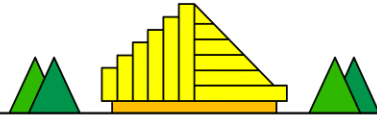




BESKIDY



BIELSKO-BIAŁA

XXXVIII OGÓLNOPOLSKIE
WARSZTATY PRACY PROJEKTANTA KONSTRUKCJI
WISŁA, 9-12.04.2024 r.



Artur KISIOLEK*



Jakub ZAJĄC**

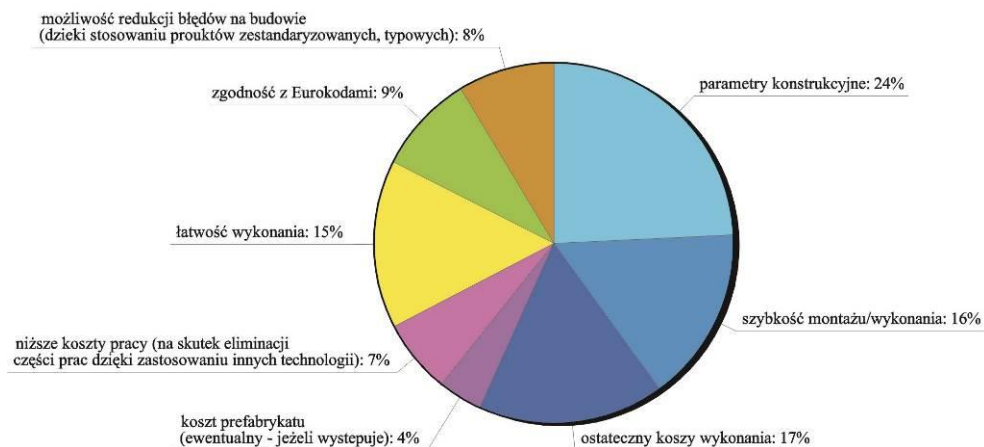
ROZWÓJ RYNKU STROPÓW PREFABRYKOWANYCH: TRENDY I WYZWANIA

1. Rynek systemów stropowych

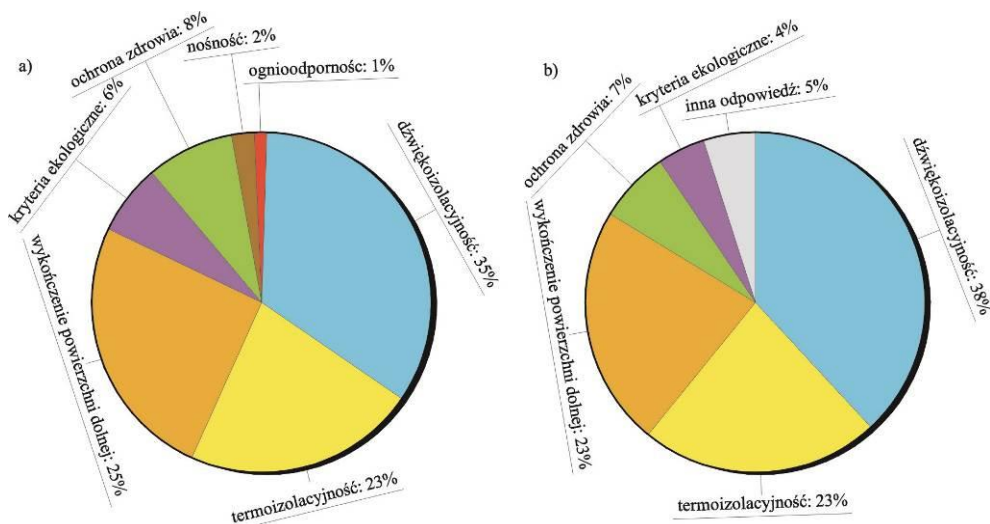
Rynek budowlany nieustannie ewoluuje i podlega różnym zmianom. W kontekście oczekujących zmian wynikających z agend środowiskowych, polski rynek systemów stropowych wciąż koncentruje się przede wszystkim na kosztach, negatywnie wpływając na jakość oferowanych produktów [3-4]. Konieczność zmian napędzana będzie nie tyle przez wymagania klientów, co przez trwającą konkurencję cenową związaną z wpływem kosztów emisji CO₂ na produkt. Pomimo wyzwań, dynamika rynku wymuszona nowymi regulacjami może potencjalnie doprowadzić do pozytywnych przemian, zachęcając do przyjęcia bardziej zaawansowanych rozwiązań elementów stropowych [1, 8]. Prowadzone w Polsce badania rynku systemów stropowych [2, 4] dostarczają w tym kontekście cennych spostrzeżeń. Wyniki analiz sugerują, że chociaż koszt jest ważnym czynnikiem (rys. 1), nie jest on jedynym wyznacznikiem wyboru systemu. Często inwestorzy traktują priorytetowo koszt prefabrykatów, pomijając całościowe spojrzenie obejmujące koszty pracy. Co zaskakujące, względy ekologiczne i zdrowotne odgrywają minimalną rolę w wyborze systemów stropowych w Polsce (rys. 2). Wskazuje to na potencjalny obszar przyszłego rozwoju oraz potrzebę opracowania strategii rynkowych.

