

# Modułowy dom dostępny – nowoczesność i tradycja

**Andrzej Tokajuk**

<https://orcid.org/0000-0002-7532-6414>

[a.tokajuk@pb.edu.pl](mailto:a.tokajuk@pb.edu.pl)

Wydział Architektury, Politechnika Białostocka

---

**Streszczenie:** W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań prowadzonych na Wydziale Architektury Politechniki Białostockiej przez zespół w składzie: dr inż. arch. Andrzej Tokajuk i student Mateusz Juskiewicz w latach 2020–2021. Celem badań było opracowanie koncepcji jednorodzinnego domu dostępnego, przy zaimplementowaniu modułowej metody realizacji. Jako metodę pracy przyjęto „research by design”, którą poprzedzono szeroką analizą literatury dotyczącej współczesnych domów modułowych. Wybór technologii modułowej był podyktowany koniecznością obniżenia kosztów wznoszenia budynków oraz aspektami energooszczędności i zrównoważonego rozwoju.

**Słowa kluczowe:** dom dostępny, moduł, architektura

---

## Wstęp

Sytuacja na rynku mieszkaniowym w Polsce w ciągu ostatnich dwóch lat pogorszyła się. W związku z pandemią, wybuchem konfliktu w Ukrainie, a także sytuacją makroekonomiczną wzrosły koszty energii, materiałów budowlanych, robocizny, a co za tym idzie ceny domów i mieszkań. Wzrost inflacji spowodował niedostępność kredytów, zwłaszcza dla osób młodszych, rodzin z dziećmi, których zdolność kredytowa gwałtownie spada. I chociaż w roku 2021 wybudowaliśmy w Polsce dużą liczbę mieszkań – 235 tysięcy, to jednak spadł odsetek osób, które mogą sobie pozwolić na zakup domu lub mieszkania. Ceny bowiem bardzo wzrosły. Do tego trzeba dodać, że w Polsce na 1000 mieszkańców przypadają 393 mieszkania, gdzie średnia Unii Europejskiej wynosi 450 mieszkań<sup>1</sup>. Od kilkunastu lat w Polsce wdrażane są różne programy mieszkaniowe, np. program dla osób kupujących pierwsze mieszkanie, mieszkanie na wynajem (w ramach TBS – program wystartował pod koniec lat 90.) [Tokajuk, 2017], czy mieszkanie „+”. W 2021 roku wszedł w życie program budowy domów dostępnych, o uproszczonej procedurze, który obejmuje budynki o powierzchni zabudowy do 70 metrów kwadratowych, realizowane na własne potrzeby – jest to jeden z elementów Nowego Polskiego Ładu. Na Wydziale Architektury Politechniki Białostockiej prowadzono od kilku lat prace badawcze dotyczące zagadnienia domów dostępnych (w tym w zabudowie jednorodzinnej), w zespole kierowanym przez dr arch. Andrzeja Tokajuka i studenta Mateusza Juskiewicza w latach 2020–2021. Zespół zdecydował się na implementację technologii modułowej, opracowując koncepcje takich budynków. Powodem była konieczność obniżenia kosztów takich przyszłych budynków. Celem artykułu jest syntetyczna prezentacja tych badań. Jako metodę pracy przyjęto „research by design”, którą poprzedzono szeroką analizą literatury dotyczącej współczesnych jednorodzinnych domów modułowych.

1 Źródło: Gethome.pl, na podstawie danych Deloitte(2021), [w]: <https://bank.pl/drogie-i-przeludnione-mieszkania-w-polsce-na-tle-innych-krajow-unii-europejskiej/>, [dostęp dnia 20.08.2022].

