

# Budownictwo modułowe jako odpowiedź na współczesne wyzwania

## Modular construction as a response to modern challenges

mgr inż. Arkadiusz Plis, Modular System Sp. z o. o., Politechnika Warszawska,  
dr hab. inż. Karol Prałat prof. uczelni (ORCID: 0000-0001-5116-0379), Politechnika Warszawska

DOI 10.5604/01.3001.0053.8513

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono budownictwo modułowe – technologię zyskującą na popularności jako odpowiedź na współczesne wyzwania takie jak: pandemia Covid-19, wojna na Ukrainie, migracje ludności, relokacje wojsk, katastrofy naturalne czy deficyty mieszkaniowe na europejskich rynkach. Dokonano przeglądu rozwiązań modułowych dostępnych na rynku, jak również przedstawiono przykłady zastosowań technologii modułowej. Ponadto opisano wady i zalety współczesnego budownictwa modułowego oraz określono możliwe kierunki jego rozwoju.

**Słowa kluczowe:** budownictwo modułowe, technologia modułowa, budynki modułowe, prefabrykacja.

**Abstract:** The paper presents modular construction – a technology that is gaining popularity as a response to modern challenges such as the Covid-19 pandemic, the war in Ukraine, population migrations, military relocations, natural disasters or housing deficits on European markets. A review of modular solutions available on the market was made, as well as examples of the use of modular technology were presented. In addition, the advantages and disadvantages of modern modular construction were described and the possible directions of its development were determined.

**Keywords:** modular construction, modular technology, modular buildings, prefabrication.

## 1. Wprowadzenie

Budownictwo modułowe to technologia wznoszenia obiektów, która zyskuje na popularności w obliczu wyzwań, jakie stawiają przed nami wydarzenia ostatnich lat. Począwszy od pandemii Covid-19, która wymusiła na nas błyskawiczne reagowanie i wznoszenie tymczasowych szpitali i punktów medycznych, przez kryzys migracyjny na granicy polsko-białoruskiej, kiedy to należało niezwłocznie zapewnić przebywającym tam żołnierzom odpowiednie warunki bytowe, po wojnę na Ukrainie, która pozbawiła dachu nad głową miliony Ukraińców. Również okresy występowania katastrof naturalnych cechują się zwiększonym zainteresowaniem budownictwem modułowym. Nie bez wpływu na jego rosnącą popularność pozostaje również deficyt mieszkaniowy na europejskich rynkach. Wszędzie tam, gdzie liczy się czas, z pomocą przychodzi technologia modułowa.

## 2. Budownictwo modułowe obecnie

### 2.1. Udział w rynku

Budownictwo modułowe wciąż stanowi niewielki procent rynku budowlanego w porównaniu do tradycyjnych metod budowlanych. Według raportu firmy Marketsandmarkets [1], w 2022 roku wartość globalnego rynku budownictwa modułowego wyniosła 91 mld dolarów, podczas gdy wartość globalnego rynku budynków wyniosła 7557 mld

dolarów – według raportu The Business Research Company [2]. Oznacza to, że technologia modułowa ma około 1,2% udziału w światowym rynku.

### 2.2. Technologia

Technologia budownictwa modułowego polega na produkcji i łączeniu ze sobą prefabrykowanych elementów budowlanych, nazywanych modułami. Moduły te są produkowane w fabryce, w kontrolowanych warunkach, co pozwala na precyzyjne wykonanie oraz kontrolę jakości każdego elementu. Po zakończeniu produkcji moduły są transportowane na miejsce budowy i łączone ze sobą, tworząc kompletny obiekt. Moduły mogą być wykonane z różnych materiałów, takich jak drewno, beton, stal czy szkło, co daje wiele możliwości projektowania i dopasowania do potrzeb i preferencji użytkowników. Wśród konstrukcji nośnych przeważają konstrukcje szkieletowe produkowane w różnych rozmiarach i kształtach, co pozwala na wznoszenie budynków o różnorodnych układach i formach funkcjonalnych [3].

Moduły mogą być spajane ze sobą za pomocą szerokiej gamy rozwiązań technicznych, które zapewnią solidne i trwałe połączenie. Może być to łączenie mechanicznie, na przykład za pomocą śrub, czy też z wykorzystaniem klejów, spawania lub innych metod opracowanych przez producentów. Przy odpowiednim doborze materiałów i sporządzeniu projektu konstrukcyjnego, możliwe jest wznoszenie budynków wielokondygnacyjnych [3, 4].

