

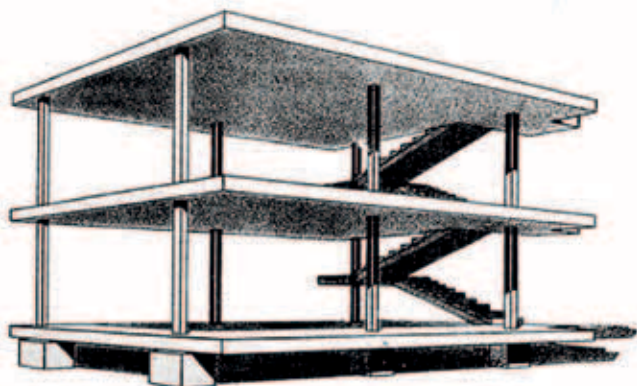
# Ewolucja budownictwa prefabrykowanego w Polsce

Prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, dr inż. Jarosław Szulc, mgr inż. Jan Sieczkowski,  
Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

## 1. Wprowadzenie

Początki prefabrykacji, rozumianej jako wytwarzanie elementów budowli (prefabrykatów), zwykle metodami przemysłowymi poza miejscem budowy, w celu ułatwienia i przyspieszenia montażu konstrukcji [1] sięgają czasów rzymskich. Starożytni Rzymianie tworzyli z kruszywa kamiennego, gipsu, wapna, wody oraz wezuwiańskich popiołów wulkanicznych materiały przypominające dzisiejsze betony. Wykorzystywali je zarówno do wznoszenia konstrukcji odpowiadających pod względem wykonawstwa współczesnym konstrukcjom monolitycznym, jak również do produkcji (w formach) elementów o znacznych gabarytach – prefabrykatów do budowy infrastruktury, tj. części akweduktów, przepustów czy tuneli.

Współczesna prefabrykacja pojawiła się wraz z wynalezieniem betonów wytwarzanych z cementów portlandzkich, co miało miejsce w pierwszym ćwierćwieczu XIX w. W tym czasie powstały pierwsze elementy żelbetowe, jak np. siatko-betonowe donice, opatentowane przez naczelnego ogrodnika Paryża w 1867 r. Jako początek wielkowsymiarowej prefabrykacji betonowej uważa się koncepcję Le Corbusiera budynku Domino z 1914 r. (rys. 1), który mimo że nie został zrealizowany, stał się inspiracją dla wielu kolejnych pokoleń projektantów [2].



Rys. 1. Koncepcja budynku z prefabrykatów Domino, według Le Corbusiera, 1914 r.

Na terenie Polski produkcję prefabrykatów betonowych na skalę przemysłową rozpoczęto w roku 1897, gdy otwarto istniejący do dziś zakład w Białych Błotach. Na początku

XX w. i w okresie międzywojennym nastąpił dalszy rozwój prefabrykacji, głównie w zakresie infrastruktury drogowej i technicznej – w 1939 r. istniało już blisko 200 wytwórni betonowych.

Po II wojnie światowej, w sytuacji ogromnych zniszczeń wojennych i wielkich potrzeb mieszkaniowych, w wielu krajach europejskich, poszukiwano wydajnych, wysoko uprzemysłowionych metod budowania, pozwalających też na uniezależnienie się w znacznej mierze od warunków klimatycznych w sezonie zimowym. Jednocześnie na europejskim rynku pracy występował, spowodowany stratami wojennymi, brak wykwalifikowanych rzemieślników niezbędnych do wykonywania robót w technologiach tradycyjnych. Dlatego też zainteresowano się, znaną już we Francji oraz krajach skandynawskich, technologią wielkopłytołą [3].

Pierwsze osiedle mieszkaniowe w technologii wielkopłytołowej powstało w 1934 r. w miejscowości Drancy we Francji, ale dopiero od lat 50. ubiegłego wieku rozpoczął się rozwój tej technologii w ramach realizowanych programów mieszkaniowych.