## Wyniki badań

### Analizy wstępne: rodzaje, technologie i zalety domów modułowych

Uprzemysłowienie budownictwa mieszkaniowego ma swoją bogatą tradycję, sięgającą dziewiętnastego wieku, chociaż w niektórych źródłach znajdziemy odniesienia nawet do siedemnastego stulecia. Jednak to w dziewiętnastym i dwudziestym wieku głównie w USA rozwinęło się na masową skalę budowanie domów przy użyciu elementów zmodularyzowanych i prefabrykowanych [Tofiluk, 2019]. Stosowanie modułów i prefabrykacji w budowie domów jednorodzinnych w ostatnich kilkudziesięciu latach w Polsce nie było popularne. Trzeba jednak pamiętać, że pewne materiały budowlane były zmodularyzowane od dziesięcioleci (np. cegły, długości nadproży, belek, stropów, itp.). Jedną z pierwszych koncepcji domu modułowego w 20. wieku był Dom-Ino-House opracowany przez Le Corbusiera [Jencks, 1987]. Był to system oparty na standaryzowanych belkach i słupach. Taki szkielet konstrukcyjny można było uzupełniać prefabrykowanymi seryjnie modułami elewacyjnymi z oknami i drzwiami. Były to jednak realizacje prototypowe. Wyróżniamy trzy główne typy domów szkieletowych: domy w systemie ramowym, modułowe systemy trójwymiarowe oraz systemy panelowe [Matysiak, 2022]. Systemy ramowe oparte są na kolumnach i belkach. Konstrukcje ramowe projektowane są głównie z drewna, stali lub aluminium, niekiedy spotykane są z betonu. Modułowe systemy trójwymiarowe są projektowane rzadziej. Znane z historii architektury eksperymenty to budynki modułowe Habitat 67 oraz Nakagin Tower [Frampton, 2007]. Obecnie dość często spotyka się systemy modułowe trójwymiarowe prefabrykowane do budowy miasteczek lub struktur mieszkalnych dla studentów. System panelowy to typ bazujący na konstrukcji prefabrykowanych płaskich elementach ściennych i stropowych. Mogą być one drewniane, stalowe, żelbetowe, warstwowe lub mieszane. Oryginalnym przykładem domu jednorodzinego zaprojektowanego w tym systemie jest obiekt Furniture House architekta Shigeru Bana (dom weekendowy niedaleko Tokio)<sup>2</sup>. W Polsce systemy prefabrykacji panelowej były stosowane po II wojnie światowej do realizacji budynków wielorodzinnych (systemy OWT). Obecnie w naszym kraju kilka firm z powodzeniem projektuje i buduje domy modułowe – np. Danwood, Simple House, BXB studio, Moduo Fabryka Domów<sup>3</sup>. Znane są zagraniczne przykłady takich konstrukcji, np. Modular 4 zaprojektowany przez Studio804 w USA czy Rucksack House zaprojektowany przez Stephana Eberstadta w Niemczech jako moduł do powiększenia istniejących budynków, mocowany na elewacjach lub dachach [Serrats, 2014]. Formy architektoniczne produkowanych domów modułowych są zazwyczaj prostopadłościowe, kubiczne. Wynika to głównie z procesu technologicznego ich wytwarzania. Architekci starają się rekompensować prostotę form detalami i kolorystyką.

Domy modułowe posiadają wiele zalet. Należą do nich: szybkość realizacji budowy, są tańsze, ekologiczne, można je wznosić na trudnych warunkach gruntowych, a nawet na dachu istniejącego budynku. Można je łatwo przenosić, rozbudowywać, demontować i przenosić. Domy modułowe szkieletowe w 90% przygotowuje się w fabryce, dowozi i montuje w całość. Posadowienie takich budynków najczęściej projektuje się na podmurówce opartej na fundamentach słupowych zagłębionych w gruncie. Elementy nośne ścian i stropów są projektowane albo z drewna – suszonego komorowo, struganego i fazowanego oraz impregnowanego – albo ze stali ocynkowanej. W domach o szkielecie stalowym wypełnienie ścian i stropów tworzą płyty warstwowe z izolacją termiczną z pianki poliuretanowej. W domach o szkielecie drewnianym wypełnienie jest wykonywane z wełny mineralnej.

