

mgr inż. Aleksandra Downar<sup>1)\*</sup>  
 dr inż. Mateusz Surma<sup>1)</sup>  
 dr inż. Szymon Wojciechowski<sup>1)</sup>

## Prefabrykowane moduły łazienkowe

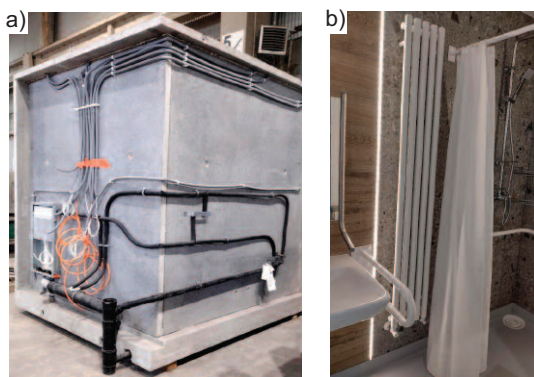
**B**etonowe sprężone prefabrykаты znajdują zastosowanie niemal w każdym rodzaju budownictwa. Oferta gotowych systemów mieszkaniowych jest obecnie kierowana szczególnie do miast, które szybko potrzebują mieszkań dobrej jakości i w optymalnej cenie. Konstrukcje wraz z montażem oferowane są tym inwestorom, którzy pierwsi zrozumieją korzyści wynikające z nowoczesnego systemowego sposobu budowania.

Przykładem realizacji innowacyjnych działań w obszarze budownictwa mieszkaniowego jest wykorzystanie wielu zalet nowoczesnego budownictwa modułowego. Do asortymentu Grupy Pekabex wprowadzane są prefabrykowane moduły łazienkowe (fotografie 1 i 2). Ich idea oraz rozwój znalazły uznanie m.in. Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i były wspierane w latach 2021 – 2023 w ramach konkursu 1/1.1.1/2021 Szybka ścieżka z POIR 2014-2020. Celem było opracowanie nowego produktu, który umożliwi pełną integrację w zakładzie prefabrykacji w przestrzenny moduł 3D nie tylko płaskich betonowych ścian, podłogi i sufitu, ale także kompleksowego wyposażenia w postaci niezbędnych urządzeń i instalacji: wodno-kanalizacyjnej; grzewczej; elektrycznej, wentylacyjnej oraz hydroizolacji pomieszczenia sanitarnego i wyposażenia w zdefiniowanym standardzie.

Moduły łazienkowe (fotografia 1) wykorzystują główną zaletę prefabrykacji, tj. przeniesienie niemal wszystkich robót związanych z powstaniem produktu z placu budowy do fabryki, co wiąże się z zapewnieniem jego doskonałej jakości i znacznym skróceniem czasu wbudowania. Zastosowane materiały oraz nowoczesna technologia produkcji pozwalają inwestorom znacznie skrócić czas realizacji inwestycji przy jednoczesnej



Fot. 1. Model prefabrykowanego modułu łazienkowego



Fot. 2. Zewnętrzna (a) i wewnętrzna (b) strona modułu

redukcji ilości odpadów na budowie, ponieważ nie ma konieczności jednostkowego nabywania elementów wykończeniowych (ceramika, elementy hydrauliczne, elektryczne i in.). Ponadto zastosowanie modułów znacznie ogranicza powierzchnię potrzebną miejsca na budowie w stosunku do rozwiązań tradycyjnych, gdyż moduł jest instalowany całościowo jako konstrukcja przestrzenna. Gwarantuje to poprawę logistyki i bezpieczeństwa prowadzonych prac.

