

Radosław JASIŃSKI, Artur KISIOŁEK, Jakub ZAJĄC

**BADANIA RYNKOWE
SYSTEMÓW STROPOWYCH
I POTRZEB UCZESTNIKÓW
PROCESU BUDOWLANEGO**

**WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
GLIWICE 2022
UIW 48600**

Opiniodawcy

Prof. zw. dr hab. Jerzy Babiak

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz, Politechnika Wrocławska

Kolegium redakcyjne

REDAKTOR NACZELNY – Dr hab. inż. Barbara KULECZ, prof. PŚ

REDAKTOR DZIAŁU – Prof. dr hab. inż. Łukasz DROBIEC

SEKRETARZ REDAKCJI – Mgr Jolanta NIDERLA-WITKOWSKA

Wydano za zgodą

Rektora Politechniki Śląskiej

Projekt okładki

Tomasz LAMORSKI

ISBN 978-83-7880-817-6

© Copyright by

Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

Gliwice 2022

SPIS TREŚCI

WYKAZ PODSTAWOWYCH OZNACZEŃ	7
1. WSTĘP	9
2. PRZEGLĄD WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ STROPOWYCH	12
2.1. Informacje ogólne	12
2.2. Stropy monolityczne	17
2.3. Stropy gęstożebrowe	19
2.4. Stropy płytowe zespolone typu Filigran	28
2.5. Stropy panelowe	30
2.5.1. Strop Vector	30
2.5.2. Strop SMART	35
2.5.3. Strop Teriva Panel	37
2.5.4. Strop Konbet S-Panel	39
2.6. Stropy z kanałowych płyt prefabrykowanych (żelbetowych i strunobetonowych)	40
2.7. Badania polowe stropów	46
3. BUDOWNICTWO MIESZKANIOWE W POLSCE – WYBRANE ZAGADNIENIA	52
3.1. Wybrane kierunki rozwoju budownictwa mieszkaniowego w Polsce	52
3.2. Domy energooszczędne i pasywne	55
3.3. Jakość a rynek mieszkaniowy	61
3.4. Błędy jakościowe i ich skutki w przypadku systemów stropowych	66
4. WYBÓR SYSTEMU STROPOWEGO	72
4.1. Kryteria wyboru	72
4.2. Dźwiękoizolacyjność	74
4.2.1. Akustyka w budownictwie wielorodzinnym	74
4.2.2. Wymagania dotyczące ochrony przed hałasem	77
4.2.3. Izolacyjność akustyczna wybranych systemów stropowych	84
4.3. Termoizolacyjność	88
4.4. Pozostałe kryteria związane ze zdrowiem	91
4.5. Kryteria o charakterze ekonomicznym	95
5. OBSŁUGA KLIENTA W PROCESIE WYBORU SYSTEMU STROPOWEGO	103
5.1. Potrzeby i obsługa klienta	103
5.2. Uczestnicy procesu budowlanego	106
5.3. Mapowanie potrzeb w obsłudze klienta	108

5.4. Marketing mix... innowacyjne rozwiązania w marketingu – koncepcja S.A.V.E.	109
6. BADANIA I ANALIZA RYNKU ŻELBETOWYCH SYSTEMÓW STROPOWYCH W POLSCE	111
6.1. Założenia metodologiczne	111
6.2. Cel badania oraz hipotezy badawcze	113
6.3. Wyniki badań	114
6.3.1. Popularność systemów stropowych	114
6.3.2. Wybór systemu stropowego w aspekcie kryteriów o charakterze techniczno-ekonomicznym	117
6.3.3. Wybór systemu stropowego pod kątem kryteriów technicznych	118
6.4. Analiza otrzymanych wyników	119
6.4.1. Kryteria o charakterze techniczno-ekonomicznym	119
6.4.2. Kryteria mające znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego...	120
6.4.3. Częstość stosowania systemów stropowych	121
6.4.4. Kryteria techniczno-ekonomiczne w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego)	123
6.4.5. Istotne czynniki w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego) procesie wyboru systemu stropowego	125
6.4.6. Częstość w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego)...	125
6.5. Podsumowanie przeprowadzonych badań	127
7. ZAKOŃCZENIE	130
BIBLOGRAFIA	132
Streszczenie	142

CONTENTS

LIST OF BASIC SYMBOLS	8
1. INTRODUCTION	9
2. OVERVIEW OF SELECTED FLOORS SOLUTION	12
2.1. General information	12
2.2. Monolithic floor	17
2.3. Beam and block floors	19
2.4. Filigran type composite slab floors	28
2.5. Panle floors	30
2.5.1. Vector type floor	30
2.5.2. SMART type floor	35
2.5.3. Teriva Panel type floor	37
2.5.4. Konbet S-Panel type floor	39
2.6. Floors made of precast hollow-core slabs (reinforced concrete and prestressed concrete)	40
2.7. Field research of floors	46
3. HOUSING CONSTRUCTION IN POLAND – SELECTED ISSUES	52
3.1. Selected directions of development of housing construction in Poland	52
3.2. Energy-efficient and passive houses	55
3.3. Quality and the housing marke	61
3.4. Qualitative errors and their effects in the case of floor systems	66
4. SELECTION OF CEILING SYSTEM	72
4.1. Criteria of selection	72
4.2. Sound insulation	74
4.2.1. Acoustics in multi-family housing	74
4.2.2. Requirements for protection against noise	77
4.2.3. Acoustic insulation of selected floor systems	84
4.3. Thermal insulation	88
4.4. Other criteria related to health	91
4.5. Economic criteria	95
5. CUSTOMER SERVICE IN THE SELECTION PROCESS FLOORS SYSTEM	103
5.1. Customer needs and service	103
5.2. Participants in the construction process	106
5.3. Mapping customer service needs	108

5.4. Marketing mix... Innovative solutions in marketing – concept of S.A.V.E.	109
6. RESEARCH AND ANALYSIS OF THE REINFORCED CONCRETE FLOOR SYSTEMS MARKET IN POLAND	111
6.1. Methodological assumptions	111
6.2. Purpose of the study and research hypotheses	113
6.3. Research results	114
6.3.1. Popularity of floor systems	114
6.3.2. Selection of the floor system in terms of a technical and economic criteria	117
6.3.3. Selection of the floor system in terms of technical criteria	118
6.4. Analysis of the obtained results	119
6.4.1. Criteria of a technical and economic nature	119
6.4.2. Criteria of importance in the process of selecting the floor system ..	120
6.4.3. The frequency of use of floor systems	121
6.4.4. Technical and economic criteria depending on the group (participant of the construction process)	123
6.4.5. Significant factors depending on the group (participant of the construction process) in the process of selecting the floor system	125
6.4.6. The frequency depending on the group (participant in the construction process)	125
6.5. Summary of the research	127
7. CONCLUSION	130
BIBLIOGRAPHY	132
Abstract	143

WYKAZ PODSTAWOWYCH OZNACZEŃ

Wielkie litery łacińskie

$D_{nT,A1}$	– wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów (niskoczęstotliwościowy),
$D_{nT,A2}$	– wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów,
EP	– maksymalne zużycie energii pierwotnej,
H	– statystyka testu Kruskala-Wallisa,
$L_{n,w}$	– wskaźnik znormalizowanego poziomu uderzeniowego,
$L'_{n,w}$	– wskaźnik przybliżonego znormalizowanego poziomu uderzeniowego,
Me	– mediana,
N	– liczebność próby,
$R_{A,1}$	– wskaźnik izolacyjności akustycznej (niskoczęstotliwościowy),
$R_{A,2}$	– wskaźnik izolacyjności akustycznej (wysokoczęstotliwościowy),
$R'_{A,1}$	– wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej (niskoczęstotliwościowy),
$R'_{A,2}$	– wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej (wysokoczęstotliwościowy),
$R_{w,R}$	– ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej projektowej,
U	– współczynnik przenikania ciepła,
UP	– zapotrzebowanie na nieodwracalną energię pierwotną
Q	– kwantyl,
V	– statystyka testu Cramera.

Małe litery łacińskie

h	– wysokość (grubość) przekroju,
f_1	– zawartość naturalnych izotopów promieniotwórczych,
f_2	– wskaźnik aktywności,
p	– prawdopodobieństwo testowe.

Małe litery greckie

a	– poziom istotności,
χ	– statystyka testu <i>chi</i> -kwadrat.

LIST OF BASIC SYMBOLS

Capital Latin letters

$D_{nT,A1}$	– indicator assessment index of level difference (low-frequency),
$D_{nT,A2}$	– indicator assessment index of level difference,
EP	– maximum primary energy consumption,
H	– statistics of the Kruskal-Wallis test,
$L_{n,w}$	– normalized shock level indicator,
$L'_{n,w}$	– approximate normalized shock level indicator,
Me	– median,
N	– sample size,
$R_{A,1}$	– acoustic insulation index (low-frequency),
$R_{A,2}$	– acoustic insulation index (high frequency),
$R'_{A,1}$	– indicator for assessing the approximate specific acoustic insulation (low-frequency),
$R'_{A,2}$	– indicator for assessing the approximate specific acoustic insulation (high-frequency),
$R_{w,R}$	– weighted index of proper design sound insulation,
U	– heat transfer coefficient,
UP	– the need for irreversible primary energy,
Q	– quantile,
V	– statistics of the Cramer test.

Small Latin letters

h	– cross-section height (thickness),
f_1	– content of natural radioactive isotopes,
f_2	– activity index,
p	– test probability.

Small Greek letters

α	– significance level,
χ	– <i>chi</i> -square test statistic.

1. WSTĘP

Problematyka systemów stropowych dotyczy obszernego grona podmiotów realizujących szeroko pojęty proces budowlany. Oprócz wymienionych w Prawie budowlanym projektantów, inspektorów nadzoru, kierowników budów oraz inwestorów uwzględnić należy jeszcze podmioty związane z produkcją i handlem.

Niniejsza publikacja jest efektem naukowych zainteresowań i zawodowych doświadczeń autorów w zakresie konstrukcji, ekonomiki i zarządzania, których wspólnym mianownikiem jest inwestor – „klient”, jego potrzeby i zachowania oraz ich wpływ na dynamikę oraz innowacyjność rynku budowlanego w Polsce.

Praca obejmuje zagadnienia związane z samym produktem stropowym ujętym zarówno w perspektywie technicznej, jak i marketingowej. Ujęcie techniczne w zakresie konstrukcyjnym jest głównie związane z uwypukleniem zgodności stosowanych systemów stropowych z Eurokodami. Natomiast ujęcie techniczne w dziedzinie fizyki budowli wynika z właściwości akustycznych i termoizolacyjnych systemów stropowych. Ujęcie marketingowe monografii związane jest ze strategią rozwoju wyrobu przez producenta z uwzględnieniem, potwierdzonych badaniami, potrzeb inwestora – klienta.

Rozwój cywilizacyjny, wzrost zamożności społeczeństw, jak również ciągła presja ze strony konkurencji wpływają na zmienność tego, co określane jest mianem produktu, na każdym jego poziomie. Według Levitta konkurowanie odbywa się nie tyle między tym, co przedsiębiorstwa wytwarzają, ile między tym, co do produktu dodają [41]. W przypadku stropów na rynku dominują produkty podstawowe w swej formie, o jakości wyznaczonej niską ceną, która wydaje się niezbędna do walki konkurencyjnej. Ten obraz rynku zmienia się jednak na naszych oczach, nowe trendy w budownictwie, nowe technologie, problemy z dostępnością siły roboczej, a także zmiany o charakterze społeczno-ekonomicznym tworzą wyzwania całej branży budowlanej. Aby im sprostać niezbędne jest skupienie uwagi na potrzebach klientów i dostosowywanie do nich swojej oferty.

Rosnącym oczekiwaniom klientów starają się sprostać sprzedawcy, a badanie zależności występujących na danym rynku przynosi efekty, gdy z jego całości wyodrębnimy część, czyli segment, charakteryzujący się takim samym zestawem potrzeb [37]. Jednym z takich segmentów, w zakresie materiałów budowlanych, jest rynek systemów stropowych. Tworzą go z jednej strony producenci i dystrybutorzy, a z drugiej osoby zaangażowane w proces budowlany, partycypujące w podejmowaniu decyzji o wyborze systemu stropowego.

Wybór stropu należy do tych składowych elementów budynku, których wymiana jest najtrudniejsza, zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym. W odróżnieniu od pozycji technicznych, rynkowym aspektem rozwiązań stropowych literatura ekonomiczna nie poświęca wiele miejsca, stąd próba wypełnienia tej luki w postaci niniejszej monografii, której celem jest analiza rynku w odniesieniu do wybranych systemów stropowych. Przedstawione koncepcje oraz wyniki badań mają charakter ogólny, a intencją autorów było odzwierciedlenie aspektów technicznych, trendów oraz przyszłości rynku systemów stropowych.

Monografia składa się z siedmiu rozdziałów. W rozdziale pierwszym zawarto wstęp oraz zakres pracy. W drugim zaprezentowano przegląd wybranych systemów stropowych, zaczynając od stropów żelbetowych monolitycznych; stropów gęstożebrowych belkowo-pustakowych; stropów płytowych zespolonych typu Filigran. Przegląd stropów uzupełniono o całą rodzinę stropów panelowych w tym Vector, SMART, Teriva Panel i Konbet S-Panel. Oprócz tego omówiono stropy z żelbetowych i sprężonych prefabrykowanych płyt kanałowych. Rozdział zwięźcono syntetycznym sprawozdaniem z polowych badań wybranych stropów.

Rozdział trzeci przedstawia rozwój budownictwa mieszkaniowego w Polsce w latach 2015–2019, w szczególności koncentrując się na: ogólnej kondycji rynku, wybranych kierunkach i trendach rozwoju, w tym na idei zrównoważonego budownictwa, jakości na rynku mieszkaniowym oraz błędach jakościowych i ich skutkach w odniesieniu do systemów stropowych.

W rozdziale czwartym omówiono podstawowe kryteria wyboru, następnie przedstawiono wymagania stawiane systemom stropowym w zakresie dźwiękoizolacyjności i termoizolacyjności. Przedstawiono również inne kryteria związane ze zdrowiem odpowiadające m.in. za poczucie komfortu i dobrostan mieszkańców, w tym kwestie związane z promieniotwórczością materiałów budowlanych.

W rozdziale piątym zaprezentowano wybrane informacje z zakresu współczesnego marketingu. Przedstawiono uczestników procesu budowlanego, z uwzględnieniem ich

potrzeb. Część rozdziału poświęcono obsłudze klienta w procesie wyboru i zakupu systemu stropowego.

Rozdział szósty przedstawia wyniki badań rynkowych przeprowadzonych przez autorów monografii w latach 2015–2020, których celem było dokonanie próby diagnozy polskiego rynku wybranych systemów stropowych z uwzględnieniem czynników oraz kryteriów techniczno-ekonomicznych decydujących o wyborze systemu stropowego oraz popularności poszczególnych systemów stropowych.

Niniejsza monografia jest adresowana do wszystkich podmiotów procesu wyboru systemu stropowego, ze szczególnym uwzględnieniem: handlowców zawodowo związanych z rynkiem materiałów budowlanych, inwestorów-klientów, wykonawców i projektantów konstrukcji budowlanych. Pracę można polecić także studentom kierunków budowlanych specjalności technologicznych i konstrukcyjnych oraz studentom kierunków ekonomicznych.

Autorzy wyrażają nadzieję, że publikacja będzie kolejnym głosem na temat rynku systemów stropowych, z naciskiem na nowoczesne oraz innowacyjne rozwiązania i przyczyni się do popularyzacji wiedzy o tej niewątpliwie interesującej grupie produktów.

2. PRZEGLĄD WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ STROPOWYCH

Rozdział poświęcono systemom stropowym w ujęciu technicznym. Oprócz informacji ogólnych, obejmujących rolę i zadania stropów w konstrukcji budynku, zaprezentowano podział stropów ze względu na klasyfikację konstrukcyjną, materiałową i wykonawczą. Szczegółowo omówiono najczęściej stosowane stropy żelbetowe – monolityczne, prefabrykowane i gęstożebrowe. Na zakończenie zaprezentowano wyniki badań własnych stropów w skali naturalnej.

2.1. Informacje ogólne

Autorzy licznych opracowań z zakresu budownictwa ogólnego oraz szeroko pojętych konstrukcji budowlanych przytaczają różnie sformułowane definicje stropów, jakkolwiek ich elementami składowymi będą m.in. takie słowa kluczowe, jak: przegroda, element konstrukcyjny, kondygnacje. Dlatego należy przyjąć, że strop to przegroda stanowiąca poziomy element konstrukcyjny budynku, dzięki któremu oddzielone są jego poszczególne kondygnacje. Każdy strop składa się z wielu elementów wzajemnie ze sobą powiązanych, których sposób połączenia będzie zależny od przyjętej technologii oraz rodzaju użytych materiałów. Stąd w rynkowej nomenklaturze budowlanej pojawił się termin system stropowy, którym obecnie posługuje się wielu, zarówno lokalnych, jak i ogólnopolskich producentów prefabrykatów budowlanych.

Do głównych zadań stropów [46] należą:

- przenoszenie obciążeń własnych, obciążeń użytkowych (tj. umeblowania, wyposażenia pomieszczeń, przebywających w pomieszczeniu osób lub materiałów) oraz ścianek działowych przez przekazanie ich na ściany nośne lub szkielet konstrukcyjny budynku,
- stworzenie poziomej tarczy usztywniającej budynek,
- stworzenie przegrody:
 - cieplnej – termoizolacyjność systemów stropowych,

- dźwiękowej – akustyka systemów stropowych,
- ognioochronnej – odporność ogniowa systemów stropowych,
- wizualnej – użyteczność i estetyka systemów stropowych;
- stworzenie podłoża dla podłóg i tynków [46].

Wśród elementów składowych stropów wymienia się konstrukcję nośną (jako element podstawowy) oraz w zależności od przeznaczenia budowli także podłogę, podsufitkę i izolację. Podsufitkę może stanowić tynk, który jest bezpośrednio połączony z dolną częścią konstrukcji nośnej w sposób sztywny. Częstość rozwiązaniem (szczególnie w obiektach użyteczności publicznej) jest stosowanie podsufitek podwieszanych do konstrukcji stropu (otrzymana w ten sposób przestrzeń wykorzystywana jest na prowadzenie różnego rodzaju instalacji) [44].

Systemy stropowe [44, 24] muszą spełniać stawiane przez normy wymagania w zakresie nośności (wytrzymałości), sztywności, izolacyjności cieplnej, izolacyjności akustycznej, trwałości, ognioodporności. Ponadto w kontekście ekonomicznym (z punktu widzenia inwestora) powinny charakteryzować się nie tyle najniższym kosztem, co optymalną relacją pomiędzy ceną, jakością wykonania a parametrami użytkowymi.

Izolacyjność cieplna odgrywa zasadniczą rolę w przypadku stropów nad piwnicami, stropów najwyższej kondygnacji lub stropodachów¹ [24]. W stropach międzypiętrowych najważniejsza będzie izolacyjność akustyczna. Oprócz samej konstrukcji stropu o zróżnicowanych właściwościach dźwiękoizolacyjnych przed przenikaniem dźwięków uderzeniowych chronić będą m.in.: miękkie wykładziny podłogowe, powszechnie stosowane tzw. podłogi pływające, niepołączone w trwały sposób z konstrukcją budynku, oddzielone często specjalnie zaprojektowaną warstwą dźwiękoizolacyjną, warstwy tłumiące pod posadzką, sufity podwieszane.

Przedstawione powyżej zadania systemów stropowych wskazują, że obok funkcji czysto konstrukcyjnych, które nazwać możemy ogólnobudowlanymi, stropy jako przegrody zaspokajać będą różne potrzeby klientów na rynku budowlanym. W związku z powyższym stropy będą stanowić materiał badawczy nie tylko dla specjalistów z zakresu budownictwa, lecz także ekonomistów, czego przykładem jest niniejsza monografia.

Jeżeli przez rodzaj stropu rozumiemy rodzaj konstrukcji nośnej, to – jak podano w pracy [46] – wyróżnić można następujące kryteria ich podziału:

- ze względu na rodzaj materiału konstrukcyjnego:

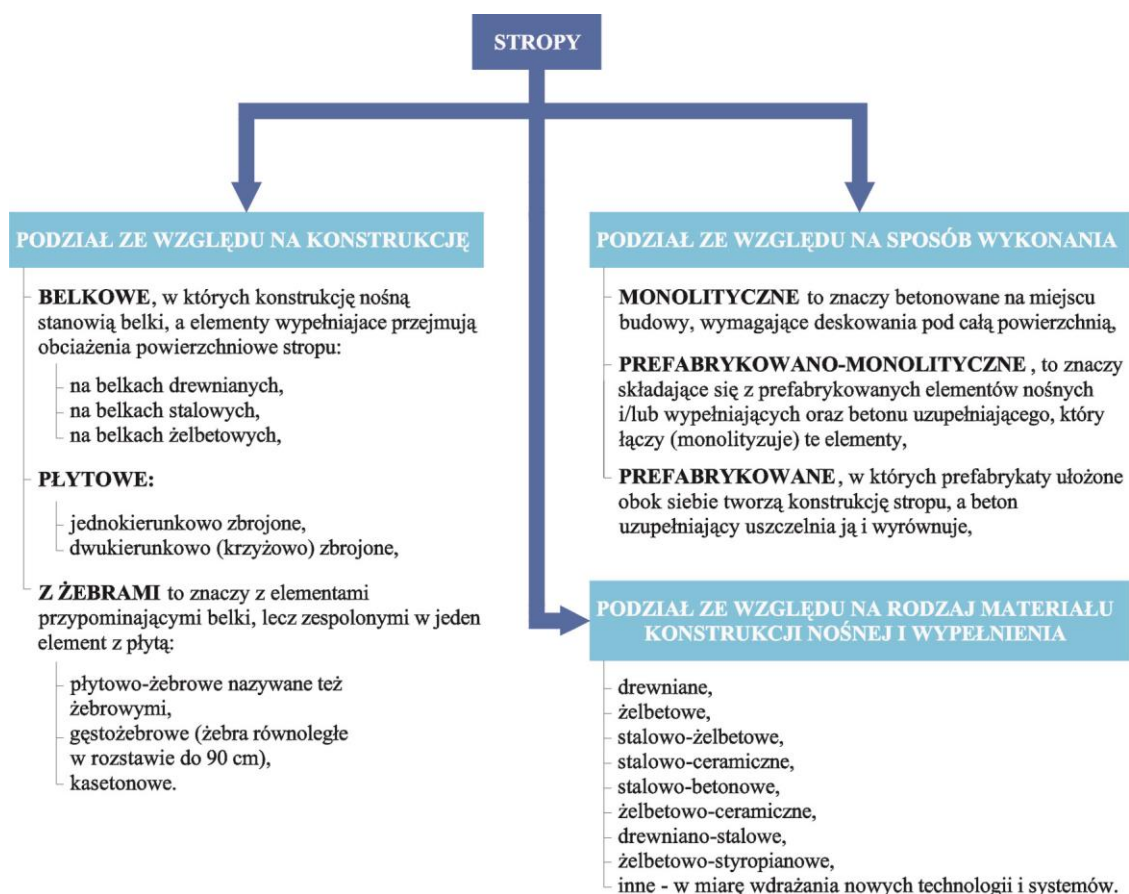
¹ (...) Stropodach jest przekryciem płaskim lub krzywoliniowym spełniającym jednocześnie rolę przekrycia stropowego i dachowego. Stropodach składa się z konstrukcji nośnej, pokrycia i warstwy izolacyjnej (...) [24].

- drewniane,
- stalowe,
- stalowo-betonowe,
- stalowo-ceramiczne,
- żelbetowe,
- żelbetowo-ceramiczne,
- z betonu sprężonego;
- ze względu na położenie w budynku:
 - nadpiwniczne,
 - międzypiętrowe,
 - poddasza lub stropodachy;
- ze względu na rodzaj konstrukcji:
 - belkowe,
 - na belkach,
 - płytowe,
 - płytowo-żebrowe,
 - gęstożebrowe,
 - rusztowe,
 - kasetonowe,
 - grzybkowe,
 - prefabrykowane,
 - monolityczno-prefabrykowane;
- ze względu na ognioodporność:
 - palne,
 - niepalne.

Alternatywna klasyfikacja systemów stropowych została zaprezentowana na rysunku 2.1. Przedstawione w niniejszej monografii klasyfikacje nie wyczerpują tematu podziału systemów stropowych [12]. Na rynku pojawiają się nowe trendy tworzące unikalne potrzeby, z którymi wcześniej zarówno inwestorzy-klienci, jak i projektanci oraz wykonawcy nie mieli do czynienia. Ich przykładami mogą być m.in. ekologia i zdrowie, termoizolacyjność, akustyka, ekonomika procesu budowlanego czy szybkość montażu, czyli cały zestaw tendencji wynikających z idei zrównoważonego budownictwa. Na ich bazie powstawać będą nowe systemy wykorzystujące zarówno znane dotychczas, jak i nowe materiały oraz technologie.

Na dzień dzisiejszy rynek producentów materiałów budowlanych przeznaczonych do budownictwa mieszkaniowego nie oferuje zbyt wielu innowacyjnych rozwiązań

z zakresu żelbetowych systemów stropowych. Dynamika rynku jest niewielka i została opisana w pracy [58] w następujący sposób: „W obiektach małych takich jak domy jednorodzinne zazwyczaj ważne jest zapewnienie możliwości wykonania stropów bez użycia ciężkich dźwigów, co wymaga stosowania stropów wykonanych na miejscu w budowania lub stropów z elementów prefabrykowanych, które można montować ręcznie. Dlatego do stosowania w tego rodzaju obiektach można zalecić stropy gęstożebrowe, zwłaszcza niewymagające wykonania deskowań, np. stropy zespolone ceramiczno-żelbetowe. Elementy prefabrykowane (belki i pustaki) tego rodzaju stropów są produkowane w wielu wytwórniach w kraju”.



Rys. 2.1. Klasyfikacja systemów stropowych [63]
Fig. 2.1. Classification of floor systems [63]

Analizując przytoczony fragment tekstu, można dojść do wniosku, że rynek zachowuje się statycznie, co pod wieloma względami rzeczywiście ma miejsce od wielu lat i jest efektem skali, tzn. dużej liczby stosunkowo małych wytwórców. Wzmoczona konkurencja wśród wielu drobnych producentów oferujących głównie stropy gęstożebrowe (wytwórców belek i pustaków stropowych) przejawia się przede wszystkim w wojnach cenowych, które siłą rzeczy odbijają się na parametrach

jakościowych, a nierzadko technicznych oferowanych przez nich wyrobów. Taka sytuacja sprawia, że Polska jest jedynym w Europie krajem o tak dużej popularności stropów gęstożebrowych, stosunkowo rzadko stosowanych w krajach zachodnich, z uwagi na wysokie koszty pracy oraz niskie parametry techniczno-użytkowe. Nakłady na badania i rozwój produktów w często rodzinnych betoniarniach w zasadzie nie występują; oprócz odtwórczego naśladownictwa rzadko mamy do czynienia z innowacjami, które w sposób istotny mogłyby zmienić rynkową ofertę. Niemniej jednak i tu zdarzają się wyjątki, są rozwiązania, które wpisują się w najnowsze trendy budownictwa na świecie, a ich popularność systematycznie wzrasta. Jednak bez współpracy ze środowiskami inżynierów praktyków oraz ośrodkami akademickimi propagowanie najnowszych technologii w zakresie systemów stropowych postępować będzie w wolnym tempie. Potrzeba dialogu pomiędzy poszczególnymi uczestnikami rynku, do których należą m.in. inwestorzy, konstruktorzy, architekci, dystrybutorzy i wykonawcy jest odczuwalna. Niniejsza publikacja stanowi próbę podjęcia komunikacji między formalnymi a nieformalnymi uczestnikami procesu budowlanego.

Wybór odpowiedniego stropu jest ważną decyzją, wiąże się bowiem z przewidywaną wielkością inwestycji w chwili obecnej oraz parametrami, które odgrywają ważną rolę w jego późniejszym użytkowaniu. Dzięki dobrej decyzji inwestor może zaoszczędzić nie tylko pieniądze i czas w fazie budowy, ale też energię konsumowaną w czasie eksploatacji domu oraz zyskać komfort użytkowania.

Należy podkreślić, że w przypadku budownictwa mieszkaniowego inwestor może zasugerować projektantowi rozwiązanie dla niego najbardziej odpowiednie. W obiektach małych, takich jak domy jednorodzinne, ważne jest zapewnienie możliwości wykonania stropu bez użycia dźwigu. Dobrym pomysłem może okazać się zastosowanie elementów prefabrykowanych, które da się zamontować bez użycia ciężkiego sprzętu. Podobnych kryteriów jest wiele i zostaną szczegółowo omówione w dalszej części publikacji. W rozdziale, w dalszej kolejności, zamieszczono krótką charakterystykę rozwiązań stropowych dostępnych na polskim rynku.

2.2. Stropy monolityczne

Stropy monolityczne to zazwyczaj płaskie żelbetowe stropy płytowe w całości powstające na miejscu budowy. Betonuje się je na pełnym deskowaniu. Muszą być zaprojektowane indywidualnie do każdego budynku. Konstruktor decyduje o sposobie oparcia na ścianach, zbrojeniu oraz wyznacza nośność i użytkowność stropu zgodnie z aktualnymi normami. Z tego powodu jakiegokolwiek zmiany podczas budowy muszą być konsultowane z autorem projektu.

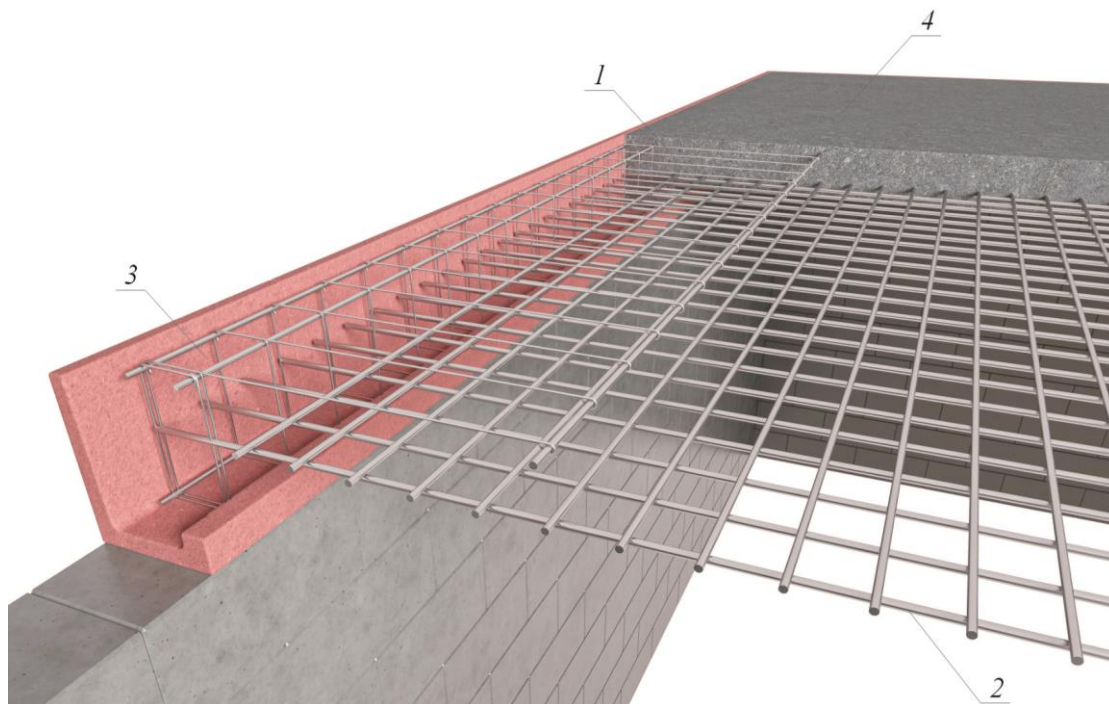
Stropy te w rzucie mogą mieć kształty regularne, tj. prostokątne, kwadratowe, kołowe, trójkątne bądź nieregularne. Z punktu widzenia statyki budowli rozróżnia się płyty pracujące jednokierunkowo (w których zbrojenie układane jest w jednym kierunku) bądź wielokierunkowo (pręty nośne układane są w wielu kierunkach). Najbardziej popularnymi rozwiązaniami ze zbrojeniem wielokierunkowym są płyty zbrojone dwukierunkowo, czyli krzyżowo, o rzucie prostokąta (przy stosunku dłuższego do krótszego boku mniejszym od dwóch) bądź kwadratu [44].

Betonowanie stropu odbywa się w miejscu zabudowania stropu, wykorzystując najczęściej gotową mieszankę dostarczaną z wytwórni betonowozem. Mieszanka z wytwórni zapewnia również uzyskanie betonu odpowiedniej klasy, której dopilnowanie jest jednym z podstawowych obowiązków inwestora [I-6]. Układany beton wymaga odpowiedniego zagęszczenia i ochrony przed wpływem warunków atmosferycznych. Należy go również odpowiednio pielęgnować przez systematyczne zraszanie wodą, jak również zabezpieczać np. folią – przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym i działaniem wiatru. Przykładowy strop monolityczny został pokazany na rysunku 2.2.

Największą wadą stropu monolitycznego jest złożony proces montażu, do którego niezbędne jest wynajęcie profesjonalnej brygady, która poradzi sobie z solidnym deskowaniem i skomplikowanym układaniem zbrojenia na miejscu budowy. W związku z powyższym wysokie jest prawdopodobieństwo popełnienia błędów wykonawczych. Kolejną istotną wadą jest długi czas wykonania i to zarówno do betonowania stropu, jak i późniejszej pielęgnacji betonu, który uzyskuje swoją wytrzymałość po 28 dniach – co uniemożliwia jego wcześniejsze obciążanie i prowadzenie dalszych prac budowlanych. Czasochłonność montażu oraz duże zużycie materiałów generują wysokie koszty.

Strop monolityczny, mimo że jest najtrudniejszy w wykonaniu, daje największe

możliwości projektantowi konstrukcji, ponieważ nie ma ograniczeń w zakresie kształtu i rozpiętości. Z punktu widzenia ekonomiki procesu budowlanego jest to często najdroższe rozwiązanie dostępne dla inwestora. Poniżej w sposób usystematyzowany podano zalety oraz wady płytowych stropów monolitycznych.



Rys. 2.2. Budowa stropu monolitycznego: 1 – zbrojenie górne, 2 – zbrojenie dolne, 3 – zbrojenie wieńca, 4 – beton monolityczny

Fig. 2.2. Construction of a monolithic floor: 1 – top reinforcement, 2 – bottom reinforcement, 3 – ring beam reinforcement, 4 – monolithic concrete

Zalety stropów monolitycznych:

- możliwość stosowania nieregularnych i nietypowych kształtów,
- wysoka dźwiękoizolacyjność uzyskiwana dzięki monolityczności stropu – brak pustek powietrznych, z którymi mamy do czynienia np. w przypadku stropów gęstożebrowych,
- brak tzw. efektu klawiszowania,
- możliwość podwieszania ciężkich elementów w dowolnym miejscu sufitu,
- dowolność w rozmieszczaniu ścianek działowych,
- możliwy ręczny montaż, niewymagający używania specjalistycznego sprzętu dźwigowego,
- równa dolna powierzchnia stropu (szczególnie, gdy używane są deskowania systemowe).

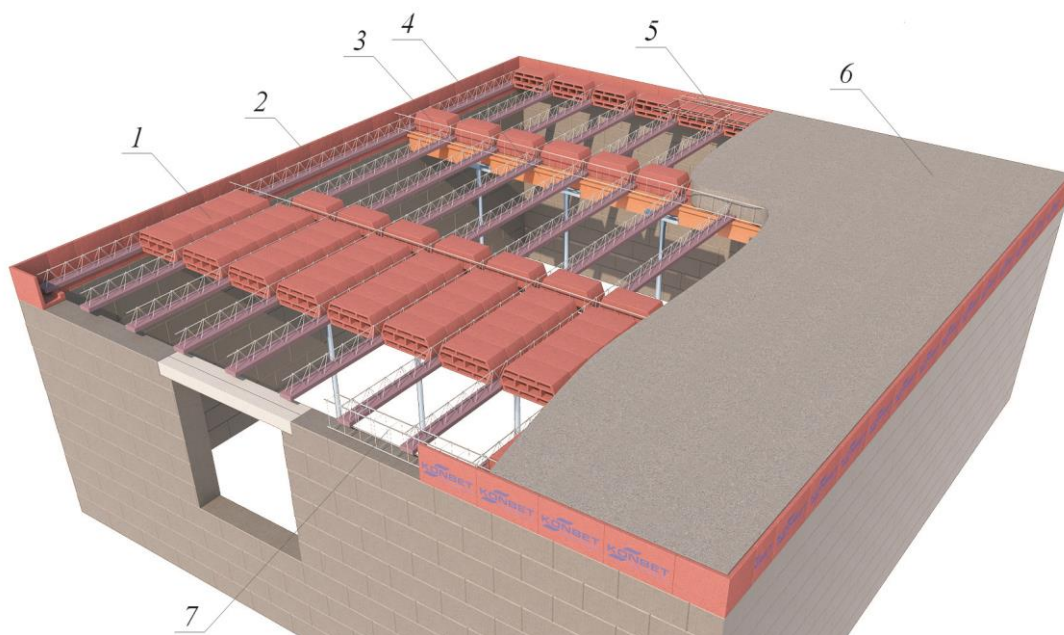
Do głównych wad stropów monolitycznych zalicza się:

- dużą pracochłonność wykonania,

- wysoki koszt wykonania, jeden z najwyższych na rynku,
- niestandardowość i brak unifikacji, każdy strop monolityczny projektowany jest niezależnie,
- długotrwały proces wprowadzania zmian na etapie prac wykonawczych,
- wysokie prawdopodobieństwo popełnienia błędów wykonawczych z uwagi na skomplikowany proces montażu, w tym szalowania, a przede wszystkim układania zbrojenia i betonowania,
- czasochłonne deskowanie oraz stemplowanie pociągające za sobą wykorzystywanie znacznej ilości drewna,
- dużą wysokość konstrukcyjną przy większych nośnościach i rozpiętościach.

