań laboratoryjnych oraz określono ich przydatność do dalszej eksploatacji. W analizowanych przypadkach zaproponowano wzmocnienie płyt za pomocą stalowych ściągów z powodu braku możliwości wymiany uszkodzonych elementów budynku.

Abstract Growing technical problems of maintenance of precast concrete housing stock result in search for efficient repair methods. The paper analyses the effects of flaws in design concept and assembly accuracy of integrated autoclaved aerated concrete (AAC) panel walls, type GWO, used as curtain walls in a system of precast concrete housing blocks erected in Lublin. The results of *in-situ* observations and laboratory tests of the panel walls have been described, and opinion on further use of these elements has been presented. As, in the analysed case, there is no possibility to replace damaged elements, additional reinforcement with steel tendons has been proposed as a repair measure.

1. Wstęp

Realizowane od lat 70.÷90. ubiegłego stulecia budynki mieszkalne w systemie wielkopłytowym W-70 odznaczały się dość skomplikowanymi procesami zarówno na etapie produkcji w Fabrykach Domów (kombinatach budowlanych), jak też w czasie montażu na obiektach. Te skomplikowane procesy były przyczyną powstawania wielu wad we wznoszonych i eksploatowanych budynkach, głównie z powodu niedotrzymywania reżimów technologicznych. Na przestrzeni lat system był modyfikowany i przeprojektowywany. Wprowadzone zmiany dotyczyły głównie produkcji i późniejszej eksploatacji ścian osłonowych w budynkach. Dodatkowo wymuszony montaż płyt przez rektyfikację na śrubach, trudności w wykonywaniu węzłów łączących poszczególne prefabrykaty były podstawą do opracowania i wdrożenia w Polsce Wschodniej tzw. osłonowej ściany scalonej GWO (SEG) [1, 2, 3, 4, 5].

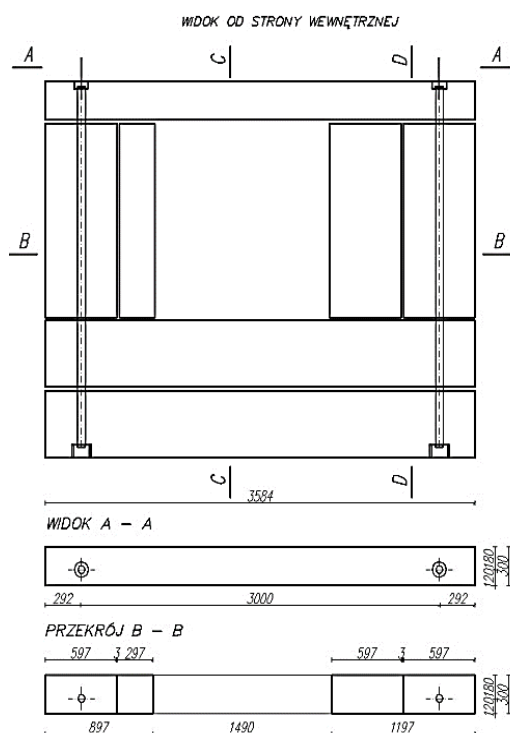
Wprowadzenie ostrzejszych wymogów w zakresie ochrony cieplnej, oszczędności energii było podstawą do wykonania ekspertyz istniejących budynków mieszkalnych zarządzanych przez spółdzielnie mieszkaniowe w regionie lubelskim. Zleceniodawcy wskazali widoczne rysy i pęknięcia płyt GWO w budynkach eksploatowanych kilkanaście lat. Punktem wyjścia było wykazanie czy możliwe jest docieplenie przegród zewnętrznych, zakrycie istniejących

uszkodzeń płyt dodatkowe ich dociążenie oraz wskazanie o możliwości dalszej bezpiecznej eksploatacji.