* Dr hab. inż., prof. WASE, Wielkopolska Akademia Społeczno-Ekonomiczna, Wydział Ekonomiczny, a.kisiolek@wase.pl

** Mgr inż., Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa, jakub.zajac@polsl.pl



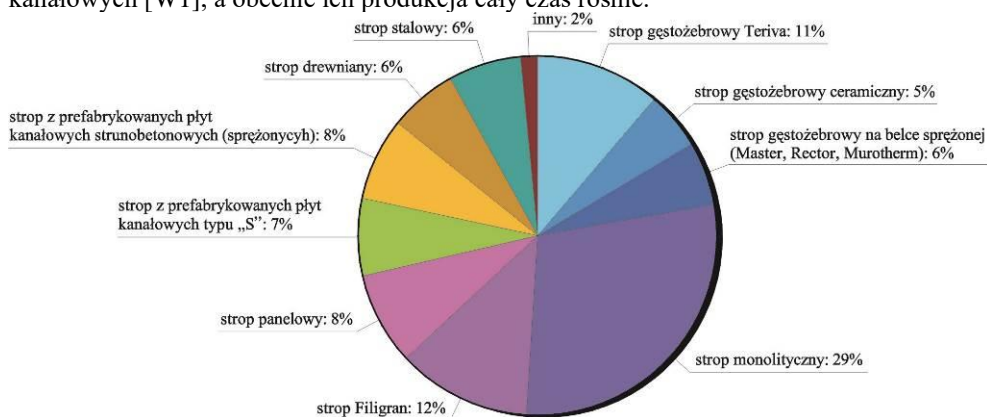
Rys. 1. Czynniki o charakterze techniczno-ekonomicznym



Rys. 2. Kryteria techniczne mające znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego: a) w latach 2015-2016, b) w latach 2019-2020

Badania wykazały, że popularność systemów stropowych w Polsce uległa na przestrzeni pięciu lat zmianie ze względu na przemiany gospodarcze i zmniejszoną dostępność siły roboczej. Nadal najczęściej stosowane są stropy monolityczne oraz systemy belkowo-pustakowe, takie jak strop Teriva (rys. 3). Inne systemy prefabrykowane, jak na przykład płyty kanałowe (HC), belki sprężone lub stropy panelowe pozostają mniej popularne. Zaszły jednak znaczące zmiany. W 2015 r. stropy sprężone (płyty kanałowe, stropy panelowe, belki) zostały wybrane jako pierwszy wybór wśród systemów stropowych przez 8% ankietowanych [4]. W latach 2019-2020 odsetek ten wzrósł do 22% w kategorii "bardzo często", przy czym systemy z półprefabrykowanych płyt stropowych (stropy panelowe) stanowiły 8% [2]. Co interesujące stropy sprężane, najczęściej identyfikowane z płytami kanałowymi (HC) – jak przedstawiają to wyniki badań – nadal uważane są za rozwiązanie innowacyjne oraz coraz częściej wybierane. Historia płyt HC ma swój początek w stropie pomysłu Wilhelma Sieglera z 1906 roku, a pierwsze prefabrykaty o kształcie zbliżonym do

obecnych płyt HC zaczęto masowo produkować w latach 20. XX wieku [7]. Szacuje się, że w samej Europie wykonano do tej pory ponad miliard metrów kwadratowych stropów z płyt kanałowych [W1], a obecnie ich produkcja cały czas rośnie.