2.3. Stropy gęstożebrowe

Stropy gęstożebrowe często bywają nazywane następcami stropów monolitycznych, choć tak naprawdę powstały przed nimi (stropy Ackermanna wykonuje się już od blisko 130 lat). Aktualnie należą do najczęściej stosowanych w budownictwie indywidualnym, co czyni polski rynek systemów stropowych ewenementem na skalę europejską. Najpopularniejszym stropem gęstożebrowym w Polsce jest strop typu Teriva. Jego montaż jest stosunkowo łatwy i nie wymaga dużych skomplikowanych deskowań i stemplowań. Strop składa się z prefabrykowanych belek kratownicowych rozpostartych pomiędzy ścianami nośnymi oraz pustaków wypełniających. Aby otrzymać sztywność i wytrzymałość całej konstrukcji, elementy te zabetonowuje się od góry warstwą nadbetonu. Najczęściej wykonywane stropy gęstożebrowe mają stały rozstaw belek, maksymalnie co 60 cm, co sprawia, że najlepiej się nadają do budynków o regularnych kształtach. Przykładowy strop gęstożebrowy typu Teriva został przedstawiony na rysunku 2.3.



Rys. 2.3. Budowa stropu gęstożebrowego: 1 – pustak stropowy Teriva, 2 – belka stropowa Teriva, 3 – zbrojenie żebra rozdzielczego, 4 – podpora montażowa, 5 – zbrojeniowa siatka przypodporowa, 6 – nadbeton układany na budowie, 7 – zbrojenie wieńca

Fig. 2.3. Construction of a beam and block floor: 1 – Teriva ceiling block, 2 – Teriva floor beam, 3 – reinforcement of the distribution rib, 4 – assembly support, 5 – reinforcement mesh, 6 – concrete topping on the site, 7 – ring beam reinforcement

Układanie stropu gęstożebrowego nie wymaga udziału ciężkiego sprzętu, a deskowanie konieczne jest tylko na jego obrzeżach i pod żebrami rozdzielczymi. Warstwa nadbetonu układanego na miejscu budowy wynosi od 3 do 5 cm i wiąże przez od 3 do 4 tygodni, co – podobnie jak przy stropach monolitycznych – uniemożliwia ich wcześniejsze obciążanie i prowadzenie dalszych prac budowlanych na następnej kondygnacji.

Ze względu na rodzaj wypełnienia przestrzeni pomiędzy belkami (najczęściej są to pustaki keramzytobetonowe, żwirobetonowe, żużlobetonowe lub ceramiczne) stropy gęstożebrowe mają lepsze własności termoizolacyjne w porównaniu ze stropami monolitycznymi. Jednak ze względu na materiał użyty do produkcji pustaków ceramicznych stropy gęstożebrowe mają większą niż stropy monolityczne, gęstożebrowe z pustakami keramzytobetonowymi lub żużlobetonowymi zawartość związków promieniotwórczych.

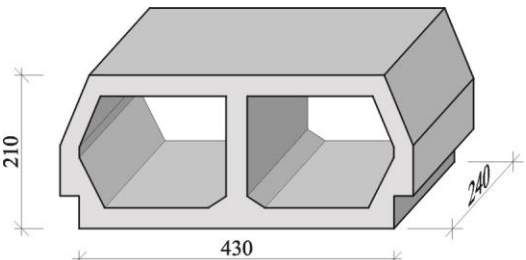
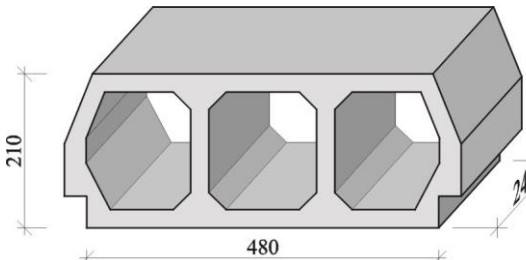
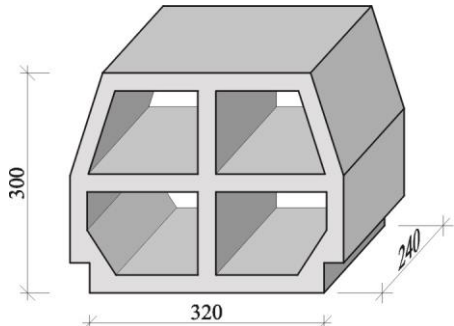
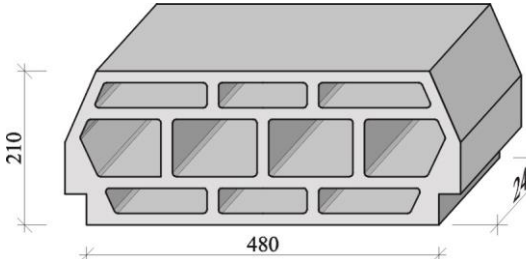
Z uwagi na pustki powietrzne (które w stropach gęstożebrowych np. typu Teriva tworzą komory w pustakach stropowych) systemy te mają gorsze własności dźwiękoizolacyjne. Cecha ta, jak pokazują wyniki badań, ma duże znaczenie dla

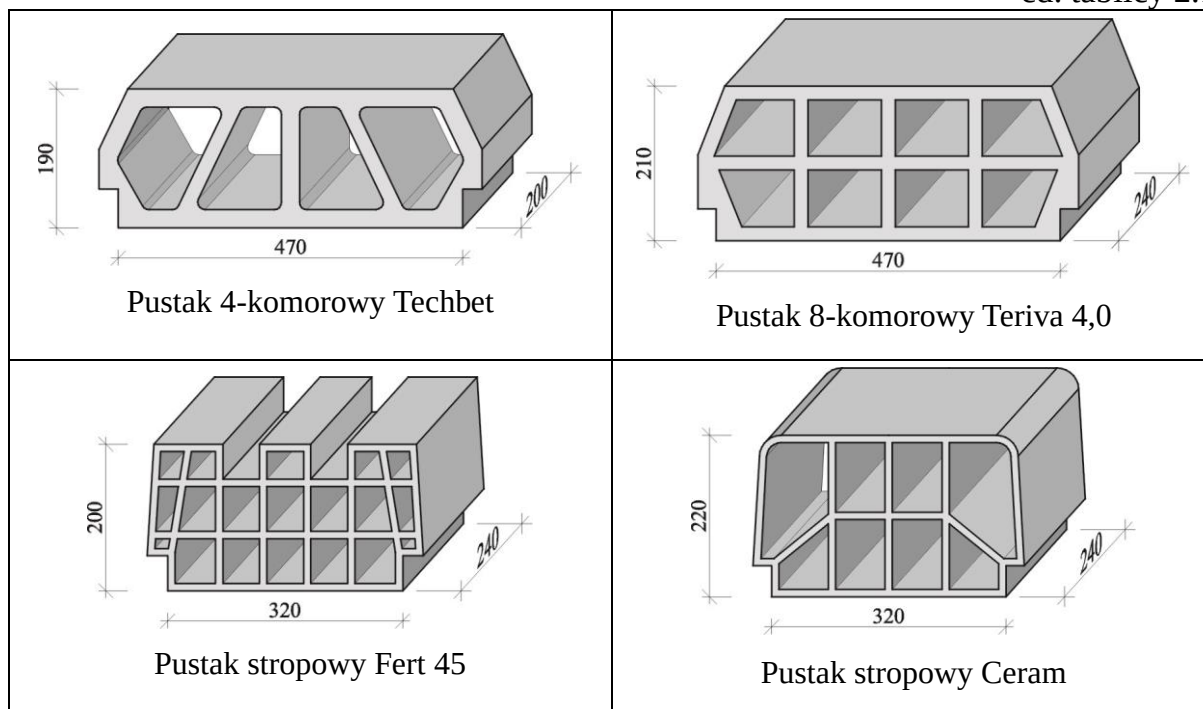
inwestorów, a przede wszystkim dla końcowych użytkowników. Gorsza dźwiękoizolacyjność może być jednym z powodów, dla których stropy gęstożebrowe są wypierane na budowach budynków wielorodzinnych oraz użyteczności publicznej przez inne systemy o lepszych parametrach w tym zakresie.

Pozytywną konsekwencją pustek powietrznych w stropach gęstożebrowych są, jak już wspomniano, większe niż w pozostałych systemach stropowych właściwości termoizolacyjne. Niestety wielu producentów traktuje pustaki stropowe, jako mało istotne wypełnienie, a nie, jako element poprawiający bilans energetyczny budynku. Przeciwnicy koncepcji termoizolacyjności systemów stropowych twierdzą, że są to tylko przegrody wewnętrzne, co jest zgodne z prawdą jednak, gdy występują między pomieszczeniami nieogrzewanymi i ogrzewanymi (gdzie różnica temperatur między pomieszczeniami jest wyraźnie zauważalna) lub w stropodachach właściwości termoizolacyjne okazują się istotne dla kupujących. Przykłady różnych układów komór w pustakach stropowych zostały przedstawione w tabelicy 2.1.

Tablica 2.1

Przykłady różnych układów komór w pustakach stropowych [15]

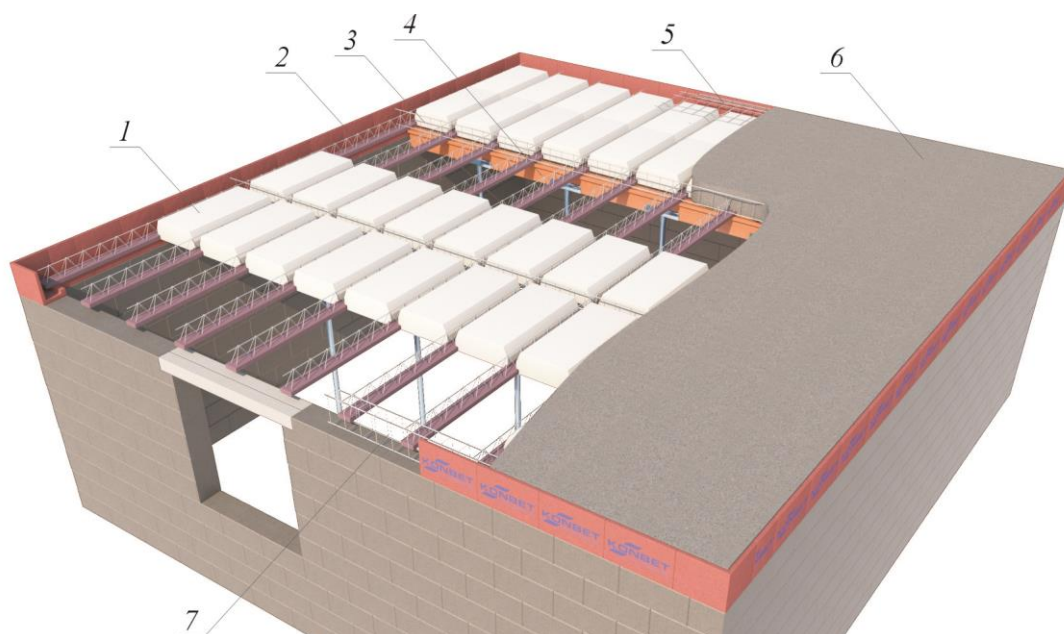
Typ pustaka stropowego/rodzaj stropu	Typ pustaka stropowego/rodzaj stropu
 Pustak 2-komorowy Teriva 4,0	 Pustak 3-komorowy Teriva 4,0
 Pustak 4-komorowy Teriva 6,0/8,0	 Pustak 10-komorowy Teriva Termo



Interesującym przykładem stropu gęstożebrowego typu Teriva o podwyższonych własnościach termoizolacyjnych jest strop Teriva Light, wchodzący w skład rodziny stropów Teriva Termo. Strop ten, zamiast pustaka, jako wypełnienie przestrzeni pomiędzy belkami kratownicowymi ma kształtkę (blok) styropianową o wysokości 20 cm i grubości nadbetonu układanego na budowie równej 4 cm, co daje łączną wysokość konstrukcyjną 24 cm. Opór przenikania ciepła przy przepływie ciepła w dół dla stropu Teriva Light jest o 735% większy (w porównaniu z powszechnym w użyciu pustakiem stropowym 3-komorowym keramzytobetonowym) i wynosi 3,088 m²K/W. Schemat stropu Teriva Light został przedstawiony na rysunku 2.4.

Propozycje stropu z kształtką styropianową bądź pustaki wielokomorowe, przy właściwym ociepleniu wieńca, mogą stanowić rynkową alternatywę dla klienta, który chce zbudować dom energooszczędny i poczynił już inwestycje w tym kierunku, decydując się na wybór odpowiednich materiałów na budowę ścian, okien itd.

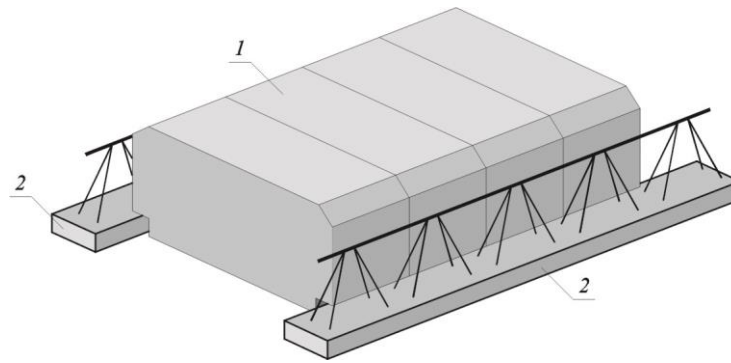
Należy jednak podkreślić, że w systemach stropowych kluczowym – z punktu widzenia izolacyjności termicznej – jest wieniec (tutaj tworzą się mostki termiczne). Odpowiednia izolacja wieńca przez docieplenie zewnętrzne lub wybór termoizolacyjnej kształtki wieńcowej (najczęściej na bazie styropianu) w ostatecznym bilansie pozwoli uzyskać dodatkową izolację termiczną. Decyzję o takim dociepleniu wieńca inwestor powinien podejmować na etapie projektowania budynku; zatem duże znaczenie mają działania doradcze projektantów.



Rys. 2.4. Budowa stropu Teriva Light: 1 – blok styropianowy Teriva TERMO, 2 – belka stropowa Teriva, 3 – zbrojenie zebra rozdzielczego, 4 – podpora montażowa, 5 – zbrojeniowa siatka przypodporowa, 6 – nadbeton układany na budowie, 7 – zbrojenie wieńca

Fig. 2.4. Construction of the Teriva Light floor: 1 – Teriva TERMO polystyrene ceiling block, 2 – Teriva floor beam, 3 – reinforcement of the distribution rib, 4 – assembly support, 5 – reinforcement mesh, 6 – concrete topping on the site, 7 – ring beam reinforcement

Innym przykładem stropu gęstożebrowego o podwyższonych właściwościach termicznych oraz dźwiękoizolacyjnych jest strop Termalica. Stropy te składają się z pustaków stropowych (TS3/500-60/20/25) wykonanych z betonu komórkowego w klasie gęstości 500 kg/m³ oraz belek kratownicowych. Wspomniane właściwości izolacji termicznej i akustycznej występują ze względu na użycie pełnych pustaków stropowych (bez pustek powietrznych, z czym mamy do czynienia w większości stropów gęstożebrowych) oraz same cechy autoklawizowanego betonu komórkowego. Struktura betonu komórkowego zawiera miliony równomiernie rozproszonych porów powietrznych, które tworzą doskonałą izolację cieplną, stąd jego potoczna nazwa – gazobeton. Ze względu na jednorodność struktury materiał ten izoluje we wszystkich kierunkach jednakowo i zgodnie z wymaganiami norm zapewnia dobrą izolacyjność akustyczną [M-5]. Uproszczony schemat budowy stropu gęstożebrowego Termalica przedstawiono na rysunku 2.5.



Rys. 2.5. Uproszczony schemat budowy stropu gęstożebrowego Termalica [M-5]: 1 – pustak stropowy TS3/500-60/20/25 z autoklawizowanego betonu komórkowego, 2 – belka stropowa Teriva

Fig. 2.5. Simplified scheme of the Termalica beam and block floor [M-5]: 1 – TS3 / 500-60 / 20/25 floor block made of autoclaved aerated concrete, 2 – Teriva floor beam

Szczególnym rozwiązaniem stropu gęstożebrowego belkowo-pustakowego na belkach strunobetonowych są m.in. systemy stropowe Murotherm, Master, Rector. Dzięki zastosowaniu technologii betonu sprężonego stropy te mogą uzyskiwać większe rozpiętości niż tradycyjne stropy gęstożebrowe, przy jednocześnie, większej nośności oraz niższej wysokości konstrukcyjnej. Z tego względu najczęściej bywają wykorzystywane w obiektach wielorodzinnych bądź też użyteczności publicznej. Ich wadą jest ciężar belki, około dwukrotnie większy od tradycyjnej belki kratownicowej stropu typu Teriva, co przy dużych rozpiętościach znacznie utrudnia ręczny montaż; poza tym z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia zarówno ich zalety, jak i wady będą podobne jak przy innych stropach gęstożebrowych. Na rysunku 2.6 przedstawiono przykładowy system stropowy belkowo-pustakowy na belce strunobetonowej.



Rys. 2.6. System stropowy belkowo-pustakowy na belce strunobetonowej [M-4]
 Fig. 2.6. A beam-and-block ceiling system on a prestressed concrete beam [M-4]

Stropy gęstożebrowe, szczególnie typu Teriva, są rozwiązaniem, po które bardzo często sięgają zarówno projektanci, jak i klienci. Swoją dużą popularność stropy te zawdzięczają przemianom gospodarczym, jakie miały miejsce w Polsce po 1989 roku. Dynamiczny rozwój budownictwa odślonił niedostatki podaźowe innych rozwiązań stropowych (jak np. płyt kanałowych typu „S”), które do tego czasu oferowane były głównie przez wyspecjalizowane zakłady prefabrykacji betonowej o wspólnej nazwie PREFABET bądź inne kombinaty budowlane, zlokalizowane w wielu miastach w Polsce. Na progu przemian systemowych część z nich upadła, a część borykała się z trudnościami doby restrukturyzacji, z przerostem zatrudnienia, niską jakością czy mało wydajnym parkiem maszynowym itd. Zakłady te nie były w stanie sprostać wymaganiom rynku, co stworzyło szansę na popularyzację rozwiązania na owe czasy bardzo łatwego w produkcji, dostawie i montażu, a przede wszystkim dostępnego.

Obecnie stropy gęstożebrowe w coraz mniejszym stopniu odpowiadają na potrzeby nowoczesnego budownictwa, które podąża w kierunku produktów atrakcyjnych ekonomicznie, o wysokich parametrach użytkowych i szybkim montażu. Aczkolwiek na skutek wieloletnich przyzwyczajeń (głównie projektantów i wykonawców) w dalszym ciągu pozostają produktem dość powszechnie stosowanym. W najbliższych latach jednak, gdy oczekiwania klientów w stosunku do systemów stropowych będą

coraz bardziej wysublimowane, a koszty pracy coraz wyższe, popularność stropów gęstożebrowych będzie maleć.

Reasumując, wśród najważniejszych zalet stropów gęstożebrowych, wymienić należy:

- dużą dostępność prefabrykatów,
- popularność wśród projektantów i wykonawców,
- łatwy, ręczny montaż niewymagający użycia ciężkiego sprzętu,
- możliwość montażu na budowach o utrudnionym dostępie dla transportu samochodowego (np. w terenach górskich).

Dokonana przez autora próba krótkiej charakterystyki stropów gęstożebrowych wykazała, że rozwiązania te mają więcej wad niż zalet i powinny być stosowane w szczególnych przypadkach zarówno projektowych, jak i logistycznych. Do wad stropów gęstożebrowych zaliczymy:

- łatwość uszkodzenia stropu, np. przy próbie mocowań cięższych elementów w stropie,
- podatność na klawiszowanie,
- brak aktualnej dokumentacji – większość producentów bazuje na starych dokumentacjach, niezgodnych z obowiązującymi Eurokodami (więcej szczegółów dotyczących tej tematyki zawiera tablica 2.2),
- brak odpowiedniej izolacyjności akustycznej,
- pracochłonność i czasochłonność wykonania,
- konieczność użycia wielu podpór montażowych i szalunków,
- duże ryzyko popełnienia błędów wykonawczych (m.in. ugięcia podczas betonowania czy też zbyt niski nadbeton – patrz pkt 3.4),
- duże koszty robocizny,
- podatność na klawiszowanie,
- przy większych rozpiętościach (już powyżej 6 m) znacznie wzrasta ilość zbrojenia lub – z czym najczęściej mamy do czynienia – grubość stropu; możliwe są również oba te warianty,
- stosunkowo wysoka zawartość związków szkodliwych dla zdrowia, zwłaszcza w popularnych pustakach żużlobetonowych,
- konieczność pielęgnacji nadbetonu.

Gęstożebrowe stropy typu Teriva, a ich zgodność z Eurokodem

W 2012 roku do stropów gęstożebrowych (belkowo-pustakowych) wprowadzono nową normę PN-EN 15037 -1 Prefabrykaty z betonu. Belkowo-pustakowe systemy stropowe. Część 1: Belki [N-13] oraz PN-EN 15037 – 2 Prefabrykaty z betonu. Belkowo-pustakowe systemy stropowe. Część 2: Pustaki betonowe [N-12]. Mimo to, do dzisiaj zdecydowana większość producentów stropów belkowo-pustakowych typu Teriva w Polsce nadal produkuje i wprowadza do obrotu wyroby nieaktualnej normy.

W związku z tym należy zwrócić uwagę, że dokumentacja stropu Teriva 4.0/1 autorstwa PPPU Inventa Sp. z o.o. wraz z aneksem 01/11 nie została opracowana z uwzględnieniem Eurokodów, jest to stara dokumentacja, opracowana według nieaktualnych już i wycofanych polskich norm.

Aneks 1/11 dostosowuje tylko niektóre cechy wyrobu do normy PN-EN 15037-1, m.in. podwyższa klasę wytrzymałości betonu w prefabrykacie, a także układanego na budowie, jednak nie zmienia zbrojenia belek, co oznacza, że wymiarowanie w dalszym ciągu wykonane jest według normy PN-B-03264-2002 [N-8], a nie według Eurokodów. W odniesieniu do belkowo-pustakowych systemów stropowych, które podlegają obowiązkowemu oznakowaniu CE, obecnie stosuje się system norm zharmonizowanych PN-EN 15037 [N-12, N-13] wraz z następującymi Eurokodami: PN-EN 1990:2002 [N-14], PN-EN 1992-1-1:2004 [N-16], PN-EN 1991-1-2:2004 [N-15].

Przywołane normy narzucają znacznie większe wartości współczynników bezpieczeństwa, co w stosunku do starszych norm zwiększa obciążenie obliczeniowe, a to z kolei przekłada się na konieczność zastosowania większej ilości stali. Zatem obecnie może dojść do sytuacji,

w której opracowane na podstawie normy PN-B-03264:2002 [N-8] wyroby budowlane wprowadzone do obrotu nie będą spełniały obowiązujących standardów, mimo że będą oznakowane symbolem CE.

Jak wykazano w pracy [28] z 2012 roku „Obecnie produkowane elementy stropów gęstożebrowych mogą być znakowane znakiem B do czasu wycofania normy PN-B-19504:2004 *Prefabrykaty z betonu. Stropy gęstożebrowe zespolone. Pustaki* [N-10]. Norma dotycząca belek (PN-B-19503:2004) została wycofana w lipcu 2011 roku” [N-9, 28].

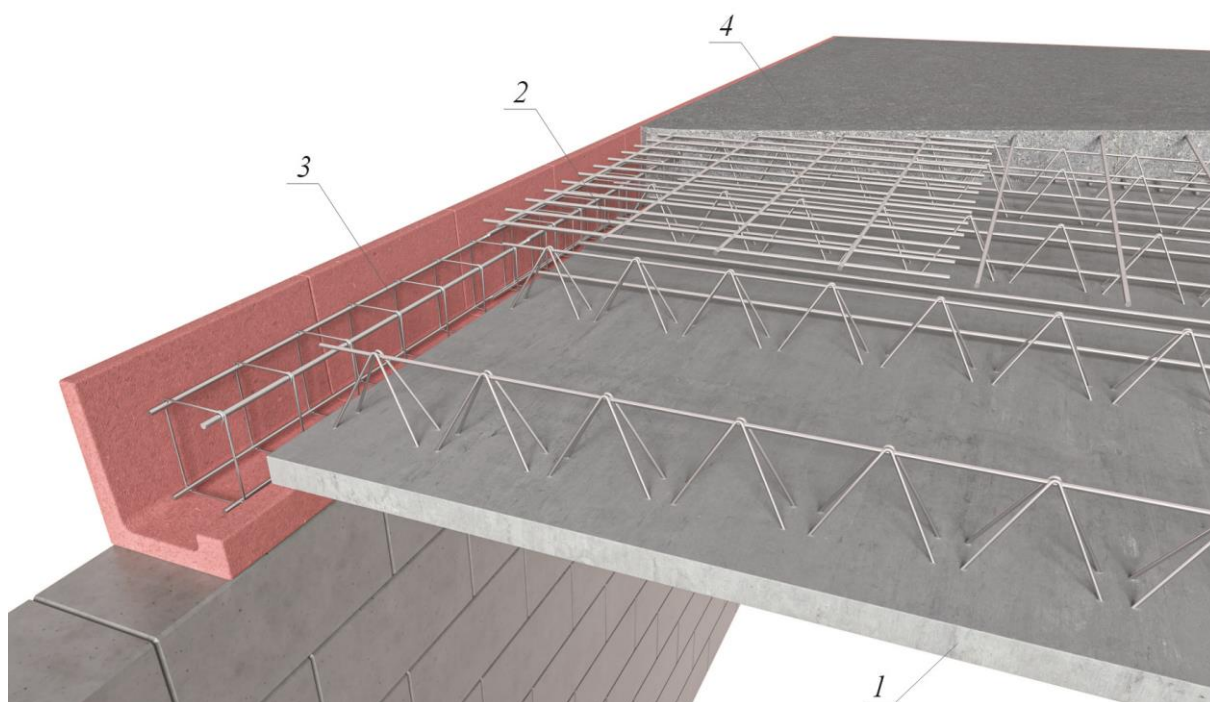
Na rynku dochodzi więc do bardzo groźnej sytuacji, w której kluczowi uczestnicy procesu budowlanego, zarówno projektant, inwestor, jak i kierownik budowy, zostają wprowadzeni w błąd. Konstruktor, którego projekt (na podstawie Eurokodu) jest realizowany, nie ma świadomości, że zastosowany zostanie strop gęstożebrowy Teriva według nieaktualnej normy. Jest to dlatego istotne, gdyż różnica w zakresie nośności będzie wynosiła ok 20%. Strop Teriva 4.0/1 ma deklarowaną nośność 4.0 kN/m^2 (jest to obciążenie charakterystyczne), podczas gdy w rzeczywistości według Eurokodów ma on nośność tylko na poziomie $3,2 \text{ kN/m}^2$.

Należy nadmienić, że w publikacjach prasowych i pismach branżowych wielokrotnie znaleźć można informację o konieczności zmiany dokumentacji na nową według Eurokodów. Dokumentacja taka została opracowana i znana jest pod nazwą Teriva – E.

W aktualnych Warunkach Technicznych [N-19] nie ma zapisu o współistnieniu innych norm niż normy Eurokod. W związku z tym tylko elementy w całości zgodne z Eurokodem mogą być wbudowywane w obiekt.

2.4. Stropy płytowe zespolone typu Filigran

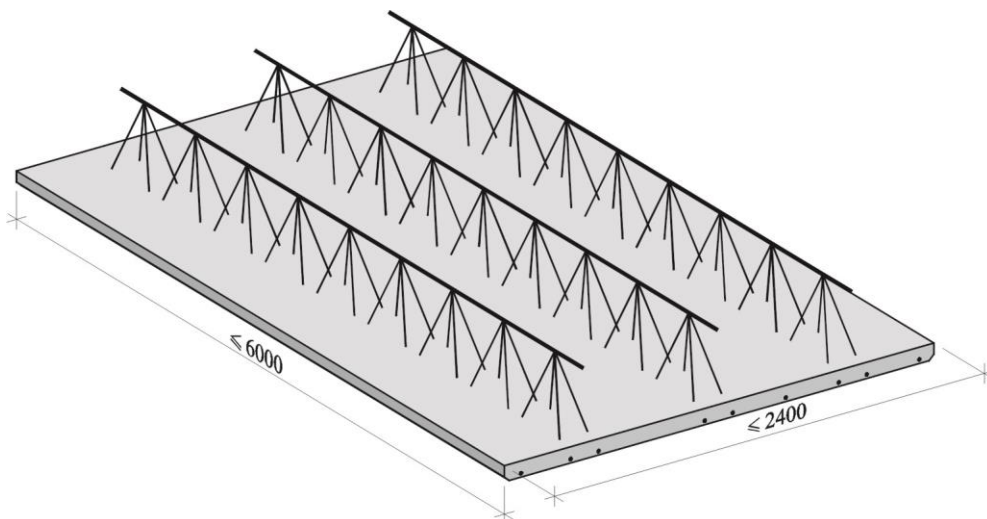
Odpowiedzią na żmudne układanie stropów gęstożebrowych miały być stropy typu Filigran. Stropy te składają się ze zbrojonej płyty prefabrykowanej o grubości od 5 do 7 cm (tzw. szalunku traconego) wykonywanej w zakładach prefabrykacji, zbrojeń dodatkowych oraz warstwy nadbetonu układanego na budowie, do wysokości całkowitej przewidzianej w projekcie. Konstrukcja stropu typu Filigran nie wymaga deskowania. Montaż jest stosunkowo prosty, jednak wymaga bardzo dokładnego wypoziomowania płyt i zastosowania systemowych podpór montażowych. Dzięki doborze różnej długości płyt oraz specyfice samej technologii produkcji można wykonać strop o skomplikowanym kształcie (np. trapezowym, trójkątnym czy owalnym) oraz z otworowaniem, co stanowi ich istotną zaletę. Sama płyta prefabrykatu typu Filigran ma również niewielki ciężar własny około od 125 do 145 kg/m², a jej rozpiętość sięga zwykle 7–8 m. Płyty można układać na ścianach, podciągach, słupach oraz podwieszać na sąsiednich płytach. Maksymalną rozpiętością stropów typu Filigran, z punktu widzenia kosztów wykonania, jest 7,5 m [43]. Budowę stropu zespolonego prefabrykowanego typu Filigran pokazano na rysunku 2.7.



Rys. 2.7. Budowa stropu typu Filigran: 1 – płyta filigran, 2 – zbrojenie przypodporowe, 3 – zbrojenie wieńca, 4 – beton układany na budowie

Fig. 2.7. Construction of the Filigran floor: 1 – filigran slab, 2 – support reinforcement, 3 – ring beam reinforcement, 4 – concrete topping on the site

Uciążliwe niestety mogą okazać się ograniczony dostęp dźwigu na budowie oraz oczekiwanie na realizację zamówienia, które trzeba złożyć u producenta. Na budowie stropy typu Filigran wykonuje się szybciej niż stropy gęstożebrowe. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę czas potrzebny na wykonanie płyty, okaże się, że technologia ta w rzeczywistości jest czasochłonna i nieekonomiczna. Patrząc z tej perspektywy, dostrzeżemy, że łączy wady stropu monolitycznego i gęstożebrowego. Płyta stropowa typu Filigran została zaprezentowana na rysunku 2.8.



Rys. 2.8. Płyta typu Filigran [I-2, I-4]

Fig. 2.8. Filigran slab type [I-2, I-4]

Zalety stropu zespolonego typu Filigran:

- wysoka izolacyjność akustyczna, właściwa dla stropów monolitycznych,
- niski ciężar własny prefabrykatu,
- możliwość dowolnego kształtowania stropowanej powierzchni,
- możliwość wykonywania wycięć i otworów,
- równość i estetyka powierzchni dolnej znacznie ułatwiająca prace wykończeniowe,
- możliwość podwieszania ciężkich elementów w dowolnym miejscu sufitu,
- dowolność w rozmieszczaniu ścianek działowych,
- możliwość ukrycia w stropie instalacji elektrycznej, grzewczej, kanałów wentylacji mechanicznej itp.,
- monolityczność – pełne zespolenie zarówno w strefach przypodporowych, jak i na całej powierzchni stropu,
- porządek na budowie i brak zwrotów nadmiarowych lub uszkodzonych pustaków stropowych oraz pozostałych palet jak w przypadku stropów gęstożebrowych.

Do kluczowych wad stropów zespolonych typu Filigran zaliczymy:

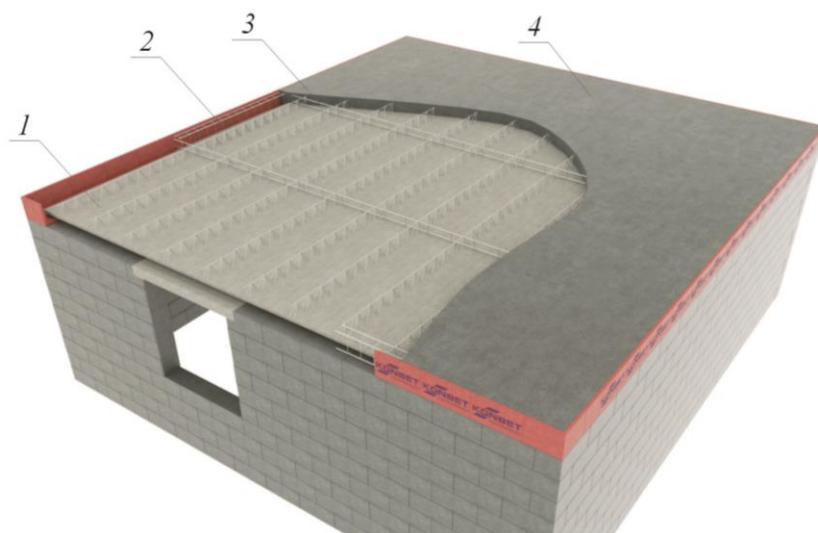
- brak unifikacji, konieczność projektowania na każdy obiekt oddzielnie,
- żmudne i pracochłonne wykonanie, zarówno w zakładzie prefabrykacji, jak i na miejscu budowy,
- duże zużycie stali zbrojeniowej układanej na budowie, przeznaczonej na zbrojenie styków między płytowych oraz zbrojenie górne,
- konieczne wysokie kwalifikacje wykonawców,
- montaż wymagający użycia podpór systemowych oraz dźwigu,
- szerokie płyty stwarzające niedogodności w trakcie załadunków w wytwórni oraz podczas transportu i montażu na budowie,
- relatywnie wysoki ostateczny koszt wykonania stropu,
- ryzyko popełnienia błędów wykonawczych,
- przy większych rozpiętościach (powyżej 7 m) znacznie wzrasta grubość stropu,
- wyższa niż w stropach gęstożebrowych ilość betonu układanego na budowie,
- konieczność pielęgnacji nadbetonu.

Stropy płytowe zespolone typu Filigran są rozwiązaniem bardzo popularnym na rynku niemieckim. Wynika to m.in. z faktu, że w niemieckim budownictwie mieszkaniowym istnieje tendencja umieszczania wszelkich instalacji, w tym elektrycznej, w stropie, a nie w ścianach, jak to ma miejsce na rynku polskim. Stropy te właśnie z rynku niemieckiego dotarły do Polski. Ich duża popularyzacja wiązała się m.in. z wykorzystywaniem płyty prefabrykowanej, jako szalunku traconego w okresie, w którym systemowe deskowania nie były tak powszechne jak obecnie.