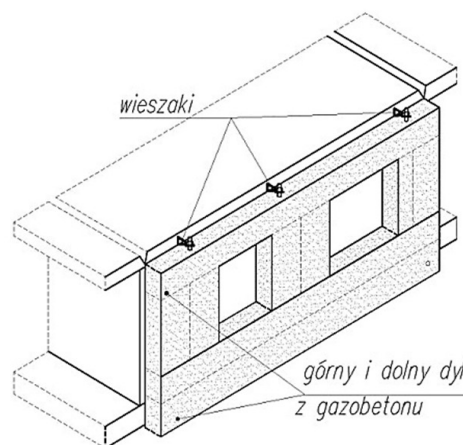
Przeprowadzone oględziny na obiektach wskazały na konieczność przeprowadzenia szczegółowych badań i analiz. Celem opracowania było wskazanie przyczyn, podanie sposobów napraw istniejących uszkodzeń i możliwość ewentualnego docięplenia przegród.

2. Podstawowe zasady technologii montażu płyt scalonych w budynkach mieszkalnych

Istotą technologii montażu płyt osłonowych scalonych na budynkach było ich zawieszenie w górnej części na specjalnych stalowych wspornikach. W zależności od długości płyt GWO zawieszenie odbywało się na dwóch lub trzech wspornikach. Wsporniki stalowe były mocowane do płyt stropowych kanałowych tzw. skrajnych o grubości 22 cm, ze specjalnym żebrzem nośnym. Zawieszona płyta na wspornikach była poziomowana za pomocą śrub umieszczonych na stalowych ściągach (rys. 1, 2). W początkowym okresie stosowania systemów wielopłytowych nie określano dokładnie rodzaju stali przeznaczonej na wieszaki. W wyniku badań przeprowadzonych w ITB w latach 80., zalecono wykonanie wieszaków ze stali H13N4G9. W rzeczywistości stosowano łączniki ze stali St3SX, a na podstawie diagnostyki elementów stwierdzono występowanie prętów ocynkowanych ze stali St0S [6,7].



Rys. 1. Ściana GWO – SEG według katalogu [2]



Rys. 2. Schemat podwieszenia płyty GWO

Poszczególne płyty GWO były wykonane przez scalenie dyli z betonu komórkowego odmiany 500 o grubości 30 cm. Dyle z betonu komórkowego były ułożone poziomo w pasie górnym nadprożowym, dolnym podokiennym oraz pionowo – spełniając funkcję filarków międzyokiennych. Scalenie ściany odbywało się poprzez nawiercone otwory, przez które przełożono stalowe pręty – ściągi z nagwintowanymi końcówkami (rys. 1) [2]. Kanały w obrębie ściągów stalowych wypełniono przez iniekcję zaprawą cementową. Przykładowo ciężar płyty GWO o długości 3,60 m wynosił około 2000 kg, o $l = 6,00$ m około 3000 kg [3].