Uzyskanie optymalnego rozwiązania konstrukcyjnego modułu łazienkowego wykonanego z betonu było możliwe dzięki wielu pracom badawczo-rozwojowym, podczas których dobrano i przetestowano najlepsze materiały oraz opracowano odpowiednią technologię jego produkcji (fotografia 3). Właściwy

dobór parametrów wytrzymałościowych betonu zastosowanego w elementach konstrukcyjnych pozwolił na uzyskanie produktu o zredukowanej masie, co umożliwiło stosowanie trawersów i dźwigów o mniejszych gabarytach i nośności, a tym samym zaproponowanie konkurencyjnej ceny w porównaniu z innymi rozwiązaniami. Dostępne na rynku kruszywa lekkie pozwalają na wykonanie betonów konstrukcyjnych o zredukowanej gęstości (w klasie D1.8) z zachowaniem korzystnych parametrów mechanicznych odpowiadających normowej klasie wytrzymałości powy-

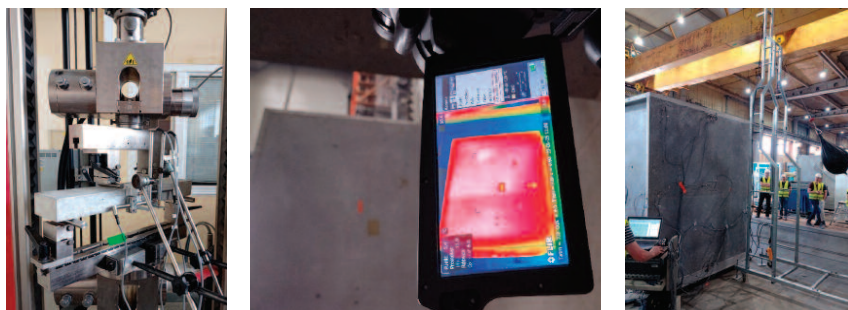
żej LC35/38 [1]. Wykorzystanie w betonie ścian i sufitu niemetalicznego zbrojenia rozproszonego pozwala zredukować do minimum zbrojenie stalowe, przy zachowaniu zakładanego przyrostu wytrzymałości (istotne dla szybkiego rozformowania elementów) i wymaganych właściwości betonu.

**Konstrukcja modułu prefabrykowanego** została zaplanowana i empirycznie

zweryfikowana w taki sposób, aby zredukować do minimum zużycie stali. Dzięki zastąpieniu klasycznego zbrojenia stalowego zbrojeniem niemetalicznym na bazie włókien szklanych możliwa jest redukcja emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, co powoduje, że moduł jest ekologiczny i przyjazny środowisku. Troska o środowisko znajduje także odzwierciedlenie w optymalizacji procesu technologicznego produkcji płaskich prefabrykatów betonowych przez m.in. redukcję zużycia wody zarobowej, sklejki szalunkowej oraz energii elektrycznej, co wpisuje się w zasadę 4R związaną z ograniczeniem wykorzystywania surowców nieodnawialnych. Zastosowanie zbrojenia GFRP, które charakteryzuje się całkowitą odpornością na korozję, umożliwia zredukowanie grubości otuliny betonowej przy zapew-

<sup>1)</sup> Pekabex S.A.

<sup>\*</sup>) Adres do korespondencji:  
 aleksandra.downar@pekabex.pl



Fot. 3. Wybrane elementy procesu badania modułu prefabrykowanego

nieniu odpowiedniej trwałości konstrukcji na działanie czynników środowiskowych.

Zasadność doboru rozwiązań materiałowych w aspekcie bezpieczeństwa potwierdziły badania realizowane na własnym stanowisku badawczym, a także w zewnętrznym akredytowanym laboratorium, gdzie próbom zniszczeniowym poddano wydzielone elementy konstrukcyjne w schematach odpowiadających pracy konstrukcji rzeczywistej, tj.: zginania; ścinania; przecięcia i przyczepność betonu do prętów niemetalicznych. Ponadto w modułach zrezygnowano ze stalowych łączników mechanicznych.

**Spełnienie warunków bezpieczeństwa modułu** na wszystkich etapach jego realizacji i użytkowania oraz zapewnienie bardzo dobrej jakości (brak uszkodzeń) zależy od odpowiednich warunków przestrzennej pracy płaskich elementów konstrukcyjnych modułu, połączonych w złączach poziomych i pionowych o odpowiedniej charakterystyce i jest możliwe dzięki innowacyjnemu złączu liniowemu o odpowiedniej podatności. Zastosowanie takiego rozwiązania przyspiesza proces scalania konstrukcji i prowadzi do zmniejszenia ilości zużytych materiałów (łączniki stalowe) oraz generowania odpadów z produkcji. Eliminacja łączników zabezpiecza konstrukcję przed powstawaniem korozji stali w warunkach wilgotnych, a elementy betonowe przed koncentracją naprężeń, powodującą możliwość wystąpienia lokalnych uszkodzeń.