2.5. Stropy panelowe

2.5.1. Strop Vector

Zespolony strop gęstożebrowy Vector to nowy rodzaj stropu, który łączy zalety belkowo-pustakowych systemów stropowych (np. Teriva, FERT, Porotherm) i stropów zespolonych typu Filigran, eliminując przy tym część ich wad. Cechuje go relatywnie niski koszt wykonania, krótki czas montażu oraz stosunkowo wysokie parametry nośności i dźwiękoizolacyjności. Strop ten zaprezentowano na rysunku 2.9.



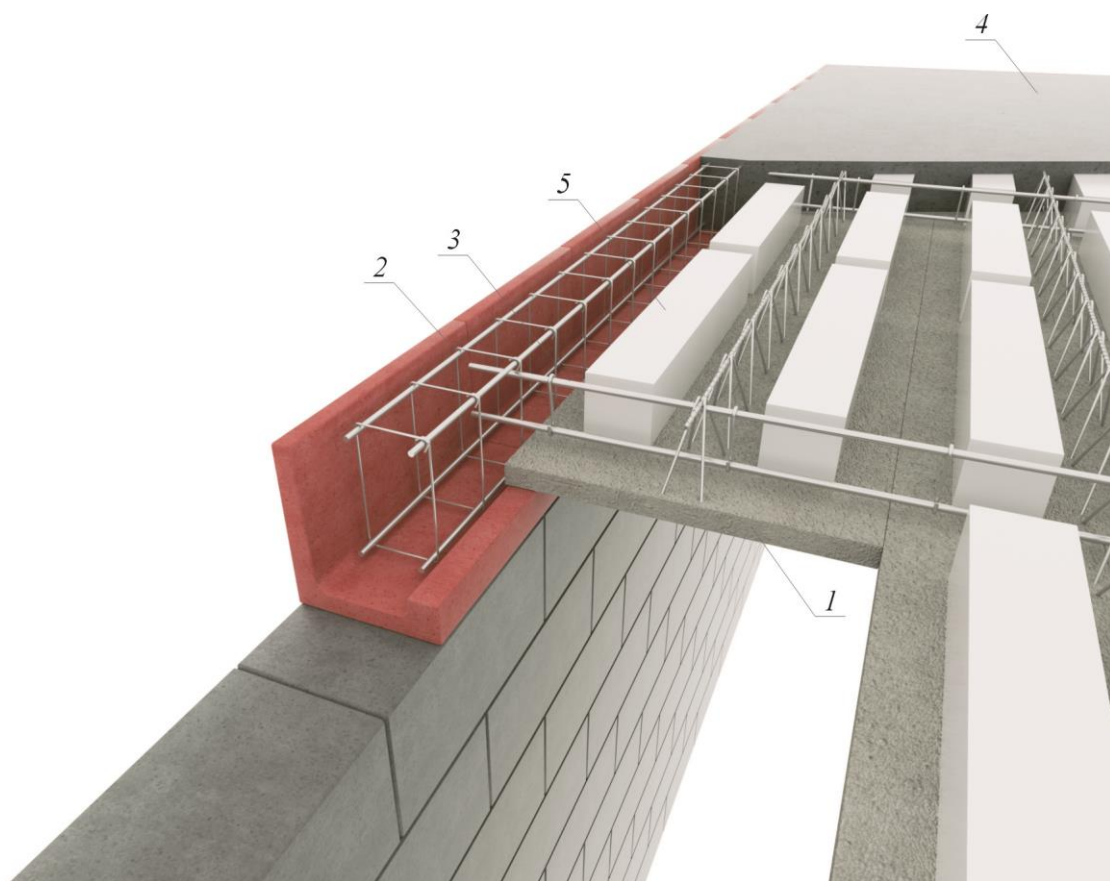
Rys. 2.9. Zespólny strop gęstożebrowy Vector 60/20 [I-36]: 1 – panel stropowy VECTOR, 2 – zbrojenie wieńca, 3 – zbrojenie żebra rozdzielczego, 4 – uzupełniający beton układany na budowie

Fig. 2.9. Composite beam and block Vector 60/20 floor [I-36]: 1 – floor panel VECTOR, 2 – ring beam reinforcement, 3 – reinforcement of the distribution rib, 4 – concrete topping on the site

Zespólny strop gęstożebrowy Vector to panel o wysokości 4 cm i szerokości 60 cm, mający odpowiednie zbrojenie w postaci zatopionej centralnie (osiowo na całej długości panelu) kratownicy stalowej KK oraz siatki stalowej odpowiadającej powierzchni płyty, również w niej zatopionej. Dodatkowo na swej górnej powierzchni panel został wyposażony w tzw. warstwę szepną, wzmacniającą połączenie pomiędzy warstwami. Zbrojenie górne stanowią pręty stalowe składające się na żebro rozdzielcze, które, tak samo jak w stropach gęstożebrowych belkowo-pustakowych, ma zapewnić usztywnienie konstrukcji oraz prawidłową współpracę pomiędzy żebrami nośnymi [46].

Strop Vector oferowany jest w dwóch wariantach:

- wariant 1 – jako płyta prefabrykowana, podobnie jak strop Filigran stanowiąca szalunek tracony, na powierzchni której układany jest beton w miejscu budowy (rysunki 2.9, 2.11),
- wariant 2 – z prostopadłościennymi elementami styropianowymi, których zadaniem jest zmniejszenie masy własnej systemu stropowego i dzięki temu zwiększenie jego nośności (rysunki 2.10, 2.12).



Rys. 2.10. Zespolony strop gęstożebrowy Vector 60/24s (z kształtkami styropianowymi) [M-3]:
1 – panel stropowy VECTOR, 2 – zbrojenie wieńca, 3 – zbrojenie żebra rozdzielczego, 4 –
uzupełniający beton układany na budowie, 5 – kształtka styropianowa

Fig. 2.10. Composite beam and block Vector 60/24s floor (with styrofoam fittings) [M-3]:
1 – floor panel VECTOR, 2 – ring beam reinforcement, 3 – reinforcement of the
distribution rib, 4 – concrete topping on the site, 5 – styrofoam fittings

Tego typu strop nie wymaga indywidualnego projektowania do każdego pomieszczenia, w którym ma być zastosowany. Niska masa własna paneli Vector pozwala na przewiezienie jednym transportem samochodowym do 200 m² stropu. Nie wymaga również zastosowania ciężkiego sprzętu przy montażu – wystarczy samochód z dźwigiem HDS. Ilość elementów zastosowanych przy budowie tego typu stropu została istotnie ograniczona (m.in. brak pustaków stropowych jak w stropach gęstożebrowych czy dodatkowego zbrojenia styków jak w przypadku stropów typu Filigran), co znacznie skraca czas montażu. Montaż stropu Vector przedstawiają rysunki 2.11 oraz 2.12.



Rys. 2.11. Montaż gęstożebrowego stropu zespolonego Vector 60/20 [M-3]

Fig. 2.11. Assembly of the Vector 60/20 beam and block composite floor [M-3]



Rys. 2.12. Montaż gęstożebrowego stropu zespolonego Vector 60/20s (z kształtkami styropianowymi) [M-3]

Fig. 2.12. Assembly of the Vector 60/20s beam and block composite floor (with styrofoam fittings) [M-3]

Zalety zespolonego stropu gęstożebrowego Vector:

- szybki montaż za pomocą lekkiego dźwigu HDS, z auta, które dostarczyło strop na budowę,
- niższe koszty wykonania – brak pracochłonnego i czasochłonnego układania belek i pustaków stropowych, jak w przypadku stropów gęstożebrowych² oraz eliminacja kosztów wynajmu dźwigów i dodatkowego transportu, co ma miejsce w przypadku stropów typu Filigran,
- standaryzacja i uniwersalność – eliminacja konieczności wykonywania licznych obliczeń konstrukcyjnych i czasu oczekiwania na projekt, a następnie na sam produkt³,
- wysoka dźwiękoizolacyjność – właściwa dla stropów monolitycznych,
- przyjazny dla zdrowia i ekologiczny – poziom szkodliwych pierwiastków promieniotwórczych właściwy dla betonu, w odróżnieniu od innych surowców używanych do produkcji elementów stropowych w tym szczególnie żużlobetonu (więcej patrz pkt 3.4),
- estetyczna, równa i gładka powierzchnia dolna stropu,
- eliminacja efektu klawiszowania,
- możliwość podwieszania ciężkich elementów w dowolnym miejscu sufitu,
- możliwość ukrycia w stropie instalacji elektrycznej, grzewczej, kanałów wentylacji mechanicznej itp.,
- monolityczność – pełne zespolenie zarówno w strefach przypodporowych, jak i na całej powierzchni stropu,
- modułowość – szerokość paneli 60 cm umożliwia szybką adaptację i zastąpienie starszych rozwiązań stropowych,
- swobodne wykonywanie wycięć i otworów,
- możliwość stropowania powierzchni o dowolnych, nieregularnych kształtach;
- większa przyczepność betonu konstrukcyjnego do płyty prefabrykowanej niż w stropach typu Filigran dzięki zastosowaniu dodatkowego procesu produkcji polegającego na wykonaniu tzw. warstwy szepnej z wrębami eliminującej poślizg (rozwarstwienie) między warstwami,
- niski ciężar własny paneli Vector (ok. 70 kg/mb),
- porządek i brak zwrotów nadmiarowych pustaków stropowych oraz palet pozostałych na budowie, który występuje w przypadku stropów gęstożebrowych.

² Na przykład na 100 m² stropu gęstożebrowego przypada około 700 elementów, które trzeba ułożyć ręcznie.

³ Strop Vector w odróżnieniu od stropu typu Filigran to produkt uniwersalny, nie jest projektowany na każde pomieszczenie oddzielnie.

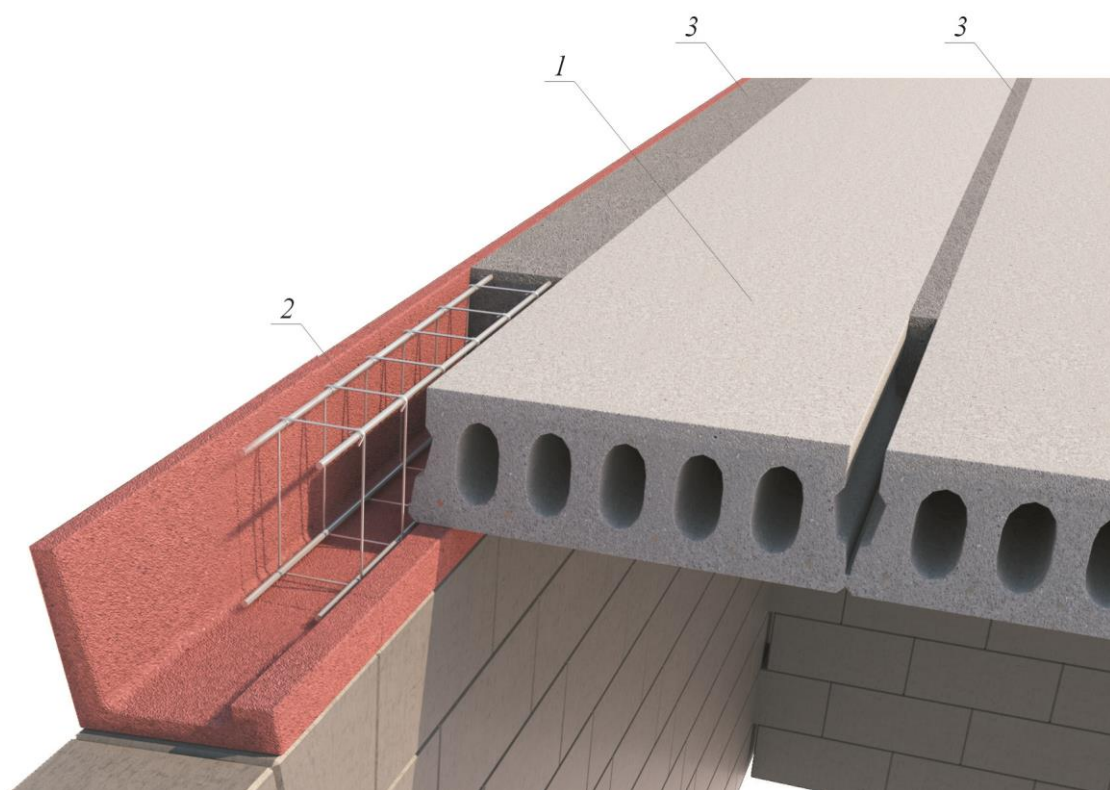
Wśród wad zespolonych stropów gęstożebrowych wymienić należy,

- montaż wymagający użycia podpór systemowych,
- stosunkowo małą znajomość tego rozwiązania na rynku,
- montaż wymagający profesjonalnych brygad wykonawczych mających doświadczenie np. w układaniu stropów zespolonych typu Filigran,
- wyższa niż w stropach gęstożebrowych ilość betonu układanego na budowie – co w znacznym stopniu eliminuje się przez stosowanie paneli Vector w wersji ze styropianem (Vector 60/20s, Vector 60/24s),
- niezbędne użycie sprzętu dźwigowego,
- konieczność pielęgnacji nadbetonu.

2.5.2. Strop SMART

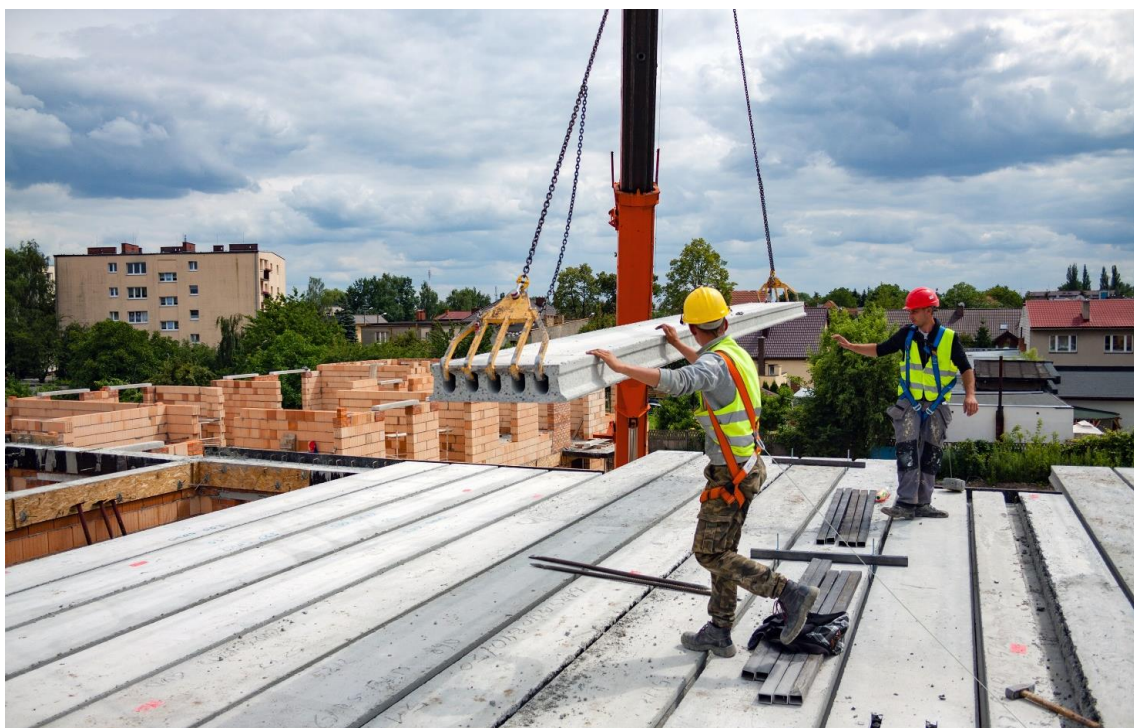
Strop SMART stanowi płyta strunobetonowa o szerokości 60 cm (tak jak rozstaw belek w stropie gęstożebrowym typu Teriva 4,0/1/21), którą można układać z auta wyposażonego w lekki dźwig typu HDS – rysunek 2.13. Oprócz sprawniejszego montażu na mniejszych budowach ma on wszystkie pozostałe zalety stropów z kanałowych płyt strunobetonowych. Nie wymaga ani deskowania, ani podpierania. Między ułożone płyty w powstałe zamki układa się beton z dodatkiem ekspansywnym zapewniającym wzajemne połączenie płyt – podobnie jak w przypadku kanałowych płyt sprężonych – wykonuje się dodatkowe elementy zbrojeń, głównie wymiany i wieńce, co kończy montaż stropu.

Cały montaż konstrukcji domu jednorodzinnego można wykonać tego samego dnia w kilka godzin, a następnie kontynuować dalsze prace budowlane. Do jego zalet można zaliczyć także wysoką izolację akustyczną. Lekkie stropy panelowe SMART są jedyną na rynku polskim płytą strunobetonową dedykowaną budownictwu jednorodzinnemu. Strop SMART „na budowie” został przedstawiony na rysunkach 2.14, 2.15.



Rys. 2.13. Budowa lekkiego stropu panelowego SMART [I-37]: 1 – strunobetonowa płyta kanałowa SMART, 2 – zbrojenie wieńców, 3 – uzupełniający beton wieńców i zamków układany na budowie

Fig. 2.13. Construction of a light SMART panel floor [I-37]: 1 – SMART prestressed hollow-core slab, 2 – ring beam reinforcement, 3 – supplementary concrete of ring beams and locks laid on the construction site



Rys. 2.14. Lekki strop panelowy SMART w trakcie montażu [M-2]

Fig. 2.14. Light SMART panel floor during assembly [M-2]



Rys. 2.15. Lekki strop panelowy SMART po zakończonym suchym montażu [M-2]

Fig. 2.15. Light SMART panel floor after dry assembly [M-2]

2.5.3. Strop Teriva Panel

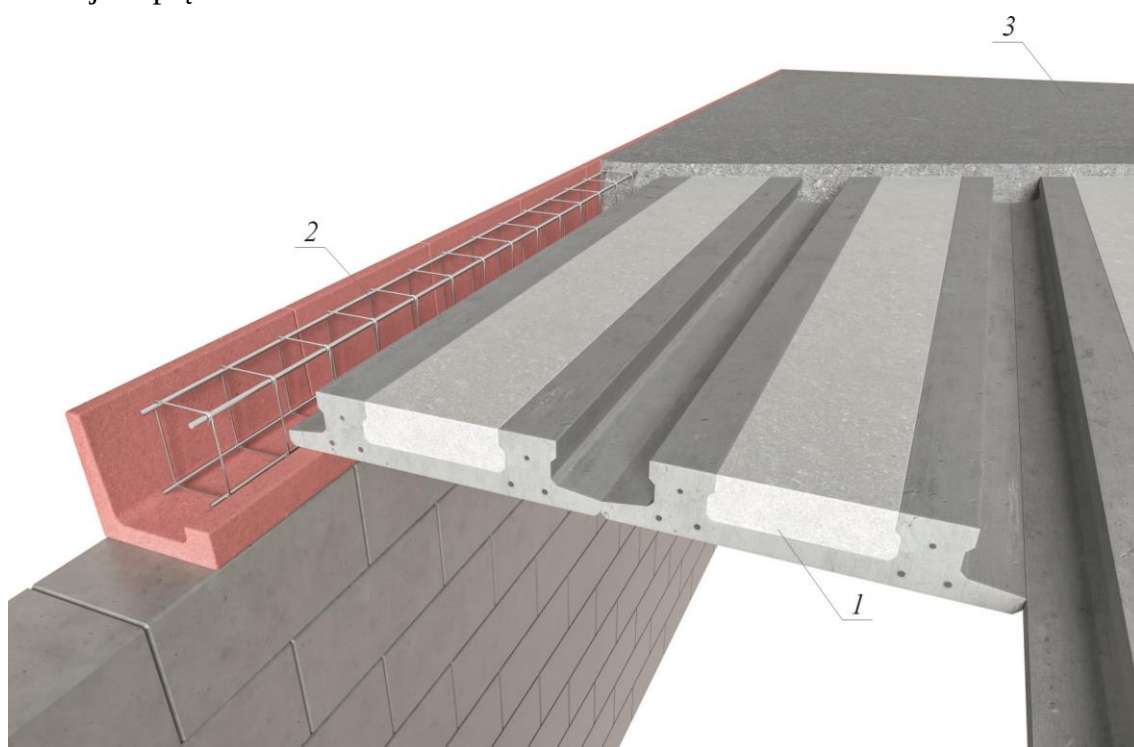
Zespolony strop panelowy Teriva Panel powstał z połączenia stropów gęstożebrowych, płytowych oraz sprężonych. Strop (rys. 2.16) jest zbudowany z paneli, w których żebrami są dwie strunobetonowe, sprężone belki połączone betonową stopką. Przestrzeń pomiędzy belkami może być wypełniona pianobetonem na wzór pustaków w klasycznych stropach Teriva (poprawa parametrów termicznych). Dostępna jest także wersja bez pianobetonu.

Szerokość prefabrykatu jest równa 60 cm, a wysokość 12 cm. Grubość stropu po wykonaniu warstwy nadbetonu wynosi odpowiednio 16 cm, przy nadbetonie grubości 4 cm oraz 20 cm, przy nadbetonie grubości 8 cm. Produkowane są również płyty o szerokości 30 cm, powstałe w wyniku podłużnego przecięcia paneli. Strop Teriva Panel znajduje zastosowanie tam, gdzie dotychczas były stosowane stropy poprzedniej generacji typu Teriva lub gdy rozpiętość nie przekracza 8 m. Strop aplikowany jest zarówno w budownictwie jedno-, jak i wielorodzinnym.

Do zalet tego typu stropów należą również większe możliwości konstrukcyjne. Dzięki sprężeniu prefabrykowanej płyty dolnej strop w trakcie użytkowania nie ulega zarysowaniu, a tym samym znacząco maleją ugięcia całkowite. Rozwiązanie pozwala

zredukować do minimum liczbę podpór montażowych (wystarczy jedna podpora w połowie rozpiętości). Stropy Teriva Panel są zdecydowanie tańsze w montażu, ze względu na brak pustaków i belek, jak w tradycyjnych stropach gęstożebrowych. W porównaniu z innymi systemami stropowymi dostępnymi na rynku zredukowany zostaje czas montażu. Zalety stropu panelowego Teriva Panel:

- oszczędność stali, nadbetonu i robocizny,
- skrócony czas montażu nawet do 80%, dzięki układaniu gotowych paneli, a nie belek i pustaków bezpośrednio na budowie,
- mniejsza ilość nadbetonu, dzięki zastosowaniu niższych wysokości – 16 i 20 cm (przy wysokości 16 cm ilość nadbetonu maleje o 50% w stosunku do stropu gęstożebrowego Teriva 4.0),
- wysoka dźwiękoizolacyjność, aż o 24% lepsza w stosunku do popularnej Terivy 4.0,
- możliwość ukrycia instalacji w wypełnieniu z betonu lekkiego,
- równa i jednolita dolna powierzchnia stropu,
- mniejsze ugięcia stropu względem stropów gęstożebrowych oraz typu Filigran o tej samej rozpiętości.



Rys. 2.16. Budowa stropu Teriva Panel [I-37]: 1 – strunobetonowy panel stropowy z wypełnieniem z betonu lekkiego, 2 – zbrojenie wieńców, 3 – uzupełniający beton wieńców i zamków układany na budowie

Fig. 2.16. Construction of the Teriva Panel floor [I-37]: 1 – prestressed concrete floor panel, 2 – reinforcement of ring beams, 3 – supplementary concrete of ring beams and locks laid on the construction site

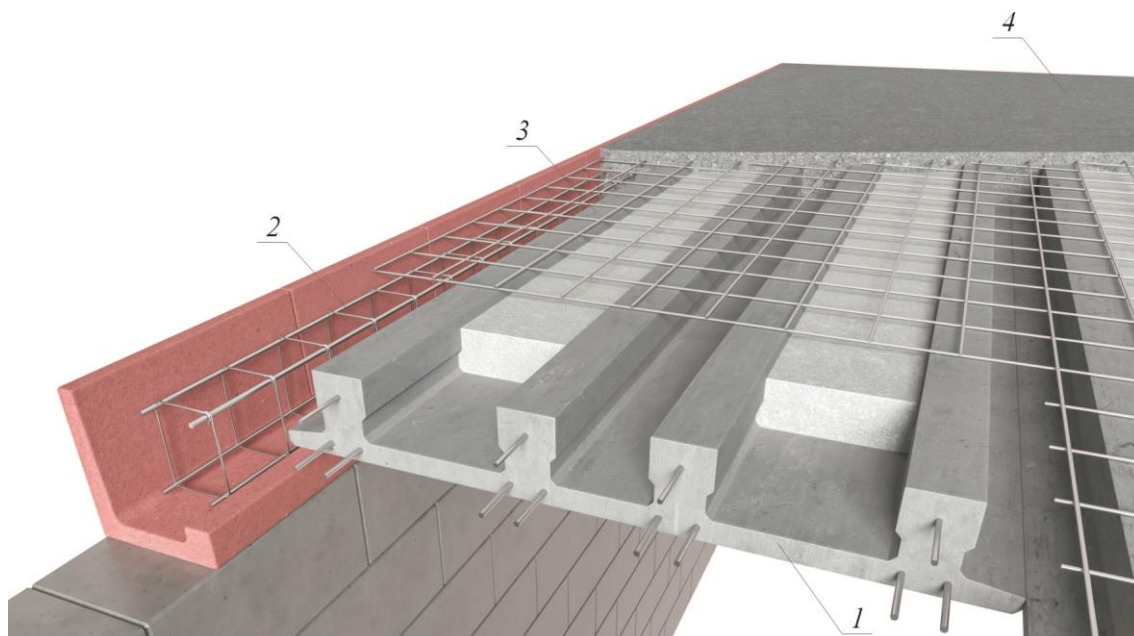
2.5.4. Strop Konbet S-Panel

Strop Konbet S-Panel stanowi modyfikację stropu panelowego Teriva Panel, w którym zwiększono wysokość żeber oraz szerokość płyty dolnej. Takie rozwiązanie pozwala uzyskać rozpiętość nawet do 10 m, a dzięki szerszemu prefabrykatowi zwiększa wydajność pracy. Strop jest dedykowany głównie budownictwu wielorodzinnemu i biurowemu. Strop Konbet S-Panel to strop zespolony, składający się z płytowego elementu prefabrykowanego z teowymi żebrami usztywniającymi wystającym ponad górną powierzchnię prefabrykatu oraz nadbetonu układanego na budowie. Prefabrykowana płyta stropowa pełni rolę traconego szalunku w czasie betonowania stropu na budowie. Zbrojenie stanowią sploty sprężające umiejscowione w obszarze żeber. Żebra o kształcie teowym nadają prefabrykatowi odpowiednią sztywność w czasie transportu, montażu i betonowania stropu. Zapewniają również formę oraz przestrzeń do wypełnienia części panelu betonem lekkim.

Sprężona prefabrykowana płyta stropu S-Panel ma szerokości 120 cm i grubość 4 cm, natomiast żebra mają wysokość 12, 14 lub 16 cm. Grubość nadbetonu wynosi 4, 6 oraz 8 cm i w efekcie uzyskuje się grubość stropu równą 16, 18, 20, a także 22 cm. Dodatkowo, w celu odciążenia, panele występują w wariacie z wypełnieniem skrajnych przestrzeni międzyżebrowych betonem lekkim. W kierunku podłużnym wypełnienia betonem lekkim (w zależności od obciążeń) może zostać skrócone o 50 cm. Strop wymaga wykonania zbrojenia rozdzielczego, które układa się na prefabrykowanych żebrach, zbrojenia górnego podporowego oraz wieńców. Dodatkowo istnieje możliwość dozbrojenia stropu w kierunku podłużnym w przestrzeni międzyżebrowej. Stropy S-Panel występują w trzech wariantach:

- wariant 1 – podobnie jak Teriva Panel jako prefabrykowana płyta z wypełnieniem betonem lekkim pomiędzy żebrami,
- wariant 2 – płyta z betonem lekkim usuniętym na długości 50 cm od krawędzi oparcia, w celu zwiększenia nośności gotowego stropu na ścinanie,
- wariant 3 – płyta z wysuniętymi strunami poza czoło prefabrykatu (rys. 2.17) w celu zespolenie elementu z podciągami, nadciągami lub podporą przez oparcie pośrednie (bez bezpośredniego oparcia na elemencie konstrukcyjnym).

Strop S-Panel ma wszystkie takie same zalety, jak strop Teriva Panel, a dodatkowo dzięki większej liczbie wariantów płyty prefabrykowanej wykazuje większe możliwości jego stosowania.



Rys. 2.17. Budowa stropu Konbet S-Panel [I-37]: 1 – strunobetonowy panel stropowy z wypełnieniem z betonu lekkiego, 2 – zbrojenie wieńców, 3 – zbrojenie rozdzielcze, 4 – uzupełniający beton wieńców i zamków układany na budowie

Fig. 2.17. Construction of Konbet S-Panel floor [I-37]: 1 – prestressed concrete floor panel with lightweight concrete filling, 2 – reinforcement of ring beams, 3 – construction reinforcement, 4 – supplementary concrete of ring beams and locks laid on the construction site

2.6. Stropy z kanałowych płyt prefabrykowanych (żelbetowych i strunobetonowych)

Stropy z kanałowych płyt prefabrykowanych są znane i obecne na polskim rynku od wielu lat. Jakkolwiek ich omawianie należy rozpocząć od wyraźnego podziału na dwa (zasygnalizowane w tytule niniejszego podrozdziału) typy, a mianowicie:

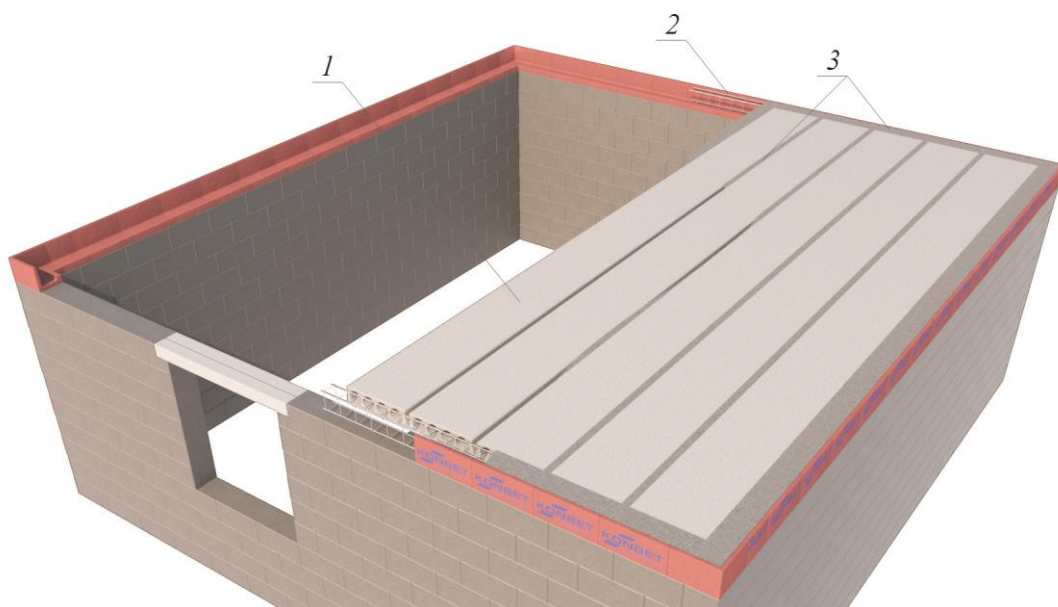
- 1) stropy z płyt kanałowych żelbetowych,
- 2) stropy z płyt kanałowych strunobetonowych.

Stropy z płyt kanałowych żelbetowych typu „A” lub „Ż”, po późniejszej modyfikacji typu „S” [58], były powszechnie stosowane, głównie w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku, do budowy bloków mieszkalnych z tzw. wielkiej płyty. Zarówno ze względu na często niską jakość wykonania w zakładzie prefabrykacji, jak i późniejszy montaż na budowie rozwiązanie to budzi złe skojarzenia. Wiele osób ma przed oczami rysy powstające na łączeniach płyt, które stały się nieodłącznym elementem większości wnętrz w mieszkaniach blokowych z tamtego okresu.

Na dzień dzisiejszy geometria tych płyt nie uległa większym zmianom, wciąż mają one zamki służące do wypełnienia betonem podczas montażu na budowie, które sprzyjają późniejszemu klawiszowaniu. Obecnie w Polsce produkowane są płyty kanałowe żelbetowe okrągłootworowe o najczęstszych wymiarach: 0,24 m – wysokość, szerokości 0,89 m; 1,19 m (najpopularniejsza); 1,49 m i długości od 2,4 do 6,00 m. Płyty te opiera się na ścianach lub belkach żelbetowych na warstwie wyrównawczej zaprawy cementowej [58].

Technologia ta, choć odznaczająca się takimi zaletami charakterystycznymi dla elementów prefabrykowanych, jak szybkość montażu czy lepsza organizacja zaplecza budowlanego, jest już jednak schyłkowa z uwagi na wysokie koszty wykonania płyty żelbetowej oraz stosunkowo niewielkie rozpiętości. Dlatego najbardziej perspektywnym rodzajem stropu, łączącym w sobie szybkość wykonania, ekonomikę oraz wysokie rozpiętości, będą płyty stropowe strunobetonowe. Płyty te nie są jednak rozwiązaniem nowym (jak się powszechnie sądzi). Do Polski zostały sprowadzone już w 1973 roku, gdy wybudowano pierwsze dwa zakłady produkcyjne tych elementów [58]. Wykorzystując tę technologię, można wyprodukować płyty stropowe o rozpiętościach nawet do ponad 20 m, a następnie w sposób prosty i szybki ułożyć je na budowie. W kolejnych krokach po wykonaniu dodatkowych elementów zbrojeń, do których należą m.in. wymiany i zbrojenie wieńca oraz zalanie pachwin (specjalnie zaprojektowanych zamków) i wieńca, można dalej prowadzić prace budowlane⁴. Takiego tempa pracy nie zapewniają inne, omawiane wcześniej, rozwiązania stropowe. Szczegóły przedstawiono na rysunku 2.18.

⁴ W odróżnieniu od kanałowych płyt żelbetowych, które są produkowane w formach, w płytach strunobetonowych, produkowanych na zasadzie ekstruzji, jest możliwe nadanie zamkom kształtu umożliwiającego ich lepsze wzajemne połączenie w sztywną tarczę, co można wspomagać dodatkowym dozbrojeniem lub wycięciami, np. na tzw. jaskółczy ogon.