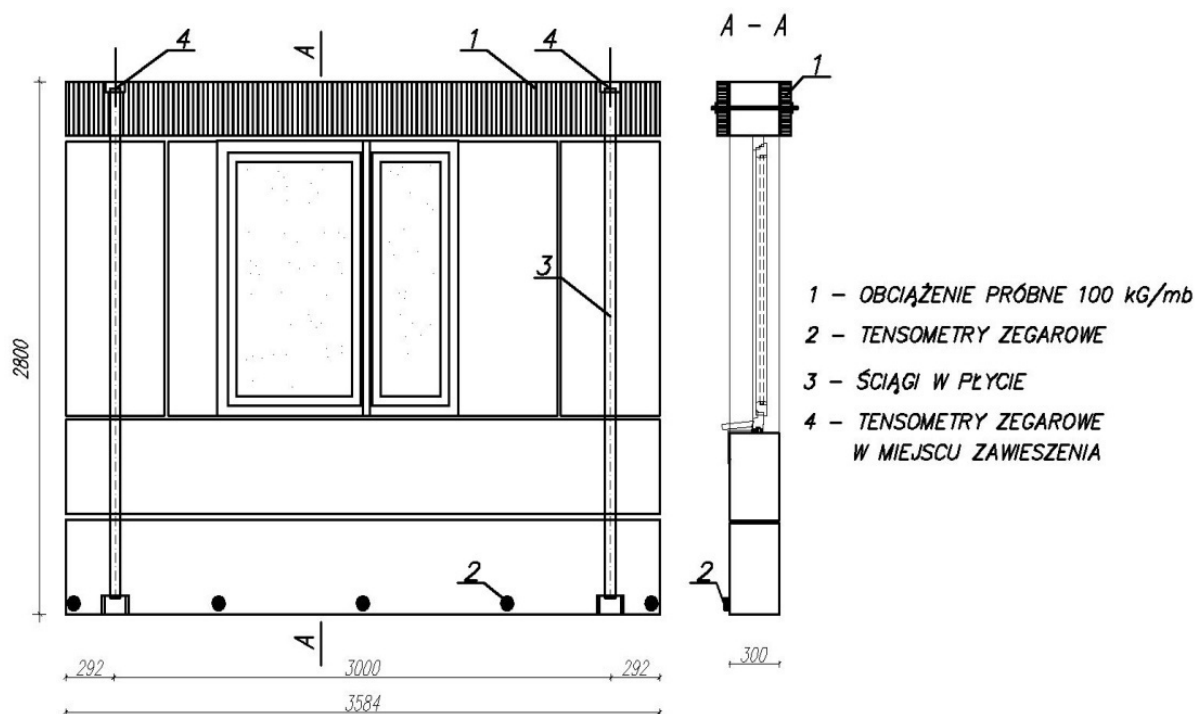
W przyjętym rozwiązaniu zawieszona płyta na wspornikach nie mogła obciążać swoim ciężarem płyty niżej zawieszanej. Gniazda przy wspornikach powinny być wypełnione zaprawą cementową, a przestrzenie obwodowe pomiędzy płytami szerokości około 16 mm uszczelnione sznurem i materiałem trwale plastycznym.

3. Program badań

Poniżej przedstawiono zakres badań [8], jakie wykonano na jednym z 8. budynków mieszkalnych o wysokości 10. kondygnacji w systemie W-70 ze ścianą scaloną gr. 30 cm.

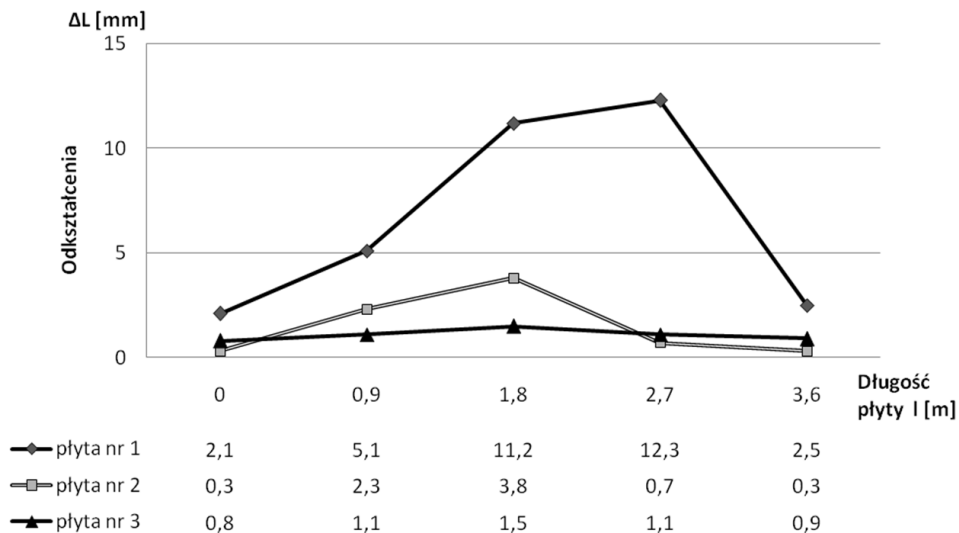
W pierwszej kolejności dokonano pomiarów geodezyjnych pionowości pojedynczych płyt na elewacjach budynku. Pomiary przeprowadzono na 115 elementach ściennych, które wykazały różnice odchylenia od pionu pomiędzy odczytem górnym w miejscu zawieszenia, a dolną krawędzią płyt. W 28 elementach różnica ta wynosiła od 15÷38 mm, w pozostałych 87 pomiarach odchylenie było w przedziale 6÷13 mm [1].