Budownictwo modułowe daje wiele możliwości w zakresie projektowania i aranżacji wnętrz. Moduły mogą być wyposażone w instalacje takie, jak systemy grzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne czy sanitarne. Możliwe jest również wykonanie modułów „pod klucz”, czyli wyposażonych w elementy wykończenia wnętrz, urządzenia i meble, co pozwala na stworzenie funkcjonalnych i przyjaznych przestrzeni, ale przede wszystkim pozwala znacznie skrócić czas potrzebny do zrealizowania inwestycji.

### 2.3. Rozwiązania modułowe na rynku

Do najpopularniejszych rozwiązań modułowych należą konstrukcje ramowe i szkieletowe, których elementy nośne wykonane są z elementów stalowych bądź drewnianych. Na polskim rynku funkcjonują przedsiębiorstwa produkujące obiekty modułowe z zastosowaniem różnych technologii. Znajdziemy tu produkty, które zdobywają popularność nie tylko w kraju, ale i za granicą.

Lata 2020–2023 pokazują, jak bardzo potrzebna i użyteczna jest technologia modułowa. Niewątpliwie zaletami przedsiębiorstw działających w tym sektorze budownictwa są duże zdolności produkcyjne w krótkim czasie, elastyczność, powtarzalność ustandaryzowanych rozwiązań i posiadanie zapasów materiałów konstrukcyjnych we własnych magazynach. Podczas Pandemii Covid-19 przedsiębiorstwa te, po zapadnięciu decyzji o budowie szpitali tymczasowych, były w stanie w ciągu niemalże godzin zmienić priorytety produkcyjne i rozpocząć prace nad realizacją modułów dla tychże szpitali.

Podobna sytuacja miała miejsce po ataku Rosji na Ukrainę. Miliony Ukraińców zostało bez dachu nad głową lub zostało zmuszonych do opuszczenia swoich domów. Jednak wielu z nich nie opuściło swojego kraju. Zrodziło to potrzebę szybkiego zapewnienia im miejsc do tymczasowego zamieszkania. Ponieważ obiekty takie z założenia użytkowane są przez okres od kilku miesięcy do kilku lat, a po tym czasie następuje ich demontaż i ewentualne przeniesienie w inne miejsce, idealnym rozwiązaniem dla takich zastosowań jest budownictwo modułowe.

Inną ważną cechą budownictwa modułowego, która sprawia, że w pewnych sytuacjach jest ono bezkonkurencyjne, jest mobilność. Odpowiednio zaprojektowane moduły można wielokrotnie przestawiać i użytkować je w danym okresie właśnie tam, gdzie są najbardziej potrzebne. Dzięki temu, przy odpowiednim planowaniu i przewidywaniu, jesteśmy w stanie na pewne sytuacje kryzysowe się zabezpieczyć. Moduły można z wyprzedzeniem wyprodukować i zmagazynować, a w razie potrzeby przenieść je w miejsce gdzie spełnią swoją funkcję biurową, mieszkalną, czy sanitarną. Jako przykład można tu podać zakwaterowanie służb ratowniczych na miejscu trzęsienia ziemi w Turcji, czy żołnierzy i służb granicznych podczas kryzysu migracyjnego na granicy polsko-białoruskiej.

Nie bez znaczenia dla popularności budownictwa modułowego w ostatnich latach pozostaje także kryzys mieszkaniowy na rynkach światowych i europejskich [5].



Rys. 1. Budowa modułu o konstrukcji drewnianej (źródło: unihouse.pl)

Szczególnie popularne na rynkach skandynawskich są realizacje z wykorzystaniem modułów o konstrukcji drewnianej (rys. 1). Przegrody budowane są jako szkielet drewniany wypełniony materiałem izolacyjnym i obłożony płytami okładzinowymi – na przykład płytami OSB, gipsowo-kartonowymi, cementowo-wiórowymi czy gipsowo-włóknowymi. Moduły takie mogą mieć do kilkunastu metrów długości i ponad 4 m szerokości. Po niemal kompletnym ich wykończeniu transportowane są na miejsce budowy i łączone w wielorodzinne budynki mieszkalne lub budynki użyteczności publicznej. Ostatnim etapem budowy jest łączenie instalacji oraz wykończenie elewacji.