Rys. 3. Popularność systemów stropowych – systemy wybierane „bardzo często”

Pewnym rozwiązaniem pośrednim pomiędzy stropami monolitycznymi, a w pełni prefabrykowanymi jak płyty HC są stropy zespolone (w tym rozwiązania panelowe). Analiza systemu częściowo prefabrykowanych płyt betonowych (HPCSS) wykazała, że wskaźnik produktywności konstrukcji jest 1,7 razy wyższy niż w przypadku tradycyjnych systemów płyt [1]. Wyniki te są zgodne z globalnym trendem wykorzystywania potencjału elementów prefabrykowanych [6], co ma kluczowe znaczenie dla przyspieszenia i uproszczenia procesu budowy oraz poprawy efektywności środowiskowej budynków.

2. Podział i cechy systemów stropowych

Autorzy licznych opracowań z zakresu budownictwa przytaczają różnie sformułowane definicje stropów, jakkolwiek ich elementami składowymi będą m.in. takie słowa kluczowe jak: przegroda, element konstrukcyjny, kondygnacje. Z definicji tych można określić główne cele i cechy stosowanych systemów stropowych [5] do których należą:

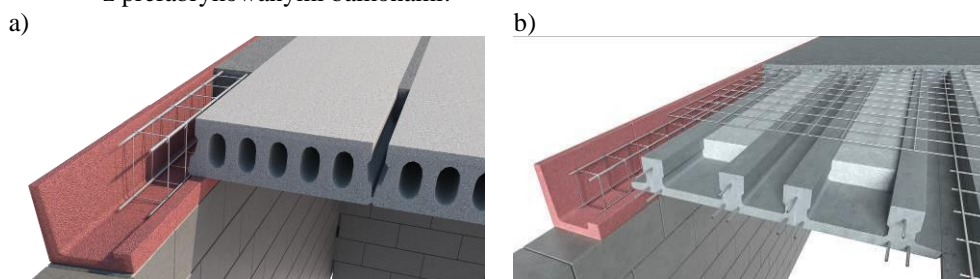
- przenoszenie obciążeń własnych, obciążeń użytkowych,
- stworzenie przegrody:
 - cieplnej – termoizolacyjność systemów stropowych,
 - dźwiękowej – akustyka systemów stropowych,
 - ognioochronnej – odporność ogniowa systemów stropowych,
 - wizualnej – użyteczność i estetyka systemów stropowych;

Systemy stropowe muszą spełniać stawiane przez normy wymagania w zakresie nośności (wytrzymałości), sztywności, izolacyjności cieplnej, izolacyjności akustycznej, trwałości, ognioodporności. Izolacyjność cieplna może odgrywać pewną rolę w przypadku stropów nad piwnicami, stropów najwyższej kondygnacji lub stropodachów. a w stropach międzypiętrowych najważniejsza będzie izolacyjność akustyczna. Dostępne na rynku prefabrykowane rozwiązania stropowe dają szerokie spektrum możliwości doboru dopuszczalnego obciążenia: od 4,0 kN/m² (400 kg/m²) – w przypadku stropów gęstożebrowych, aż po 40 kN/m² (4000 kg/m²) i więcej – w przypadku stropów wykonanych z płyt strunobetonowych. Oferowana przez nowoczesne systemy stropowe rozpiętość powinna umożliwić eliminację podciągów (lub nadciągów), belek zbrojonych i wykonywanych „na mokro” na budowie w celu oparcia stropów o mniejszych

rozpiętościach. Większe rozpiętości pozwalają również na swobodne kształtowanie ścianek działowych, co może mieć duże znaczenie dla rynku deweloperskiego.