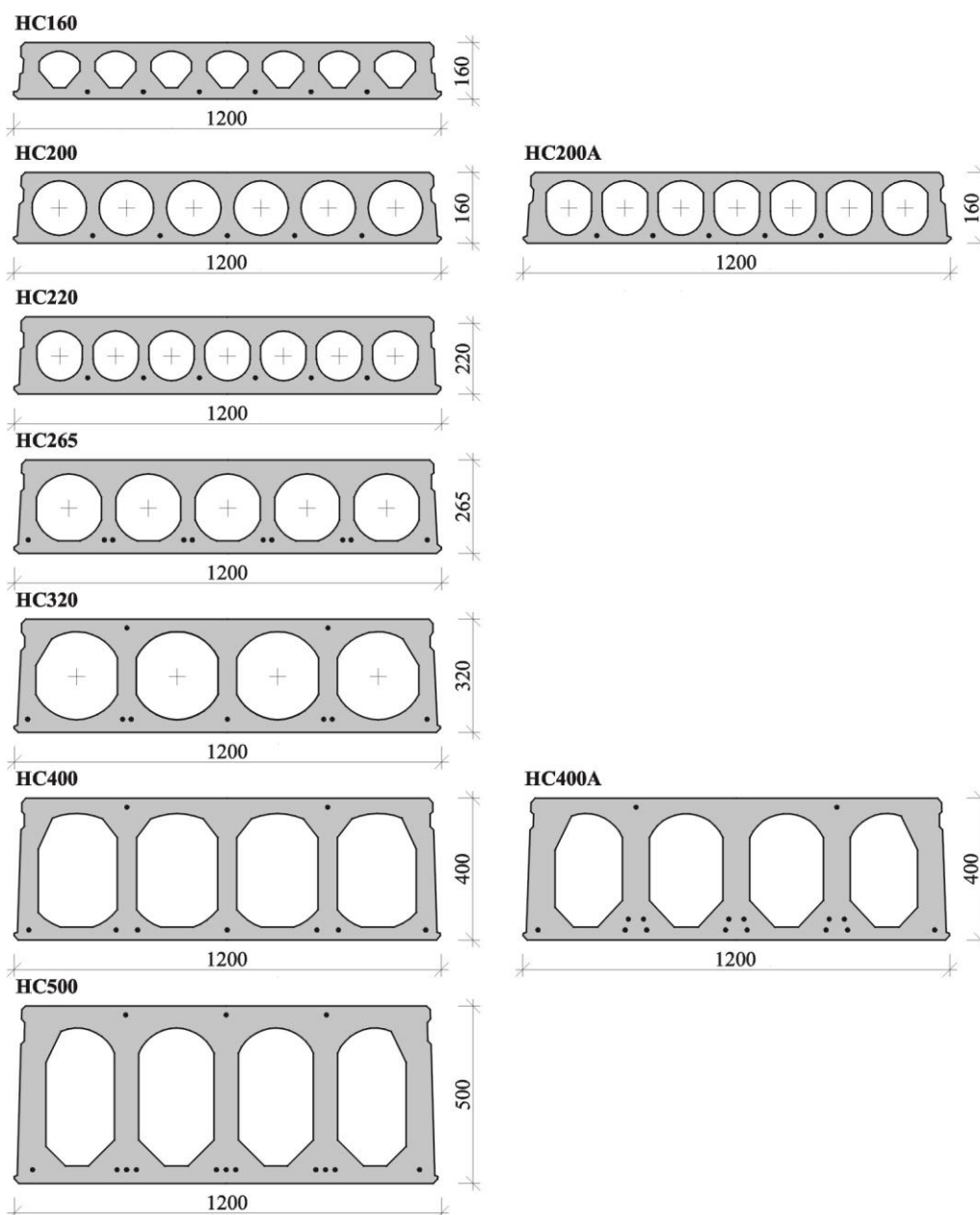


Rys. 2.18. Budowa stropu z kanałowych płyt strunobetonowych [I-37]: 1 – strunobetonowa płyta kanałowa, 2 – zbrojenie wieńców, 3 – uzupełniający beton wieńców i zamków układany na budowie

Fig. 2.18. Construction of the prestressed hollow-core slabs floor [I-37]: 1 – prestressed concrete slab, 2 – reinforcement of ring beams, 3 – supplementary concrete of ring beams and locks laid on the construction site

Opisany system stropowy wydaje się być bardzo korzystny dla budów dużych obiektów przemysłowych czy też użyteczności publicznej. Wymiary popularnych kanałowych płyt strunobetonowych są następujące: wysokość – 0,15 m; 0,16 m; 0,20 m; 0,265 m; 0,32 m; szerokość – 1,20 m, rozpiętość do ok. 15 m w przypadku płyt o wysokości 0,32 m (płyty o wysokościach 0,40 m i 0,50 m mają rozpiętości odpowiednio ok. 18 i 21 m [52]). Przekroje wybranych grubości strunobetonowych płyt kanałowych zaprezentowano na rysunku 2.19, a przykład systemu stropowego z płyt sprężonych pokazano na rysunku 2.20.

Rozwój konstrukcji sprężonych [2] jest konsekwencją systematycznie podejmowanych prób redukcji licznych wad żelbetu, w tym głównie zarysowań.



Rys. 2.19. Popularny typoszerzeg kanałowych płyt strunobetonowych [N-22]

Fig. 2.19. A popular series of prestressed hollow-core slabs [N-22]

Obecnie [10] strunobetonowe płyty kanałowe są najchętniej wykorzystywanymi na świecie stropami w budownictwie kubaturowym (rocznie w Europie wykonuje się ok. 20 mln m² tych stropów). Na starym kontynencie płyty strunobetonowe są stosowane zarówno w budynkach o stosunkowo dużej rozpiętości stropów, jak np. szkoły, szpitale, parkingi, biurowce, obiekty handlowe, jak i powszechnie w budownictwie mieszkaniowym. Ich duża popularność jest efektem licznych zalet, które zostaną wymienione poniżej. W tym kontekście zdziwienie może budzić fakt ich wciąż stosunkowo niewielka popularność na polskim rynku. Być może dotyczy to kondycji całego sektora prefabrykacji budowlanej w Polsce, jednak dywagacje na ten temat nie są przedmiotem niniejszej publikacji.

Główne zalety stropu z kanałowych płyt strunobetonowych:

- najniższe na rynku finalne koszty wykonania stropu,
- niższe koszty robocizny w porównaniu z innymi systemami stropowymi,
- krótki czas montażu,
- możliwość przekrywania powierzchni o dużych rozpiętościach, przy stosunkowo niewielkiej grubości stropu,
- wysokie nośności rzędu 40 kN/m²,
- liczne udogodnienia konstrukcyjne (eliminacja dodatkowych belek, słupów, podciągów oraz możliwość swobodnego kształtowania ścian działowych),
- brak konieczności stemplowania i szalowania,
- wyższe niż w stropach gęstożebrowych parametry izolacyjności akustycznej (na co wpływa m.in. mocny oraz silnie zawibrowany beton na bazie kruszyw łamanych),
- eliminacja błędów popełnianych na budowie,
- wysoka jakość prefabrykatu⁵,
- możliwość pracy w warunkach zimowych,
- pozostałe udogodnienia organizacyjne – brak dodatkowych palet, stempli, szalunków, zwrotów, stłuczki itp.

Wady stropów z kanałowych płyt strunobetonowych:

- niezbędny okres oczekiwania na produkt z zakładu prefabrykacji (każdy strop jest oddzielnym zleceniem dopasowanym do konkretnego projektu),
- częsta konieczność zmian konstrukcyjnych w adaptacjach projektów z innymi systemami stropowymi,
- wciąż stosunkowo mała popularność tego rozwiązania na polskim rynku,
- ograniczona wiedza projektantów konstrukcji budowlanych na temat tej technologii.

⁵ Elementy strunobetonowe odznaczają się niejako „wewnętrzna” kontrolą jakości na etapie produkcji; brak właściwego otulenia zbrojenia w postaci drutów bądź splotów będzie skutkował tzw. cofnięciem się cięgien, co całkowicie eliminuje możliwość wykorzystania prefabrykatu, czyniąc go bezużytecznym odpadem i kosztem dla producenta.



Rys. 2.20. System stropowy z kanałowych płyt strunobetonowych [I-3]

Fig. 2.20. Floor system made of prestressed hollow-core slabs [I-3]

W przypadku inwestora indywidualnego budującego dom jednorodzinny zainteresowanego płytami strunobetonowymi barierą nie do pokonania może okazać się brak dostępu do budowy ciężkiego sprzętu dźwigowego oraz jego koszt. Te niedogodności eliminuje lekki strop panelowy SMART, z uwagi na swą modułowość (rys. 2.15).

Przedstawiony przegląd rozwiązań stropowych pokazuje, jak zmieniła się oferta rynkowa na przestrzeni ostatnich lat. Stropy tym samym podlegają trendom rynkowym, co inne produkty budowlane. Obecnie najbardziej liczą się materiały o wysokich parametrach jakościowych i użytkowych (energooszczędnych i dźwiękoizolacyjnych), pozwalających na szybkie i sprawne budowanie, które skraca okres realizacji inwestycji i redukuje jej koszty. Ponadto ważna jest ekologia związana z procesem wytwarzania oraz użytymi do produkcji materiałami, a także komfort i zdrowie ostatecznych użytkowników, późniejszych mieszkańców nowo powstających obiektów.

Duży wybór rodzajów stropów możliwych do stosowania w budownictwie mieszkaniowym jest wynikiem poszukiwań najbardziej optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych. Podstawowym kryterium doboru stropu do zastosowania w budynku powinna być, poza spełnieniem wymagań techniczno-użytkowych, minimalizacja pracochłonności oraz kosztów wykonania; m.in. te czynniki będą kształtować dalszy rozwój systemowych rozwiązań stropowych na polskim rynku.

2.7. Badania polowe stropów

Dotychczas badania pełnowymiarowych stropów zawierających więcej niż jeden prefabrykat były prowadzone sporadycznie [22, 23, 66, 77] i dotyczyły głównie sposobu ukształtowania oraz zbrojenia styku podłużnego w kontekście pracy dwukierunkowej. Prowadzone były badania nad połączeniem prefabrykatów bez konieczności wykonywania zbrojenia *in situ*, wyłącznie za pomocą specjalnie ukształtowanego styku i zbrojenia przechodzącego przez ścianki boczne elementów [27]. Wykazano m.in. obniżenie rysoodporności i nośności, przy jednoczesnym wzroście ugięć stropu z płyt z zamkami z zagiętymi krzyżowo prętami w odniesieniu do stropu monolitycznego.

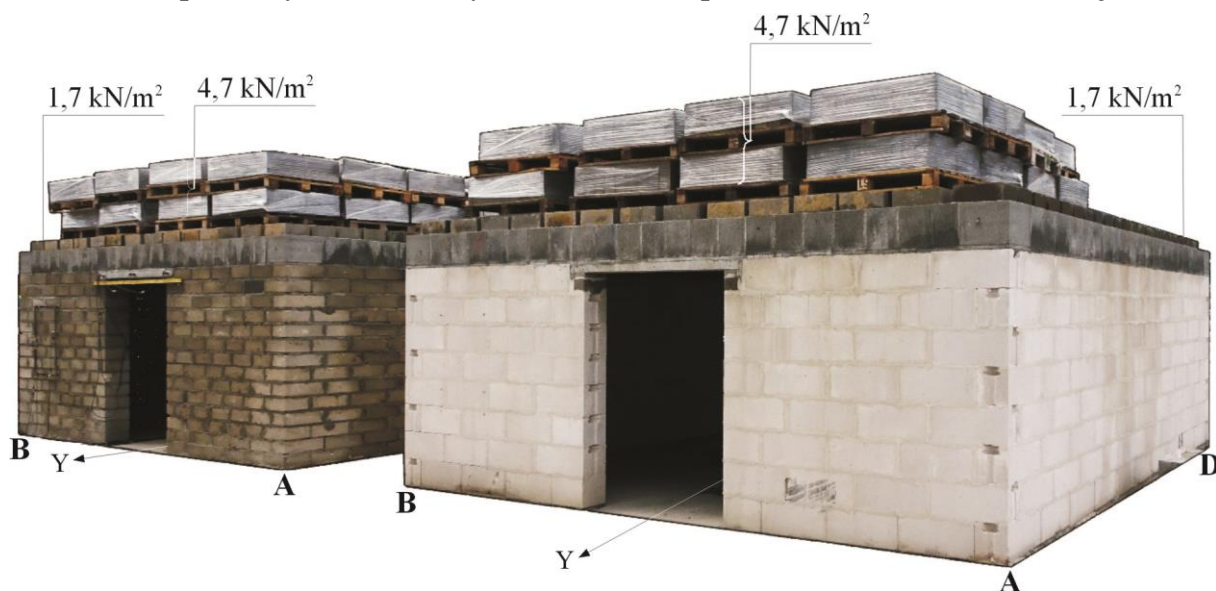
Mimo wielu lat stosowania stropów zespolonych z elementów panelowych pracujących jedno- i dwukierunkowo dotychczas nie przeprowadzono badań w warunkach obciążeń długotrwałych przy schemacie wymuszającym pracę dwukierunkową. Taką wyraźną lukę zaobserwować można także w normowych przepisach dedykowanych prefabrykatom [N-13], w których podano tylko zdawkowe informacje dotyczące rozdziału obciążeń między poszczególnymi płytami.

Dążąc do wypełnienia wyraźnej luki w aktualnym stanie wiedzy, przeprowadzono badania stropów prefabrykowanych, których zasadniczym celem było określenie wpływu oddziaływań długotrwałych na morfologię zarysowań, poprzecznej współpracy prefabrykatów (możliwość wystąpienia efektu klawiszowania) i zmiany przemieszczeń. Zbadano cztery stropy w skali naturalnej, które poddano obciążeniom doraźnym równomiernym o wartości równej sumie obciążenia stałego i maksymalnego obciążenia zmiennego oraz obciążeniom długotrwałym nierównomiernym. Obciążenie w badaniach długotrwałych utrzymywano na każdym stropie przez okres ponad 12 miesięcy.

Badania przeprowadzono na czterech pełnoskalowych modelach. Zastosowano prefabrykaty obecnie produkowane i wykorzystywane w budownictwie miejskim. Cechą wspólną badanych stropów była: szerokość prefabrykatu równa 60 cm i brak zbrojenia poprzecznego zapewniającego dwukierunkową pracę stropu. Badania miały na celu ocenę zachowania się stropów (badania jakościowe). Zastosowano dwa typy żelbetowych stropów zespolonych – Vector II oraz Vector III, żebranych paneli sprężonych (Teriva Panel) i płyt kanałowych (SMART). Różnicę pomiędzy panelami Vector II a Vector III stanowiło zbrojenie przeciwskurczowe prefabrykatu; w drugim przypadku zamiast tradycyjnej siatki stalowej wykorzystano włókna polimerowe.

Przenoszenie sił poprzecznych pomiędzy panelami odbywało się wyłącznie za pomocą nadbetonu lub w przypadku jednego z badanych stropów za pomocą konstrukcji zamka między panelami. Modele z paneli Vector II, Vector III oraz Teriva Panel wykonano z warstwą nadbetonu o minimalnej grubości równej 40 mm, umieszczonym na całej powierzchni stropu.

Wszystkie modele wykonano w postaci stropu o wymiarach $\sim 6,30 \times 6,30$ m opartego na czterech ścianach murowanych. W modelach Vector II oraz Teriva Panel na ścianach z bloczków betonowych o grubości 240 mm i wysokości 2,20 m, a w modelach Vector III oraz SMART z bloczków z autoklawizowanego betonu komórkowego (odmiany 700) grubości 240 mm i wysokości 2.24 m (rys. 2.21). Każdy z modeli składał się z 10 paneli stropowych opartych na prefabrykowanych kształtkach wieńcowych. Minimalna grubość oparcia wynosiła 80 mm. W modelu budynku wykonano dwa otwory drzwiowe o szerokości 1,5 m i 1,8 m, umożliwiające dostęp do dolnej powierzchni stropu obiektu. Otwory przekryto prefabrykowanymi belkami nadprożowymi, nad którymi ułożono bezpośrednio kształtki wieńcowych.

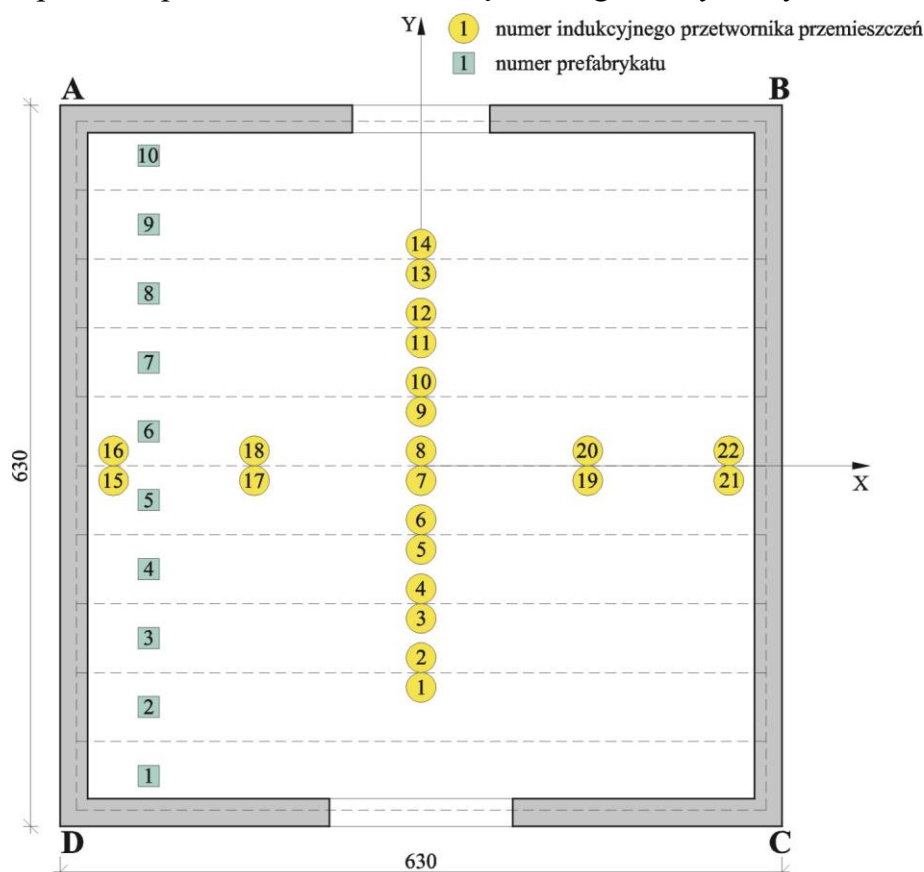


Rys. 2.21. Widok badanych modeli budynków

Fig. 2.21. Overall view of the examined models of buildings

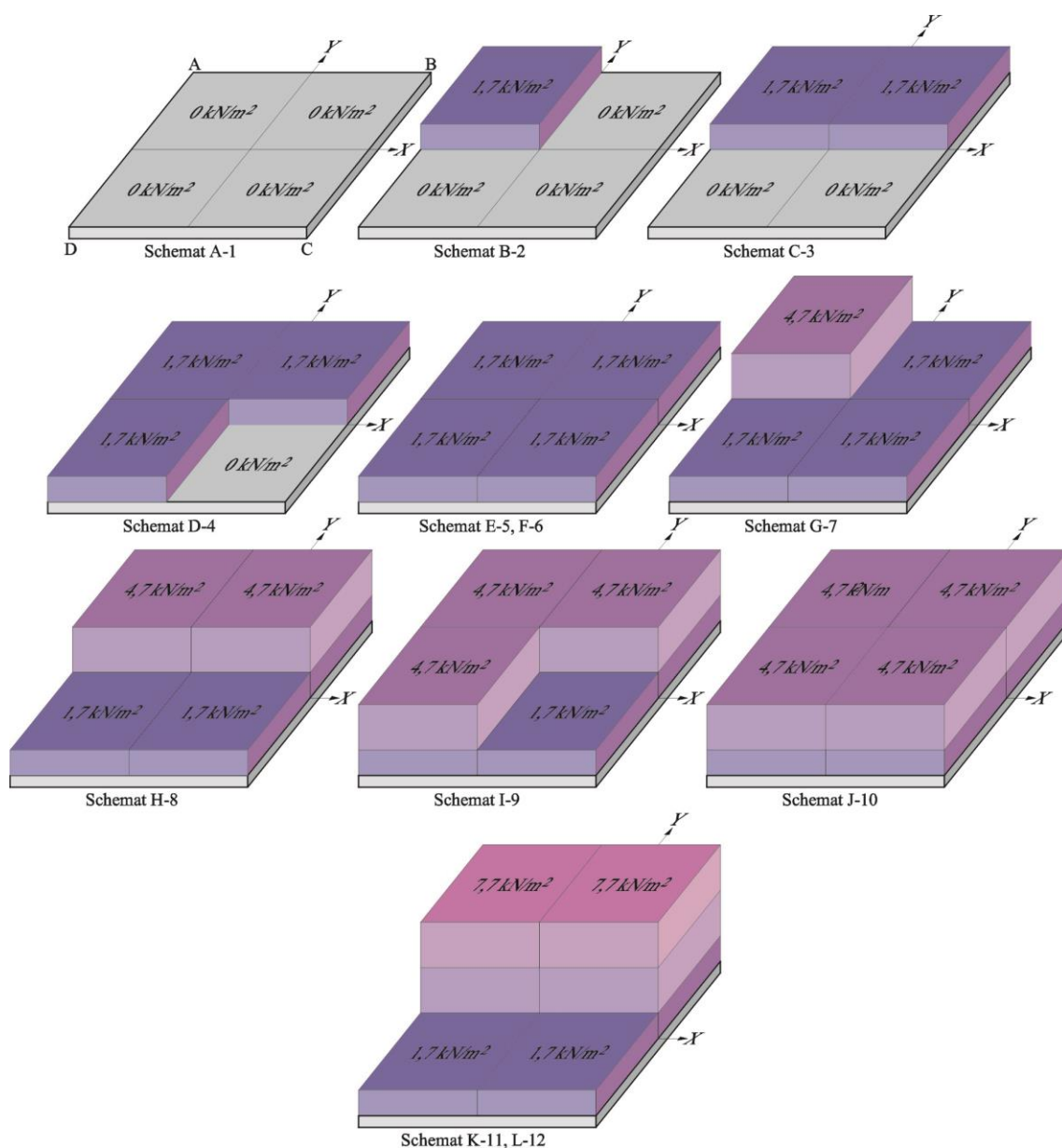
Przemieszczenia doraźne były zapisywane automatycznie z dokładnością wskazań wynoszącą $\pm 0,002$ mm. Na rysunku 2.22 zamieszczono rozmieszczenie czujników wzdłuż osi otworów drzwiowych oraz wzdłuż styku płyt środkowych (płyty nr. 5 oraz 6). Czujniki były umieszczone ~ 25 mm od styku paneli odległość pomiędzy sąsiednimi czujnikami wynosiła ~ 50 mm. Do dolnej powierzchni przymocowano dodatkowe znaczniki do pomiarów geodezyjnych, które umiejscowiono w sąsiedztwie czujników LVDT. Pomiar geodezyjny wykorzystany był do odczytów przemieszczeń

od obciążeń długotrwałych wykonywanych samopoziomującym niwelatorem precyzyjnym (Sokkia C41) za pomocą łąt pomiarowych z podziałką milimetrową. Dokładność pomiaru przemieszczeń od obciążeń długotrwałych wynosiła $\pm 0,5$ mm.



Rys. 2.22. Geometria modeli i rozmieszczenie czujników pomiarowych
Fig. 2.22. Model geometry and arrangement of the measuring sensors

Obciążenie każdego modelu badawczego realizowano w sposób grawitacyjny, według ustalonego harmonogramu. Do wywołania obciążeń zastosowano pojedyncze bloczki betonowe oraz bloczki układane na paletach. Całkowite obciążenie ponad ciężar własny stropu o wartości $4,7 \text{ kN/m}^2$ zostało podzielone na dwie części $1,7 \text{ kN/m}^2$ (bloczki betonowe układane na górnej powierzchni stropu) oraz $3,0 \text{ kN/m}^2$ (palety z bloczkami betonowymi układane na położonych wcześniej bloczkach betonowych). Sekwencje obciążeń pokazano na rysunku 2.23. Sekwencje obciążeń F-6 oraz L-12 stanowił kontynuację wcześniejszych sekwencji E-5 oraz K-11 z tą różnicą, że pomiar przemieszczeń przeprowadzono po godzinie. Jako długotrwałe obciążenie pozostawiono na stropach obciążenie odpowiadające sekwencji L-12. Badania długotrwałe ugięć i klawiszowania stropu zaplanowano na 12 miesięcy z częstotliwością wykonywania pomiarów geodezyjnych co 30 dni.



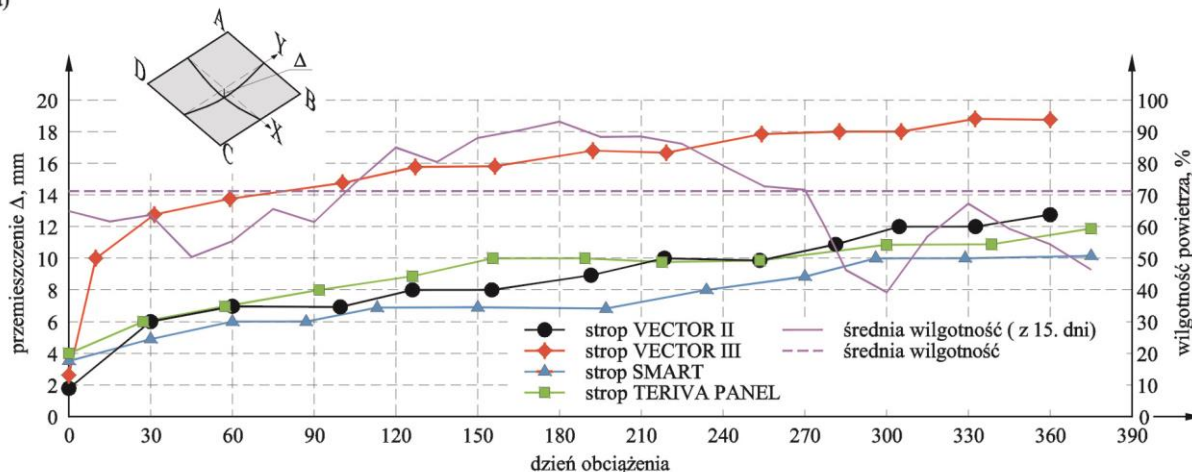
Rys. 2.23. Sekwencje obciążeń modeli

Fig. 2.23. Model load sequences

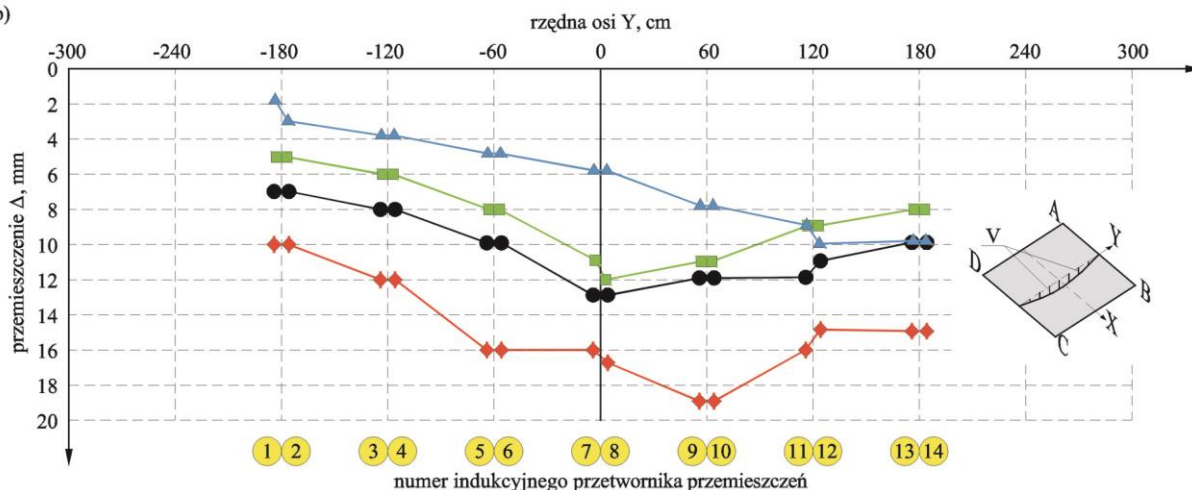
Wyniki badań pomiarów maksymalnych przemieszczenia stropów przedstawiono w postaci wykresu na rysunku 2.24a. Modele Vector II oraz Vector III odnotowywały systematyczne przyrosty przemieszczeń przez cały okres badań. Przyrost procentowy maksymalnych przemieszczeń w odniesieniu do przemieszczeń krótkotrwałych poszczególnych modeli wynosił kolejno 522% - Vector II, 610% - Vector III, 182% - Teriva Panel oraz 180% w modelu SMART. Odwrotnie niż w przypadku badań pod obciążeniem doraźnym modele Teriva Panel oraz SMART odznaczały się mniejszym przemieszczeniem po zakończeniu badań długotrwałych. Różnice odczytów pomiędzy 100. a 370. dniem wynosiły około od 1 do 2 mm. W przypadku pomiaru pośredniego w 189. dniu w modelu Teriva Panel odnotowano ugięcie niemal identyczne jak w dniu

301. W modelu SMART pierwszy odczyt w 113. dniu oraz drugi 197. dniu były zbieżne poza jednym punktem pomiarowym. Model SMART miał odmienną charakterystykę przemieszczeń względem pozostałych modeli (rys. 2.24b). Największe ugięcie było przesunięte w kierunku występowania maksymalnego obciążenia. Pomimo nierównomiernego rozkładu obciążeń nie odnotowano istotnej różnicy przemieszczeń, która mogłaby wskazywać na wystąpienie efektu klawiszowania prefabrykatów.

a)



b)



Rys. 2.24. Wyniki badań modeli budynków: a) maksymalne przemieszczenia środka stropu, b) przemieszczenie punktów pomiarowych na osi Y po roku

Fig. 2.24. Results of tests of building models: a) maximum displacements of the centre of the floor, b) displacement of the measurement points along the Y axis after one year

Kluczowym elementem badań było porównanie cech wybranych stropów w kierunkach poprzecznym i podłużnym, poddanych obciążeniu doraźnemu oraz długotrwałemu. Wspólną cechą stropów był brak zbrojenia styków. Mimo pracy złącz podłużnych wyłącznie przez przekrój betonowy, panele zachowały możliwość wzajemnej redystrybucji obciążeń. Prefabrykaty połączone jedną warstwą nadbetonu wykazywały lepszą współpracę poprzeczną niż elementy łączone wyłącznie w swoim

styku (SMART). Model SMART jako jedyny przy obciążeniach doraźnych nie odnotował maksymalnego ugięcia w środku rozpiętości, ale w odległości 62,5 cm od środka modelu. Charakter przemieszczeń i przesunięcie maksymalnych ugięć w stronę podpory wskazywały na mniejszą sztywność poprzeczną modelu SMART, a nawet na przegubowy charakter pracy zamka już od początku procesu obciążania. Uzasadnieniem przegubowego modelu pracy był zwiększony obrót występujący pomiędzy panelami. Otrzymane wyniki przemieszczeń oraz obraz uzyskanych zarysowań, w tym brak rys na górnej powierzchni wskazują wprost, na brak efektu klawiszowania pomimo nierównomiernego rozkładu obciążeń.

Więcej informacji o procedurze i szczegółowych wynikach badań polowych prefabrykowanych stropów zamieszczono w publikacjach [72, 73, 74, 75].

Autorzy kontynuują badania modeli złożonych z paneli prefabrykowanych w celu analizy wpływu zespolenia oraz mechanizmu zarysowania i zniszczenia stropów bez zbrojenia poprzecznego. Otrzymane rezultaty pozwolą na dokładniejsze odwzorowanie numeryczne pracy stropów i sformułowanie kompletnych wytycznych obliczeniowych.

3. BUDOWNICTWO MIESZKANIOWE W POLSCE – WYBRANE ZAGADNIENIA

Rozdział poświęcono rozwojowi budownictwa mieszkaniowego w Polsce w latach 2015–2020. Scharakteryzowano stan rynku oraz wybrane kierunki i trendy rozwoju. Uwzględniono ideę zrównoważonego budownictwa w odniesieniu do jakości rynku mieszkaniowego. Na zakończenie skupiono się na błędach jakościowych (projektowych i wykonawczych) obserwowanych w systemach stropowych.

3.1. Wybrane kierunki rozwoju budownictwa mieszkaniowego w Polsce

Próba dokonania analizy bądź samego tylko wyboru aktualnych trendów rozwoju budownictwa mieszkaniowego w Polsce jest zadaniem równie złożonym, co trudnym. Nawet dla osób funkcjonujących poza branżą budowlaną takie terminy, jak: energooszczędność, zdrowie, bezpieczeństwo, ochrona przed hałasem, oddziaływanie na środowisko naturalne są powszechnie znane i w rzeczy samej wytyczają kierunki rozwoju współczesnego budownictwa. Swoje źródła biorą one w idei budownictwa zrównoważonego, które jest „budownictwem przyszłości” w Polsce [7].

W 1996 roku H. Daly sformułował zasady zrównoważenia, mówiące, że cywilizacja nie powinna konsumować zasobów naturalnych szybciej niż następuje ich regeneracja. W przypadku surowców nieodnawialnych konsumpcja nie może być szybsza niż ich zastępowalność przez odnawialne substytuty, a odpady i zanieczyszczenia nie powinny powstawać szybciej niż zdolność ich absorpcji przez naturę [9]. Szczegóły zasady zrównoważenia przedstawiono w tablicy 3.1.

Tablica 3.1

Zasady zrównoważenia według H. Daly’ego [9]

Konsumpcja surowców/powstawanie zanieczyszczeń i odpadów	Oddziaływanie środowiskowe	Zrównoważenie
Większa niż naturalne odtwarzanie/regenerowanie	degradacja	brak
Równa potencjałowi odtwarzania/regeneracji	równowaga	stan ustalony
Mniejsza niż potencjał odtwarzania/regeneracji	odnawianie	rozwój

Ideą zrównoważenia jest rozwój cywilizacyjny, który dąży do zachowania równowagi pomiędzy wymaganiami środowiska naturalnego a czynnikami o charakterze społeczno-ekonomicznym. O tym, jak ważne są to zagadnienia świadczą alarmujące od lat dane dotyczące dewastacji środowiska naturalnego: wyczerpywania się surowców, wzrostu konsumpcji i związanej z nią „masową produkcją” odpadów, zanieczyszczeń wód, powietrza, kurczenia się fauny i flory, degradacji ekosystemów itd. Jak podano w [9] „W świecie ponad 50% populacji żyje w miastach, które łącznie zajmują tylko 2% powierzchni ziemi, jednakże konsumują 75% wytwarzanej energii oraz powyżej 40% masy produkowanych wyrobów, a także emitują 80% gazów cieplarnianych”. W 2030 roku współczesna cywilizacja będzie potrzebowała drugiej kuli ziemskiej na zaabsorbowanie CO₂ i zapewnienie surowców naturalnych [51].

Budownictwo jest odpowiedzialne za generowanie ponad 30% z ogólnej liczby powstających na świecie odpadów i konsumpcję wody na tym samym poziomie [9]. Ponadto zagrożenia te rosną w postępie geometrycznym, co już pod koniec XVIII wieku zauważył ekonomista Th. Malthus, analizując wpływ demografii na rozwój cywilizacji [9]. Obecnie [51] konsumpcja surowców naturalnych i emisja zanieczyszczeń będą podwajać się w cyklu 28 lat, co oznacza, że za 280 lat będą one tysiąc razy większe.

Z uwagi na tak ponurą perspektywę wytyczne dotyczące zrównoważonego rozwoju znalazły się wśród prerogatyw politycznych Unii Europejskiej oraz Polski. Zapisy związane ze zrównoważonym rozwojem zawarte są w Konstytucji RP, a definiuje go Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2016 r., poz. 672): „jest to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń” [N-23]. W tablicy 3.2 zostały zamieszczone cele zrównoważonego budownictwa opracowane już w 2010 roku [8].

Tablica 3.2

Cele strategii zrównoważonego budownictwa [8]

Lp.	Cel strategiczny
1.	Zwiększenie efektywności energetycznej budynków
2.	Zwiększenie udziału energii odnawialnej w zaopatrzeniu budynków
3.	Zmniejszenie obciążeń środowiskowych
4.	Ograniczenie emisji CO ₂
5.	Zwiększenie udziału czystych technologii w produkcji wyrobów budowlanych
6.	Zwiększenie konkurencyjności budownictwa (promocja ekoinnowacji)
7.	Zwiększenie udziału zielonych wyrobów w zamówieniach publicznych
8.	Zwiększenie użyteczności technicznej
9.	Poprawa użyteczności społecznej

Wyznaczone cele mają charakter fundamentalny dla przyszłości nie tylko polskiego budownictwa, aby móc je weryfikować dla poszczególnych budynków, specjaliści Instytutu Techniki Budowlanej (ITB) opracowali metodę oceny budynku pod kątem budownictwa zrównoważonego, zdefiniowaną współczynnikiem BEE (ang. Building Environmental Efficiency). Według ekspertów ITB budynek projektowany, przyjazny dla środowiska według kryteriów metody BEE, powinien być [54]:

- harmonijnie wpisany w otoczenie,
- energooszczędny,
- komfortowy,
- trwały,
- ekologiczny.

W metodzie tej, oceniając komfort użytkowania, istotne są kwestie mające bezpośredni wpływ na zdrowie mieszkańców, ich samopoczucie, komfort życia i relacje z otoczeniem. Autorzy dużą uwagę przywiązują do oceny komfortu życia, na który składają się liczne cechy, wyszczególnione na rysunku 3.1.

Analiza cech, kryteriów i postulatów zawartych w niniejszym rozdziale wskazuje, jakie będą dalsze trendy rozwoju budownictwa, w tym również budownictwa mieszkaniowego.

Pozostaje jeszcze kwestia świadomości zbiorowej podmiotów oraz indywidualnej ludzi zaangażowanych w przebieg szeroko pojętych prac budowlanych, na co wskazano w pracy [51], mówiąc o zrównoważonym procesie budowlanym (ponieważ to ludzie tworzący organizacje i procesy realizują zasady zrównoważonego rozwoju).

W tym kontekście pozostaje także rynek, a w zasadzie zrównoważony rynek materiałów budowlanych, którego częścią powinny być również nazwijmy to zrównoważone systemy stropowe. Analiza rynku rozwiązań stropowych (dokonana w niniejszej monografii) wskazuje kierunki oraz ewolucję rozwoju tych produktów,

a także zwraca uwagę na stan obecny rynku, na którym dominują stare technologie, pochodzące z lat poprzedzających wszelkie dyskusje na temat zrównoważonego budownictwa w Polsce.