Jednym z wielu przykładów realizacji z wykorzystaniem modułów opartych o konstrukcję drewnianą jest budynek wielorodzinny w Stormsveien w Norwegii, gdzie z 44 modułów wykonano 24 mieszkania (rys. 2).

Na innych rynkach popularne są również rozwiązania modułowe oparte o konstrukcję szkieletową stalową. Zastosowanie profili stalowych pozwala uzyskać również moduły o długości niemal dwudziestu metrów i szerokości ponad 5 m (rys 3).

W tym przypadku przegrody również budowane są warstwowo, a wykończone moduły transportuje się na miejsce ich montażu w celu utworzenia w pełni funkcjonalnych budynków takich jak obiekty mieszkalne, obiekty użyteczności publicznej, placówki opieki zdrowotnej, szkoły, przedszkola itd. W ten sposób wykonano między innymi szpital tymczasowy



Rys. 2. Budynek mieszkalny w Stormsveien w Norwegii (źródło: unihouse.pl)



**Rys. 3.** Budowa modułu o konstrukcji szkieletowej stalowej (źródło: climatic.pl)



**Rys. 4.** Szpital tymczasowy w Legnicy (źródło: climatic.pl)

w Legnicy (rys. 4), który pierwotnie był przeznaczony dla pacjentów zarażonych Covid-19. Powstał on w niemal dwa miesiące i pomieścił 96 łóżek dla pacjentów. Podobny szpital, mieszczący 65 łóżek, powstał wcześniej w Bolesławcu.

Innym popularnym rozwiązaniem modułowym są obiekty wznoszone z modułów kontenerowych [6]. W tym przypadku konstrukcja nośnej ramy stalowej uzupełniana jest o budowane warstwowo podłogi i dachy, jednak ściany wykonywane są z prefabrykowanych paneli – często z płyt warstwowych z rdzeniem izolacyjnym z pianki PIR lub wełny mineralnej (rys. 5). Pozwala to nie tylko szybciej produkować moduły, ale także zapewnia możliwość modyfikacji układu pomieszczeń już po wzniesieniu budynku – poprzez demontaż paneli ściennych. Ponieważ technologia ta jest najtańsza spośród wymienionych, znajduje szerokie zastosowanie przy wznoszeniu obiektów tymczasowych, które z łatwością można przenieść w inne miejsce po zakończeniu ich planowanego użytkowania.

W ten sposób zrealizowano szpitale tymczasowe dla pacjentów Covid-19 w Płocku i Ostrołęce. Budowa każdego z nich trwała około 30 dni i każdy z nich był w stanie pomieścić niemal 200 pacjentów.

Ponadto obiekty wzniesione w tej technologii służyły i służą między innymi jako:

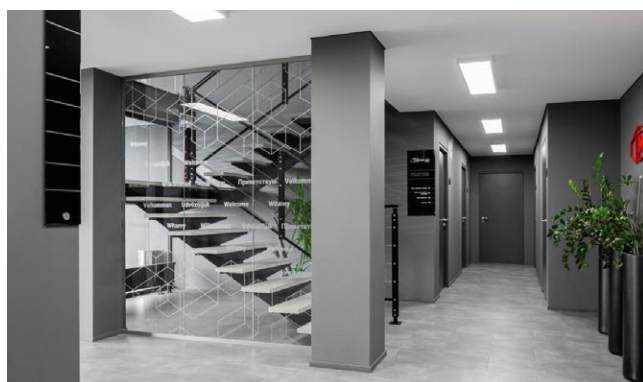
- biura i zaplecza budów (w 2022 roku w Płocku na terenie PKN Orlen zrealizowano obiekty biurowe dla 400 inżynierów),
- punkty medyczne, mobilne punkty szczepień w trakcie pandemii Covid-19,
- obiekty koszarowe dla żołnierzy stacjonujących przy granicy z Białorusią w trakcie kryzysu migracyjnego wywołanego w 2021 roku, a także jako obiekty w bazach wojskowych żołnierzy polskich i amerykańskich,



**Rys. 5.** Moduły kontenerowe ze ścianami panelowymi (źródło: modularsystem.pl)



**Rys. 6.** Tymczasowe miasteczko modułowe we Lwowie (źródło: PAP/Vitaliy Hrabar)



**Rys. 7.** Wnętrze biura wykonanego w technologii modułowej (źródło: modularsystem.pl)

- tymczasowe mieszkania dla osób, które utraciły dach nad głową w wyniku wojen (po napaści Rosji na Ukrainę w 2022 roku wybudowano na Ukrainie kilkanaście tymczasowych miasteczek modułowych dla dziesiątek tysięcy osób – rysunek 6) lub katastrof naturalnych (trzęsienie ziemi w Turcji w 2023 roku),
- obiekty festiwalowe (biura, toalety),
- budynki biurowe i inne obiekty użyteczności publicznej, które po uzupełnieniu o elementy elewacji i wykończeń wewnętrznych przypominają wyglądem i funkcjonalnością obiekty wznoszone metodami tradycyjnymi (rys. 7).