Szczególnie intensywny rozwój budownictwa wielkopłytołowego w Polsce miał miejsce w okresie późniejszym, w dziesięcioleciu 1970–1980, co umożliwiło budowę ponad 250 tysięcy mieszkań rocznie (np. w 1978 roku wybudowano 283,6 tys. mieszkań). Niestety budynki wzniesione w tym okresie, w obiegowej opinii nie są oceniane pozytywnie [4], [5], co głównie wynika:

- z rozwiązań funkcjonalno-użytkowych budynków i mieszkań, będących skutkiem obowiązującego w czasach PRL tzw. normatywu projektowania,
- ze stosowania niewłaściwych materiałów, elementów i wyrobów, a zwłaszcza elementów wykończeniowych i instalacyjnych,
- ze złej jakości wykonawstwa.

Jednakże rozwój technologiczny elementów prefabrykowanych w Polsce obserwowany od lat 90. ubiegłego wieku, umożliwiający produkcję prefabrykatów dobrej jakości z wysokowytrzymałego betonu przyczynił się do ponownego wzrostu zainteresowania prefabrykacją betonową. W pierwszej kolejności powstawały prefabrykaty „ciężkie” przeznaczone do budowy obiektów infrastruktury drogowej, a w ostatnich latach także do wznoszenia budynków. Główną przyczyną wzrostu zainteresowania prefabrykacją wielkowsymiarową jest, podobnie jak po II wojnie światowej, brak wykwalifikowanej siły roboczej. Ponadto sprzyja temu prognozowany wzrost kosztów pracy w budownictwie,

presja na skrócenie czasu realizacji obiektów budowlanych oraz wzrost zainteresowania wykonawców kompleksową prefabrykacją.

W budownictwie mieszkaniowym zastosowanie prefabrykacji umożliwia skrócenie czasu wykonania konstrukcji budynków nawet o połowę w stosunku do konstrukcji w technologii tradycyjnej, a oszczędność na realizacji całego przedsięwzięcia wynosi ok. 25–40%, w zależności od stopnia prefabrykacji budynków. Skracanie czasu uzyskiwane jest przez częściową lub całkowitą eliminację robót murarskich i żelbetonowych monolitycznych, rusztowań, elewacji zewnętrznych oraz znacznie szybsze udostępnienie frontu robót do wykonywania instalacji, robót dekarских, zagospodarowania terenu itp. Ściany zewnętrzne, zazwyczaj prefabrykowane ściany trójwarstwowe, dostarczane są na budowę z oknami i parapetami, nie ma więc potrzeby wykonywania wielu czasochłonnych prac na budowach, przez co uzyskuje się dalsze skracanie czasu realizacji obiektów.

Przy planowaniu inwestycji z wykorzystaniem elementów prefabrykowanych często popełnianymi błędami są porównywania wprost cen zakupu danych elementów prefabrykowanych z cenami elementów wykonanych w technologii tradycyjnej, bez uwzględnienia czynnika czasu, pozwalającego na znaczne skrócenie czasu realizacji, czy czynnika jakościowego, pozwalającego z kolei na ograniczenie kadry technicznej nadzoru na budowie [6]. Niekiedy zastosowanie prefabrykacji prowadzi do zmniejszenia kosztów wytworzenia elementów, np. unikalnych detali architektonicznych – kluczem do sukcesu jest tutaj powtarzalność elementów. Decydując o zastosowaniu prefabrykacji, należy uwzględnić m.in.:

- niższe koszty ogólne inwestycji (skrócenie czasu budowy, mniej liczny zespół nadzoru, szybsze przekazywanie frontu dla kolejnych robót, ograniczenie robót mokrych, znacznie mniejsze zaplecze budowy),
- mniejsze ryzyko inwestycyjne wynikające z ograniczenia czasu trwania i wpływu na inwestycję potencjalnych problemów z podwykonawcami oraz z nieprzewidywanymi wzrostami cen materiałów i usług (np. robót murarskich, tynkarskich, elewacyjnych, montażu stolarki okiennej),
- znacznie mniejszy wpływ warunków atmosferycznych i pór roku na proces budowy,
- niższe koszty finansowania inwestycji wynikające m.in. ze skrócenia czasu budowy.

## 2. Prefabrykacja to nie tylko beton

Pomimo że prefabrykacja powszechnie kojarzona jest z prefabrykacją betonową, obiekty budowlane od zawsze były wznoszone również z innych materiałów. Materiały konstrukcyjne decydują oraz wymuszają rodzaj i przebieg procesów technologicznych podczas wznoszenia, a także określają warunki użytkowania i utrzymania obiektów.