Następnym etapem badań było pomierzenie przemieszczeń pionowych wytypowanych płyt oraz ustalenie ugięcia na wspornikach stalowych przy obciążeniu próbnym. Schemat sposobu obciążenia płyt przedstawiono na rys. 3.



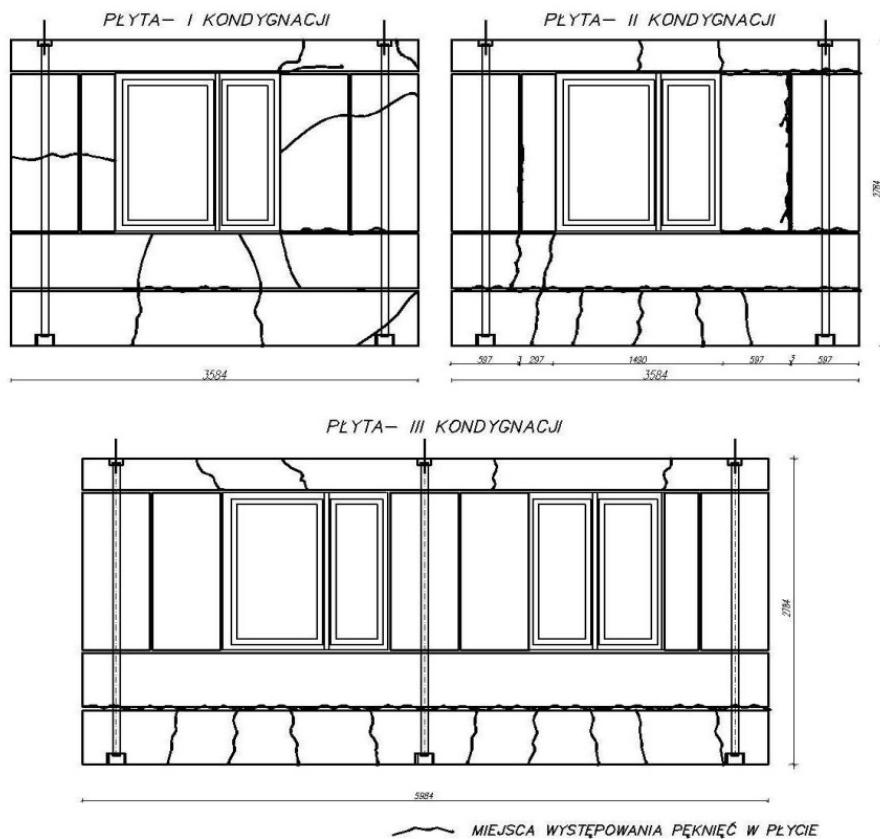
Rys. 3. Schemat obciążenia płyty GWO, widok zewnętrzny

Odształcenia pomierzone za pomocą tensometrów zegarowych w dolnej części płyt (rys. 4) wykazały duże zmienności na długości płyt od 1÷12 mm. Natomiast pomiary ugięć wsporników stalowych były niewielkie i wynosiły od 1÷2 mm.



Rys. 4. Przykładowe odkształcenie płyt GWO po obciążeniu dodatkowym $q = 100 \text{ kg/m}$ u dołu płyty

Podstawowym zadaniem badań na budynku było ustalenie przyczyn powstawania rys i pęknięć płyt. Przeprowadzone oględziny wykazały, że około 20% płyt we wszystkich badanych budynkach posiadały ten rodzaj uszkodzeń. Rysy i pęknięcia najczęściej występowały w dylach nadprożowych nad otworami okiennymi oraz w dylach pasa dolnego płyty. Inne uszkodzenia płyt widoczne były w spoinach łączących dyle z betonem komórkowego. To zjawisko rozwarstwienia połączeń najczęściej występowało w poziomie i w pionie filarków międzyokiennych. Przykładowe uszkodzenia płyt pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Rozwarstwienia w spoinach i pęknięcia dyli w płytach na różnych kondygnacjach budynku

4. Analiza wyników badań

Otrzymane wyniki badań z pomiarów geodezyjnych mogą wskazywać na niedokładności w montażu płyt stropowych tzw. skrajnych i wewnętrznych ścian nośnych. Te wady montażowe wynikały z różnic w płaszczyznach lica ścian nośnych, ułożonych płyt stropowych kanałowych i powstałych odchyłek w pionie.