Na drodze testów i analiz wskazano także możliwe metody kotwienia urządzeń sanitarnych w cienkościennych elementach konstrukcyjnych (ściany i sufit) oraz określono detale wykonania niezbędnych instalacji w taki sposób, aby nie uległy one uszkodzeniu na etapie produkcji, transportu i montażu. Szczególną uwagę poświęcono zabezpieczeniom przeciwwilgociowym w procesie produkcyjnym i wykończeniowym. Dzięki zastosowaniu taśm i mat uszczelniających bardzo dobrej jakości uzyskano trwałą i szczelną powłokę hydroizolacyjną w miejscach narażonych na działanie wody i wilgoci.

Praca prefabrykowanego modułu łazienkowego, scalonego z płaskich elementów betonowych, była przedmiotem wielu testów i badań. **Wytrzymałość elementów konstrukcyjnych i ich połączeń** analizowano w schematach odzwierciedlających najbardziej niekorzystne warunki pracy, tj. obciążenie balastem podłogi/sufitu, transport w warunkach fabrycznych (wózkiem widłowym i suwnicą) i do miejsca wbudowania na lawecie, wymuszenia boczne na ściany symulujące upadek użytkownika, zawieszenie ciężkich urządzeń (bojler), czy wiele badań uderzeniowych do oceny nienośnych przegród budowlanych wg [2, 3], co opisano szczegółowo w [4].

Oprócz weryfikacji bezpieczeństwa przeprowadzono także **badania dotyczące komfortu użytkowania**. Można do nich zaliczyć laboratoryjne pomiary izolacyjności akustycznej właściwej, wykonane w komorze akustycznej, w których uzyskano projektowy wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej  $R_{A1,R} = 42$  dB.

Potwierdza to, że ściany modułu spełniają wymagania izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych dotyczące przegród wewnętrznych w obrębie mieszkań wg normy [5]. Określono też **sposób podparcia modułów na stropie** z wykorzystaniem podkładów tłumiących dźwięk uderzeniowe.

Przedmiotem analiz były ponadto **właściwości termiczne modułów** w badaniach termowizyjnych i opór cieplny w warunkach in situ oraz ocena współczynnika przenikania ciepła w komorze termicznej. Ściany modułów (z i bez spoin klejonych) analizowano pod kątem **odporności ogniowej** w Instytucie Techniki Budowlanej wg [6], uzyskując szczelności i izolacyjności na poziomie EI30 w każdym testowanym wariancie. Dodatkowo w przypadku podstawowych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych modułu łazienkowego uzyskano klasyfikację As-s1, d0 w zakresie reakcji na ogień wg [7].

Przeprowadzone prace i uzyskane efekty pozwalają na wprowadzenie na rynek nowego prefabrykowanego modułu łazienkowego przeznaczonego do wielorodzinnego budownictwa mieszkaniowego i użyteczności publicznej.

Fotografie: Pekabex

## Literatura

- [1] PN-EN 206:2014 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [2] Piekarczyk A. Instrukcja ITB nr 470/2012 Lekkie nienośne przegrody budowlane. Wymagania i cechy wytrzymałościowe, ITB, Warszawa, 2012.
- [3] ETAG 003 Guideline for European Technical Approval for Internal Partition Kits for use as non-loadbearing walls, EOTA, 2012.
- [4] Downar A, Surma M, Wojciechowski S. Weryfikacja doświadczalna odporności na obciążenia udarowe prefabrykowanych ścian działowych stosowanych jako nienośne przegrody wewnątrz budynku, Materiały Budowlane. 2022; 10 (602): 123 – 124.
- [5] PN-B 02151-3:2015 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
- [6] PN-EN 1364-1:2015-08 Badania odporności ogniowej elementów nienośnych – Część 1: Ściany.
- [7] PN-EN 13501-1:2019-02 Klasyfikacja ognio-wa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

[www.s-p-b.pl](http://www.s-p-b.pl)



ROK ZAŁOŻENIA 1994