Dobór materiałów, z jakich mają być wykonane obiekty,

zależy m.in. od przeznaczenia obiektów i czasu ich realizacji oraz przewidywanych kosztów inwestycji. Najbardziej popularne w budownictwie stają się również prefabrykacje stalowe i drewniane.

Poprzez wykorzystanie elementów ze stali możliwe jest osiągnięcie znacznego tempa wznoszenia obiektów przy zachowaniu dużej lekkości konstrukcji. Ograniczeniem jest natomiast stosunkowo nieduży zakres rodzajów obiektów wykonywanych w tej technologii (np. hale, mosty, maszty i wieże). Elementami prefabrykowanymi są zarówno elementy konstrukcji (słupy, dźwigary), jak i obudowy.

Współczesne budownictwo drewniane, zwłaszcza obiektów sportowych, oferuje dużą ich atrakcyjność i oryginalność architektoniczną. Niestety wadą jest dość skomplikowana i kosztowna produkcja elementów, zwłaszcza z drewna klejonego. W dużych obiektach kubaturowych prefabrykacją objęte są z reguły elementy konstrukcji nośnych, a w przypadku budynków mieszkalnych – głównie elementy ścian zewnętrznych.

Dodatkowo zarówno konstrukcje drewniane, jak i stalowe wymagają zabiegów ochronnych w celu zapewnienia ich trwałości (stal – korozja chemiczna, drewno – korozja biologiczna) i bezpieczeństwa podczas pożaru.

Wymienione materiały (stosowane często jednocześnie) umożliwiają natomiast osiągnięcie spektakularnego efektu architektonicznego, przy jednoczesnym odczuciu przyjazności technologii dla człowieka i środowiska.

Powyższe rozważania wskazują więc na dominację betonu jako materiału konstrukcyjnego we współczesnej prefabrykacji. Zastosowanie drewna można – w skali ogólnej produkcji budowlanej – uznać za niewielkie, również stosowanie konstrukcji stalowych jest dość ograniczone. Stwarza to doskonałe perspektywy dla betonu jako materiału konstrukcyjnego zarówno od strony inżynierii materiałowej (betony innowacyjne), jak i technologii oraz techniki budowania. Autorzy przewidują, że prefabrykacja betonowa w ciągu nadchodzących lat będzie przeżywała dynamiczny rozwój.



Rys. 2. Przykładowa rama stalowa modułu [7] i [8]

### 3. Prefabrykaty przestrzenne – budownictwo modułowe

Jeszcze większe skrócenie czasu inwestycji można uzyskać, stosując zamiast prefabrykatów płaskich tzw. moduły, czyli prefabrykaty przestrzenne. Podczas opracowywania systemów wielopłytowych w latach 70.–80. ubiegłego wieku również dążono do produkcji prefabrykatów przestrzennych, ale ze względów na dużą masę takich elementów (transport) i trudności produkcyjne (kosztowne oprzyrządowanie) ograniczono się jedynie do wykonywania prefabrykowanych kabin sanitarnych i szybów dźwigowych.

Współczesne budownictwo kubaturowe obejmuje realizację obiektów zarówno z prefabrykatów (płaskich) wielkowymiarowych, jak i modułów przestrzennych. Moduły przestrzenne najczęściej mają metalowy szkielet przestrzenny (rys. 2), wypełniane lekkimi ścianami warstwowymi; rzadziej stosowane są moduły żelbetowe.

W fazie projektowej budynki dzielone są na sekcje (prefabrykowane moduły budowlane wytwarzane w ok. 90% w zakładach produkcyjnych), następnie transportowane na miejsca przeznaczenia i łączone w celu utworzenia jednej bryły budynku (rys. 3 i 4). Na etapie prefabrykacji moduły są dodatkowo wyposażane we wszystkie objęte projektem instalacje, ściany wewnętrzne oraz części elementów wykończenia. Po zestawieniu modułów na placu budowy następuje połączenie instalacji oraz prace uzupełniające w zakresie wykończenia. Proste zasady łączenia i montażu modułów umożliwiają szybkie wykonanie budynków gotowych do użytkowania we wskazanych miejscach, co



**Rys. 3.** Wizualizacja najwyższego budynku hotelowego zaprojektowanego przez Danny Forster & Architecture w systemie budownictwa modułowego, przewidywany czas montażu – 90 dni (źródło: dmdmodular.com.)