W odpowiedzi na potrzeby rynku w ostatnich latach pojawiła się nowa grupa rozwiązań stropowych, określana mianem stropów panelowych. W jej skład wchodzi:

- Strop Vector – rozwiązanie pośrednie pomiędzy stropem gęstożebrowym, a stropem typu Filigran. Całe zbrojenie dolne umieszczone jest w płycie dolnej o szerokości 60 cm, co zapewnia brak konieczności wykonywania szalunku.
- Strop SMART – odpowiednik płyt kanałowych dostosowany do potrzeb budownictwa mieszkaniowego przez zmniejszenie szerokości do 60 cm (rys. 4a).
- Strop S-Panel – sprężona zespolona płyta stropowa o szerokości 60 cm oraz 120 cm (rys. 4b) zapewniająca brak konieczności wykonywania szalunku, mniejszą ilość podpór montażowych, pełną swobodę dozbrajania nadbetonu w tym łączenie z prefabrykowanymi balkonami.



Rys. 4. Wybrane prefabrykowane systemy stropowe: a) płyty kanałowe SMART, b) sprężony strop zespolony S-PANEL 60

3. Analiza kosztów wykonania

Zgodnie z przedstawioną analizą rynku koszty całego stropu odgrywają kluczową rolę w procesie jego wyboru. Pierwszym czynnikiem determinującym wybór jest cena materiałów potrzebnych do budowy stropu, która w przypadku rozwiązań prefabrykowanych odnosi się do ceny elementów prefabrykowanych bez głębszej analizy całości systemu. Dodatkowo, istotne są koszty związane z montażem i pracami związanymi z konstrukcją stropu. Nie mniej istotne są kwestie związane z czasem montażu, pielęgnacji, które mogą przełożyć się na skrócenie procesu inwestycyjnego, a często pomijane są w analizach. W celu uwypuklenia różnic pomiędzy systemami stropowymi grupa Stropy.pl wykonała analizy porównawcze kosztów wykonania najpopularniejszych systemów stropowych. Wyceny wykonano dla typowego stropu między kondygnacyjnego w budynku wielorodzinnym o powierzchni kondygnacji równej $\sim 450 \text{ m}^2$ (rys. 5a). Układ konstrukcyjny budynku można określić jako krzyżowy (rys. 5b), co sprzyja rozwiązaniom stropów dwukierunkowo zbrojonych. Do celów analizy przyjęto następujące parametry:

1. Obciążenia
 - stałe – $2,0 \text{ kN/m}^2$
 - zmienne – $2,0 + 1,2 \text{ kN/m}^2$
2. Warunki użytkowania:
 - klasa ekspozycji – XC1
 - klasa odporności ogniowej – REI60
 - izolacyjność akustyczna stropu – 51 dB (zgodna z WT 2023)



Rys. 5. Analizowany strop budynku wielorodzinnego: a) rzut kondygnacji [W2], b) układy konstrukcyjne dla stropu monolitycznego i Filigran oraz stropów jednokierunkowych

Do analizy wybrano pięć najpopularniejszych typów stropów, kolejno jest to strop: monolityczny, Filigran, S-Panel 60, SMART 20 oraz Teriva Plus. Ze względu na wymogi akustyczne konieczne było wybranie stropów Smart 20 i Teriva Plus 28 o wysokościach większych niż wynika to z analizy nośności na zginanie stropu.

W tabelicy nr 1 zestawiono wyniki podstawowych parametrów stropów oraz końcowe koszty materiałów i robocizny wraz z kosztem całkowitym. Z punktu widzenia klienta jako kluczowe można określić dwa czynniki, tj. koszt materiałów oraz koszt całkowity. Porównanie kosztów materiałów wypada niekorzystnie dla rozwiązań prefabrykowanych z uwagi na koszty produkcji elementów, względem kosztów zakupu stali i betonu dla stropu monolitycznego. Odwrotna sytuacja ma miejsce dla analizy kosztów robocizny. Ostatecznie jednak najtańszymi rozwiązania można określić stropy sprężane, które dodatkowo oferują skrócony czas realizacji inwestycji. Różnica pomiędzy najdroższym stropem monolitycznym, a najtańszym stropem SMART wynosi 34%, pomimo większej o 30% ceny materiałów dla stropu prefabrykowanego. Przedstawione wyceny wykonane na podstawie ofert rynkowych zostaną uzupełnione do celów przyszłych analiz przez grupę Stropy.pl o kosztorysy opracowane z wykorzystaniem Katalogów Nakładów Roboczych (KNR).