### 3. Budownictwo modułowe w przyszłości

Szacuje się, że rynek budownictwa modułowego będzie rósł w tempie 5,7% rocznie, by w 2027 roku osiągnąć wartość

ponad 120 miliardów dolarów [1]. Mimo że budownictwo modułowe rozwija się w szybkim tempie, wciąż stanowi niewielką część całkowitej wartości rynku budowlanego. Jest to jednak branża, która ma duży potencjał i przyciąga coraz większą uwagę inwestorów i deweloperów, ze względu na swoją efektywność, oszczędność czasu i kosztów oraz zrównoważony charakter produkcji i budowy.

Zwrócić należy również uwagę na to, że na niemal wszystkich europejskich rynkach obserwowane są niedobory lokali mieszkalnych, co przy rosnących cenach nieruchomości, problemach z dostępnością wykwalifikowanych ekip budowlanych, a także coraz większą presją czasu, stanowi szansę do dalszego rozwoju budownictwa modułowego.

#### 4. Podsumowanie

W ostatnich latach budownictwo modułowe niewątpliwie staje się coraz bardziej popularne, do czego w znacznym stopniu przyczyniły się wydarzenia wymuszające szybkie, błyskawiczne wręcz reagowanie. Jednak budownictwo modułowe znajduje coraz szersze zastosowanie nie tylko w czasie sytuacji kryzysowych, ale również jako zamiennik dla tradycyjnych metod wznoszenia obiektów. Niewątpliwie główną zaletą budownictwa modułowego jest krótszy czas budowy obiektów ze względu na przeniesienie części procesu do zakładu prefabrykacji, gdzie w kontrolowanych

warunkach wytwarza się produkt wysokiej jakości. Ważnym aspektem jest również mobilność obiektów – po wykonaniu określonego zakresu prac istnieje możliwość ich demontażu bądź przeniesienia w inne miejsce, a także elastyczność kształtowania obiektów – możliwość ich rearanżacji, rozbudowy i nadbudowy [7].

Do wad budownictwa modułowego możemy zaliczyć natomiast ograniczenia wymiarów podyktowane względami ekonomicznymi i transportowymi oraz koszty transportu modułów, które zwiększają się wraz ze wzrostem ich gabarytów oraz odległości miejsca montażu od zakładu produkcyjnego.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Marketsandmarkets, Modular Construction Market by Type, Module, Material, End-User Sector, Region – Global Forecast to 2027, kwiecień 2023 (dostęp 14.04.2023)
- [2] The Business Research Company, Buildings Construction Global Market Report 2023 – Market Size, Trends, And Global Forecast 2023-2032, styczeń 2023 (dostęp 14.04.2023)
- [3] Generalova E., Generalov V., Kuznetsova A., Modular Buildings in Modern Construction, Procedia Engineering, tom 153, 2016, str. 167–172
- [4] Runkiewicz L., Szulc J., Sieczkowski J., Ewolucja budownictwa prefabrykowanego w Polsce, Przegląd Budowlany 10/2020
- [5] Latko P., Kryzys mieszkaniowy w wybranych krajach Europy i w Stanach Zjednoczonych, Zarządzanie Publiczne 1(53)2021, str. 41–54
- [6] Szulc J., Sieczkowski J., Przyszłość technologii modułowych w budownictwie, Inżynier budownictwa 5/2020
- [7] Szulc J., Sieczkowski J., Budownictwo modułowe – zastosowanie, zalety, rodzaje systemów, Inżynier Budownictwa 5/2020

XII KONFERENCJA

# DNI BETONU 2023



[www.dnibetonu.com](http://www.dnibetonu.com)

9-11 października 2023  
Hotel Gołębiowski w Wiśle

PARTNERZY



SPONSORZY



ORGANIZATOR

