

Zastosowanie technologii prefabrykacji w realizacji obiektów budownictwa mieszkaniowego

Implementation of prefabrication technology in the construction of residential buildings

mgr inż. Bartosz Witkowski (ORCID: 0000-0003-1953-9965), prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz (ORCID: 0000-0001-6320-9539), Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, mgr inż. Mateusz Moczko (ORCID: 0000-0003-2724-9386), BETARD

DOI: 10.5604/01.3001.0054.3650

Streszczenie: Rosnąca inflacja, wzrost kosztów czynników produkcji i brak wykwalifikowanych pracowników, a także cyklicznie podnoszona płaca minimalna to jedne z głównych czynników wpływających na niestabilność rynku budowlanego, a co z tym jest związane to poszukiwanie przez inwestorów i wykonawców alternatywnych rozwiązań pozwalających w jak największym stopniu uniezależnić się od wyżej wskazanych czynników. Nie jest zatem przypadkiem, że coraz częstszą formą wybieraną przez inwestorów budownictwa wielorodzinnego jest prefabrykacja betonowa, która pomniejsza ryzyko wydłużenia realizacji budowy w wyniku złych warunków atmosferycznych i braków kadrowych, a także pozwala oszacować realne koszty inwestycji z mniejszym ryzykiem wzrostu cen niż to ma miejsce przy konstrukcjach monolitycznych. Prefabrykacja powraca do łask po kilkudziesięciu latach, jednak w zupełnie innej jakościowo odsłonie i ze zdecydowanie większą ofertą produkcyjną. Prefabrykacja betonowa w budownictwie mieszkaniowym to również specjalistyczne rozwiązania konstrukcyjne, ale też i montażowe. Artykuł w formie przeglądowej przedstawia proces montażowy, ale też i rozwiązania zapewniające konkurencyjność względem konstrukcji monolitycznych. Ponadto ważnym aspektem we współczesnym budownictwie mieszkaniowym są zastrzeżone w 2021 roku Warunki Techniczne pod kątem charakterystyki energetycznej. Planując budynek mieszkalny, należy wziąć zatem pod uwagę wysokiej jakości izolację termiczną i ograniczenie mostków termicznych. Właśnie zagadnienie fizyki budowli w prefabrykacji stanowi kolejny problem badawczy, nad którym pochylili się autorzy artykułu.

Słowa kluczowe: prefabrykacja betonowa, budownictwo wielorodzinne, ściany zespolone, izolacja termiczna, płyty PIR.

Abstract: Growing inflation, increasing costs of production factors and lack of qualified employees, as well as cyclically raised minimum salaries are some of the main factors influencing the instability of the construction market, and therefore investors are looking for and contractors of alternative solutions allowing for the greatest possible independence from the above-mentioned factors. It is therefore no coincidence that concrete prefabrication is an increasingly popular form chosen by investors in multi-family construction, which reduces the risk of extending the construction period as a result of bad weather conditions and staff shortages, and also allows for the estimation of real investment costs with a lower risk of price increases than is the case with monolithic structures. Prefabrication is coming back into favor after several decades, however in a completely different quality version and with a much larger production offer. Concrete prefabrication in residential construction also includes specialized construction and assembly solutions. The article presents the assembly process in an overview form, but also solutions ensuring competitiveness compared to monolithic structures. In addition, an important aspect in modern housing construction are the Technical Conditions in terms of energy performance, which will be tightened in 2021. When planning a residential building, high-quality thermal insulation and the reduction of thermal bridges should be taken into account. The issue of building physics in prefabrication is another research problem addressed by the authors of the article.

Keywords: concrete prefabrication, multi-family construction, composite walls, thermal insulation, PIR boards.