### Koncepcja autorska domu wykonana przez zespół badawczy

Po przeprowadzeniu analiz wstępnych przystąpiono do drugiego etapu prac badawczo-projektowych dotyczących opracowania modułowego domu dostępnego. Uwzględniając aspekty architektury zrównoważonego rozwoju, aspekty technologiczne, zespół badawczy zdecydował o podjęciu próby kształtowania formy architektonicznej

2 Na podstawie: <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/furniture-house-1> [dostęp z dnia 11.06.2022].

3 Na podstawie: <https://finanse.wp.pl/modulowe-domy-podbijaja-polske-kawalerka-za-35-tys-zl-dom-rodzinny-za-120-tys-6438208429930113a> [dostęp z dnia 15.09.2022].

domu koncepcyjnego korespondującej z tradycyjną formą domu jednorodzinnego Podlasia. Przyjęto następujące założenia badawczo-projektowe do prowadzenia dalszych badań:

- szerokość opracowywanego modułu koncepcyjnego będzie wynikać z pewnych ograniczeń przyjętej technologii konstrukcji i możliwości transportu modułów;
- zastosowanie w koncepcji technologii drewnianej do konstrukcji modułów;
- odejście od modułu prostopadłościennego na rzecz modułu z dachem wysokim z możliwością organizacji antresoli;
- moduł podstawowy powinien zawierać układ funkcjonalny otwartej przestrzeni dziennej na parterze;
- należy zastosowanie kompaktowe przestrzenie kuchni, łazienki i WC;
- należy przewidzieć możliwości transportu modułów, ich montażu i demontażu na placu budowy;
- jako zasadę należy przyjąć możliwość łączenia modułów – umożliwi to większe możliwości kompozycji rozwiązań funkcjonalnych mieszkań;
- proces łączenia modułów będzie sprzyjał różnicowaniu przyszłych form architektonicznych domów modułowych.

## Konstrukcja – efekty badań

W efekcie badań sformułowano koncepcyjny moduł podstawowy przyszłego domu dostępnego w technologii szkieletu drewnianego. Przyjęto następujące wymiary rzutu poziomego modułu:

- wewnętrzne: szerokość 362 cm, długość 779 cm, co dało powierzchnię użytkową modułu podstawowego 28,2 metrów kwadratowych;
- zewnętrzne: szerokość 403 cm, długość 820 cm, co dało powierzchnię zabudowy 33,04 metrów kwadratowych.

Osie konstrukcji rzutu modułu podstawowego zostały rozmieszczone w rozstawie 794×377 cm.

Ściany zewnętrzne skonstruowano w oparciu o słupy konstrukcyjne drewniane 5×15 cm o rozstawie 40 cm. Pomiedzy słupami konstrukcyjnymi zaprojektowano warstwę ocieplenia. Od strony zewnętrznej dodano jeszcze 5 cm izolacji termicznej między łątami, następnie płyty OSB, wiatroizolację i łąty drewniane, do których zamocowano drewniane elementy wykończeniowe elewacji. Pomiedzy łątami i deskami finiszowymi znajduje się pustka wentylacyjna. W efekcie tego uzyskano 20 cm grubości izolacji termicznej, co daje prawie pasywny standard budynku. Od wewnątrz zaprojektowano folie paroizolacyjną i wykończenie pomieszczeń płytami kartonowo-gipsowymi. Finalnie grubość ściany zewnętrznej modułu wynosi 29 cm. W pewnych określonych miejscach słupy konstrukcyjne ścian zewnętrznych posiadają haki, które pozwalają na wymianę elementów elewacyjnych. W ten sposób uzyskano szkieletowo-panelowy schemat konstrukcji modułu.

Ściany wewnętrzne zaproponowano o grubości 8 cm, wykonane w lekkiej technologii szkieletowej (drewnianej lub aluminiowej). Strop modułu zaprojektowano jako drewniany – elementy konstrukcyjne to belki o wysokości 18 cm, które związano podwójną warstwą płyt OSB ułożonych krzyżowo. Rozpiętość stropów nie przekracza 400 cm, jest to realnie dopuszczalna rozpiętość w technologii drewnianej. Dach rozwiązano w konstrukcji drewnianej, zastosowano krokwie o wymiarach 7×16 cm (nieco mniejsze od standardowych z uwagi na niewielką rozpiętość modułu). Za pomocą łąt i kontrłąt uzyskano warstwę ocieplenia dachu również na poziomie co najmniej 20 cm. Pokrycie dachu zaplanowano wariantowo – możliwe jest zastosowanie lekkich dachówek bitumicznych, blachy, gontu drewnianego ale również pokrycia cięższego (np. dachu zielonego).