Rys. 3.1. Składowe cechy komfortu życia według metody BEE – oceny budynku pod kątem zrównoważonego budownictwa, opracowanej przez Instytut Techniki Budowlanej [54]

Fig. 3.1. Component features of living comfort according to the BEE method – building assessment in terms of sustainable construction, developed by the Building Research Institute [54]

3.2. Domy energooszczędne i pasywne

Coraz więcej firm budowlanych oferuje usługi polegające na budowie lub modernizacji budynków efektywnych energetycznie, jednak wciąż w wielu przypadkach brakuje nam doświadczenia w zastosowaniu nowoczesnych materiałów i technologii. Zatem powoli zmieniają się nawyki budowlane – dąży się do proponowania rozwiązań pozwalających zaoszczędzić pieniądze na ogrzewaniu i eksploatacji domów oraz poprawić jakość środowiska naturalnego. Dlatego projektowane, a następnie budowane są domy o jak najmniejszym zużyciu energii.

Poniższa tablica (3.3) przedstawia klasyfikację budynków ze względu na zużycie energii.

Tablica 3.3

Klasyfikacja energetyczna budynków wg Stowarzyszenia na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju [49]

Symbol standardu energetycznego	Nazwa standardu energetycznego budynku	Wskaźnik energii użytkowej EU [kWh/(m ² ·rok)]
A++	Zeroenergetyczny	≤10
A+	Pasywny	do 15
A	Niskoenergetyczny	15-45
B	Energooszczędny	45-80
C	Średnio energooszczędny	80-100
D	Średnio energochłonny	100-150
E	Energochłonny	150-250
F	Wysoko energochłonny	ponad 250

Lata 2015–2018 znacznie rozpowszechniły typ domu jednorodzinnego, jakim jest budynek energooszczędny. W styczniu 2017 roku w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju zdefiniowany został obowiązujący w Polsce standard energetyczny (WT 2017 [N-18]) aktualny do stycznia 2021 roku (wówczas zaczęły obowiązywać WT 2021 [N-19]).

Podjęta została w nim kwestia warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie.

W dokumencie określono wymagania projektowe dotyczące izolacyjności przegród budowlanych oraz maksymalnego zużycia energii pierwotnej (*EP*) przez budynki na 1 m² powierzchni użytkowej.

Według przepisów obowiązujących od 2002 roku [N-20] budynki nie mogą przekroczyć maksymalnych wartości współczynników przenikania ciepła *U* dla zewnętrznych przegród budowlanych oraz granicznej wartości zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną *UP*. Porównanie przepisów WT 2017 z WT 2021 znajduje się w poniższej tablicy (3.4).

Tablica 3.4

Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej i energii pierwotnej wg WT 2017, WT 2021 domu jednorodzinnego [49]

$U_{C(max)}/EP_{max}$ [W/(m ² ·K)]	WT 2017 [N-18]	WT 2021 [N-19]
$U_{C(max)}$ – ściany zewnętrzne	0,23	0,20
$U_{C(max)}$ – podłogi na gruncie	0,30	0,30
$U_{C(max)}$ – okna	1,1 (1,3 – dachowe)	0,9 (1,1 – dachowe)
$U_{C(max)}$ – dachy, stropodachy	0,18	0,15
<i>EP</i> (nieodnawialna energia pierwotna) [kWh/m ² rok]	95	70

Według badania internetowego „Budownictwo energooszczędne oczami Polaków”, przeprowadzonego przez Kantar Public w dniach 28 września – 9 października 2017 roku [M-1], blisko dziewięciu na dziesięciu Polaków chciałaby zamieszkać w domu energooszczędnym, a jedynie 6% badanych nie wyraża zainteresowania budownictwem efektywnym energetycznie. Co więcej, według większości ankietowanych wymarzony dom powinien być wyposażony w inteligentne i energooszczędne rozwiązania, takie jak odnawialne źródła energii, energooszczędne okna czy zdalne sterowanie oświetleniem.

Większość ankietowanych zgodziła się z faktem, że koszty eksploatacji są ważniejsze niż wydatki poniesione podczas budowy domu oraz rozumie pozytywny wpływ materiałów energooszczędnych na ograniczenie smogu. To oznacza, że Polacy z roku na rok coraz bardziej rozumieją potrzebę budowy domów w standardzie energooszczędnym i zauważają, że rozwiązanie to przynosi wymierne korzyści. Wciąż jednak problemem okazuje się wyższy koszt wykonania budynku energooszczędnego (tak wskazało 76% badanych), bez względu na jego późniejszą tańszą eksploatację [M-1].

Budownictwo mieszkaniowe w Polsce rozwija się zgodnie z takimi terminami, jak: energooszczędność, zdrowie, bezpieczeństwo, ochrona przed hałasem, pozytywne oddziaływanie na środowisko naturalne. Wywodzą się one z idei budownictwa zrównoważonego [7], określonego mianem „budownictwem przyszłości” w Polsce.

Idea ta powstała w odpowiedzi na sposób rozwoju cywilizacyjnego i wzmożoną konsumpcję, które doprowadzają do degradacji środowiska naturalnego, tj. globalnego ocieplenia, tworzenia się smogu i dziury ozonowej czy kwaśnych deszczy, a co za tym idzie – powodują zanieczyszczenia wód i powietrza, kurczenie się fauny i flory, degradację ekosystemów itd.

Oprócz cytowanego powyżej Rozporządzenia WT 2017 [N-18] i kolejnego – WT 2021 [N-19], rozwój polskiego budownictwa dokładnie określiła *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 roku w sprawie charakterystyki energetycznej budynków*, według której „Państwa członkowskie zapewniają, aby:

- a) do dnia 31 grudnia 2020 roku wszystkie nowe budynki były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii;
- b) po dniu 31 grudnia 2018 roku nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością były budynkami o niemal zerowym zużyciu energii” (Dz.U. L 153/21 z 18.6.2010, art. 9).

Budynek o niemal zerowym zużyciu energii oznacza przy tym „budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej określonej zgodnie z załącznikiem I. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym energii ze źródeł odnawialnych wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu” (Dz.U. L 153/18 z 18.6.2010, art. 2).

Z dokumentu wynika też, że charakterystyka energetyczna budynku określana będzie na podstawie obliczonej lub faktycznej ilości energii zużywanej rocznie na jego ogrzewanie i chłodzenie oraz zaopatrzenie w ciepłą wodę (Dz.U. L 153 z 18.6.2010, Załącznik I). Zapisy te nie określają jednak jasno dwóch najważniejszych kryteriów, jakie nowo powstałe budynki władz publicznych po 2018 roku i pozostałe nowo powstałe budynki po 2020 roku będą musiały spełnić, tzn. nie określono jednoznacznie maksymalnego zużycia energii na jednostkę powierzchni na rok oraz wymaganego procentowego udziału energii ze źródeł odnawialnych (w tym energii wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu) w ogólnej ilości energii potrzebnej na ogrzewanie i pozyskanie ciepłej wody użytkowej [55].

Podejmując temat trendów dotyczących rozwoju budownictwa mieszkaniowego, należy zadać pytania, czym tak naprawdę jest dom przyszłości i jakie warunki muszą zostać spełnione, aby taki budynek mógł powstać? Lata 2015–2018 pokazały, że dom przyszłości to obiekt przede wszystkim ekologiczny, energooszczędny oraz funkcjonalny. Z kolei według ekspertów ITB budynek przyjazny środowisku (według kryteriów metody BEE) powinien być harmonijnie wpisany w otoczenie, energooszczędny, komfortowy, trwały i ekologiczny [54].

Aby budynek przyszłości mógł powstać, do spełnienia konieczne są takie warunki jak:

- świadomość i wola inwestora,
- doświadczenie i zaangażowanie projektantów,
- rzetelność wykonania budynku,
- skuteczny nadzór i koordynacja procesu budowy,
- wykonanie testu szczelności powietrznej budynków⁶.

Najbardziej wpisującym się w tę definicję okazał się być wówczas już nie tylko dom energooszczędny, ale jego szczególny typ, jakim jest dom pasywny.

Dom pasywny to „taki budynek, który w celu zapewnienia komfortu cieplnego zużywa nie więcej niż 15 kWh energii na metr kwadratowy przestrzeni użytkowej

⁶ Królczyk B., *Czym są „Domy przyszłości”?* referat wygłoszony w ramach konferencji: „Projektowanie, budowa i życie w domu przyszłości” podczas targów „Budma. Międzynarodowe Targi Budownictwa i Architektury”, Poznań, 5 lutego 2020.

w ciągu jednego roku. Sama nazwa »dom pasywny« odnosi się do faktu, że energia wykorzystywana do ogrzewania zarówno domu, jak i wody powstaje w sposób bierny, pasywny, bez potrzeby wykorzystywania źródeł aktywnych. Dom pasywny powinien łączyć dwie funkcjonalności: przeciwdziałanie utracie ciepła i pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych» [I-3]. Dom pasywny charakteryzuje się przede wszystkim:

- orientacją większości okien od strony południowej,
- biernymi zyskami słonecznymi pokrywającymi 40% zapotrzebowania na ciepło
- wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła (rekuperator),
- brakiem konwencjonalnego oddzielnego systemu ogrzewania,
- ogrzewaniem realizowanym przez nadmuch ciepłego powietrza połączonego z wentylacją mechaniczną,
- szczelnymi przegrodami zewnętrznymi o dobrych parametrach ciepłochronnych,
- opcjonalnym pozyskiwaniem i magazynowaniem ciepła z promieniowania słonecznego (kolektory słoneczne),
- opcjonalnym pozyskiwaniem ciepła utajonego z powietrza wentylacyjnego (pompa ciepła powietrze-powietrze),
- szczelnością powłoki zewnętrznej budynku, przy różnicy 50 Pa, krotność wymiany powietrza przekracza $0,5 \text{ h}^{-1}$,
- ograniczeniem strat ciepła w procesie przygotowywania i zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową,
- stosowaniem normy PN-EN ISO 13790:2009 [N-17], określającej zasady obliczania energii,
- zwartą bryłą budynku i południową orientacją w celu maksymalnego pasywnego wykorzystania energii słonecznej, z uwzględnieniem problematyki zacieniania,
- dostarczaniem energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej przez kolektory słoneczne lub/i pompa ciepła,
- energooszczędnym sprzętem domowym (takim jak żarówki, lodówki, kuchenki, pralki, suszarki, telewizory itp.) [67].

Wśród najważniejszych zalet domów pasywnych wymienia się: bardzo niskie zapotrzebowanie na energię, radykalne zmniejszenie strat ciepła, redukcję produkcji odpadów oraz zużycia wody [71]. Na tle innego rodzaju budynków zużycie energii potrzebnej do ogrzania domu pasywnego zestawiono w tabeli 3.5.

Tablica 3.5

Zużycie energii budynków [55]	
Rodzaj budynku	Zużycie energii
Tradycyjny spełniający obecne normy energetyczne	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2$
Energooszczędny	$\leq 50\text{-}70 \text{ kWh/m}^2$
Pasywny	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2$

Przykładem mieszkaniowego budownictwa pasywnego może być pierwsze osiedle pasywne Passivia⁷ powstałe w Poznaniu. Składa się ono z trzech budynków w zabudowie bliźniaczej, a w każdym z sześciu segmentów znajdują się po 2 mieszkania w każdym segmencie. Jedno z nich jest na parterze, drugie na piętrze, łącznie dając 12 mieszkań. Każde z mieszkań wyposażone jest w osobne wejście do mieszkań piętrowych prowadzą dostawione loggie mające niezależną konstrukcję z własnymi fundamentami. Rozwiązanie to pozwoliło zachować ciągłość izolacji cieplnej budynku, a jednocześnie zapobiegają mostkom termicznym.

Architektura Passivii (rys. 3.2) ze względu na pasywny charakter charakteryzuje się zwartą bryłą, a także rozmieszczeniem większości okien na nasłonecznionych elewacjach. Ponadto wprowadzono rozwiązania zapewniające niskie zużycie energii, a wśród nich certyfikowane centrale wentylacyjne, osobne dla każdego segmentu, certyfikowane okna pasywne i inne funkcjonalne komponenty. W efekcie uzyskano komfortowe miejsce zamieszkania przy wyjątkowo niskich kosztach eksploatacji [26].



Rys. 3.2. Osiedle Passivia – pierwsze w Poznaniu osiedle domów pasywnych (proj. Tomasz Mielczyński, fot. Mariusz Rojewski)

Fig. 3.2. Passivia estate – the first estate of passive houses in Poznań (designed by Tomasz Mielczyński, photo by Mariusz Rojewski)

⁷ projekt arch. Tomasz Mielczyński z BUILDgreen Design.

3.3. Jakość a rynek mieszkaniowy

Jakość to termin powszechnie używany, jednak dopiero próba jego jednoznacznego zdefiniowania pokazuje wieloznaczność i złożoność tego pojęcia. Można więc mówić o jakości w sensie ogólnym, związanej z produkcją lub samym produktem, jakości z punktu widzenia użytkownika lub budowania wartości, a także jakości w ujęciu strategicznym [I-29].

Jakość, jak podano w pracy [25], „to zespół cech każdego towaru, dotyczących poziomu nowoczesności, niezawodności, użytkowej wydajności, sprawności, trwałości, kształtu, barwy, estetyki, gustów, mody itp. Wszystkie wymienione cechy towaru muszą być z kolei rozpatrywane z punktu widzenia konstrukcji wyrobu, technologii, zastosowanych surowców, materiałów, sposobów wykończenia itp.”. Alternatywnie można uznać, że jakość „to zespół cech fizycznych, który ma zaspokajać potrzeby ludzkie”. Zarówno pierwsza, jak i druga definicja znajdują swoje szerokie zastosowanie w gospodarce, niezależnie od branży.

W przypadku budownictwa, jakością nazwiemy zgodność z wymaganiami określonymi przez klienta w umowie, wymaganiami wyrobów gotowych, produktów, usług, procesów oraz specyfikacji technicznych w poszczególnych fazach realizacji projektu [68].

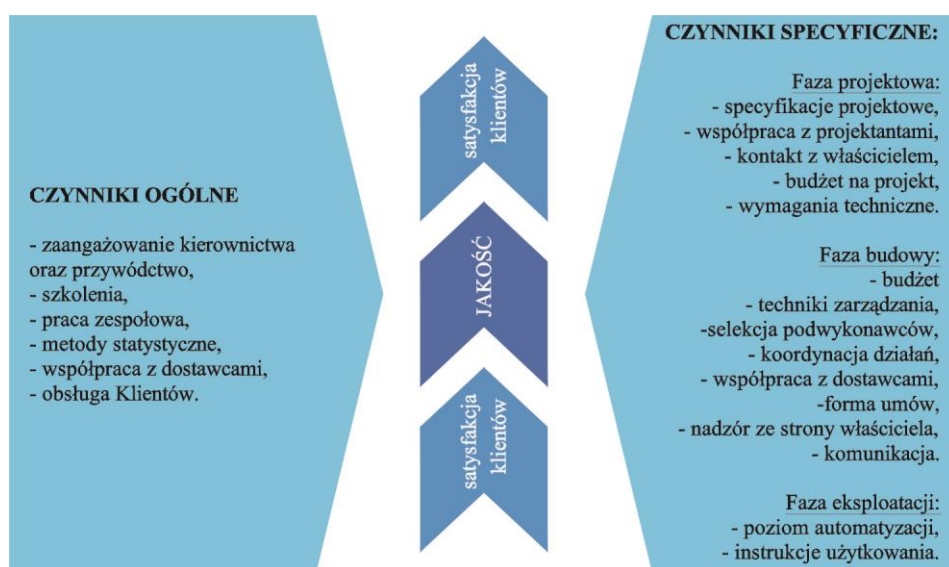
Według [76] jakość w budownictwie określana jest przez wypadkową trzech czynników:

1. Jakości projektu – stopień, w jaki zadowala on klienta końcowego, biorąc pod uwagę wiele części składowych, w tym związanych z założeniami oraz warunkami technicznymi.
2. Jakości wykonania, nazywanej również jakością zgodności lub jakością wykonawczą – to zgodność z wymaganiami zawartymi w projekcie, dotyczy zarówno całych obiektów, jak i poszczególnych etapów prac budowlano-montażowych.
3. Jakości użytkowej, nazywanej jakością eksploatacyjną – dotyczy postrzegania jakości obiektu, jego parametrów użytkowych i funkcjonalności przez końcowych użytkowników. Może być interpretowana zarówno w odniesieniu do samego projektu, jak i prac budowlano-montażowych.

Rysunek 3.3 przedstawia czynniki wpływające na jakość w branży budowlanej; dotyczą one zarówno kwestii technicznych, jak i organizacyjnych, biorąc pod uwagę specyfikę branży oraz złożoność procesów i wymagań. Z tego też względu

interpretacja jakości w budownictwie będzie zależała nie tylko od czynników obiektywnych, do których należą np. parametry techniczne, ale i subiektywnych, związanych np. z poczuciem komfortu użytkowników.

O jakości w budownictwie będzie mówić się zarówno w odniesieniu do nowo powstałych obiektów, jak i do tych, które już funkcjonują. Tak postawiony problem, kiedy i projektanci, i ekipy wykonawcze już dawno temu skończyli swoją pracę rozszerza po raz kolejny problematykę jakości. Ocenę jakości budynku w trakcie jego użytkowania umożliwia m.in. tzw. metoda POE (Post-Occupancy Evaluation) autorstwa Preisera, Rabinowitza i White'a [57]. POE to kompletna i spójna metodologia do oceny stopnia zadowolenia użytkowników budynku po pewnym okresie użytkowania. Metoda ta kładzie również nacisk na identyfikację rozwiązań architektonicznych, które nie zadowolają osób eksploatujących dany obiekt.



Rys. 3.3. Czynniki wpływające na jakość w branży budowlanej [3, 32, 76]

Fig. 3.3. Factors influencing the quality in the construction industry [3, 32, 76]

Początkowo twórcy metody POE oparli ją na trzech podstawowych obszarach jakości, tj. technicznym, funkcjonalnym i behawioralnym. Następnie na skutek rozwoju *facility management*, dziedziny zajmującej się zapewnieniem funkcjonalności i sprawowaniem szeroko pojętej opieki nad budynkiem, metoda POE została poszerzona o kolejne dwa obszary jakości: organizacyjnej i ekonomicznej [50]. Szczegółowe obszary i kryteria jakościowe metody POE wymieniono w tabeli 3.6.

Tablica 3.6

Kryteria jakościowe metody Post-Occupancy Evaluation (POE) [50]

Kryteria jakości	Wyjaśnienie
Jakość techniczna	wyposażenie budynku w urządzenia techniczne, ich nowoczesność i stan utrzymania, bezpieczeństwo ludzi i mienia
Jakość funkcjonalna	dopasowywanie przestrzeni obiektów do potrzeb odbywających się w nim procesów społecznych
Jakość behawioralna	zaspokajanie potrzeb psychicznych użytkowników, takich jak: prywatność, terytorialność, poczucie bezpieczeństwa, estetyka
Jakość organizacyjna	dopasowanie wyposażenia instalacyjnego i usług budynku i jego struktury przestrzennej do potrzeb organizacyjnych instytucji w nim funkcjonującej
Jakość ekonomiczna	utrzymanie kosztów eksploatacji na odpowiednim poziomie, który zależy również od projektu, tzn. budynek nie powinien generować nadmiernych kosztów i powinien być np. energooszczędny i/lub generować zyski, np. z wynajmu

Na pojęcie jakości możemy więc patrzeć wielotorowo. W przypadku problematyki niniejszej publikacji, nawiązując do cytowanych wcześniej elementów zdefiniowanych przez Zapłatę w monografii [76], głównymi obszarami zainteresowań będą zarówno jakość projektu, ze wskazaniem na zastosowane rozwiązania w zakresie systemów stropowych; jakość techniczna, ze wskazaniem na użyte materiały budowlane, jak i jakość wykonania, ze wskazaniem na cały proces wykonania stropu w obiekcie.

Jakość dostępnych w Polsce materiałów budowlanych pozostawia wiele do życzenia. Takie wnioski wynikają z danych zebranych i opublikowanych przez Związek Pracodawców – Producentów Materiałów dla Budownictwa [I-18] na podstawie wyników badań udostępnianych przez Główny Urząd Nadzoru Budowlanego [I-8]. W 2015 roku pobrano 361 próbek wyrobów budowlanych. Aż 61% (219 wyrobów) nie spełniło deklarowanych przez producentów parametrów technicznych.

Wśród badanych próbek najgorsze wyniki osiągnęły wyroby do izolacji cieplnej. Około 84% przebadanych próbek nie spełniło deklarowanych właściwości użytkowych. Najlepiej w tym zestawieniu – choć trzeba z całą stanowczością powiedzieć, że nie jest to wynik zadowalający – wypadły wyroby murarskie (40% z wynikiem negatywnym) oraz cement i wapno budowlane (41% z wynikiem negatywnym).

Przyczyn takiej sytuacji przedstawiciele ZPPMdB⁸ upatrują w dwóch możliwych źródłach: działaniach celowych producentów lub niedostatecznym systemie kontroli produkcji z ich strony. W każdym z tych przypadków za nieprawidłowe materiały budowlane odpowiadają producenci. Jednak w sytuacji, w której obniżanie jakości jest działaniem celowym, tacy producenci zyskują nieuczciwą przewagę nad rzetelnymi konkurentami, którzy z uwagi na zastosowanie lepszych surowców i bardziej zaawansowanych technologii oferują produkty relatywnie droższe.

Jak uważają specjaliści ZPPMdB winni takiemu stanowi rzeczy bywają także sami inwestorzy, użytkownicy końcowi. To oni często, nawet mając świadomość nieprawidłowych parametrów wyrobów budowlanych, decydują się na ich zastosowanie z uwagi na atrakcyjną w momencie zakupu cenę.

Wracając do kategorii jakościowych w POE, budynek w sensie ekonomicznym jest towarem i ma swoją rynkową wartość, którą skutecznie obniżają wszelkie błędy pojawiające się jeszcze przed rozpoczęciem procesu budowlanego, w jego trakcie, jak również po jego zakończeniu.

Błędy podczas budowy obiektów mieszkaniowych występują nader często. Przyczyn takiego stanu rzeczy jest wiele i jest to tematyka wymagająca prowadzenia oddzielnych badań. Dokonując ogólnej analizy najczęstszych przyczyn błędów w realizacji prac budowlanych, wymienić można m.in.:

- błędne założenia projektowe,
- błędy procesu projektowania,
- wybór niewłaściwych technologii,
- brak właściwych kwalifikacji ekip wykonawczych,
- brak właściwego nadzoru prac budowlanych,
- niska jakość zastosowanych materiałów,
- budowa niezgodna z projektem oraz standardami sztuki budowlanej,
- redukcja kosztów poprzez oszczędności na materiale i robociźnie,
- siła przetargowa inwestorów, których głównym celem jest krótkookresowa stopa zwrotu z inwestycji.

Często źródłem problemów staje się kumulacja kilku wymienionych powyżej błędów, a należy pamiętać, że najniższe koszty naprawy dotyczą błędów, których udało się uniknąć. Dlatego tak ważną kwestią pozostaje sprawowanie kontroli o charakterze prewencyjnym [59]. Tymczasem skala problemu jest coraz większa, a bieg wielu spraw kończy się na sali sądowej.

⁸ Związek Pracodawców – Producentów Materiałów dla Budownictwa.

Portal KRN.pl regularnie przeprowadza badania ankietowe, z którym wynika, że większość respondentów uważa, że jakość usług deweloperskich w Polsce pozostawia wiele do życzenia. W 2008 roku jedynie 15% ankietowanych było zadowolonych z jakości usług deweloperskich, natomiast aż 43,6% uważało, że jest ona niska [I-16]. W 2014 roku o niskiej jakości efektów pracy deweloperów było przekonanych już 56,8% biorących udział w ankiecie [I-25]. Tymczasem, jak wynika z badań spółki analizującej rynek nieruchomości Cenatorium [I-17], dla klientów coraz większe znacznie mają jakość i standard wykończenia lokali. Te czynniki stają się ważniejsze od ceny, a coraz większym zainteresowaniem cieszy się rynek pierwotny.

Na rynku obrotu nieruchomościami nadal przeważają transakcje z rynku wtórnego, ale tendencja pokazuje, że w największych miastach Polski już dwa na pięć mieszkań kupowanych jest od dewelopera i proporcja ta stale zmienia się na korzyść rynku pierwotnego. Jakość wykonania budynku bezpośrednio wpływa na wartość nieruchomości, dlatego klienci coraz częściej zwracają na to uwagę. Mimo tych trendów znane są przypadki deweloperów, którzy wciąż starają się zmniejszyć koszty inwestycji, stosując materiały budowlane o niższej jakości. Efektem tych „oszczędności” są późniejsze kłopoty w eksploatacji budynku, a także spadająca wartość zakupionych mieszkań. Klienci coraz częściej decydują się walczyć o sprawiedliwość w sądach.

Na skutek stwierdzenia wad w nabytej nieruchomości klienci mogą dochodzić swoich roszczeń w stosunku do sprzedawcy m.in. na podstawie przepisów Ustawy z dnia 30 maja 2014 roku o prawach konsumenta (Dz.U. z 2014 r., poz. 827), która weszła w życie w dniu 25 grudnia 2014 roku [N-24]. Ustawa ta wydłużyła okres rękojmi za wady fizyczne z trzech do pięciu lat. W przypadku stwierdzenia, że wady te powstały z winy firmy deweloperskiej przed przekazaniem kluczy do mieszkania, sprzedawca, w tym przypadku deweloper, będzie zobowiązany do ich usunięcia [I-1]. Problemem osób dochodzących roszczeń za wady budynku jest fakt, że sądy nie respektowały powództwa wspólnoty mieszkaniowej. Zgodnie z uchwałą Sądu Najwyższego z 23 września 2004 roku, III CZP 48/04 [I-14], wspólnota mieszkaniowa nie ma legitymacji czynnej do dochodzenia roszczeń odszkodowawczych, związanych z wadami fizycznymi nieruchomości wspólnej, w stosunku do sprzedawcy odrębnej własności lokalu mieszkalnego. Jest jednak możliwe przelanie roszczeń na rzecz wspólnoty mieszkaniowej na podstawie umowy. Umowę cesji muszą jednak podpisać wszyscy właściciele lokali. Jest jeszcze jedna kwestia – przedmiotem takiej cesji mogą być jedynie roszczenia o naprawienie wady części wspólnej nieruchomości [I-13]. Takie orzecznictwo usankcjonowała uchwała Sądu Najwyższego z dnia 29 stycznia

2014 roku, III CZP 84/13 [I-15]. Przykład wykorzystania możliwości przelania roszczeń na rzecz wspólnoty mieszkaniowej na podstawie umowy cesji został przedstawiony w tablicy 3.7

Tablica 3.7

Studium przypadku – spór wspólnoty mieszkaniowej z firmą deweloperską [I-11]

Przykładem wykorzystania możliwości przelania roszczeń na rzecz wspólnoty mieszkaniowej na podstawie umowy cesji może być powództwo Wspólnoty Mieszkaniowej we Wrocławiu – Sygn. akt I C 566/14. Zgodnie z opublikowanym 15 lipca 2014 roku wyrokiem zaocznym deweloper musi zapłacić na rzecz WM kwotę 135 260 zł 50 gr z odsetkami naliczonymi od marca tego roku. Wspólnota Mieszkaniowa domagała się zasądzenia na jej rzecz od dewelopera wyliczonej przez biegłego kwoty stanowiącej różnicę między wartością nieruchomości wolnej od wad w stosunku do wartości tejże nieruchomości. Wymienione w pozwie wady to: wadliwe wykonanie dachu, obróbek blacharskich, rynien odpływowych, elewacji zewnętrznej, klatki schodowej i schodów zewnętrznych, garaży podziemnych. Jak widać lista tych wad jest dość długa i z pewnością negatywnie wpłynęła na komfort użytkowania mieszkań oraz ich wartość na rynku wtórnym.

3.4. Błędy jakościowe i ich skutki w przypadku systemów stropowych

Mając na uwadze specyfikę produktu, jakim są systemy stropowe, przyczyny błędów będą zbieżne z tymi wymienionymi w rozdziale 2., jakkolwiek ich skutki bywają dotkliwe – strop bowiem stanowi element, którego wymiana w budynku jest prawie niemożliwa.

Pierwszą grupę błędów stanowić będą błędy projektowe, w tym m.in. złe założenia, błędy obliczeniowe, wybór niewłaściwych technologii lub też skłonność inwestorów do czynienia nadmiernych oszczędności. Kolejną grupę błędów stanowią błędy wykonawcze, należy pamiętać, iż wszelkie odstępstwa od projektu poczynione na skutek braku właściwego nadzoru mogą być brzemienne w skutkach. W przypadku stropów prefabrykowanych lub częściowo prefabrykowanych przed przystąpieniem do prac wykonawczych należy szczegółowo się zapoznać z instrukcją montażu sporządzoną i dostarczoną przez producenta (jest to jego obowiązek, który w przypadku braku instrukcji musi wyegzekwować nabywca stropu) oraz stosować się do ogólnie przyjętych zasad wykonywania prac budowlanych. Trzecią grupę błędów stanowi niewłaściwa eksploatacja, która przejawiać się może w nadmiernym obciążeniu stropów, niezgodnie z założeniami projektowymi.

Najczęstszymi uszkodzeniami stropów są:

- zarysowania powstałe na skutek błędów projektowych bądź nadmiernych obciążeń,

- ugięcia i wybrzuszenia, których przyczyny są takie same jak wymienione powyżej,
- raki i niedowibrowania mieszanki betonowej,
- ubytki otuliny,
- zużycie materiałów, korozja zbrojenia ze względu na brak ewentualnych prac konserwacyjnych lub wynikające z działania czynnika czasowego [14, 53].

W celu uzupełnienia omawianego tematu oraz przedstawianej wcześniej charakterystyki stropów monolitycznych, gęstożebrowych oraz zespolonych w tablicy 3.8 przedstawiono listę najczęściej występujących błędów, które pojawiają się na budowach bądź też samo ryzyko ich wystąpienia jest wysokie.

Tablica 3.8

Zestawienie najczęściej popełnianych błędów przy wykonywaniu stropów monolitycznych, gęstożebrowych oraz zespolonych [61]

Możliwy do popełnienia błąd	Charakterystyka
Dobór odpowiednich materiałów	Problemy z dostarczeniem produktów o parametrach zgodnych z zamówieniem. Wszystkie materiały i wyroby budowlane dostarczone na budowę i przeznaczone do wybudowania powinny być oznakowane znakiem CE oraz powinny mieć deklarację własności użytkowych.
Pochodzenie elementów stropowych od różnych producentów	W przypadku stropów gęstożebrowych błędem jest stosowanie poszczególnych elementów składowych systemu stropowego (belki, pustaki) pochodzących od różnych producentów.
Niewłaściwe deskowanie stropów	Nieszczelne deskowanie stropu monolitycznego może spowodować wycieki układanego betonu.
Niewłaściwe podparcie stropów	Zastosowanie podpór o zbyt małej nośności lub w nieodpowiednim rozstawie spowodować może ponadnormowe ugięcie i zarysowanie, a nawet może doprowadzić do katastrofy budowlanej. Zbyt szybki demontaż podpór (przed uzyskaniem 75% wytrzymałości projektowanej stropu), co z jednoczesnym zbyt wczesnym obciążeniem stropu skutkować może zarysowaniem.
Brak lub za duży rozstaw żeber rozdzielczych w stropie gęstożebrowym	Pominięcie lub niewłaściwe wykonanie skutkuje pojawieniem się na suficie charakterystycznych pęknięć biegnących wzdłuż belek. Stropy gęstożebrowe podatne są na klawiszowanie, czyli uginanie się pojedynczych belek pod wpływem obciążenia; przeciwdziała się temu przez stosowanie żeber rozdzielczych.
Niewzmocnienie stropu gęstożebrowego pod ściankami działowymi	Błąd ten występuje, gdy ścianki działowe biegną równolegle do belek stropowych. Brak zastosowania dodatkowych belek lub usytuowanie ścianek w nieodpowiednim miejscu powoduje późniejsze ugięcia oraz klawiszowanie.

Niewłaściwe zbrojenie stropu	Montaż zbrojenia stropu należy do robót ulegających zakryciu, których skontrolowanie po zabetonowaniu jest już praktycznie niemożliwe. Wymagane jest ich odebranie przed zabetonowaniem przez osobę mającą odpowiednie uprawnienia budowlane.
Wadliwe wykonanie wieńca	Niewłaściwe jest opieranie belek stropu gęstożebrowego bezpośrednio na ścianach z bloczków z betonu komórkowego lub z pustaków ceramicznych. W celu zapewnienia równomiernego przekazania obciążeń ze stropu na ściany nośne zalecane jest zastosowanie pod belkami jednego z rozwiązań: – przemurowanie z cegły pełnej, – wykonanie warstwy zaprawy, tzw. poduszki betonowej, – zastosowanie specjalnych pustaków szalunkowych – kształtek wieńcowych, – wykonanie tzw. wieńca opuszczonego obniżonego o minimum 3 cm od spodu belek.
Brak dodatkowego pogrubienia izolacji cieplnej przy szalowaniu wieńca	Dodatkowe pogrubienie izolacji cieplnej stosuje się w celu wyeliminowania mostka cieplnego na ścianie zewnętrznej.
Niewłaściwe betonowanie	Betonowanie stropu, po odbiorze zbrojenia, to najważniejsza czynność przy wykonywaniu stropu, która ma bezpośredni wpływ na jego wytrzymałość. Czynniki wpływające na właściwe betonowanie stropu: – przygotowanie elementów do betonowania, – wykonanie lub dostarczenie przez betoniarnię betonu o niższej klasie wytrzymałości na ściskanie niż założono w projekcie, – sposób transportu i układania mieszanki betonowej zapewniające nierozsegregowanie składników i stałość składu mieszanki, – zagęszczenie mieszanki betonowej.
Niewłaściwa pielęgnacja dojrzewającego betonu	Latem należy pamiętać, aby odpowiednio zabezpieczyć beton przed nadmiernym i zbyt szybkim wysychaniem, a zimą przed działaniem obniżonych temperatur. Ma to istotny wpływ na uzyskanie wytrzymałości stropu.
Zmiana rozwiązania stropu bez projektu zamiennego	Sporządzenie projektu zamiennego nie zawsze jest wymagane, lecz konsultacja z projektantem, kierownikiem budowy czy profesjonalnym doradcą technicznym producenta stropu uchroni klienta przed ewentualnymi problemami.

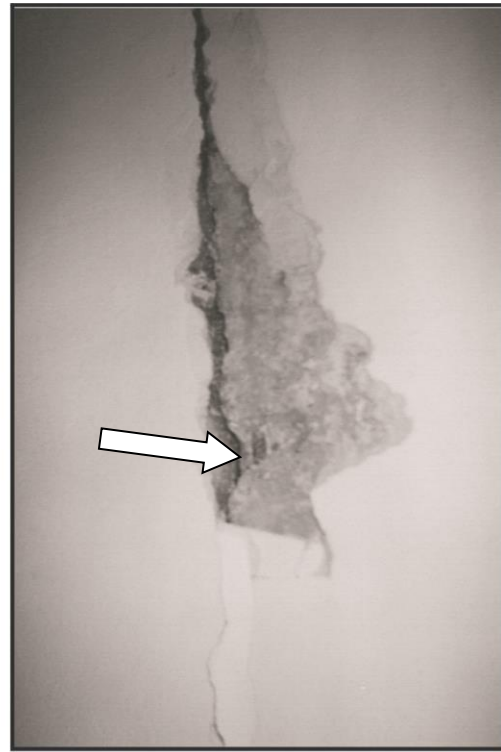
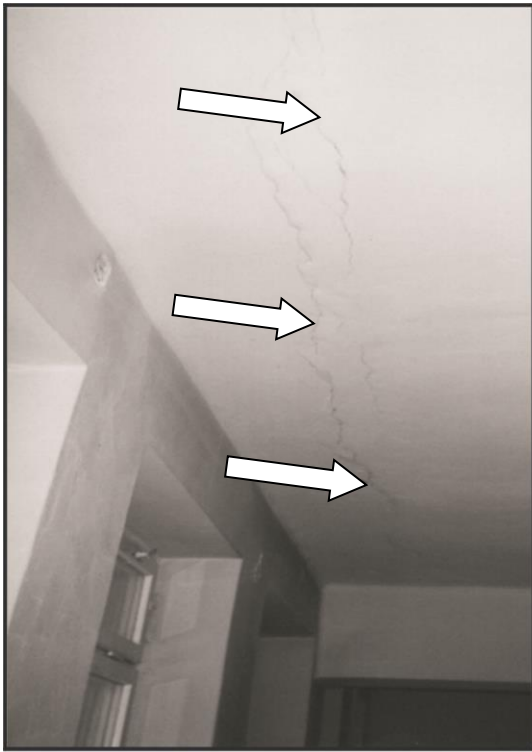
Przykłady błędów oraz powstałych uszkodzeń systemów stropowych zaprezentowano na rysunkach 3.4–3.8. Natomiast zastosowanie naprawy stropu zewnętrzną konstrukcją ciągnową pokazano na rysunku 3.9.