Wykonane odkrywki w okolicach wsporników metalowych pokazały, że zawieszono płyty GWO poprzez ściągi zostały wykonane prawidłowo. Stalowe elementy zawiesia w odkrywkach były ocynkowane i nie budziły zastrzeżeń w obszarze nadmiernych uszkodzeń spowodowanych korozją. Wykazano również w wielu przypadkach błędy w rozmieszczeniu, jak również odpowiedniej ilości wieszaków, co potwierdzają wyniki badań innych autorów prac [6, 9, 10].

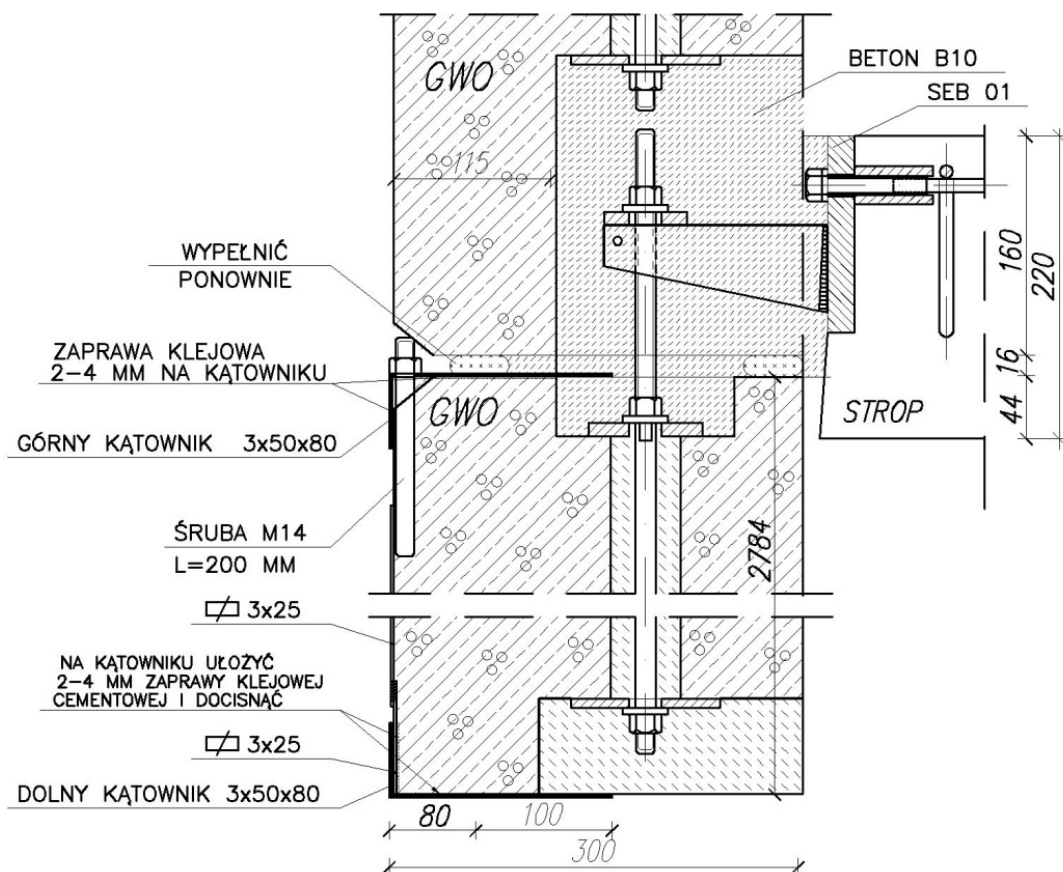
Istotnymi wadami zaobserwowanymi na budynkach były rysy i pęknięcia w poszczególnych płytach GWO, które można podzielić na:

- wady powstałe na skutek odkształceń stali w prętach – ściągach
- uszkodzenia powstałe przy nieprawidłowym montażu
- odkształcenia spowodowane wpływem temperatury
- uszkodzenia powstałe w wyniku transportu i nieprawidłowego składowania na placu budowy.