1. Wprowadzenie

Prefabrykacja stosowana w budownictwie mieszkaniowym znana jest w Polsce już od przeszło 60 lat, kiedy to po drugiej wojnie światowej rozpoczęła się odbudowa miast i znacząco wzrósł popyt na nowe mieszkania. Najbardziej kojarzoną formą związaną z prefabrykacją zastosowaną w budynkach jest „wielka płyta”, czyli połączenie żelbetowych ścian konstrukcyjnych ze ścianami osłonowymi

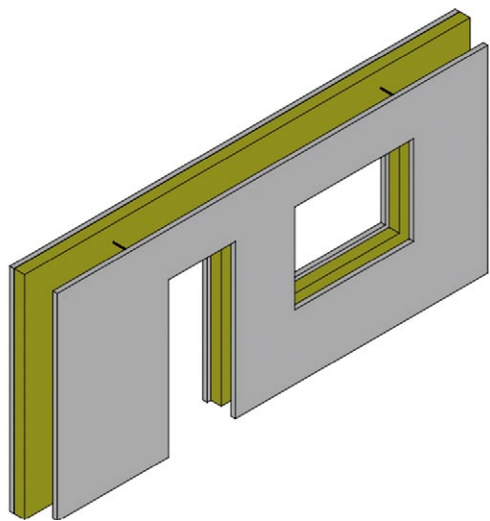
z gazobetonu. Pomimo kryzysu gospodarczego w końcu lat 80. ubiegłego wieku wraz ze zmianami gospodarczymi w drugiej połowie lat 90., w wyniku których znacząco ograniczono wytwarzanie elementów betonowych na potrzeby branży mieszkaniowej, prefabrykacja wróciła do łask w znacznie nowocześniejszej i poszerzonej formule. Stosowana obecnie prefabrykacja ma nie tylko zapewnić relatywnie krótki czas budowy, z którego będą wynikały odpowiednio oszczędności. Obecne rozwiązania są

powiązane także z wysoką jakością wykonania przy zastosowaniu wysokiej klasy izolacji i odpowiednich rozwiązań technologicznych. Co więcej, elementy i przegrody prefabrykowane coraz częściej znajdują zastosowanie w budynkach energooszczędnych, a także w tych o najwyższej klasie energooszczędności [1].

Warto także podkreślić, że według danych głównego inspektora nadzoru budowlanego, konstrukcje prefabrykowane żelbetowe wraz z konstrukcjami żelbetowymi monolitycznymi należą także do najbezpieczniejszych form budowy, na których sporadycznie dochodzi do katastrof budowlanych (<1% według danych na 2021 rok) [2].

2. Ściany zespolone

Jednym z coraz bardziej popularnych rozwiązań konstrukcyjnych są ściany zespolone składające się z dwóch płyt typu Filigran, połączonych ze sobą kratownicami, które zapewniają stabilność układu w czasie transportu, montażu oraz układania betonu. Dzięki swojej budowie gwarantują odpowiednie powiązanie i współpracę w fazie budowy oraz eksploatacji pomiędzy elementami. Ściany zespolone spełniają funkcję szalunku traconego. Przestrzeń między płytami wypełnia się mieszanką betonową na budowie.



Rys. 1. Ściana zespolona z warstwą izolacyjną (widoczna przestrzeń do wypełniania mieszanką betonową) [3]

3. Montaż

Betonowanie przestrzeni pomiędzy płytami odbywa się po oczyszczeniu i zwilżeniu wewnętrznych powierzchni płyt. Mieszanka betonowa powinna mieć konsystencję dopasowaną do grubości rdzenia ściany i układu kratownic. Beton należy układać równomiernie, poziomymi warstwami. Do wypełnienia prefabrykatu warto zastosować mieszankę betonową samozagęszczalną. Ważne jest, by w przypadku zastosowania prefabrykowanych ścian zespolonych w kondygnacjach podziemnych, piwnicznych, garażowych

oraz kondygnacji, gdzie wymagana jest szczelność przeciwwilgociowa/przeciwwodna lub istnieje zjawisko wystąpienia wilgoci, penetracji wody zastosować materiały hydroizolacyjne [4, 5].