Rys. 3.4. Niewłaściwe podparcie stropu podczas montażu [61]
 Fig. 3.4. Inadequate support of the floor during assembly [61]



Rys. 3.5. Złe podparcie montażowe, zawalenie stropu podczas montażu [13]
 Fig. 3.5. Poor assembly support, collapse of the floor during assembly [13]



Rys. 3.6. Zarysowania na stykach belek i pustaków w stropie gęstożebrowym powstałe na skutek przeciążenia [64]

Fig. 3.6. Cracks at the joints of beams and hollow blocks in the beam and block floor caused by overload [64]



Rys. 3.7. Niewłaściwa otulina zbrojenia w stropie zespolonym typu Filigran [61]

Fig. 3.7. Incorrect reinforcement cover in a Filigran composite floor [61]



Rys. 3.8. Opuszczenie płyty zespolonego stropu typu Filigran [14]

Fig. 3.8. Filigran composite floor slab is lowered [14]



Rys. 3.9. Przykład naprawy stropu w garażu budynku mieszkalnego (wzmocnienie przez podparcie podłużnym ustrojem cięgowym w strefach parkingowej i przejazdowej) [14]

Fig. 3.9. An example of repairing the floor in the garage of a residential building (reinforcement by supporting it with a longitudinal tension system in the parking and drive-through areas) [14]

4. WYBÓR SYSTEMU STROPOWEGO

4.1. Kryteria wyboru

Jeszcze kilkadziesiąt lat temu w budownictwie mieszkaniowym powszechnie używanymi stropami były stropy drewniane. Na dzień dzisiejszy najbardziej popularnymi stropami są rozwiązania na bazie żelbetu, które wyparły konstrukcje drewniane ze względu na większą nośność, lepsze usztywnienie konstrukcji budynku, wyższą ognioodporność i trwałość oraz z uwagi na kurczące się zasoby drewna. Obecnie stropy drewniane stosowane są najczęściej w domkach letniskowych lub w małych domach jednorodzinnych [45].

Wybór odpowiedniego stropu podczas budowy domu ma duże znaczenie ze względów konstrukcyjnych, użytkowych oraz ekonomicznych.

Z punktu widzenia konstrukcyjnego, zadania stropu to przenoszenie obciążeń oraz oddzielenie kondygnacji budynku. Najważniejszymi parametrami będą w tym przypadku:

- nośność (dla klienta indywidualnego bardziej wymownym terminem używanym potocznie jest wytrzymałość),
- rozpiętość,
- sztywność,
- całkowita wysokość (grubość stropu).

Dostępne na rynku rozwiązania stropowe dają szerokie spektrum możliwości doboru dopuszczalnego obciążenia: od $4,0 \text{ kN/m}^2$ – w przypadku stropów gęstożebrowych, aż po 40 kN/m^2 i wyżej – w przypadku stropów wykonanych z płyt strunobetonowych. Strop musi być odpowiednio wytrzymały, aby przenieść obciążenie ścian działowych warstw podłogowych, mebli, sprzętów i chodzących po nim ludzi. Jego 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. Możliwość indywidualnego planowania pomieszczeń przez docelowych klientów stanowić może dodatkowy argument marketingowy w procesie sprzedaży domów i mieszkań. Ponadto większe rozpiętości na rynku budownictwa mieszkaniowego są cechą pożądaną przez inwestorów, zwłaszcza w pomieszczeniach otwartych typu *living room*.

System stropowy powinien być sztywny, ponieważ nadmierne ugięcie będzie skutkowało obniżeniem komfortu użytkowania i estetyki wnętrza (pękanie tynku na suficie dolnej kondygnacji), aż po niebezpieczeństwo katastrofy budowlanej. Odpowiednio dobrany, zaprojektowany i wytrzymały strop tworzy poziomą tarczę usztywniającą całą konstrukcję budynku.

Całkowita wysokość stropów stosowanych w budownictwie mieszkaniowym zależeć będzie w głównej mierze od założonej przez konstruktora nośności i rozpiętości stropu oraz zaprojektowanego rozwiązania technicznego. Grubości będą się mieścić najczęściej w przedziałach 15–24–30 cm. Grubość 15 cm dotyczyć będzie stropu monolitycznego o bardzo małej rozpiętości, np. do 3–4 m, lub stropu ze sprężonej płyty kanałowej, której rozpiętości mogą sięgać powyżej 7 m, a nawet 8 m.

Grubość wynosząca 24 cm odpowiada stropom gęstożebrowym (Teriva), których rozpiętości w tym przypadku mogą sięgać do 7,2 m. Grubość: 26, 28, 30 cm i powyżej w budownictwie mieszkaniowym spotykana jest rzadziej i może występować w stropach strunobetonowych o dużych rozpiętościach (np. powyżej 10 m) lub w technologicznie mniej zaawansowanych rozwiązaniach, jak chociażby w stropach monolitycznych, gęstożebrowych czy zespolonych, np. typu Filigran; jednak osiągnęte rozpiętości w tym przypadku będą mniejsze w porównaniu z elementami strunobetonowymi.

Wśród podstawowych parametrów użytkowych najważniejszymi będą:

- dźwiękoizolacyjność,
- termoizolacyjność,
- pozostałe parametry bądź czynniki związane ze zdrowiem (odpowiadające m.in. za poczucie komfortu i dobrostan mieszkańców).

Parametry konstrukcyjne zostały szeroko omówione w literaturze przedmiotu, tymczasem parametry użytkowe związane z wyborem systemu stropowego, wśród znanej autorom literatury, omawiane są szczegółowo, jednak z reguły oddzielnie. Dlatego też poniżej przedstawiono krótką analizę każdego z nich.

4.2. Dźwiękoizolacyjność

4.2.1. Akustyka w budownictwie wielorodzinnym

Rozpoczynając analizę dźwiękoizolacyjności w budynkach wielorodzinnych, w pierwszej kolejności należy określić samą definicję budownictwa wielorodzinnego. Przepisy Prawa budowlanego niejednoznacznie regulują to pojęcie. Definicję tę można jednak wyprowadzić z zapisu mówiącego o budynku mieszkalnym jednorodzinnym.

Zgodnie z art. 3, pkt. 2a) Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawa budowlanego [N-25] przez budynek mieszkalny jednorodzinny rozumieć należy budynek wolnostojący albo budynek w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący konstrukcyjnie samodzielną całość, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych albo jednego lokalu mieszkalnego i lokalu użytkowego o powierzchni całkowitej nieprzekraczającej 30% powierzchni całkowitej budynku⁹.

Zatem jeśli budynek ma więcej niż dwa lokale mieszkalne, należy go uznać za budynek mieszkalny wielorodzinny. Jednak jeżeli w budynku będą dwa lokale – mieszkalny i usługowy, który zajmuje więcej niż 30% powierzchni całkowitej, to budynek traci charakter budynku mieszkalnego i należy go traktować jako budynek usługowy [I-27].

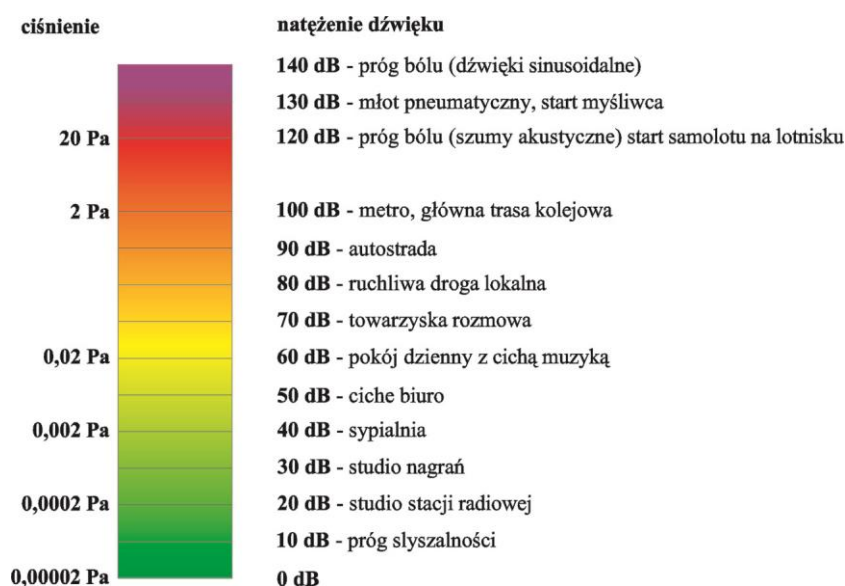
Według definicji hałasem nazywamy każdy niepożądany dźwięk, który może być uciążliwy lub szkodliwy dla zdrowia i życia człowieka. Długotrwała ekspozycja na hałas w skrajnych przypadkach może doprowadzić do uszkodzenia słuchu, zakłóceń snu, zaburzeń akcji serca czy depresji. Rozróżnia się następujące rodzaje hałasów:

- wewnętrzny instalacyjny, np. hałas od wentylatorów, klimatyzatorów, pomp i wind,
- zewnętrzny przenikający do pomieszczenia z otoczenia budynku, np. hałas od ruchu lotniczego, samochodowego,
- wewnętrzny bytowy: powietrzny, np. głośne rozmowy sąsiadów, uderzeniowy, np. podłogom stukających obcasów o podłogę,
- pogłosowy, np. głosy dochodzące z klatki schodowej [I-2].

Najcichsze dźwięki słyszane przez człowieka mają poziom 0 decybeli (dB). Natężenie dźwięku poniżej 35 dB nie jest szkodliwe dla słuchu. Dźwięki uważane za normalne, towarzyszące nam w codziennym życiu, mieszczą się w granicy od 40 do

⁹ Art. 3, pkt. 2a), Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, s. 2.

70 dB. Dźwięki powyżej uznawane są już za uciążliwe i niebezpieczne dla zdrowia człowieka. Powyżej 120 dB zostaje przekroczony próg bólu i może dojść do mechanicznego uszkodzenia słuchu (rys. 4.1).



Rys. 4.1. Skala natężenia dźwięku w dB według [I-28]

Fig. 4.1. The scale of sound intensity in dB according to [I-28]

Według wyników badań ankietowych i sanitarnych, przeprowadzonych przez WHO (Światową Organizację Zdrowia), hałas jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych zanieczyszczeń, mający niekorzystny wpływ na zdrowie i jakość życia ponad 50 mln ludzi w Europie [I-9].

W Polsce na hałas narażonych jest ponad 13 mln ludzi. Według Polskiego Obserwatorium Bezpieczeństwa Ruchu drogowego z grudnia 2014 roku, największy problem stanowi hałas komunikacyjny w obrębie dużych aglomeracji miejskich czy dróg krajowych. *Hałas wywołany ruchem drogowym większy od 60 dB występuje na ponad 60% długości dróg rangi krajowych i aż na 92% długości dróg międzyregionalnych. Średniodobowe poziomy hałasu wynoszą: na sieci dróg krajowych 70 dB; w sieci dróg kolejowych 69 dB; na terenach przylotniskowych 80–100 dB* [65].

Obok hałasu komunikacyjnego, dużym problem są również nadmierne dźwięki w miejscu pracy. Jak podaje GUS w 2017 roku hałas szkodliwy (taki, który występuje średnio w skali 8-godzinnej narażenia na poziomie 85 dB [N-1]) stanowił 58,0% wszystkich osobozagrożeń w miejscu pracy [I-7].

W lokalach mieszkalnych człowiek narażony jest na hałas pochodzący zarówno z zewnątrz budynku, jak i ten powstający wewnątrz – między kondygnacjami czy

pokojami. Dźwięki, jakie rozchodzą się w budynku można podzielić na: powietrzne, materiałowe i uderzeniowe (rys. 4.2).

Dźwięki powietrzne powstają i rozprzestrzeniają się w powietrzu. Gdy przegrody (np. ściany, stropy, drzwi) w budynkach mają słabą izolację akustyczną, zza ściany słyszymy np. dźwięk telewizora czy głos sąsiada. Dźwięki materiałowe, w przeciwieństwie do dźwięków powietrznych, rozprzestrzeniają się w obiektach stałych na skutek oddziaływania na ten obiekt dźwięków powietrznych lub drgań mechanicznych. Dźwięki uderzeniowe powstają natomiast w wyniku pobudzania do drgań stropu podczas jego użytkowania, np. gdy sąsiadka z wyższego piętra szykuje się do wyjścia i chodzi po domu na szpilkach [I-30].



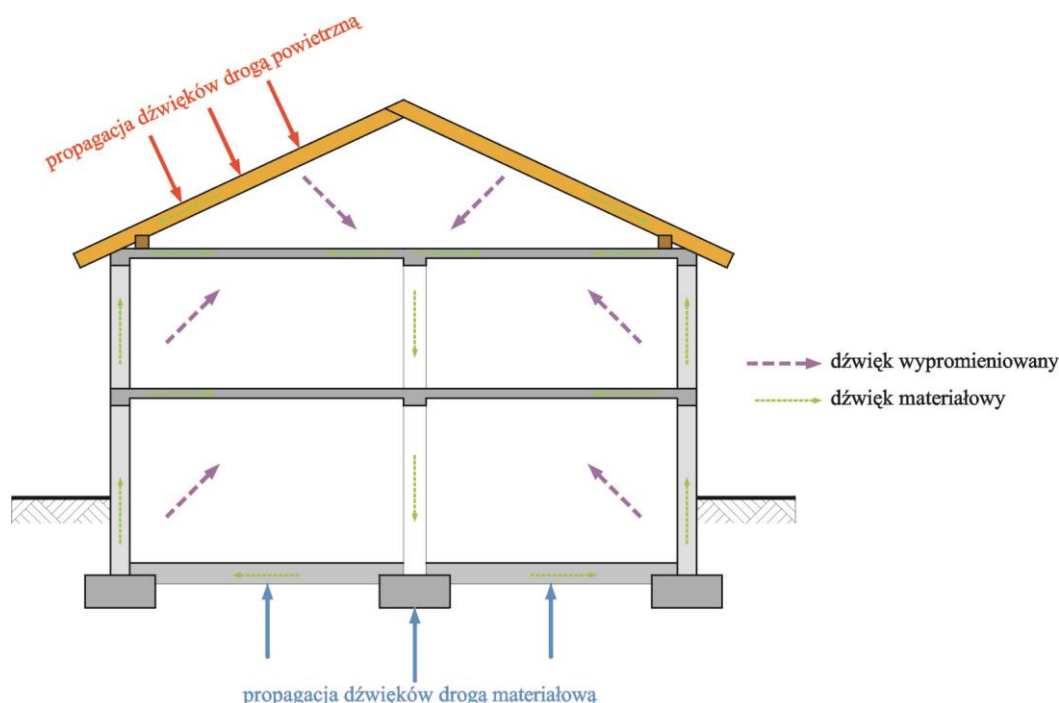
Rys. 4.2. Schematyczne przedstawienie podziału dźwięków występujących w budynkach. Opracowanie własne na podstawie [17]

Fig. 4.2. Schematic representation of the division of sounds occurring in buildings. Own study based on [17]

Główna różnica pomiędzy dźwiękami materiałowymi a powietrznymi polega na sposobie ich przenoszenia. Dźwięk powietrzny składa się z ruchu cząsteczek masy (drgań), które rozpowszechniają się w formie fal dźwiękowych z szybkością dźwięku (344 m/s). Dźwięki materiałowe natomiast rozprzestrzeniają się w ciałach stałych, np. w stali, drewnie, wodzie, betonie, kamieniu. Dźwięk uderzeniowy i część dźwięków urządzeń technicznych określamy w decybelach (dB).

Hałas inaczej odczuwany jest w pomieszczeniu, w którym znajduje się jego źródło, a inaczej w pomieszczeniach sąsiadujących. W budynkach wielorodzinnych najbardziej dokuczliwe są dźwięki uderzeniowe, które w porównaniu z dźwiękami rozchodzącymi się w powietrzu są trudniejsze do wygłuszenia.

Analizując rysunek 4.3, możemy zauważyć, że dźwięki powietrzne mogą doprowadzić do drgań konstrukcji, tym samym powodując powstanie dźwięków materiałowych, które z kolei mogą prowadzić do powstania dźwięków powietrznych w pobudzonym ośrodku gazowym [I-33].



Rys. 4.3. Droga transmisji dźwięków powietrznych i materiałowych w konstrukcji budynku [I-33]
 Fig. 4.3. The path of airborne and material sound transmission in the building structure [I-33]

4.2.2. Wymagania dotyczące ochrony przed hałasem

Poprawa komfortu akustycznego oraz ochrony przed hałasem to jedno z najważniejszych wyzwań w procesie powstawania zabudowy mieszkalnej. Wymagania izolacyjności akustycznej – dotyczą zarówno materiałów budowlanych, jak i przegród zewnętrznych oraz wewnętrznych – jakimi należy się kierować podczas projektowania budynku reguluje Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane [N-25], która mówi, że *Obiekt budowlany jako całość oraz jego poszczególne części, wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając:*

1) spełnienie podstawowych wymagań dotyczących obiektów budowlanych określonych w załączniku I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) [N-21] Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 roku ustanawiającego zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylającego dyrektywę Rady 89/106/EEG (Dz.Urz. UE L 88 z 04.04.2011, s. 5, z późn. zm.), dotyczących:

- a) nośności i stateczności konstrukcji,*
- b) bezpieczeństwa pożarowego,*
- c) higieny, zdrowia i środowiska,*

- d) bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,
- e) ochrony przed hałasem,
- f) oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
- g) zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych;

W Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych [N-20], jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, czytamy, że *Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.*

Zgodnie z paragrafem §323 tego Rozporządzenia pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- 1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,
- 3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- 4) pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.

Następnie §326 ustęp 2 określa dla jakich elementów i przegród w budynku należy stosować wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej:

- 1) ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych – od dźwięków powietrznych,
- 2) stropów i podłóg – od dźwięków powietrznych i uderzeniowych,
- 3) podestów i biegów klatek schodowych w obrębie lokali mieszkalnych – od dźwięków uderzeniowych [I-26].

Dodatkowo zgodnie z powyższym zapisem rozporządzenia w budynku mieszkalnym wielorodzinnym izolacja akustyczna stropów międzymieszkaniowych powinna zapewniać zachowanie przez te stropy właściwości akustycznych, o których mowa w ust. 2 pkt 2, bez względu na rodzaj zastosowanej nawierzchni podłogowej [N-20].

Polskie normy dotyczące ochrony przed hałasem:

- Polska Norma PN-B-02151-2:2018-01 *Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach* [N-3] zastępuje Polską Normę PN-B-02151-02:1987 [N-2].
- Polska Norma PN-B-02151-3:2015-10 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.* [N-5] Norma ta zastąpiła wersję z 1999 roku [N-4].
- Polska Norma PN-B-02151-4:2015-06 *Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań*¹⁰ [N-6].
- Polska Norma PN-B-02151-5:2017-10 *Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 5: Wymagania dotyczące budynków mieszkalnych o podwyższonym standardzie akustycznym oraz zasady ich klasyfikacji* [N-7, I-21] – rysunek 4.4.



Rys. 4.4. Schematyczne przedstawienie podziału stosowanego przy analizie izolacyjności akustycznej przegród w budynku wg normy PN-B-02151-3:2015-10. Opracowanie własne na podstawie [17]

Fig. 4.4. Schematic representation of the division used in the analysis of acoustic insulation of partitions in a building according to the PN-B-02151-3: 2015-10 standard. Own study based on [17]

Analogicznie do podziału dźwięków przedstawionego na rysunku 4.3 wymagania dotyczące izolacji akustycznej w budynkach, wg normy PN-B-02151-3:2015-10 można podzielić na dwie grupy:

1. Izolacyjność od dźwięków powietrznych – jest to odporność przegrody na przenoszenie dźwięków powietrznych, wyrażana za pomocą wskaźników: $R_{A,1}, R, R'_{A,1}, D_{nT,A1}, R'_{A,2}, D_{nT,A2}$.
2. Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych – odporność przegrody na przenoszenie dźwięków uderzeniowych, wyrażana za pomocą wskaźników: $L_{n,w}, R, L'_{n,w}$.

¹⁰ Została wprowadzona normami obowiązującymi od 1 stycznia 2018 roku Warunkami Technicznymi – Rozporządzeniem Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 roku zmieniającym Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Tablica 4.1

Wymagana izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych w budynkach
mieszkalnych wielorodzinnych [I-19]

L.p.	Funkcje pomieszczeń rozdzielonych przegrodą		Wymagane wartości wskaźników, dB			
			stropy		ściany bez drzwi	drzwi
			$R'_{A,1}$ lub $D_{nT,A,1min}$	$L'_{n,w} max$	$R'_{A,1}$ lub $D_{nT,A,1min}$	$R'_{A,1} min$
1	Wszystkie pomieszczenia mieszkania	wszystkie pomieszczenia przyległego mieszkania	51	58	50	–
2		korytarz, klatka schodowa	–	53	50	25
3		pomieszczenia techniczne wyposażenia instalacyjnego budynku	55	58	55	–
4		sklepy, punkty usługowe o poziomie dźwięku L_A hałasu wewnętrznego L_A	55	53 58	55	–
5		punkty usługowe o poziomie dźwięku $L_A = 70 - 75$ dB	55 – 56	48 – 53 58	55 – 60	–
6		kawiarnie, jadalnie, restauracje (z wyłączeniem dyskotek), kluby	55 – 60	48 – 53 58	57 – 67	–
7	Pokój	pomieszczenia sanitarne w tym samym mieszkaniu	–	–	35	–
8		wszystkie pomieszczenia w tym samym mieszkaniu poza pomieszczeniami sanitarnymi	45 – 51	58	30 – 35	–

Izolacyjność akustyczna, wyrażana w decybelach (dB), określa jak dobrze konstrukcja budowlana chroni dane pomieszczenie od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. W tabeli 1 podano dopuszczalne poziomy dźwięku dla wybranych pomieszczeń w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych określonych normą PN-87/B-02151/02 [N-2]. Według niej w budynkach tych przegrody zewnętrzne i wewnętrzne powinny mieć izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych i uderzeniowych dla stropów, jak również od dźwięków powietrznych dla ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych, drzwi oraz okien wewnętrznych.

W tablicy 4.2 podano wymagania dotyczące minimalnych wartości wskaźników izolacyjności od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych w budynkach mieszkalnych, natomiast w tabeli 4.3 podano z kolei dla tych samych budynków maksymalne wartości wskaźnika ważonego znormalizowanego poziomu uderzeniowego.

Tablica 4.2

Izolacyjność od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych w budynkach
wielorodzinnych [65]

Lp.	Rodzaje przegród	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika, dB
1	Budynki wielorodzinne		
1.1	Stropy między mieszkaniami	$R'_{A,1}$ (1)	≥ 51 (2)
1.2	Ściany między mieszkaniami	$R'_{A,1}$	≥ 50
1.3	Ściany i drzwi między klatką schodową i/lub korytarzem komunikacji ogólnej a dowolnym pomieszczeniem w mieszkaniu		
1.3.1	- ściana pełna, bez drzwi	$R'_{A,1}$	≥ 50
1.3.2	- ściana z drzwiami, gdy w mieszkaniu znajduje się przedpokój oddzielony drzwiami od pozostałej części mieszkania	$R'_{A,1}$	≥ 30
1.3.3	- ściana z drzwiami w sytuacji innej niż w 1.3.2	$R'_{A,1R}$	≥ 38
1.3.4	- drzwi wejściowe do mieszkania w ścianie wg 1.3.2	$R'_{A,1}$	≥ 30
1.3.5	- drzwi wejściowe do mieszkania w ścianie wg 1.3.3		≥ 35
1.4	Ściana lub strop między mieszkaniem a: garażem, pomieszczeniem technicznym, handlowym, usługowym, salą klubową, kawiarnią, restauracją, w których nie prowadzi się działalności z udziałem muzyki i/lub tańca	$R'_{A,1}$ (1)	≥ 58 (3)
1.5	Ściana lub strop między mieszkaniem a: - salą klubową, kawiarnią, restauracją, w których prowadzi się działalność z udziałem muzyki i/lub tańca - pomieszczeniem, w którym zainstalowane urządzenia lub rodzaj wykonywanej pracy czy prowadzonych zajęć ruchowych są źródłem zakłóceń akustycznych w postaci dźwięków powietrznych i materiałowych (4,5)	$R'_{A,1}$	≥ 65 (3)
1.6	W budynku wielofunkcyjnym – strop oddzielający część mieszkalną od części biurowej	$R'_{A,1}$	≥ 58 (3)
1.7	Przegrody wewnętrzne w obrębie mieszkania		
1.7.1	- ściana bez drzwi oddzielająca pokój od pomieszczenia sanitarnego	$R'_{A,1R}$	≥ 38
1.7.2	- ściana bez drzwi oddzielająca poszczególne pomieszczenia w mieszkaniu, z wyjątkiem ścian wg 1.7.1	$R'_{A,1R}$	≥ 35
1.7.3	Strop w mieszkaniu wielopoziomowym	$R'_{A,1R}$	≥ 45
Objaśnienia: - Dotyczy wskaźnika wspólnej powierzchni przegrody dzielącej pomieszczenia; jeżeli wspólna powierzchnia przegrody S jest mniejsza niż 10 m^2, wymaganie dotyczy wskaźnika oceny wzorcowej różnicy poziomów $D_{nT,A,1}$. - Stropy między pomieszczeniami sanitarnymi mogą mieć wartość $R'_{A,1}$ mniejszą o 2 dB. - Równocześnie należy spełnić wymaganie wg PN-B-02151-2 dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia chronionego z pomieszczeń ze źródłami hałasu. - Na przykład kluby fitness, siłownie, szkoły tańca, rozdzielnie paczek w urzędach pocztowych itp. - Nie zaleca się lokalizacji tego rodzaju pomieszczeń w budynkach mieszkalnych.			

Każdej wymienionej grupie budynków wymagania akustyczne dotyczą tzw. przybliżonej izolacyjności akustycznej wartości $R'_{A,1}$, tj. wskaźnika izolacyjności uwzględniającego wpływ pośredniego, w tym wpływ bocznego przenoszenia dźwięku, odnoszą się do wartości już skorygowanych o tzw. przenoszenie boczne dźwięku w normie PN-B-02151-3:2015-10. Wskaźnik $R'_{A,1}$, wyżej wymienionej grupie budynków jest określany do ścian i drzwi oraz osobno do stropów [65].

Tablica 4.3

Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń
chronionych – budynki wielorodzinne [65]

Lp.	Wymagania	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika, dB
1	Budynki wielorodzinne		
1.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między mieszkaniami (1,2,3)	$L'_{n,w}$	≤ 55
1.2	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do mieszkania z pomieszczeń komunikacji ogólnej: korytarzy, holi, podestów (3)	$L'_{n,w}$	≤ 55
1.3	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do mieszkania z garażu, z pomieszczenia technicznego budynku, pomieszczenia handlowego, usługowego (4), z sali klubowej kawiarnianej, restauracyjnej, w których nie prowadzi się działalności z udziałem muzyki i/lub tańca (3)	$L'_{n,w}$	≤ 48 (5)
1.4	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do mieszkania - z sali klubowej, kawiarnianej, restauracyjnej, w których prowadzi się działalność z udziałem muzyki i/lub tańca, - z pomieszczenia, w którym zainstalowane urządzenia lub rodzaj wykonywanej pracy czy prowadzonych zajęć ruchowych są źródłem zakłóceń akustycznych w postaci dźwięków powietrznych i materiałowych (3, 6, 7)	$L'_{n,w}$	≤ 38 (5)
1.5	Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropu w obrębie mieszkania	$L'_{n,w,R}$	≤ 58
Objaśnienia: 1. Dopuszczalny ważony wskaźnik przybliżonego znormalizowanego poziomu uderzeniowego $L'_{n,w}$ odnosi się do wszystkich pomieszczeń mieszkania z wyjątkiem pomieszczeń sanitarnych. W pomieszczeniach sanitarnych wskaźnik ten może być o 2 dB większy. 2. W przypadku stropów w pomieszczeniach sanitarnych wymaganie dotyczące przenoszenia dźwięku uderzeniowego do pokoju „obcego mieszkania”. 3. Wymaganie dotyczy wszystkich kierunków rozprzestrzeniania dźwięku w budynkach. W przypadku mieszkań wielopoziomowych dotyczy także przenoszenia dźwięków z wewnętrznych stropów i wewnętrznych klatek schodowych. 4. Jeżeli w pomieszczeniu usługowym prowadzone są takie czynności jak: przetaczanie wózków, rzucanie ciężkimi przedmiotami, uderzenia w twarde podłoże, to należy przyjąć wymagania wg I.4. 5. Równocześnie należy spełnić wymaganie wg PN-B-02151-2 dotyczące dopuszczalnego poziomu hałasu przenikającego do pomieszczenia chronionego z pomieszczeń ze źródłami hałasu. 6. Na przykład kluby fitness, siłownie, szkoły tańca, rozdzielnie paczek w urzędach pocztowych itp. 7. Nie zaleca się lokalizacji tego rodzaju pomieszczeń w budynkach mieszkalnych.			

Do pomieszczeń chronionych wskaźnikiem dopuszczalnym jest przybliżony znormalizowany poziom uderzeniowy $L'_{n,w}$, czyli wskaźnik poziomu uderzeniowego z uwzględnieniem bocznego przenoszenia dźwięku między pomieszczeniami w przypadku dźwięków uderzeniowych [65].

Jakość akustyczna stanowi jedną z podstawowych cech użytkowych budynków mieszkalnych. Mimo to w wielu budynkach komfort akustyczny nie jest zapewniony, zwłaszcza jeśli chodzi o tzw. budynki z wielkiej płyty czy stare kamienice. Problem złej dźwiękoizolacyjności dotyka również sektora mieszkań nowego budownictwa.

Na jakość akustyczną budynku mają wpływ cztery najważniejsze czynniki, a mianowicie: prawidłowy pod względem akustycznym projekt, jakość oraz właściwości zastosowanych do jego budowy materiałów, a także prawidłowe wykonawstwo. Źle zaprojektowany pod względem akustycznym budynek nie zapewni prawidłowych parametrów akustycznych w pomieszczeniach, nawet jeśli zostaną zastosowane wysokiej jakości materiały, a prace budowlane zostaną wykonane zgodnie z projektem. Jednak nawet jeśli budynek zostanie zaprojektowany zgodnie z normami akustycznymi, a zastosowane materiały, takie jak pustaki czy stropy mają wysokie parametry dźwiękoizolacyjne, to później podczas samej budowy popełniane są podstawowe błędy wykonawcze, które zmniejszają parametry przegród.

Do podstawowych błędów wykonawczych możemy zaliczyć:

- nieodpowiednią lokalizację pomieszczeń technicznych i usługowych – np. szyby, windy, kotłownie, centrale wentylacyjne.
- Brak dylatacji między stropem a warstwami wykończeniowymi.
- Nieprawidłowy montaż instalacji elektrycznych – w większości przypadków gniazdka znajdują się w tym samym miejscu przegrody, tylko po różnych jej stronach – takie ustawienie tworzy mostek akustyczny, przez który przechodzą dźwięki powierzchniowe.
- Brak dylatacji przy montażu instalacji sanitarnych i technicznych w stropach i ścianach budynku [65].

Aby budynek spełnił wszystkie wymagania zawarte w normie PN-B-02151-3:2015-10 [N-5] należy odpowiednio zaprojektować i wybudować wszystkie elementy budynku:

- ściany zewnętrzne – przy czym największy wpływ na dźwiękoizolacyjność budynku będzie miała izolacyjność akustyczna okien.
- Ściany wewnętrzne pomiędzy mieszkaniem oraz pomiędzy mieszkaniem a innym pomieszczeniem, np. garażem, sklepem – pod względem hałasów wewnętrznych powietrznych.
- Ścian wewnętrznych między klatką schodową lub korytarzem – pod względem hałasów powietrznych.
- Drzwi wejściowych do mieszkania.
- Strop między mieszkaniami oraz mieszkaniem a innym pomieszczeniem, np. garażem, sklepem.
- Przegrody wewnątrz mieszkania – **np. strop w mieszkaniu wielopoziomowym (wielorodzinnym)** [I-4].

4.2.3. Izolacyjność akustyczna wybranych systemów stropowych

Dźwiękoizolacyjność, co potwierdziły badania, jest najbardziej istotnym parametrem użytkowym z punktu widzenia wyboru systemu stropowego. Inwestorzy stosunkowo rzadko mają świadomość, że już na tym etapie budowy powinni podejmować decyzje ważne ze względu na późniejszy komfort. Wiedza ta oraz wynikająca z niej potrzeba pojawiają się dopiero na etapie wyboru podłogi, o czym świadczy m.in. szeroka oferta podkładów dźwiękoizolacyjnych pod podłogi pływające.

Ochrona akustyczna [40] stanowi ogół działań budowlanych, których celem jest redukcja obciążenia człowieka hałasem. Natomiast sam hałas, według tej samej pary autorów, „to dźwięk, który w określonym miejscu i czasie jest niepożądany lub szkodliwy dla zdrowia człowieka. Może wywołać stres, narastające zmęczenie, a nawet stany depresyjne, ponadto stanowi zagrożenie dla organu słuchu”. Z tego względu, że użytkownik wewnątrz budynku narażony jest na dźwięki docierające do niego z zewnątrz oraz te wynikające z użytkowania budynku, dźwięki powietrzne (np. muzyka, rozmowy) oraz uderzeniowe (np. odgłos odbijanej piłki czy kroków), rozróżnia się czynną oraz bierną ochronę przed hałasem.

Skuteczna ochrona przed hałasem wymaga analizy wielu złożonych oraz związanych ze sobą czynników i powinna obejmować lokalizację obiektu, jego przeznaczenie oraz dobór odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych [18]. Niestety często bywa lekceważona przez inwestorów. Według [18] „problemy związane z uciążliwościami akustycznymi poruszane są bardzo często i właściwie dotyczą większości oddawanych obecnie do użytkowania budynków; od budynków mieszkalnych począwszy, przez budynki użyteczności publicznej na obiektach przemysłowych skończywszy. Przyczyną takiego stanu rzeczy najprawdopodobniej jest to, że budownictwo w ostatnich latach mocno ewoluowało w kierunku rozwiązań energooszczędnych, a więc lekkich. Nie wystarczy już stosowanie starych, sprawdzonych rozwiązań, bo takich najczęściej nie ma”.

Jak czytamy w rozdziale IX „Ochrona przed hałasem i drganiami” §323 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. Nr 75, poz. 690 z późn. Zm.) [N-18]:

„1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.

2. Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- 1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,
- 3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- 4) pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie” [N-18].

To samo rozporządzenie w § 326, pkt 2 definiuje też rodzaj przegród, do jakich odnoszą się wymagania dotyczące dźwiękoizolacyjności:

„2. W budynkach, o których mowa w ust. 1, przegrody zewnętrzne i wewnętrzne oraz ich elementy powinny mieć izolacyjność akustyczną nie mniejszą od podanej w Polskiej Normie dotyczącej wymaganej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych, wyznaczonej zgodnie z Polskimi Normami określającymi metody pomiaru izolacyjności akustycznej elementów budowlanych i izolacyjności akustycznej w budynkach. Wymagania odnoszą się do izolacyjności:

- 1) ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych – od dźwięków powietrznych,
- 2) stropów i podłóg – od dźwięków powietrznych i uderzeniowych,
- 3) podestów i biegów klatek schodowych w obrębie lokali mieszkalnych – od dźwięków uderzeniowych” [N-18].

Problematyka dźwiękoizolacyjności budynków będzie więc niezwykle istotna dla wszystkich uczestników procesu budowlanego, a na finalne dla końcowego użytkownika parametry będzie wpływało wiele czynników, z których na szczególną uwagę zasługują rozwiązania projektowe, zastosowane materiały oraz jakość wykonania prac montażowych. Każdy z wymienionych elementów będzie decydował o spełnieniu wymagań normowych, komforcie końcowych użytkowników oraz wysokości budżetu. Mając na względzie aspekt finansowy, należy podkreślić, iż koszt wprowadzanych rozwiązań naprawczych w przypadku obiektów niespełniających aktualnych wymagań normy jest wielokrotnie wyższy w porównaniu z kosztem ponoszonym na właściwym etapie prac budowlanych.