W analizowanym przypadku nie było możliwości pobrania próbek z obiektu i zbadanie charakterystyk stali w cięgach w warunkach laboratoryjnych. Stal posiada zdolność do odkształceń, pełzania i relaksacji, a w ściągach łączących płyty elewacyjne zastosowano pręty ze stali okrągłej St3S, które charakteryzują się wytrzymałością na rozciąganie 380÷400 MPa, granicą plastyczności 240 MPa i możliwym wydłużeniem do 27% [1]. Natomiast w rozpatrywanym przypadku ustalono wydłużenia stalowych prętów – ściągów mierząc w okresie letnim temperaturę na powierzchni płyty osłonowej, która wynosiła około 43 stopnie. Ponieważ powstaje różnica temperatury pomiędzy powierzchnią zewnętrzną płyty, a prętami stalowymi umieszczonymi w kanale płyty w odległości 12 cm od strony zewnętrznej, obliczone wydłużenie prętów wynosi około $1,68 \cdot 10^{-3}$ m. Przyczynia się to do powstania rozwarstwień i szpar w spoinach pomiędzy poszczególnymi dylami z gazobetonu. Kolejną przyczyną powstawania rys i pęknięć było zaobserwowane wymuszone przekazywanie obciążeń płyt górnych na płyty dolne spowodowane błędami montażowymi. Taki stan potwierdzono po przeprowadzeniu pomiarów odkształceń z odczytów na tensometrach przy próbnym obciążeniu płyt. Zgodnie z warunkami technicznymi montażu przestrzenie między płytami, należało wypełnić materiałem trwale plastycznym, a nie zaprawą cementową jak miało to miejsce na zrealizowanym budynku. Pomiary geodezyjne pionowości zawieszonych płyt były kolejnym badaniem, które potwierdziło nieprawidłowości montażu. Stwierdzono brak pionowości wielu płyt, a różnice pomiędzy pomiarem górnym a dolnym płyt o wysokości 2,80 m wynosiły do 35 mm. W związku z tym pojawił się mimośród i zmieniła się statyka pracy niektórych płyt osłonowych. Na badanym obiekcie wykonano również ocenę stanu technicznego elementów stalowych pod względem korozji, która wykazała dobry stan wieszaków i prętów ocynkowanych.

5. Propozycje napraw ścian osłonowych

Z powodu znacznych kosztów i ciągłą eksploatacją budynku nie ma możliwości wymiany uszkodzonych, spękanych płyt. Aby zapobiec dalszemu niszczeniu płyt zaproponowano rozwiązania zmniejszające odkształcenia, a tym samym propagację rys i pęknięć w szczególności samych dyli. Propozycję tych rozwiązań przedstawiono na rysunkach 6 i 7.



Rys. 7. Szczegół zawieszenia płyty GWO na wsporniku wraz ze wzmocnieniem – przekrój pionowy

6. Podsumowanie

Propozycje opracowania i wdrożenia ściany osłonowej GWO w miejsce ściany zewnętrznej trójwarstwowej była nakierowana na wskazanie lepszego i łatwiejszego rozwiązania zarówno w procesie produkcji, montażu i użytkowania budynków. Tymczasem jak pokazały warunki eksploatacji zastosowanej ściany GWO obarczone były wieloma wadami.

Zastosowanie zawieszenie płyt na dwóch lub trzech wspornikach jest rozwiązaniem nietypowym. O ile sam schemat statyczny można uznać za poprawny, to przyjęcie takiego rozwiązania bez uwzględnienia odkształceń i relaksacji stali w czasie w konstrukcyjnych ściąгах spinających wydaje się być problematyczne. W opracowaniach systemu GWO nie znaleziono analiz i obliczeń wyjaśniających wpływ odkształceń w czasie oraz zmiany naprężeń prętów – ściągowych choćby pod wpływem temperatury.