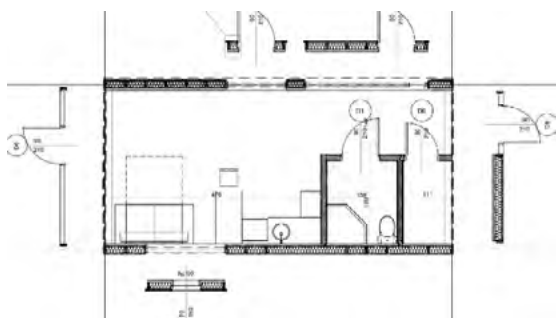
System grzewczy ma funkcjonować w oparciu o instalację fotowoltaiczną paneli na dachu domu. Możliwa jest instalacja niewielkiej pompy ciepła. Dom będzie wyposażony w rekuperator.

## Rozwiązania funkcjonalne – typy modułów

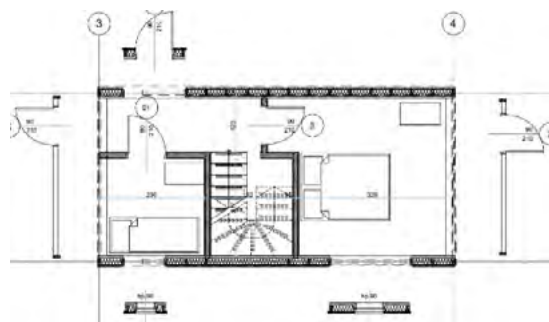
W wyniku badań rozwiązano dwa typy modułów. W module podstawowym została zaplanowana przestrzeń dzienna domu. Znajdziemy tutaj pokój dzienny z kuchnią i miejscem do spożywania posiłków, mały hall wejściowy, łazienkę, pomieszczenie techniczne oraz niewielką szafę. Powierzchnia użytkowa 28,2 metrów kwadratowych

takiego modułu umożliwiłoby dobre warunki do rozwiązania tej funkcji (Ryc. 1). Z uwagi na zaprojektowanie wysokiego dachu – stworzono realne możliwości do usytuowania antresoli z miejscem do spania. Możliwe jest zastosowanie drabinki lub jednobiegowych lekkich drewnianych schodów.

Dodatkowo zaprojektowano moduł nocny – jako standard przyjęto w nim usytuowanie dwóch sypialni i klatki schodowej na piętro. Sypialnie posiadają powierzchnie użytkowe – 13 i 9,2 metrów kwadratowych. Autorzy koncepcji zminimalizowali powierzchnię komunikacji (klatka schodowa o powierzchni 6 metrów kwadratowych, szerokość korytarza 90 cm). Wydaje się, że przyjęte rozwiązania spełniają minimalne wymagania funkcjonalne (Ryc. 2).



**Ryc. 1.** Moduł podstawowy – rzut parteru. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



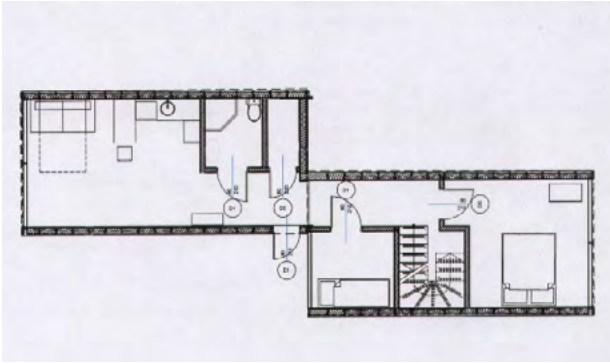
**Ryc. 2.** Moduł sypialny – rzut parteru. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



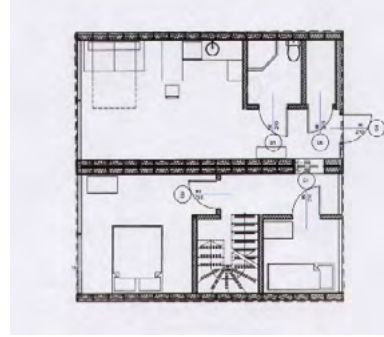
**Ryc. 3.** Przekrój przez moduł – fragment. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk

## Forma architektoniczna – łączenie modułów

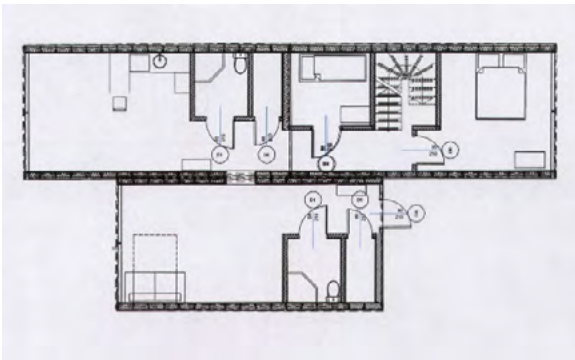
Zespół badawczy proponuje oryginalną formę architektoniczną modułu, utrzymaną w tradycji domów regionu Polski wschodniej. Jest nią asymetryczna forma z dachem wysokim (Ryc. 3), o nachyleniu ok. 35 stopni. Dach może być prefabrykowany, możliwa jest wersja modułu z antresolą lub bez stropu wewnątrz. Tak zdefiniowana forma architektoniczna powoduje, że pojedynczy moduł może już pełnić funkcję domu jednorodzinnego dla 2 osób. Bardzo ważne jest, że taka asymetryczna forma umożliwiła łączenie modułów w różny sposób. Możemy uzyskać budynek złożony z dwóch modułów – połączonych w sposób symetryczny lub asymetryczny z przesunięciem lub odsunięciem dla maksymalnie 4 osób (Ryc. 4, 5 i 7). Możemy też uzyskać dom 3-modułowy (Ryc. 6).



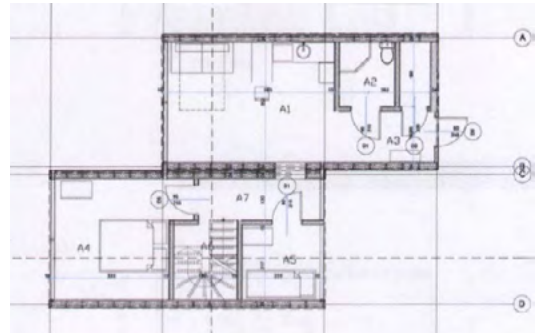
**Ryc. 4.** Dom skomponowany z dwóch modułów łączonych od czoła.  
Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



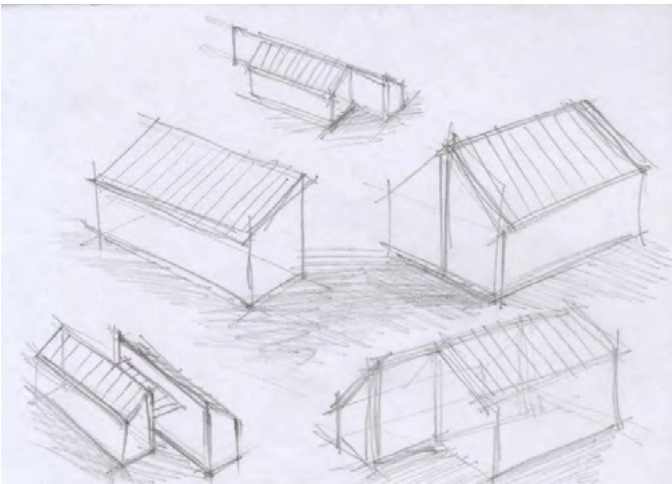
**Ryc. 5.** Dom skomponowany z dwóch modułów łączonych symetrycznie. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



**Ryc. 6.** Dom skomponowany z trzech modułów. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



**Ryc. 7.** Dom skomponowany z dwóch modułów łączonych wzdłużnie i przesuniętych. Źródło: autorzy M. Juskiewicz i A. Tokajuk