Tablica 4.4

Wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1,R}$ i $R_{A,2,R}$ dla wybranych systemów stropowych wraz z warstwami wykończeniowymi [16]

Lp.	Rodzaj stropu	Grubość przegrody, cm	Masa, kg/m ²	$R_{A,1,R}$, dB	$R_{A,2,R}$, dB
1.	Strop gęstożebrowy Fert 45, pustaki ceramiczne 20 cm, nadbeton 3 cm z podłogą pływającą (np. 30 mm wełny miner. + jastrych cementowy gr. 40 mm)	23	275	51	47
2.	Strop gęstożebrowy Cerit, pustaki ceramiczne 24 cm, nadbeton 4 cm z podłogą pływającą (np. 30 mm wełny miner. + jastrych cementowy gr. 40 mm)	28	305	52	48
3.	Strop gęstożebrowy Ceram, pustaki ceramiczne 21 cm, nadbeton 3 cm z podłogą pływającą (np. 30 mm wełny miner. + jastrych cementowy gr. 40 mm)	24	314	52	48
4.	Strop żelbetowy 2400kg/m ³ , płytowy gr. od 14 cm do 30 cm z podłogą pływającą (np. 30 mm wełny miner. + jastrych cementowy gr. 40 mm)	14	336	54	50
5.		15	360	54,9	51,4
6.		16	384	55,8	52,3
7.		18	432	57,3	53,8
8.		20	480	58,8	55,3
9.		25	600	61,7	58,2
10.		30	720	64,2	60,7
11.	Strop drewniany Knauf + podłoga (20 mm wełny miner. + jastrych cementowy gr. 35 mm)	40	ok. 100	67	61

W przypadku systemów stropowych o izolacyjności akustycznej decydować będzie przenikanie dźwięków powietrznych oraz uderzeniowych. W procesie wyboru odpowiedniego rozwiązania [56] zarówno jeden, jak i drugi parametr będzie jednakowo ważny. Podając za pracę [18], do oceny izolacyjności akustycznej służą następujące wskaźniki:

- $R'_{A,1}$, $R'_{A,2}$ – wskaźniki oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej, podawany w dB, dotyczy dźwięków powietrznych (tj. muzyka, rozmowy, działające urządzenia RTV i AGD). Użycie indeksów „1” i „2” jest zależne od rodzaju hałasu, indeks „2” stosuje się w przypadku niskoczęstotliwościowego źródła hałasu (np. ruch uliczny), indeks „1” w odniesieniu do pozostałych źródeł hałasu średnio- i wysokoczęstotliwościowego.
- $D_{nT,A,1}$, $D_{nT,A,2}$ – wskaźniki oceny wzorcowej różnicy poziomów, podawane w dB, stosowane zamiast wskaźników $R_{A,1}$, $R_{A,2}$, w przypadku gdy wspólna część przegrody lub stropu rozdzielającego pomieszczenia jest mniejsza niż 10 m².
- $L'_{n,W}$ – wskaźnik ważony przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego, podawany w dB, dotyczy tylko stropów.

Według cytowanego powyżej autora do oceny przenikania dźwięków powietrznych przez stropy zastosowanie mają te same parametry co w przypadku rozwiązań ściennych, z wymienianym najczęściej wskaźnikiem przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$. W tablicy 4.4 zamieszczono wartości wskaźników izolacyjności akustycznej $R_{A,1}$, $R_{A,2}$ różnych systemów stropowych. Kolorem szarym zaznaczono rozwiązania, co do których prawdopodobne jest uzyskanie wymagań przewidzianych przez normy [16]. Z tego wynika, że parametry izolacyjności akustycznej stropów gęstożebrowych (w odniesieniu do dźwięków powietrznych oraz uderzeniowych) będą gorsze w porównaniu ze stropami monolitycznymi oraz płytowymi [56]. Kryterium dźwiękoizolacyjności wydaje się mieć szczególne znaczenie w przypadku wielokondygnacyjnych budynków deweloperskich, na co może mieć wpływ zmiana wymagań normowych, jak również rosnąca świadomość uczestników rynku [34]. W przypadku stropów, jak wykazano, nie wszystkie rozwiązania będą spełniać nowe wymagania. Dla przykładu przy stropach Teriva wątpliwe może okazać się zastosowanie izolacji dającej końcowy efekt izolacyjności od dźwięków powietrznych między mieszkaniami $R'_{A,1} \geq 51$ dB. W tablicy 4.5 przedstawiono zestawienie wartości jednoliczbowego ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej projektowej $R_{w,R}$ dla wybranych systemów stropowych omawianych w niniejszej publikacji, tj. stropów Vector, SMART i Teriva.

Tablica 4.5

Wartości obliczeniowe ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej projektowej $R_{w,R}$ dla wybranych systemów stropowych [17]

Nazwa stropu	Grubość stropu, cm	Izolacyjność akustyczna $R_{w,R}$, dB	Porównanie % (TERIVA 24 100%)
VECTOR 20	20	58,3	135
VECTOR 24s	24	56,5	130
VECTOR 24	24	61,2	141
MASTER 24	24	48,2	111
SMART 15/60	15	49,8	115
SMART 20/60	20	52,4	121
TERIVA 24	24	43,3	100

Najlepszymi parametrami izolacyjności charakteryzowały się stropy z rodziny Vector. Najlepszy wskaźnik uzyskano w przypadku stropu o grubości 24 cm. Nieco gorsze parametry miały stropy SMART, a strop Master miał zbliżoną izolacyjności do stropu Teriva 24.

4.3. Termoizolacyjność

Odpowiedzią na stale wzrastające koszty nośników energii są domy niskoenergetyczne, charakteryzujące się małym zapotrzebowaniem na energię, lecz zapewniające mieszkańcom komfort cieplny. Obserwacja długoletniego procesu kształtowania się cen na rynku paliw prowadzi do wniosku, że ceny te mają tendencje wzrostowe, co z punktu widzenia długości użytkowania obiektów mieszkalnych wskazuje, że wszelkie koszty związane z termoizolacyjnością obiektu powinny być potraktowane jako długofalowa inwestycja.

Kwestie wymagań w zakresie termoizolacyjności, jaką powinny charakteryzować się obiekty budowlane, szczegółowo regulują odpowiednie przepisy, które także podlegają zmianom wynikającym z wdrażania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 roku w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. Zgodnie z obecnym stanem prawnym kolejne zaostrzenie przepisów w tym zakresie zostało wprowadzone od 1 stycznia 2017 roku [N-18]. Zmieniły się wymagania związane z izolacyjnością przegród oraz wskaźnika EP (tablica 4.6), który definiowany jest jako roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną¹¹ przypadającą na 1 m² ogrzewanej powierzchni. W tablicy 4.7 zaprezentowano nowe wartości zarówno izolacyjności przegród (wyznaczone przez współczynnik przenikania ciepła U [W/m²K]), jak i współczynnika EP, obowiązujące od 1 stycznia 2017 roku oraz od 31 grudnia 2020 roku [N-19], w którym nastąpiło kolejne zaostrzenie wymagań.

Tablica 4.6

Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej [N-19]

Lp.	Rodzaj budynku	Częstkowe wartości wskaźnika EP na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody EP_{H+W} [kWh/(m ² rok)]		
		od 1 stycznia 2014 roku	od 1 stycznia 2017 roku	od 31 grudnia 2020 roku
1	Budynek mieszkalny: a) jednorodzinny b) wielorodzinny	120 105	95 85	70 65

¹¹ Energia pierwotna – jest to energia zawarta w pierwotnych nośnikach energii pozyskiwanych bezpośrednio z zasobów naturalnych odnawialnych i nieodnawialnych. Energia pierwotna jako wskaźnik EP w świadectwie charakterystyki energetycznej określa ilość energii wydobytej u źródła i potrzebnej do pokrycia zapotrzebowania na ogrzanie domu, przygotowanie ciepłej wody użytkowej, wentylację mechaniczną, klimatyzację, źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Energia_pierwotna, dostęp z dn. 28.12.2016.

cd. tablicy 4.6

2	Budynek zamieszkania zbiorowego	95	85	75
3	Budynek użyteczności publicznej: a) opieki zdrowotnej b) pozostałe	390 65	290 60	190 45
4	Budynek gospodarczy, magazynowy i produkcyjny	110	90	70

Bezpośrednim celem zmian jest konsekwentne podnoszenie termoizolacyjności budynków. Budynki wybudowane bardzo starannie przed dziesięcioma laty na potrzeby ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody konsumują około 100–120 kWh/m²rok, natomiast w domu energooszczędnym (według europejskiej normy ISO) konsumpcja ta powinna mieścić się w zakresie 30–70 kWh/m²rok, w domu niskoenergetycznym 15–30 kWh/m²rok, w pasywnym zaś poniżej 15 kWh/m²rok. Jak widać, od 2021 roku domy jednorodzinne muszą być projektowane jako domy energooszczędne. Jeżeli więc konsumpcja energii w obiekcie ma zmniejszyć się wydatnie w porównaniu ze stanem sprzed kilku czy kilkunastu lat, należy dobrać odpowiednie materiały na jego budowę, w tym także stropy, ze szczególnym uwzględnieniem wieńca.

W tablicy 4.7 zaprezentowano wartości izolacyjności przegród, które obowiązują zgodnie z wprowadzanymi zmianami od 1 stycznia 2017 roku oraz od 31 grudnia 2020 roku. Do charakterystyki izolacyjności termicznej przegród używany jest współczynnik przenikania ciepła U [W/(m²/K)] definiowany jako strumień cieplny, który w stanie ustalonym podzielony przez pole powierzchni i różnicę temperatur po obu stronach przegrody [56]. Analizując bieżące wymagania, bez zmian pozostają m.in. współczynniki przenikania ciepła dla płyt fundamentowych, podłóg na gruncie oraz stropów. W przypadku stropów między kondygnacjami, które są ogrzewane, wartość współczynnika U nie może być wyższa niż 1,0 W/(m²/K) [48].

Tablica 4.7

Izolacyjność przegród według wymagań zawartych w Projekcie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 31 października 2016 roku zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [N-18,N-19, 48]

Rodzaj przegrody i temperatura obliczeniowa w ogrzewanym pomieszczeniu	Współczynnik przenikania ciepła $U_{c(max)}$ [W/(m ² K)]	
	Od 1 stycznia 2017 roku [N-18]	Od 31 grudnia 2020 roku [N-19]
Ściany zewnętrzne a) $t \geq 16^{\circ}\text{C}$ b) $8^{\circ}\text{C} \leq t < 16^{\circ}\text{C}$ c) $t < 8^{\circ}\text{C}$	0,23 0,45 0,90	0,20 0,45 0,90
Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami a) $t \geq 16^{\circ}\text{C}$ b) $8^{\circ}\text{C} \leq t < 16^{\circ}\text{C}$ c) $t < 8^{\circ}\text{C}$	0,18 0,30 0,70	0,15 0,30 0,70
Podłogi na gruncie a) $t \geq 16^{\circ}\text{C}$ b) $8^{\circ}\text{C} \leq t < 16^{\circ}\text{C}$ c) $t < 8^{\circ}\text{C}$	0,30 1,20 1,50	0,30 1,20 1,50
Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne a) $t \geq 16^{\circ}\text{C}$ b) $t < 16^{\circ}\text{C}$	1,1 1,6	0,9 1,4
Okna połaciowe a) $t \geq 16^{\circ}\text{C}$ b) $t < 16^{\circ}\text{C}$	1,3 1,6	1,1 1,4
Drzwi zewnętrzne albo między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,5	1,3

Metodologia obliczeń właściwości termoizolacyjnych gęstożebrowego systemu stropowego na podstawie: oporu cieplnego R [m²·K/W], oporu przenikania ciepła R_k (rozumianego jako suma oporu cieplnego na grubości przegrody i oporów wnikanie ciepła na jej powierzchniach zewnętrznych, interesująca w przypadku wielokomorowych pustaków stropowych typu Teriva), współczynnika przenikania ciepła U [W/(m²/K)] oraz normy PN-EN ISO 6946 została przedstawiona w pracy [70].

Mając na względzie, że strop z reguły jest przegrodą wewnętrzną, gdzie pomiędzy pomieszczeniami nie występują duże różnice temperatur, istotne (z punktu widzenia termoizolacyjności) będą parametry związane ze stałością pola temperatur w czasie (korzystne w przypadku stropów monolitycznych czy też z płyt prefabrykowanych, zarówno tradycyjnych, jak i strunobetonowych) oraz przede wszystkim izolacja wienca, który jest odpowiedzialny za tworzenie się mostków termicznych.

W przypadku stropodachów lub stropów nad garażami bądź piwnicami kwestie samej termoizolacyjności stropu będą istotniejsze, w tych przypadkach atrakcyjne staną się systemy wykorzystujące elementy ze styropianu, jako materiału o wysokich parametrach termoizolacyjnych, do których należą m.in. stropy styropianowe Sukiennik (dawniej JS) czy Teriva Light.

4.4. Pozostałe kryteria związane ze zdrowiem

Zarówno ochrona akustyczna, jak i termoizolacyjność odpowiadają za szeroko rozumiane poczucie komfortu mieszkańców, jednak nie są to jedyne kryteria. Zdrowie jest dla każdego człowieka wartością uniwersalną; jak pokazują liczne badania o charakterze socjologicznym zdrowie, obok pieniędzy, pracy i rodziny, jest najczęściej wymieniane jako czynnik decydujący o poczuciu szczęścia i ogólnie pojętego dobrostanu¹² [I-5]. Jeżeli poruszamy kwestię zdrowia, to naturalnie nasuwa się pytanie, jaki powinien być „zdrowy dom”?

Próbie odpowiedzi na nie podjęli autorzy badania „Barometr zdrowych domów 2016”, które już po raz drugi z inicjatywy Grupy Velux zostało przeprowadzone w 14 krajach Europy, na próbie 14 000 respondentów. Całość badań koordynowali naukowcy z Uniwersytetu Humboldta w Berlinie pod kierunkiem B. Wegenera. Natomiast z polskiej strony analizę badań przeprowadzili naukowcy z Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej oraz Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, pod kierunkiem W. Piątkowskiego¹³ [I-12].

Podstawę teoretyczną badania stanowi teoria Wizji Domu Aktywnego, sformułowana przez Active House Alliance, według której dom aktywny ma najmniejszy możliwy wpływ na środowisko, przy jednoczesnej największej energooszczędności, a swoim mieszkańcom zapewnia zdrowe i komfortowe otoczenie (więcej na stronie www.activehouse.info) [I-4].

Autorzy raportu przed zdefiniowaniem czynników odpowiadających za zdrowie i komfort w domach zbadali poziom deklarowanego poczucia zdrowia wśród

¹² Jak czytamy w raporcie z badania „Co stanowi o udanym życiu” przeprowadzonego przez CBOS: „Niemał połowa badanych (49%) za najważniejszy cel udanego życia uznaje dobre zdrowie, tylko nieco mniejszą grupę (46%) stanowią ci, dla których niezbędne w tym zakresie są pieniądze, zapewniające dostatek i dobrobyt. Ponad jedna czwarta respondentów (29%) za priorytet uznaje odpowiedni zawód oraz posiadanie zatrudnienia. Co ciekawe, dopiero na czwartej pozycji znajduje się rodzina, która zwykle otwiera listę życiowych wartości oraz źródeł satysfakcji”.

¹³ Polacy i Europejczycy o swoich domach i ich wpływie na zdrowie – wyniki badania, Informacja prasowa z dnia 21 września 2016 roku.

ankietowanych. Pierwsze miejsce w rankingu zdobyli Duńczycy (54% osób zadeklarowało dobre samopoczucie, a 22% złe), na drugim miejscu uplasowali się mieszkańcy Szwajcarii (48% osób z dobrym samopoczuciem, 17% ze złym), na trzecim Austriacy (45% osób z dobrym samopoczuciem, 25% ze złym) [I-4]. W raporcie podano czynniki wpływające na samopoczucie w domu. Zalicza się do nich:

- wielkość domu,
- stan budynku,
- relacje z sąsiadami,
- jakość snu,
- klimat wewnętrzny (temperatura i świeże powietrze),
- wilgotność, ilość pleśni,
- koszty energii,
- światło dzienne.

Przedstawione powyżej czynniki tworzą model samopoczucia w domu B. Wegenera i M. Fedkenheuera, umożliwiające pomiary przedstawione w omawianym badaniu. Autorzy raportu podają również pięć cech zdrowego domu, które w sposób obrazowy zaprezentowano na rysunku 4.5.



Rys. 4.5. Pięć cech zdrowego domu [I-4]

Fig. 4.5. Five features of a healthy home [I-4]

Autorzy polskiej części raportu „Barometr zdrowych domów 2016” wskazują, iż: „Polacy cierpią na liczne problemy zdrowotne, których występowanie może być konsekwencją niekorzystnych warunków domowych bądź też niewłaściwych, codziennych zachowań. Co drugi Polak, podobnie jak Europejczyk, boryka się z błahymi, choć uciążliwymi dolegliwościami zdrowotnymi, takimi jak zatłoczony nos, katar czy też bóle głowy, z czego co piąty bardzo często, co najmniej kilka razy w tygodniu” [I-4].

Z badań epidemiologicznych, na które powołują się autorzy polskiej części raportu [5, 69], wynika, że w wielu polskich rodzinach domownicy cierpią na schorzenia związane m.in. z warunkami domowymi, a należą do nich [I-4]:

- katar sienny – 19%,
- alergiczny nieżyt nosa – 19%,
- astma – 17%,
- przewlekły nieżyt oskrzeli – 10,2%.

Powyższe dane mają jednoznacznie złe konotacje. Ponadto Polacy częściej niż pozostałe nacje biorące udział w badaniu obawiają się szkodliwych dla zdrowia warunków domowych, wśród najbardziej istotnych czynników zagrażających zdrowiu wymieniają [I-4]:

- grzyby i pleśń – 46%,
- przeciągi oraz chłód – 37%,
- hałas – 37%,
- złą jakość powietrza – 36%,
- zbyt małą ilość światła dziennego – 36%.

Przytoczone powyżej wyniki badań stanowią ważny głos w dyskusji na temat poczucia komfortu i zdrowia mieszkańców, użytkowników obecnych i przyszłych budynków. Tym bardziej, że współczesny człowiek spędza w nich zdecydowaną większość czasu przeznaczonego zarówno na aktywność zawodową, jak i życie rodzinne, sen oraz wypoczynek. Problematyka zdrowia w obiektach budowlanych powinna być systematycznie badana i wzbogacana o nowe zagadnienia. Do takich tematów należeć będzie promieniotwórczość materiałów budowlanych, na której analizę zwracają uwagę szczególnie ci producenci, których materiały charakteryzują się bardzo niskimi współczynnikami promieniotwórczości, a przecież zagadnienie to dotyczy rynku w ujęciu kompleksowym.

Promieniotwórczość jest zjawiskiem naturalnym i nie stanowi zagrożenia, jeżeli jej wielkość nie przekracza dopuszczalnego poziomu. Materiały budowlane pochodzenia mineralnego zawierają pierwiastki promieniotwórcze istotne dla zdrowia ludzkiego, takie jak potas ^{40}K , pierwiastki szeregu uranowo-radowego (uran, rad, radon) oraz szeregu torowego (tor, toron). Do tej grupy dochodzą materiały budowlane powstające z wielu składników, z których niektóre odznaczają się również wysoką promieniotwórczością. Jak podano w pracy [21]: „Hałdy odpadów przemysłowych jak popioły lotne z węgla kamiennego czy żużle paleniskowe i hutnicze wykazują znaczną zawartość naturalnych pierwiastków promieniotwórczych”. W przypadku systemów

stropowych materiałami takimi będą szczególnie pustaki stropowe keramzytobetonowe i żużlobetonowe. Na szczególną uwagę, ze względu na skalę zjawiska, zasługują te produkowane na bazie żużla paleniskowego.

Biorąc pod uwagę zawartość związków promieniotwórczych (ZP), materiały budowlane dzieli się na następujące trzy grupy:

- z najniższą zawartością ZP, do której należą m.in. cegła silikatowa, beton komórkowy produkowany na bazie piasku,
- ze średnią zawartością ZP, do której należą m.in. beton lekki z kruszywem keramzytowym,
- z podwyższoną zawartością ZP, do której należą m.in. cegła ceramiczna wypalana z gliny, żużlobeton i beton komórkowy produkowany przy użyciu popiołów lotnych.

W tablicy 4.8 przedstawiono zawartość związków promieniotwórczych wybranych materiałów budowlanych. Stężenie ZP określane jest dwoma wskaźnikami: f_1 i f_2 . Współczynnik f_1 określa zawartość naturalnych izotopów promieniotwórczych i jest obliczany ze wzoru:

$$f_1 = S_K/3000 + S_{Ra}/300 + S_{Th}/200, \quad (4.1)$$

gdzie: S_K , S_{Ra} i S_{Th} to wartości stężeń potasu ^{40}K , radu ^{226}Ra i toru ^{232}Th w Bq/kg. Natomiast wskaźnik aktywności f_2 określa zawartość radu ^{226}Ra ,

$$f_2 = S_{Ra}, \quad (4.2)$$

który, informuje o stopniu narażenia nabłonka płuc na skutki promieniowania alfa radonu ^{222}Rn i jego pochodnych. Wymienione współczynniki kwalifikacyjne muszą mieścić się w następujących granicach $f_1 \leq 1,2$ oraz $f_2 \leq 240$ Bq/kg.

Tablica 4.8

Zawartość związków promieniotwórczych dla wybranych materiałów budowlanych [21]

Materiał budowlany	$f_1 < 1,2$ Bq/kg	$f_2 < 240$ Bq/kg
silikaty	0,16	20
beton komórkowy piaszkowy	0,16	20
beton zwykły	0,22	24
keramzytobeton	0,36	32
ceramika	0,54	70
żużlobeton	0,56	80
beton komórkowy popiołowy	0,60	90

W tablicy 4.8 kolorem szarym zaznaczono materiały budowlane powszechnie używane w systemach stropowych. Oddzielnej analizy zarówno z punktu widzenia zdrowia mieszkańców/użytkowników obiektów budowlanych, jak i kompleksowego oddziaływania na środowisko naturalne (zdaniem autora) wymagać będzie tematyka zastosowania żużli paleniskowych. Jest to jednak obszerny zbiór zagadnień, który wymaga oddzielnych badań.

4.5. Kryteria o charakterze ekonomicznym

W procesie wyboru systemu stropowego do kryteriów o charakterze ekonomicznym zaliczyć można m.in.:

- **Calkowity koszt wykonania stropu** – na który składają się głównie następujące koszty: zakupu prefabrykatu (jeżeli nie jest to strop monolityczny), stali, robocizny (w tym również dodatkowych elementów konstrukcyjnych, jak np. podciągi), betonu układanego na budowie, koszty jego pielęgnacji i dodatkowe związane np. z zakupem bądź wypożyczeniem stempli, wynajęciem dźwigu, stratami wynikającymi ze stłuczki w przypadku pustaków stropowych lub zwrotu palet. Jest to więc obszerna kategoria, która poza kręgiem fachowym, zwłaszcza dla klientów indywidualnych, bywa często redukowana do kosztu zakupu prefabrykatu, stali, betonu i fragmentarycznie liczonej robocizny. W rzeczywistości koszt „taniego” stropu okazuje się znacznie wyższy, gdyż był niedoszacowany.
- **Czas montażu** – z punktu widzenia ekonomiki procesu budowlanego jest to cecha ważna. Redukcja czasu pracy niezbędnego do wykonania określonego zadania obniża koszty robocizny, które w realiach ciągłego niedoboru fachowej siły roboczej od kilku lat systematycznie rosną. Dodatkowo szybszy montaż wiąże się ze skróceniem czasu realizacji inwestycji, z czym związany jest również poniższy odnośnik.
- **Gotowość do eksploatacji/obciążenia po wykonaniu montażu i wykonaniu betonu monolitycznego** – cecha istotna zarówno dla wykonawców, jak i inwestorów. Dla ekip wykonawczych możliwość szybszego obciążenia stropu – jego gotowość do eksploatacji oznacza przyspieszenie prac budowlanych na danym obiekcie (np. możliwość zgromadzenia materiałów budowlanych na stropie oraz przystąpienie do budowania kolejnej kondygnacji). Natomiast dla inwestora liczyć się będzie skrócenie procesu budowlanego, co dla wielu osób, z punktu widzenia źródeł finansowania inwestycji, może odgrywać istotną rolę.

- **Kompleksowość usługi z zakładu prefabrykacji** – nabywając system stropowy, klient rzadko ma świadomość, że oprócz podstawowej formy produktu, mogą z nim być związane dodatkowe usługi, do których należą: doradztwo handlowo-techniczne, organizacja transportu, organizacja, a także wykonanie usługi montażu. Dzięki szerszej skali oferty zakładu prefabrykacji część prac wykonywana jest przez profesjonalnego partnera specjalizującego się w danej dziedzinie. Beneficjentem tak skomponowanej oferty są osoby w sposób czynny zaangażowane w proces projektowania, wyboru, montażu i odbioru prac związanych z systemem stropowym.
- **Redukcję błędów wykonawczych** – cecha immanentnie związana z rodzajem systemu stropowego, zależna od stopnia złożoności systemu, jego standaryzacji, ilości prac wykonywanych na miejscu budowy. W przypadku systemów w całości bądź w dużej części wykonywanych na budowie (np. stropy monolityczne, stropy gęstożebrowe) wzrasta możliwość popełnienia błędów przez pracowników. Dlatego w takich przypadkach znaczenie rośnie procesu nadzoru i ścisłej kontroli. Wsparciem dla służb nadzorujących jakość oraz poprawność wykonywanych prac są systemy zestandaryzowane i w jak największym stopniu wykonane w zakładzie prefabrykacji. Jednostki produkujące prefabrykaty betonowe są zobligowane do przestrzegania restrykcyjnych procedur produkcyjnych zawartych w Zakładowej Kontroli Produkcji (ZKP), których stosowanie warunkuje możliwość wprowadzania danego produktu na rynek. Ideę systemu Zakładowej Kontroli Produkcji przedstawiono w tablicy 4.9. Dzięki przesunięciu części nadzoru nad wyrobem w kierunku dostawcy, wzrasta: końcowa jakość wykonanych obiektów oraz jakość samego procesu budowlanego.
- **Estetykę dolnej powierzchni stropu** – cecha istotna z punktu widzenia końcowego użytkownika, w przypadku inwestycji indywidualnych związana z czysto estetycznymi względami (większość powierzchni dolnych stropów jest tynkowana), natomiast w przypadku pozostałych obiektów zależy od wykończenia powierzchni dolnej stropu. Są obiekty, w których powierzchnia dolna stropu pozostaje w stanie niewykończonym bądź jest tylko malowana. W takich sytuacjach jej wygląd ma znaczenie zarówno estetyczne, jak i ekonomiczne. Niemniej jednak wyraźna staje się tendencja poszukiwania stropów, w których powierzchnia dolna jest gładka, równa, bez plam i zabrudzeń, ma w miarę jednolity „szarobetonowy” kolor. Zarówno inwestorzy indywidualni, jak i deweloperzy upatrują w tym szansę na eliminację dodatkowych prac związanych z wykończeniem sufitów oraz idące w ślad za tym – przyspieszenie czasu budowy i korzyści finansowe. Eliminacja tynkowania na rzecz szpachlowania, malowania, tapetowania flizeliną, sufitu surowego (np. w garażach) pojawiają się coraz częściej i kierunek ten wydaje się być coraz bardziej popularny.

- **Komfort inwestora** – to cecha być może najbardziej umowna, jednak mająca duże znaczenie podczas wyboru systemu stropowego. Satysfakcja klienta leży u podstaw wszelkich działań o charakterze marketingowym. Klient kupuje określone korzyści, to, co przedstawia dla niego wartość. Do elementów wpływających na komfort inwestora w przypadku zakupu systemu stropowego należeć będą m.in.:
 - jakość procesu obsługi klienta (w tym m.in. komunikacja z klientem; doradztwo techniczne, przeprowadzenie dodatkowych prac projektowo-konstrukcyjnych, np. adaptacja projektowa innego niż zakładany wcześniej systemu stropowego, obsługa posprzedażna),
 - możliwości logistyczne (w tym organizacja transportu),
 - przeprowadzenie montażu systemu stropowego – zakup wraz z montażem daje możliwość uzyskania przez inwestora pełnej gwarancji na system stropowy,
 - brak zwrotu palet,
 - eliminacja nadmiaru zakupionych produktów – stali, pustaków, belek stropowych (w przypadku zakupu stropów gęstożebrowych),
 - pierwotna kompletność oferty, redukcja zjawiska występowania niedoborów – zbyt małej ilości zakupionych elementów systemu stropowego, wynikającej z błędów ofertowych bądź świadomego zaniżania ceny systemu stropowego,
 - brak odpadów, w tym m.in. stłuczki drobnych elementów prefabrykowanych, np. pustaków stropowych, zużytych stempli,
 - możliwość utrzymania porządku na miejscu budowy.

Tablica 4.9

Idea systemu Zakładowej Kontroli Produkcji według normy PN-EN 13369 [N-11]

Zakładowa Kontrola Produkcji zgodnie z normą PN-EN 13369 Wspólne wymagania dla prefabrykatów z betonu jest to zbiór procedur określających:
1. Organizację – zadania, zakresy odpowiedzialności i uprawnienia personelu uczestniczącego w ZKP, uwzględniając procedury dotyczące wykazywania zgodności wyrobu na odpowiednich etapach produkcji, identyfikacji i zapisywania każdego przypadku niezgodności, postępowania w przypadku niezgodności i ustalania przyczyn oraz podjęcia działań korygujących. 2. System kontroli – producent ustanawia, dokumentuje i wdraża system ZKP obejmujący procedury, instrukcje, systematyczne kontrole, badania oraz wykorzystanie wyników do kontroli przyrządów, surowców, procesu produkcji i wyrobów gotowych. 3. Nadzór nad dokumentami – określa sposób nadzorowania dokumentów, aby na stanowiskach znajdowały się tylko aktualne egzemplarze. Dotyczy to procedur ZKP, instrukcji, norm itd. 4. Kontrolę procesu produkcji – producent powinien zidentyfikować właściwe części zakładu i procesu produkcji, określić kryteria kontroli elementów procesu produkcji wpływających na zgodność wyrobu.

5. Kontrolę i badania – kontrole i badania obejmują urządzenia produkcyjne, surowce, proces produkcji i wyroby gotowe. Częstotliwość kontroli określa norma PN-EN 13369 i normy przedmiotowe na wyroby. Wyposażenie do badań i pomiarów należy wzorcować i sprawdzać zgodnie z normą PN-EN 13369.

6. Postępowanie z wyrobami niezgodnymi – należy określić sposób postępowania z wyrobem niezgodnym (wyniki badań lub reklamacje). Dokumentowanie postępowania i działania naprawcze.

Opisane cechy systemów stropowych wymagają dalszych uzupełnień, kolejnych analiz, jak również badań, także w szerszym marketingowym ujęciu. Jakkolwiek nawet przedstawione w takiej formie tworzą zestaw kryteriów, jakimi klient może kierować się w procesie analizy własnych potrzeb związanych z rozwiązaniem stropowym. Dzięki temu opracowano mapę potrzeb klienta dokonującego wyboru, a następnie zakupu optymalnego do swoich potrzeb systemu stropowego. Mapa ta została przedstawiona na rysunku 4.6.



Rys. 4.6. Wybór systemu stropowego – mapa potrzeb [32]

Fig. 4.6. Selection a floor system – a map of needs [32]

Ideą opracowania mapy potrzeb była chęć dostarczenia klientowi odpowiedniego narzędzia ułatwiającego podjęcie ostatecznej decyzji zakupowej. Klient, szczególnie ten indywidualny, ma co do zasady bardzo ograniczoną wiedzę na temat systemów stropowych, którą opiera na szczątkowych informacji pozyskanych z Internetu lub nie

ma żadnej wiedzy na ten temat. Z tego względu najczęściej bazuje na opiniach wykonawcy, rzadziej projektanta lub kierownika budowy. Tymczasem to inwestor będzie użytkownikiem stropu, dlatego powinien mieć nie tyle elementarną wiedzę techniczną, co wiedzieć, jakie funkcje, cechy i parametry techniczno-użytkowe są dla niego ważne w procesie wyboru systemu stropowego i jak w trakcie procesu budowlanego przekładają się na takie podstawowe wielkości, jak czas budowy oraz ostateczny koszt danego elementu bądź całego etapu realizacji inwestycji. Dzięki mapie potrzeb (którą wypełnia sam lub przy pomocy doradcy techniczno-handlowego) klient uzyskuje świadomość unikalnych cech produktu (lub jak proponują Lodish, Morgan i Archambeau „unikalnej wartości oferty” [ang. *Unique Value Proposition – UVP*] jako kwintesencji wyjątkowości [42]), co może następnie wykorzystać podczas analizy dostępnych na rynku rozwiązań w trakcie podejmowania decyzji oraz finalizując zakup.

Narzędzie, jakim jest przedstawiona w niniejszym opracowaniu mapa potrzeb, ma pomóc również w usystematyzowaniu wiedzy o systemach stropowych innych uczestników procesu budowlanego lub inwestorów instytucjonalnych. Ich wiedza na ten temat z różnych względów, w tym wykształcenia formalnego lub doświadczenia, jest bardziej zaawansowana.

Przedstawione powyżej potrzeby konsumentów wyznaczają kierunki, w jakich wielotorowo będzie rozwijać się współczesne budownictwo, w tym również charakteryzujący się wieloletnią stagnacją segment systemów stropowych. Zmieniająca się świadomość klienta oraz rosnące oczekiwania w stosunku do produktu stropowego będą siłami kreującymi nowe, innowacyjne rozwiązania. Zmianom podlegać będą nie tylko parametry techniczne, lecz również rynkowe definiowanie produktu.

Według Kotlera [37] produkt to „wszystko co może zostać zaoferowane na rynku w celu zaspokojenia jakiejś potrzeby. Wprowadzane na rynek produkty obejmują między innymi: dobra fizyczne, usługi, przeżycia, wydarzenia, osoby, miejsca, organizacje, informacje oraz idee”. Tak określone pojęcie produktu sprawia, że na rynkową ofertę firm z każdej branży należy patrzeć wielopoziomowo. Ostatecznie, co wymaga podkreślenia, klient postrzega produkt jako zestaw korzyści, zarówno materialnych, jak i niematerialnych, jakie zdobędzie, decydując się na dokonanie zakupu.

Jedną z klasyfikacji podaje, iż produkt składa się z trzech poziomów, które obejmują:

- produkt podstawowy, stanowiący jego istotę (rdzeń), na którą składają się najważniejsze korzyści nabywane przez klienta,

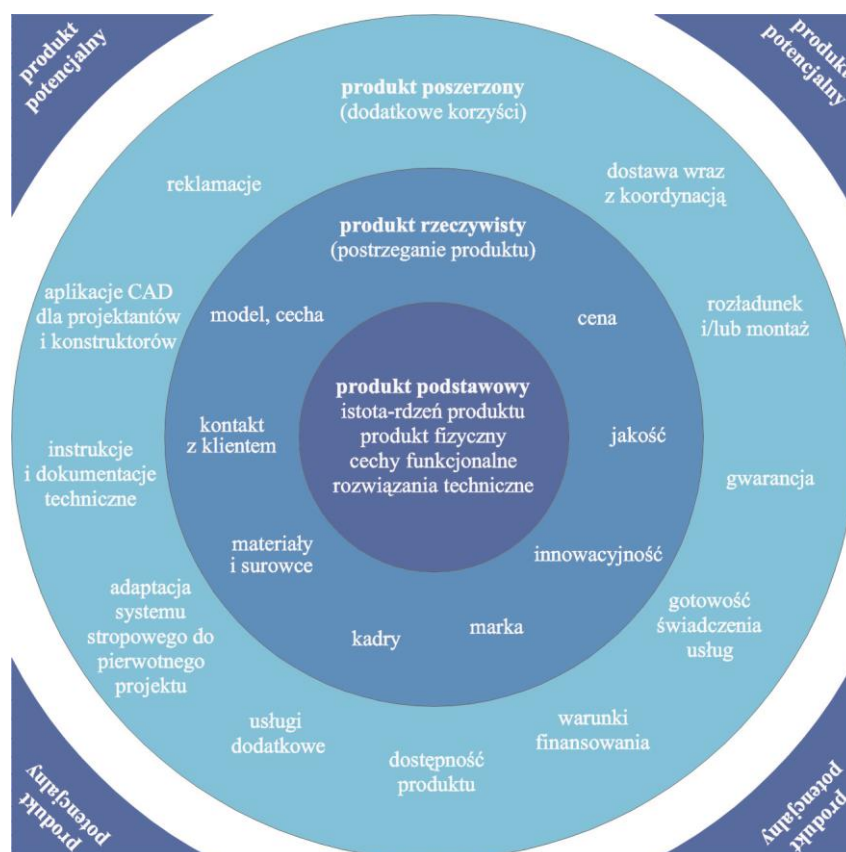
- produkt rzeczywisty, świadczący o sile jego postrzegania przez klientów, a także konkurentów (produkt rzeczywisty wyposażany jest przez firmy w zestaw atrybutów zarówno materialnych, jak i niematerialnych, do których należą m.in.: cena, jakość, marka, sposób obsługi klienta),
- produkt poszerzony, wzbogacony o możliwie szeroki wachlarz dodatkowych korzyści, jakie uzyskać może klient, do których należą np.: serwis, dostępność, dostawa, usługi dodatkowe, przebieg procesu reklamacji, informacje i wsparcie techniczne [11].