W czasie badań wystąpiły trudności techniczne w ustaleniu sił w prętach – ściągach. Zaobserwowane odkształcenia i uszkodzenia dyli mogą dowodzić, że siły w poszczególnych prętach – ściągach w obrębie pojedynczej płyty w wyniku skręcenia na śruby po wyprodukowaniu w zakładzie prefabrykacji mogły się różnić znacząco. Potwierdzeniem tej wady może być różnica w wielkości rozwarstwienia pomiędzy poszczególnymi dylami przebiegająca przez spoinę z zaprawy.

Istotnym czynnikiem przyczyniającym się do powstawania rys i pęknięć dyli było „podbetonowanie” płyty u dołu często na całej szerokości. W ten sposób powstało niezamierzone podparcie i uległ zmianie schemat statyczny, a obciążenie od ciężaru płyty górnej było przekazywane na płytę dolną.

Rozwarstwienie pomiędzy poszczególnymi dylami w spoinach powstało prawdopodobnie na skutek wydłużenia prętów – ściąągów. Szczególnie jest to widoczne pomiędzy elementami w filarkach międzyokiennych. Można również wskazać, że pierwsze uszkodzenia i obluzowanie połączeń dyli mogło powstać w czasie transportu, gdzie elementy scalone były dowożone na plac budowy na odległości 70÷80 km od zakładu prefabrykacji.

Wzmacnianie splekanych płyt osłonowych GWO wymaga szczegółowej analizy przyczyn powstawania uszkodzeń i doboru adekwatnego sposobu wzmocnienia. W omawianym przypadku zaproponowano wzmocnienie płyt za pomocą stalowych ściąągów, które w dużej mierze powinny znacznie ograniczyć przemieszczenia i odkształcenia spowodowane obciążeniem i różnicą temperatur, a zarazem zabezpieczą przed dalszą degradacją płyt.

Pracę wykonano w Politechnice Lubelskiej w ramach realizacji projektu badawczego statutowego S-14/B2012.

Literatura

1. Fic S., Barnat – Hunek D.: Analiza uszkodzeń i propozycja naprawy scalonych płyt zewnętrznych z dyli z betonu komórkowego zastosowanych w systemie W-70. *Materiały Budowlane*, nr 9/2012.
2. Katalog elementów. Ściana scalona W-70. Inwestprojekt, Lublin 1979.
3. Biliński T., Gaczek W.: Systemy uprzemysłowionego budownictwa ogólnego. PWN, Warszawa 1982.
4. Dzierżewicz Z., Starosolski W.: Systemy budownictwa wielkopłytowego w Polsce w latach 1970–1985. Przegląd rozwiązań materiałowych, technologicznych i konstrukcyjnych, Oficyna WoltersKluwer Business, Warszawa 2010.
5. Taczanowska T., Ostańska A.: Dokładność realizacji a potrzeba modernizacji budynków wielkopłytowych. Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2012.
6. Krentowski J., Tribińło R.: Stany zagrożenia zewnętrznych ścian warstwowych. Kształtowanie rozwiązań prototypowych. *Civil and Environmental Engineering*, nr 1/2010.
7. Badania i ocena betonowych płyt warstwowych w budynkach mieszkalnych. Instrukcja nr 360/1999, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1999.
8. Woyzbun I., Wójtowicz M.: Metodyka oceny stanu technicznego wielkopłytowych warstwowych ścian zewnętrznych. Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe. Zeszyt 4 seria: Instrukcje, wytyczne, poradnik. Nr 374/2002, wyd. ITB 2002.
9. Runkiewicz L.: Błędy i uszkodzenia w budownictwie wielkopłytowym. Błędy i uszkodzenia budowlane oraz ich usuwanie. WEKA Wydawnictwo Informatyki Zawodowej, Warszawa 2002.
10. Ściślewski Z.: O trwałości łączników w ścianach warstwowych. *Inżynieria i Budownictwo*, 8/1998.