**Ryc. 8.** Wybrane formy kompozycji modułów – szkic. Źródło: autor A. Tokajuk

W trakcie badań okazało się, że możliwości jest dużo, wysoki dach nie jest tutaj ograniczeniem. Wręcz przeciwnie – architektura budynków wydaje się być zróżnicowana, co jest bardzo istotne dla przyszłej serii obiektów. Dodatkowo istnieją możliwości zastosowania różnych detali i rozwiązań kolorystycznych. Potencjalne kompozycje budynków i form są oryginalne, a sama koncepcja daje wiele możliwości (Ryc. 8). Bardzo interesujące są również możliwości zestawiania asymetrycznych modułów o różnej wielkości. Pojedyncze moduły mogą służyć również jako garaże lub wiaty postojowe.

## Podsumowanie

W efekcie przeprowadzonych badań uzyskano bardzo interesujące rezultaty. Opracowano koncepcje podstawowych typów modułów – moduł podstawowy oraz moduł z częścią sypialną, a także z klatką schodową i antresolą. Zaproponowano sposoby łączenia modułów w większe domy. Połączenie dwóch modułów spełnia warunek domu dostępnego – powierzchnia zabudowy w tym przypadku nie przekracza 70 metrów kwadratowych. Wykonano koncepcję modułu z wysokim dachem (jest to pewien eksperyment). Taka forma doskonale wpisuje się charakter tradycyjnych domów drewnianych regionu Polski wschodniej. Zaproponowany asymetryczny dach daje dużo możliwości twórczych w zakresie uzyskania różnorodnych form przy kompozycjach złożonych z różnej ilości modułów. Wyniki prac badawczych są bardzo obiecujące. Wydaje się, że prace powinny być kontynuowane, m.in. w celu opracowania szczegółów technologicznych, rozwiązań infrastruktury budynku oraz wykonania domu – prototypu.

Badania zostały wykonane w ramach pracy badawczej Nr WZ/WA-IA/4/2020 finansowanej ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki RP na Wydziale Architektury Politechniki Białostockiej.

## Bibliografia

- [1] Frampton K., *Modern architecture*, Thames & Hudson, London 2007.
- [2] Jencks Ch, *Ruch nowoczesny w architekturze*, Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe, Warszawa 1987, s. 162–180.
- [3] Matysiak K., *Prefabrykacja w budownictwie jednorodzinnym*, Zawód: Architekt (Z:A), magazyn Izby Architektów RP, nr 87, Warszawa 2022, s. 16–22.
- [4] Serrats M., *Prefab Architecture*, Konemann, Barcelona 2014, s. 249–373.
- [5] Tofiluk A., *Prefabricated Architecture. Past and Future: from Past Industrialized Residential Buildings to Contemporary Requirements*, [w:] *Defining the architectural space – tradition and modernity in architecture*, red. T.Kozłowski, Oficyna Wydawnicza Atut, Wrocław 2019, s. 63–76.
- [6] Tokajuk A., *Standards of Housing for Rent Built by Municipal Social Building Society in Białystok (Poland) during 1996–2012*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 245 (2017) IOP Publishing 082043 doi:10.1088/1757-899X/245/8/082043.
- [7] <https://bank.pl/drogie-i-przeludnione-mieszkania-w-polsce-na-tle-innych-krajow-unii-europejskiej/>, [dostęp dnia 20.08.2022].
- [8] <https://finanse.wp.pl/modulowe-domy-podbijaja-polske-kawalerka-za-35-tys-zl-dom-rodzinny-za-120-tys-6438208429930113a> [dostęp dnia 15.09.2022].
- [9] <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/furniture-house-1> [dostęp dnia 11.06.2022].

## Affordable modul house – modernity and tradition

**Summary:** This article presents the results of research conducted at the Faculty of Architecture of the Białystok University of Technology by a team consisting of: Dr Eng. Arch. Andrzej Tokajuk and student Mateusz Juszkiewicz in 2020–2021. The aim of the research was to develop the concept of an accessible single-family house, implementing a modular implementation method. As a working method, „research by design” was adopted, which was preceded by a broad analysis of the literature on modern modular houses. The choice of modular technology was dictated by the need to reduce the costs of erecting buildings and the aspects of energy efficiency and sustainable development.

**Keywords:** affordable house, module, architecture