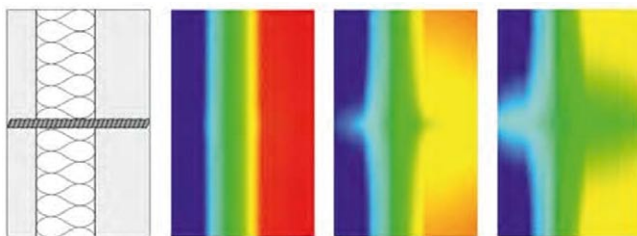
Ciężar ściany zespolonej jest niewielki (ok. 300–350 kg/m²), co umożliwia montaż dźwigiem o niewielkim udźwigu. Ściany zespolone montuje się na wcześniej przygotowanym podłożu, w którym powinny być zabetonowane wytyki, czyli pręty startowe. Wytyki startowe wyznaczają położenie ścian i pozwalają na ich prawidłowe połączenie z płytą fundamentową. Po ustawieniu elementu prefabrykowanego w odpowiednim miejscu należy go zabezpieczyć podporami ukośnymi i skontrolować jego ułożenie w pionie. Podpory należy mocować do tulei montażowych, mieszczących się w prefabrykacie oraz do podłoża betonowego. Uzyskany kąt pomiędzy podporą a ścianą powinien wynosić około 40–50°. Dopiero po zamocowaniu wszystkich podpór można odpiąć haki dźwigu i przystąpić do układania kolejnego elementu ściany [6].



Rys. 2. Zamontowane ściany zespolone, zabezpieczone podporami ukośnymi [3]

4. Zastosowane rozwiązania

Istotnym czynnikiem już na etapie projektowym ocieplonej ściany zespolonej (z izolacją znajdującą się wewnątrz prefabrykatu) jest zabezpieczenie jej przed korozją. Aby zapewnić takie zabezpieczenie, płyty Filigran wraz z warstwą termoizolacyjną łączone są ze sobą za pomocą kotew z tworzywa kompozytowego odpornego na działanie wilgoci. Kotwy z włókna szklanego ze względu na bardzo niską wartość współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda = 0,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ stanowią optymalne rozwiązanie przy produkcji prefabrykowanych ocieplonych ścian zespolonych. Dzięki dwudziestokrotnie niższemu współczynnikowi przewodzenia ciepła w porównaniu do współczynnika dla stali nierdzewnej i prawie dziewięćdziesięciokrotnie niższym w stosunku do stali czarnej kotwy te stanowią doskonałą opcję do tradycyjnie stosowanych kotew oraz łączników stalowych,



Rys. 3. Rozkład temperatur w ścianie z zastosowaniem kotew z tworzywa kompozytowego (prod. Schöck Isolink®) oraz kotew ze stali nierdzewnej i czarnej [7]

ponieważ ich wpływ na wartość współczynnika przenikania ciepła jest pomijalny. Ograniczenie wpływu punktowych mostków termicznych na przenikanie ciepła przez konstrukcję pozwala na efektywniejsze dobranie izolacji termicznej przy zachowaniu możliwie jak największej powierzchni użytkowej obiektu.

W przypadku zastosowania kotew z tworzywa kompozytowego rozkład temperatur na poszczególnych warstwach jest stały, co oznacza, że ciepło nie ucieka przez warstwy wewnętrzne, co obrazuje dodatkowo na rysunku 3 jednolita skala kolorów (wyraźnie widać granice warstw w ścianie). Przy zastosowaniu kotew stalowych widoczny na rozkładzie temperatur staje się mostek termiczny w postaci łącznika przebijającego warstwy izolacji. Ciepło migruje przez łącznik do warstwy elewacyjnej i wychłdza warstwy wewnętrzne, a co za tym idzie – wewnątrz budynku.

Z punktu widzenia fizyki budowli niezwykle istotnym czynnikiem w budynkach ze ścian prefabrykowanych są miejsca styku elementów, w których występuje bardzo duże

prawdopodobieństwo wystąpienia mostków termicznych, czyli miejsc, przez które ucieka ciepło. W jaki sposób można uszczelnić styk ścian i zabezpieczyć go przed przedostaniem się wilgoci do warstwy izolacyjnej pokazano na rysunku 4.