**Rys. 4.** Projekt hotelu 4-gwiazdkowego w Szklarskiej Porębie; technologia mieszana, w technologii modułowej zastosowano 280 modułów: a) wizualizacja budynku, b) projekt aranżacji wnętrza pojedynczego modułu, c) wizualizacja typowego pokoju (źródło: dmdmodular.com.)

przede wszystkim oszczędza czas i koszty. Przykładowo budowa szpitala modułowego dla 1000 pacjentów w chińskim Wuhan na okoliczność możliwej ekspansji epidemii wirusa 2019-nCoV o powierzchni 25 tys. m<sup>2</sup> trwała 10 dni. W przypadku konieczności można też w prosty i łatwy sposób zwiększać lub zmniejszać wielkość budynków przez dodanie lub odłączenie kolejnych modułów, jak również można przenosić całe budynki w inne miejsca [9]. Obiekty wykonane w technologii modułowej nazywane są budynkami modułowymi.

Montaż elementów modułowych na placu budowy wymaga stosowania dźwigów o dość dużej nośności i wysięgu. Domy modułowe mają również pewne ograniczenia w kształtowaniu architektonicznym i w przypadku większych osiedli mogą prowadzić do „monotonii” architektonicznej.

#### 4. Podsumowanie

W dobie, gdy czas realizacji inwestycji jest wielkością krytyczną oraz wobec rosnących kosztów prowadzenia robót przy jednocześnie odczuwalnym braku wykwalifikowanej siły roboczej, dostrzegane są pozytywne cechy prefabrykacji. Wznoszenie obiektów budowlanych z przygotowanych fabrycznie elementów (płaskich lub przestrzennych) o wysokiej jakości i funkcjonalności ma wiele zalet i dlatego też technologia ta jest coraz częściej wybierana zarówno przez inwestorów, jak też przez wykonawców. Budowa obiektów prefabrykowanych jest bardzo przewidywalna w zakresie terminów i kosztów.

Współczesne systemowe rozwiązania mogą być przeznaczone do różnych gałęzi budownictwa, gdzie prefabrykaty są projektowane, aby spełniać zindywidualizowane funkcje i wymagania inwestorów [9]. Dotychczas wykonane obiekty z wielkiej płyty powinny być modernizowane i przystosowywane do aktualnych wymagań normowych i społecznych.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Mały ilustrowany leksykon techniczny, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1982
- [2] Adamczewski G., Woyciechowski P., Prefabrykacja w XXI (źródło: www.inzynierbudownictwa.pl)
- [3] Wierzbicki S., Sieczkowski J., Konstrukcje budynków wielkopłytowych z punktu widzenia zabezpieczenia przed awarią oraz możliwości ich modernizacji, XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna Awary Budowlane, Szczecin-Międzyzdroje, 2013
- [4] Szulc J., Możliwości techniczne i oczekiwania modernizacji budynków wielkopłytowych, II Forum Przestrzenie Miejskie. Infrastruktura mieszkaniowa, kulturalna i rekreacyjno-sportowa w polskich miastach, Warszawa Centrum EXPO XXI 2015
- [5] Runkiewicz L., Uszkodzenia i zagrożenia budynków wielkopłytowych a potrzeby ich modernizacji i wzmocnienia. Poradnik inspektora nadzoru, kierownika budowy i inwestora 3/2013, WACETOB
- [6] Kałkosz M., Majchrzak Ł., Putowski M., Szulc L., Więcek E., Nowoczesna prefabrykacja w budownictwie mieszkaniowym – najczęstsze pytania, Inżynier budownictwa 3/2019
- [7] ETA-18/1068: MB20 i MB20SR. Prefabrykowane moduły budynków, ITB, Warszawa, 2018
- [8] ETA-18/1068: MB20Eco. Prefabrykowane moduły budynków, ITB, Warszawa, 2018
- [9] Szulc J., Sieczkowski J., Przyszłość technologii modułowych w budownictwie, Inżynier budownictwa 5/2020

**Serdecznie zapraszamy autorów  
do publikowania w „Przeglądzie Budowlanym”**

Za publikację w miesięczniku „Przegląd Budowlany” uzyskuje się 5 punktów

**Nowoczesne podejście do zabezpieczania  
wykopów punktowych**



**KOPRAS**

**PROJEKTOWANIE | DORADZTWO | WYNAJEM**

**www.kopras.pl**