Tablica 1. Zestawienie podstawowych parametrów stropów oraz kosztów wykonania

Typ stropu	Grubość, <i>mm</i>	Ciężar, <i>kg/m²</i>	Ilość betonu (na budowie), <i>m³</i>	Koszt materiałów, <i>zł/m²</i>	Koszt robocizny, <i>zł</i>	Koszt całkowity, <i>zł/m²</i>	<i>zł</i>
Monolityczny (krzyżowo zbrojony)	180	450	80,5	135	185	320	143000
Filigran (krzyżowo zbrojony)	180	450	55,9	175	110	285	126000
S-Panel 60 (jednokierunkowy)	180	360	34,9	165	80	245	109000
SMART (jednokierunkowy)	200	290	3,1	175	65	240	107000
Teriva Plus (jednokierunkowy)	280	345	24,4	190	100	290	130000

*Koszty na m² zaokrąglono do 5 zł, a koszty całkowite do pełnych 1000 zł, ceny netto

4. Podsumowanie

Oczekiwania i wymogi uczestników rynku stropowego podlegają ciągłym zmianom, stawiając coraz ostrzejsze wymogi względem systemów stropowych. Decydującym czynnikiem pozostaje wciąż koszt całkowity stropu, jednak inne wymogi stają się równie istotne. Z punktu widzenia potencjalnych przyszłych regulacji opartych o ślad węglowy kluczowe jest porównanie masy elementu, a tym samym ilości betonu. W tym zakresie najkorzystniejszym wyborem są stropy panelowe bazujące na sprężonych elementach prefabrykowanych. Stropy prefabrykowane w tym stropy panelowe pomimo wielu lat obecności na rynku nadal są stropami innowacyjnymi, a przez innowacyjność rozumie się nie tylko nowe typy konstrukcji – w praktyce jest to często łączenie rozwiązań znanych, ale w nowych konfiguracjach. Stropy panelowe oferowane w Polsce łączą w sobie cechy kilku systemów stropowych: niewielki ciężar i standaryzację – jak w stropach gęstożebrowych, modułowość – jak w stropach prefabrykowanych oraz cechy stropu zespolonego typu Filigran. Dzięki szerokim możliwościom dozbierania oraz konfiguracji stropu z różnych systemów panelowych, zdecydowana większość konstrukcji może powstać w znacznie szybszym czasie. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że uzyskanie największych korzyści możliwe jest tylko dla odpowiednio przemyślanego projektu obiektu, który uwzględni wszystkie cechy prefabrykatu. Ostateczny wybór stropu powinien uwzględniać zarówno koszty inwestycyjne, jak i koszty środowiskowe, aby zapewnić zrównoważony i ekonomiczny projekt budowlany.

Bibliografia

- [1] Cho K., Shin Y.S., Kim T., *Effects of half-precast concrete slab system on construction productivity*. Sustainability, Nr 9, 2017.
- [2] Jasiński R., Kisiołek A., Zając J., *Badania rynkowe systemów stropowych i potrzeb uczestników procesu budowlanego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2022.
- [3] Kisiołek A., *The relation between the quality of building materials and customer preferences on the example of floor systems*. Humanitas University's Research Papers Management, Nr 18 (3), s. 183-198, 2017.
- [4] Kisiołek A., *The market of flooring systems in Poland*. Innovative Marketing, Nr 14, 2018.
- [5] Mirski J.Z., Łącki K., *Budownictwo z technologią 2*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1998.
- [6] Ribas C., Cladera A., *Experimental study on shear strength of beam-and-block floors*. Engineering Structures, Nr 57, 2013.
- [7] Van Acker A., Maas S., *Historical development of Hollow Core slabs*. Concrete Plant International, Nr 2, s. 112-123, 2021.
- [8] Van Damme H., *Concrete material science: past, present, and future innovations*. Cement and Concrete Research, Nr 112, 2018.

Strony internetowe

- [W1] <https://www.elematic.com/blogs/on-the-route-towards-more-efficient-hollow-core-slabs/>
- [W2] <https://www.extradom.pl/projekt-budynku-wielorodzinnego-saturn-budynek-wielorodziny-BSA2085>