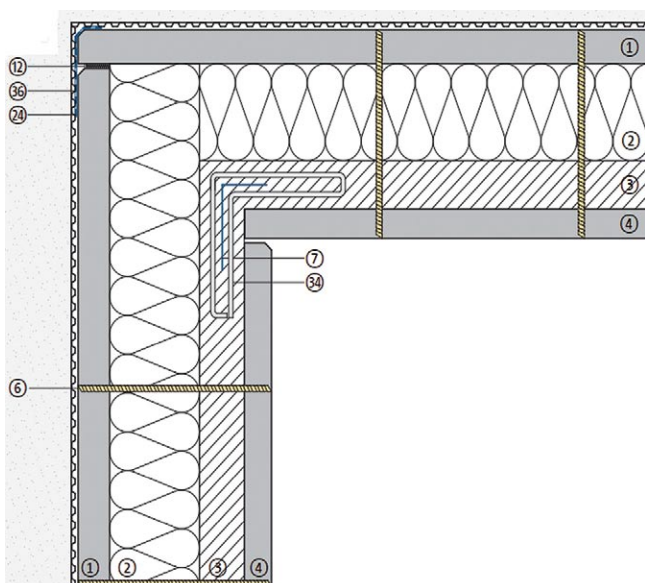
W ścianach zespolonych z izolacją termiczną ważną rolę odgrywa także grubość samej ściany. Możemy ją optymalizować poprzez grubość izolacji termicznej, która znowu zależy od parametrów danego materiału izolacyjnego. Sprawdzone i efektywne rozwiązanie wydają się być płyty PIR, których współczynnik przewodzenia ciepła λ wynosi 0,020–0,022 W/(m·K) [8, 9]. Przy takich parametrach cieplnych, aby przegroda spełniała aktualne Wymagania techniczne, obowiązujące od 2021 r., $U_0 = 0,20$ W/(m²·K), wystarczające jest zastosowanie 12 cm płyty PIR przy całkowitej grubości ściany równej 36 cm. Pomimo że płyta PIR jest droższa od chociażby styropianu EPS, $\lambda = 0,035–0,040$ W/(m·K)], to praktyka pokazuje, że zdecydowanie bardziej opłaca się zyskiwać dodatkową powierzchnię użytkową w zamian za cieńszą warstwę przegrody pionowej w postaci ściany.

5. Podsumowanie

Prefabrykacja betonowa jest coraz częściej wybieranym rozwiązaniem wśród inwestorów budynków wielorodzinnych. Jest odpowiedzią nie tylko na rosnące koszty czynników produkcji, niestabilność rynku i braki kadrowe, ale także jest sprawnie rozwijającą się formą konstrukcji, która musi korzystać z nowoczesnych technologii, aby pozostać konkurencyjna. Prefabrykacja zapewnia szybki czas montażu, angażując przy tym mniejsze siły robocze niż w wydaniu monolitycznym. Korzystanie z efektywnych rozwiązań, takich jak chociażby płyty PIR jako izolacji termicznej i kotew z tworzywa kompozytowego, w podążaniu za nowymi wymaganiami technicznymi, sprawia, że współczesnej prefabrykacji łatwiej będzie spełnić kolejne ograniczenia, które dążą w kierunku stawiania obiektów jak najbardziej efektywnych energetycznie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Runkiewicz L., Szulc J., Sieczkowski J., Ewolucja budownictwa prefabrykowanego w Polsce, Przegląd Budowlany 10/2020
- [2] Główny Inspektorat Nadzoru Budowlanego, Katastrofy budowlane w Polsce w 2021 roku, 2022
- [3] Katalog Betard
- [4] Witkowski B., Schabowicz K., Moczko M., Izolacje we współczesnej prefabrykacji betonowej, Izolacje 5/2021
- [5] Moczko M., Szczelne ściany zespolone, Inżynier Budownictwa 4/2021, str. 66–67, ISSN 1732-3428
- [6] Moczko M., Lisewski M., Prefabrykowane ściany zespolone z izolacją termiczną, Builder 10/2021
- [7] Katalog Schöck Isolink
- [8] Bayraktar O. Y., Prefabricated Concrete and Waste Management, International Journal of Engineering Research & Technology, 2020
- [9] Makaveckas T., Bliudzius R., The influence of polyisocyanurate (PIR) facing on the heat transfer through the corners of insulated building partitions, E3S Web of Conferences 172, NSB, 2020



Rys. 4. Detal połączenia dwóch ścian zespolonych: 1 – prefabrykowana płyta elewacyjna, 2 – izolacja termiczna, 3 – mieszanka betonowa układana na budowie, 4 – prefabrykowana płyta nośna, 6 – kotwa Schöck Isolink® Typ C-EH, 7 – hydroizolacja z powłoką mineralną, 12 – masa uszczelniająca, 24 – membrana kubełkowa, 34 – złącze, 36 – warstwa uszczelniająca [7]