Jeżeli przedstawiony powyżej sposób definiowania produktu odniesiemy do systemu stropowego i potraktujemy go jako produkt poszerzony, w efekcie uzyskamy koncepcję produktu budowlanego dojrzałego i dostosowanego do coraz bardziej złożonych potrzeb klientów. Na rysunku 4.7 przedstawiono wielopoziomową strukturę produktu, jakim jest system stropowy.

Poziom pierwszy, podstawowy, obejmuje jego istotę, rdzeń, na który składa się sam produkt fizyczny – system stropowy z jego cechami funkcjonalnymi, parametrami technicznymi oraz generalnym rodzajem (czy jest to strop np. gęstożebrowy, płytowy strunobetonowy).

Kolejny poziom to produkt rzeczywisty, który determinuje jego postrzeganie w otoczeniu rynkowym. W poziomie tym wyróżnimy m.in. takie cechy, jak:

- cena – oznaczająca wartość dla klienta,
- jakość (którą najlepiej zestawiać w odniesieniu do ceny),
- innowacyjność produktu (bezpośrednio przekładającą się na dodatkowe korzyści oferowane klientowi),
- marka (w przypadku rynku systemów stropowych jest to praktyka rzadko stosowana, aby producent zarządzał markami własnymi oferowanych przez siebie rozwiązań),
- kwalifikacje kadry (w tym zarówno w zakresie szeroko rozumianej produkcji, logistyki, jak i wiedzy specjalistycznej niezbędnej w procesie doboru rozwiązania adekwatnego do potrzeb klienta),
- materiały i surowce, z jakich wykonany jest system stropowy,
- kontakt z klientem (w tym cały złożony proces obsługi klienta),
- znak handlowy,
- model produktu i cechy szczególne systemu stropowego (decydujące o unikalności produktu i budujące przewagę konkurencyjną).



Rys. 4.7. System stropowy – struktura produktu [35]

Fig. 4.7. Floor system – product structure [35]

Trzeci poziom stanowi produkt poszerzony, zawierający wszelkie dodatkowe korzyści dostarczane klientowi. Niejednokrotnie korzyści te związane są z integracją wprzód producenta prefabrykatów, który wchodzi w zakres działań dotychczas wykonywanych przez inne podmioty, zwłaszcza w zakresie montażu systemów stropowych oraz usług projektowych.

Na tym poziomie produktu stropowego wyróżnimy:

- dostawę prefabrykatów wraz z niejednokrotnie złożonym procesem koordynacji dostaw (w przypadku obsługi dużych budowli oraz wieloetapowych dostaw),
- rozładunek (właściwie wykonany przyspiesza prace na budowie),
- montaż (kategoria, która rzadko znajduje się w kompetencji producenta, aczkolwiek skorzystanie z niej daje klientowi pełnię gwarancji na system stropowy),
- gwarancję (temat w zasadzie nieporuszany w obsłudze klienta indywidualnego),
- gotowość świadczenia usług,
- warunki finansowe (w relacjach B2B¹⁴ jeden z istotnych składników oferty na system stropowy),

¹⁴ Relacja B2B (ang. business to business) skrót oznaczający transakcje pomiędzy dwoma lub więcej podmiotami gospodarczymi (przedsiębiorstwami).

- dostępność produktu (skorelowana zarówno z mocami produkcyjnymi, jak i zasięgiem oddziaływania danego producenta, a zatem szeroko rozumianą skalą działania i siecią dystrybucji),
- usługi dodatkowe (do których należeć może np. sprzedaż betonu towarowego, dodatkowe usługi projektowe czy wypożyczanie sprzętu budowlanego),
- adaptację systemu stropowego do pierwotnego projektu budowlanego (często zdarza się tak, że projektant założył pewne rozwiązanie stropowe, które z różnych względów jest zmieniane przez inwestora; w takich przypadkach niezbędne jest wprojektowanie w istniejący projekt nowego systemu i akceptacja projektanta, który ma stosowne uprawnienia),
- instrukcje montażu i dokumentacje techniczne (niezbędna dla projektantów i wykonawców wiedza fachowa związana z oferowanymi systemami stropowymi),
- aplikacje CAD (dodatkowe narzędzia wspomagające proces projektowania systemów stropowych),
- reklamacje (podejście systemowe, procedura reklamacyjna jako element procesu obsługi klienta, którego zwieńczeniem jest przeprowadzane systematycznie badanie satysfakcji).

Ostatnim poziomem będzie produkt potencjalny, zawierający wszelkie możliwe ulepszenia i przekształcenia [60], w jakie producent prefabrykatów może wyposażyć swój produkt. W odniesieniu do systemów stropowych istotną rolę odgrywać będą m.in. normy branżowe, aktualne trendy w budownictwie, rosnące oczekiwania ze strony projektantów i wykonawców, brak wykwalifikowanej siły roboczej, dostępne nowe rozwiązania technologiczne, stała presja na obniżanie kosztów stropu przy jednoczesnej redukcji czasu niezbędnego do jego wykonania.

W przypadku stropów na rynku dominują produkty podstawowe o niewielkiej wartości dodanej. Wielopoziomowa struktura produktu stropowego pokazuje możliwe kierunki jego rozwoju i może stanowić inspirację oraz zachętę dla uczestników rynku, aby lepiej wsłuchać się w głos klienta. Strategiczne zarządzanie produktem, a w konsekwencji budowanie trwałej przewagi konkurencyjnej, może stać się remedium na konkurencję cenową i stworzyć możliwości wyróżnienia się na podstawie produktów, które dostarczają klientom najwięcej rzeczywistych korzyści.

5. OBSŁUGA KLIENTA W PROCESIE WYBORU SYSTEMU STROPOWEGO

Rozdział poświęcono współczesnemu marketingowi ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb i obsługi klienta. Oprócz podstawowych informacji zaprezentowano także uczestników procesu budowlanego z uwzględnieniem ich roli i potrzeb. Część rozdziału poświęcono obsłudze klienta w procesie wyboru i zakupu systemu stropowego.

5.1. Potrzeby i obsługa klienta

Główną funkcją, a tym samym celem większości przedsiębiorstw jest sprzedaż produktów lub usług. W złożonym procesie sprzedaży to właśnie obsługa klienta stanowi najważniejszy filar przedsiębiorstwa i ma kluczowe znaczenie w aspekcie pomyślności każdego przedsięwzięcia biznesowego.

W zależności od branży, w jakiej działa przedsiębiorstwo, celów, jakie mu przyświecają oraz typ klientów, możemy powiedzieć, że **obsługa klienta to wszystkie interakcje pomiędzy klientem a dostawcą produktu lub usługi, jakie mają miejsce w momencie sprzedaży i później** [I-32]. Rozwijając tę definicję za doskonałą obsługę klienta odpowiada:

1. Sposób funkcjonowania obsługi w firmie, który zakłada stawianie klienta na pierwszym miejscu w każdym aspekcie działalności.
2. Komunikowanie się z klientem w taki sposób, aby wspólnie osiągnąć porozumienie, zarówno na poziomie racjonalnym (fakty, informacje, działania), jak i emocjonalnym (niewerbalne, emocjonalne aspekty relacji).
3. Traktowanie klienta, jako partnera, co zakłada troskę o jego potrzeby i powodzenie podejmowanych przez niego działań.
4. Sposób budowania kontaktu, który zakłada inwestowanie czasu i działań w to, aby klient czuł satysfakcję wynikającą z rozpoczęcia i trwania relacji z firmą [I-34].

Obsługa klienta to także zespół działań prowadzonych przez przedsiębiorstwo, które mają na celu spełnienie oczekiwań klienta. Na każdym swoim etapie powinna być kompleksowa, profesjonalna oraz efektywna [I-34].

Potrzeba klienta to kluczowy punkt we wszystkich działaniach konsumenta związanych z dokonywaniem zakupów, uruchamia cały proces zakupu. Kiedy klienci decydują się na zakup usługi w celu zaspokojenia potrzeby, przechodzą proces decyzji zakupowych, czyli sekwencje pewnych zachowań, wynikiem których będzie podjęcie działania rynkowego. Według [36] proces zakupowy można podzielić na pięć faz [I-35] – rysunek 5.1.



Rys. 5.1. Proces decyzji zakupowych, opracowanie własne na podstawie [36]

Fig. 5.1. Purchase decision process, own development based on [36]

Pierwszy etap to **zdefiniowanie potrzeb**, czyli uświadomienie potrzeby, odczucie braku czegoś, co wymaga zaspokojenia, wynikające z własnego uświadomienia, uzyskania dodatkowego dochodu i możliwości jego wydatkowania, to także chęć naśladowania pod wpływem reklamy, porady. Drugi etap to **identyfikacja sposobu zaspokojenia potrzeby**, czyli zapoznania się z produktem na podstawie własnego doświadczenia, opinii innych czy działań promocyjnych. Ten element postrzeganego ryzyka jest szczególnie istotny w przypadku usług wymagających wysokich kompetencji, wiedzy oraz wiarygodności, a zatem cech trudnych do oceny przed zakupem i konsumpcją. Rodzi się wówczas pewnego rodzaju niepewność. Postrzeganie ryzyka odzwierciedla oceny klientów dotyczące prawdopodobieństwa negatywnego wyniku. Im gorszy możliwy wynik i im bardziej prawdopodobne, że on nastąpi, tym większe jest postrzeganie ryzyka. Kiedy klienci czują się nieswojo wobec ryzyka, mogą zastosować różne metody, aby je zmniejszyć na etapie przed zakupem [4].

Następnie dochodzi do **oceny alternatyw wyboru**, która obejmuje zdolność zaspokojenia potrzeby czy rozwiązania problemu, porównywanie cech produktów, ceny czy warunków zakupu. Po tym etapie następuje wybór i zakup, rozumiany jako pokonanie oporów i obaw, a tym samym nabranie przekonania co do walorów produktu i korzyści zakupu. Ostatnim etapem całego procesu są wrażenia pozakupowe, czyli ocena użytkowania i gromadzenie doświadczeń, które prowadzą do aprobowania zakupu, wyrażania pochlebnych opinii oraz bądź do niezadowolenia, reklamacji i nieponawiania wadliwego wyboru [I-31].

Współcześni konsumenci coraz pozytywniej postrzegają działania w zakresie zrównoważonego rozwoju i tym samym zostają lojalni wobec danej firmy czy marki. Według nowoczesnego marketingu lojalność klienta buduje się przez satysfakcję. Dlatego też podstawowym działaniem profesjonalnego przedsiębiorcy będzie dążenie do maksymalizowania satysfakcji klienta.

Satysfakcja, czyli to, co potrzebuje klient, zależy od jakości kontaktu w trzech obszarach:

1. Psychologicznym – dotyczy relacji klienta z obsługą. Potrzeby psychologiczne mogą być zaspokojone przez: zrozumienie potrzeb, pozytywne nastawienie oraz indywidualne traktowanie każdej osoby.
2. Merytorycznym – dotyczy szeroko rozumianej wiedzy personelu na temat możliwości działania, procedur, przepisów, jak również możliwości uzyskiwania sprawdzonej, rzetelnej, pewnej informacji.
3. Proceduralnym – dotyczy czasu i jakości załatwienia sprawy. To dbałość o jakość, o jasność i czytelność procedur. Bieżące informowanie klienta o postępach w załatwieniu jego sprawy i łatwość kontaktu [I-34].

Przy budowaniu satysfakcji klienta należy również uwzględnić cztery potrzeby i przyjąć je, jako wartości w planowaniu strategicznym firmy [I-34] – rysunek 5.2.



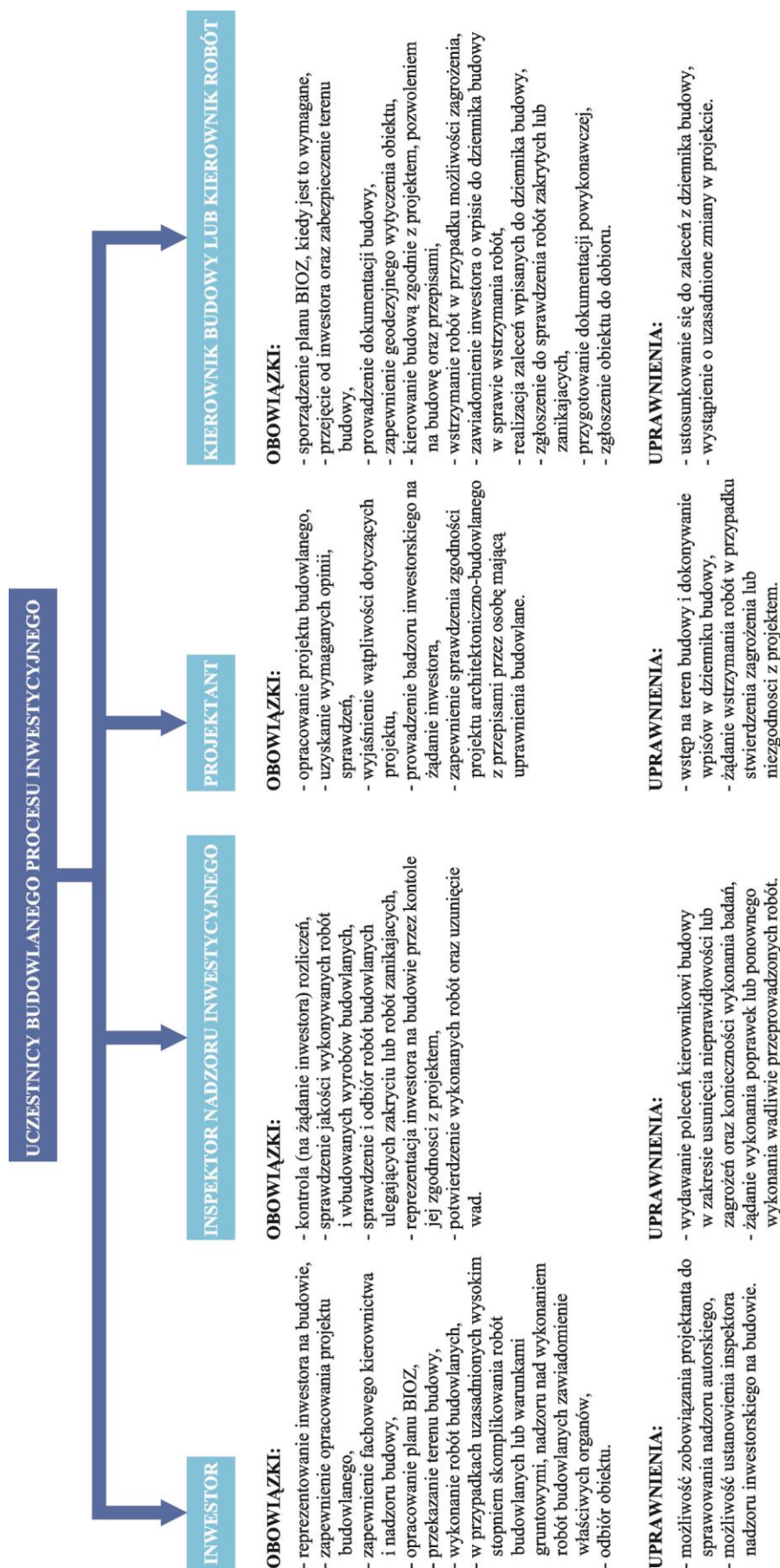
Rys. 5.2. Budowanie satysfakcji klienta – podstawowe wartości przy budowaniu strategii [I-34]

Fig. 5.2. Building customer satisfaction – basic values in building a strategy [I-34]

5.2. Uczestnicy procesu budowlanego

System stropowy jest jednym z najważniejszych elementów konstrukcyjnych budynku. Strop oddziela od siebie kondygnacje i przenosi obciążenie w budynku. Dlatego też od jego wyboru w dużej mierze zależy nie tylko bezpieczeństwo, ale także komfort jego użytkowania. W ustawie z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane [N-25] napisano, że do grona uczestników procesu budowlanego można zaliczyć: **inwestora, inspektora nadzoru inwestorskiego, projektanta oraz kierownika budowy lub kierownika robót**. Pierwszym wymienianym przez ustawę uczestnikiem procesu budowlanego jest inwestor. To on finansuje całe przedsięwzięcie, zatrudnia pozostałych uczestników procesu i wykonawców. Inspektor nadzoru inwestorskiego jest reprezentantem interesów inwestora na budowie. Projektant jest pierwszym z uczestników procesu budowlanego, z którym inwestor będzie współpracował. Natomiast kierownik budowy pełni funkcję nadzoru i koordynacji prac wykonywanych na budowie – rysunek 5.3.

W przypadku systemów stropowych należy pamiętać, że klient zwłaszcza ten indywidualny, niemający wykształcenia budowlanego, a przy tym wykazujący się zazwyczaj stosunkowo małą wiedzą na temat systemów stropowych, najczęściej bazuje jedynie na opiniach wykonawcy lub projektanta, lub kierownika budowy. Tymczasem to właśnie inwestor będzie ostatecznym użytkownikiem stropu, dlatego i on powinien mieć podstawową wiedzę na temat wybranych systemów stropowych. Nie tylko, jeśli chodzi o elementarną wiedzę techniczną, powinien znać najistotniejsze cechy i parametry techniczno-użytkowe, ale też zapoznać się z etapami budowy czy ostatecznym kosztem wykonania stropu, bądź całego etapu realizacji inwestycji. W procesie budowlanym największy wpływ na wybór systemu stropowego ma projektant, który specyfikuje wybrane przez siebie rozwiązanie, jednak może być ono zmienione na dalszym etapie prac budowlanych przez pozostałych uczestników procesu, w tym przez głównego wykonawcę czy inwestora. Zmiany przy wyborze systemu stropowego, w przypadku mieszkalnych obiektów deweloperskich czy budynków przemysłowych lub użyteczności publicznej, w porównaniu z budynkami jednorodinnymi, następują stosunkowo rzadko. Tutaj natomiast zakup, jak również wybór odpowiedniego rozwiązania spada na barki inwestora, który zazwyczaj nie ma odpowiedniej wiedzy i kompetencji. Dla wszystkich uczestników procesu budowlanego wybór odpowiedniego systemu stropowego będzie zadaniem złożonym ze względu na zachodzące na rynku zmiany, do których można zaliczyć, m.in.: zmianę potrzeb, nowe trendy oraz dostępne innowacyjne materiały i technologie [31].



Rys. 5.3. Uczestnicy procesu budowlanego według [N-25]
Fig. 5.3. Participants in the construction process according to [N-25]

5.3. Mapowanie potrzeb w obsłudze klienta

Zastosowanie mapy potrzeb jako podstawowego elementu wstępnego etapu sprzedaży znajduje swoje zastosowanie w różnego rodzaju branżach. Może być pomocne zarówno dla samego inwestora, jak i pracownika – sprzedawcy. Z perspektywy klienta będzie to narzędzie ułatwiające wybór określonego produktu, natomiast dla strony wdrażającej to rozwiązanie może przyczynić się do realizacji strategicznych celów w obszarze handlowym oraz poprawy jakości świadczonych usług [31]. Zaprezentowana poniżej mapa potrzeb została zaprojektowana, jako narzędzie, którego stosowanie ma na celu m.in.:

- zdobycie zaufania klienta,
- nawiązanie głębszych relacji z klientem,
- ukierunkowanie na bezpośrednie doświadczenie klienta w trakcie obsługi,
- indywidualizację oraz usprawnienie procesu obsługi,
- lepsze zrozumienie potrzeb klienta,
- zredukowanie czasu niezbędnego na prezentację złożonej oferty handlowej,
- zmniejszenie dużej różnicy wiedzy w zakresie systemów stropowych pomiędzy pracownikiem działu sprzedaży a klientem,
- unifikację procesu obsługi klienta.

Podczas wyboru stropu ważne jest również określenie, co jest oferowane klientom [M-3]:

1. Doradztwo techniczne – profesjonalna pomoc przy wyborze systemu stropowego.
2. Usługi projektowe – adaptacje projektów, obliczenia, ekspertyzy.
3. Transport na miejsce budowy.
4. Profesjonalny montaż – przez wyspecjalizowane ekipy na terenie całego kraju, redukujący VAT z 23 na 8% za całość usług, w tym cenę prefabrykatu.
5. Dożywotnią gwarancję na strop.

Przez uzupełnienie mapy potrzeb indywidualnie lub przy pomocy doradcy techniczno-handlowego klient uzyskuje pełen obraz unikalnych cech produktu, które może wykorzystać podczas analizy dostępnych na rynku rozwiązań stropowych, w trakcie podejmowania decyzji czy podczas finalizowania zakupu.

5.4. Marketing mix... innowacyjne rozwiązania w marketingu – koncepcja S.A.V.E.

Jak dotąd jedną z najpopularniejszych koncepcji marketingowych była ta opracowana przez Edmunda Jerome'a McCarthy'ego [I-22]. Mowa o kompozycji 4P [I-24], która zakładała podział na najważniejsze segmenty oddziałujące na rynek: **produkt** (ang. product), **cena** (ang. price), **dystrybucja** (ang. place), **promocja** (ang. promotion). Podział ten miał na celu pokazać, że są to najważniejsze filary marketingu i należy na nich skupić wszystkie działania. Ten zabieg pozwalał na skuteczniejszą analizę działań marketingowych przedsiębiorstwa.

Wraz z rozwojem rynku zmieniały się również zasady skutecznego marketingu. Powstała formuła 4C oraz 7P. Jednak nie był to koniec poszukiwań sposobu zwiększającego efektywność działań marketingowych. W ostatnim czasie pojawiła się idea zaproponowana przez Eduardo Conrado [I-23], dyrektora ds. strategii i innowacji w ogólnosiwiatowej firmie Motorola Solutions. Według niego warto zamienić znaną dotychczas koncepcję 4P na kompozycję **S.A.V.E.**, czyli **rozwiązanie** (ang. solution), **dostęp** (ang. access), **wartość** (ang. value), **edukacja** (ang. education).

Dlaczego rozwiązanie jest ważniejsze od produktu?

Kiedy szukamy produktu idealnego, znaczenie mają dla nas parametry, cena, dane techniczne, wygląd i wiele innych cech. Według kompozycji 4P prezentowanie cech produktu powinno być kluczowe w strategii marketingowej. Taka prezentacja jest potrzebna, ale może sprawiać wrażenie nudnej i niewyróżniającej się spośród wielu innych, podobnych. Same rozwiązania technologiczne nie udowodnią tego, że jeden produkt jest lepszy od drugiego. Według Eduardo Conrado to nie specyfikacja jest ważna, lecz rozwiązania, jakie daje klientowi reklamowany produkt. Przedstawienie problemów klienta oraz zaproponowanie ich rozwiązania sprawi, że odbiorca poczuje się lepiej zrozumiany. Prezentowany produkt nie będzie przez niego kojarzony z często niezrozumiałymi danymi technicznymi, ale z rozwiązaniem wielu zmartwień.

Zakupy w XXI wieku

Od kilku lat sukcesywnie rośnie internetowy kanał sprzedaży. Codzienny dostęp do Internetu jest zupełnie naturalny, dlatego możemy korzystać z zalet e-commerce w dowolnym czasie [I-10]. Miejsce sprzedaży nie odgrywa już tak dużej roli jak

kiedyś. Istotne jest to, co możemy otrzymać od marki w danej chwili oraz jej działanie na różnych kanałach, nie tylko w przypadku promocji produktu. Zaangażowanie firmy w komunikację z klientem daje poczucie, że firma jest dostępna i otwarta dla swoich odbiorców w dowolnym czasie. W tym przypadku miejsce dystrybucji (ang. place) zostaje zastąpione przez dostęp (ang. access).

Cena, a wartość produktu

Przy wyborze produktu kluczową rolę odgrywa cena. W dobie Internetu, każdy bez problemu znajdzie sklep, w którym dany produkt kupi za najlepszą cenę. Są jednak produkty, które dla części klientów wydają się być za drogie. Wtedy, zamiast zdecydować się na oryginalny produkt, klienci często szukają tańszych odpowiedników. Naturalnie wydawać by się mogło, że dana firma powinna obniżyć cenę oferowanego produktu. Kompozycja S.A.V.E. zakłada jednak, że to nie cena powinna przykuwać uwagę klienta, a wartość oferowanego produktu. W ten sposób firma pokazuje korzyści płynące z użytkowania produktów swojej marki, co w przeciwieństwie do obniżania cen pozytywnie wpływa na jej rozwój.

Edukacja zamiast promocji

W dobie szeroko dostępnej technologii odejście od tradycyjnych form promocji również może okazać się dobrym pomysłem. Edukowanie, czyli dostarczanie obecnym i potencjalnym klientom informacji, które będą trafiały w ich zainteresowania, sprawia, że marka będzie rozpoznawalna, nawet przed dokonaniem zakupu. Budowanie więzi z odbiorcami i pomoc w rozwiązywaniu ich problemów wpłynie pozytywnie na relację marka – klient. Taki zabieg stworzy poczucie zaufania i jeszcze lepszej znajomości marki.

Nowa koncepcja S.A.V.E. może okazać się dużo bardziej efektywna niż poprzednia – 4P. Informowanie o tym, jak produkt ułatwia zaspokajanie potrzeb, wskazywanie jego dostępności i wartości oraz edukowanie potencjalnych i obecnych klientów mogą okazać się skutecznym rozwiązaniem.

6. BADANIA I ANALIZA RYNKU ŻELBETOWYCH SYSTEMÓW STROPOWYCH W POLSCE

Obraz rynku materiałów budowlanych w tym także systemów stropowych zmienia się dynamicznie. Nowe trendy, nowe technologie, problemy z dostępnością siły roboczej, a także zmiany o charakterze społeczno-ekonomicznym stanowią wyzwanie nie tylko dla uczestników procesu budowlanego, ale całej branży. Aby sprostać potrzebom rynku, niezbędne jest skupienie uwagi na potrzebach klientów i dostosowywanie do nich swojej oferty. W niniejszym rozdziale przeprowadzono autorskie badania rynku systemów stropowych w Polsce na przestrzeni ostatnich kilku lat. Opracowano własny system ankiet, które dotarły do środowiska w ramach codziennej praktyki oraz targów i konferencji branżowych.

6.1. Założenia metodologiczne

Prezentowane w niniejszej monografii badanie zostało przeprowadzone w ramach autorskiego projektu „Systemy stropowe w Polsce” w okresie styczeń 2019 – październik 2020 i na przestrzeni ostatnich lat jest drugim tego typu badaniem¹⁵ [30, 33]. Podstawowym narzędziem badawczym był kwestionariusz ankietowy składający się z trzech złożonych pytań, obejmujących: czynniki o charakterze techniczno-ekonomicznym związane z doborem/wyborem systemu stropowego, kryteria techniczne istotne w procesie wyboru systemu stropowego, popularność wybranych systemów stropowych. Kwestionariusz został skierowany do czterech głównych grup odbiorców/decydentów: projektantów (konstruktorów), wykonawców, dystrybutorów oraz inwestorów. Uzyskano 976 wypełnionych ankiet, a najliczniejszą grupę

¹⁵ Pierwsze badanie zostało przeprowadzone w ramach projektu „Polski rynek systemów stropowych” w okresie wrzesień 2015–luty 2016 roku. Ankiety rozpowszechniono za pomocą poczty tradycyjnej oraz elektronicznej, a także podczas różnego rodzaju spotkań branżowych np. Targów Budma 2016, szkoleń organizowanych przez firmę ARCHMEDIA Grażyna Gałka, XXXI Ogólnopolskich Warsztatów Pracy Projektanta Konstrukcji w Szczyrku itp. Patronat medialny nad badaniem objęła redakcja magazynu „Inżynier Budownictwa”. Ankieta w wersji elektronicznej była dostępna na stronie internetowej www.inzynierbudownictwa.pl.

respondentów, wynoszącą 79,1% ogółu badanych (772 respondentów), stanowili projektanci/konstruktorzy. Formularz ankiety pokazano na rysunku 6.1.



**Wielkopolska Wyższa Szkoła Społeczno-Ekonomiczna
w Środzie Wielkopolskiej**

Wydział Ekonomiczny Wielkopolskiej Wyższej Szkoły Społeczno-Ekonomicznej w Środzie Wlkp.
oraz portal **STROPY.PL** zapraszają do wzięcia udziału w kolejnej edycji badania:

„Rynek systemów stropowych w Polsce - 2019”

Jestem ... (prosimy o zaznaczenie właściwej grupy ankietowanych respondentów):

☐ **PROJEKTANTEM**
 ☐ **WYKONAWCĄ**
 ☐ **INWESTOREM**
 ☐ **DYSTRYBUTOREM**

1. Jakimi kryteriami o charakterze techniczno-ekonomicznym kieruje się Pani/Pan przy doborze/wyborze systemu stropowego? Można zaznaczyć dowolną ilość podanych kryteriów

☐ Parametrami konstrukcyjnymi ☐ Szybkością montażu/wykonania ☐ Kosztem ostatecznym wykonania stropu ☐ Kosztem prefabrykatu (ewentualnym – jeżeli występuje)	☐ Niższymi kosztami pracy (poprzez eliminację części prac dzięki zastosowaniu innych technologii) ☐ Łatwością wykonania ☐ Zgodnością z Eurokodami ☐ Możliwością redukcji błędów na budowie (poprzez stosowanie produktów zestandaryzowanych, typowych)
--	---

2. Które z wymienionych czynników mają dla Pani/Pana znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego? Można zaznaczyć dowolną ilość czynników

☐ Dźwiękoizolacyjność ☐ Termoizolacyjność ☐ Wykończenie powierzchni dolnej stropu	☐ Ochrona zdrowia ☐ Ekologia ☐ Inne (jakie)
--	--

3. Jak często stosuje Pani/Pan podane poniżej systemy stropowe? Prosimy o określenie stopnia popularności na skali (1 – bardzo często; 2 – często; 3 – niezbyt często; 4 – rzadko; 5 – bardzo rzadko)

Strop gęstożebrowy Teriva 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Strop gęstożebrowy ceramiczny 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Strop gęstożebrowy na belce sprężonej (np. Master, Rector, Murotherm) 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	
Strop monolityczny 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Strop typu Filigran 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Stropy panelowe (SMART, VECTOR, TERIVA PANEL) 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	
Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych typu „S” 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych strunobetonowych (sprężonych) 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Strop drewniany 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐	Strop stalowy 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐
Inny strop (jaki?)	1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

METRYCZKA

Imię i nazwisko:	Adres:
e-mail:	Tel.:

Dziękujemy za wypełnienie ankiety. Zapraszamy na **STROPY.PL**

„Wyrażam zgodę na przesyłanie informacji handlowej przez KONBET Poznań Sp. z o.o., Sp. k oraz Fabryka Stropów Sp. z o.o. za pomocą środków komunikacji elektronicznej w rozumieniu Ustawy o świadczeniu usług drogą elektroniczną z dnia 18 lipca 2002 r. (Dz. U. z 2002 r. Nr 144, poz. 1204)”

KONBET
POZNAŃ

FABRYKA
STROPÓW

STROPY.PL

Rys. 6.1. Formularz ankiety użyty w badaniach rynku

Fig. 6.1. The survey form used in market research

Każdy uczestnik rynku przed wypełnianiem merytorycznej części ankiety określał swoją rolę w procesie budowlanym, zaznaczając pole: projektant, wykonawca, inwestor lub dystrybutor. W dalszej części ankiety podzielono tematycznie na trzy sekcje. W pierwszej sekcji uczestnik badania określał, jakimi kryteriami kierował się przy wyborze systemu stropowego. W drugiej wskazywał, jakie czynniki miały decydujące znaczenie (techniczne, wykonawcze, ekologiczne i zdrowotne). W ostatniej sekcji uczestnik określał częstość wyboru różnych systemów stropowych, stosując skalę 1 – 5 pkt.

6.2. Cel badania oraz hipotezy badawcze

Celem niniejszego badania było dokonanie próby diagnozy polskiego rynku wybranych systemowych rozwiązań stropowych, ze szczególnym uwzględnieniem postrzegania określonych systemów oraz kryteriów wyboru, jakimi kierują się różne grupy osób uczestniczące w procesie projektowania oraz w decyzjach zakupowych.

W projekcie badawczym zostały postawione następujące główne hipotezy podzielone na trzy grupy:

Hipotezy o charakterze ekonomicznym:

- ostateczny koszt nie jest podstawowym parametrem decydującym o wyborze systemu stropowego.
- Niższe koszty pracy, dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii mają istotny wpływ na decyzje o zastosowaniu danego systemu stropowego.

Hipotezy o charakterze technicznym i ekologicznym:

- łatwość i szybkość montażu systemu stropowego to istotne elementy w procesie wyboru systemu stropowego.
- Dźwiękoizolacyjność należy do podstawowych kryteriów technicznych mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego.
- Kryteria związane z ekologią oraz ochroną zdrowia, z uwagi na niską świadomość w odniesieniu do produktów stropowych, mają niewielkie znaczenie w procesie ich wyboru.

Hipotezy o charakterze konstrukcyjnym:

- na polskim rynku do najczęściej stosowanych systemów stropowych należą stropy monolityczne oraz gęstożebrowe, belkowo-pustakowe typu Teriva.
- Stropy gęstożebrowe inne niż Teriva są stosowane marginalnie.
- Stropy ze sprężonych płyt kanałowych cieszą się stosunkowo niewielką popularnością.
- Stropy panelowe jako nowość na rynku nie są jeszcze powszechnie stosowane.

6.3. Wyniki badań

6.3.1. Popularność systemów stropowych

W przeprowadzonych badaniach dużo miejsca poświęcono analizie popularności poszczególnych typów systemów stropowych, a otrzymane rezultaty zostały przedstawione w pięciu generalnych kategoriach stropów wybieranych: bardzo często, często, niezbyt często, rzadko i bardzo rzadko.

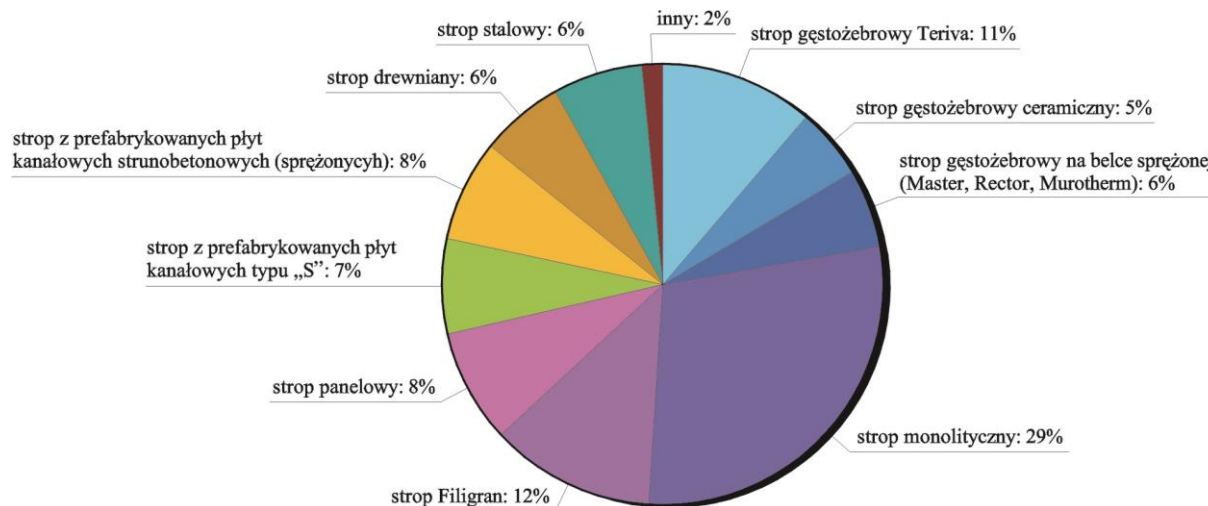
Zgodnie z pierwotną chronologią jako pierwsza rozpatrywana była kategoria stropów wybieranych „bardzo często”. Najpopularniejszym systemem stropowym był (według badanych) strop monolityczny 29% wskazań (43% w poprzedniej edycji badania [30]). Kolejne miejsca zajęły stropy typu Filigran - 12% głosów respondentów (13% w poprzedniej edycji badania) oraz stropy gęstożebrowe typu Teriva – 11% (spadek o 10% w porównaniu z poprzednim badaniem). Łącznie stropy gęstożebrowe uzyskały 22% wskazań (28% w poprzednim badaniu). Jeżeli spojrzymy na popularność każdego z systemów oddzielnie, to zdecydowanie najpopularniejszym rozwiązaniem były stropy Teriva, jednak ich popularność znacznie zmalała w porównaniu z poprzednią edycją badania. 5% wskazań uzyskał strop gęstożebrowy ceramiczny i 6% – strop gęstożebrowy na belce sprężonej. Szczegółowe dane pokazujące wyniki badań popularności systemów stropowych w kategorii systemów wybieranych „bardzo często” przedstawiono na rysunku 6.2.

Słabnąca popularność stropów monolitycznych oraz stropów gęstożebrowych typu Teriva podyktowana była przede wszystkim dużą: pracochłonnością, materiałochłonnością oraz wysokim ostatecznym kosztem wykonania. Tak wyraźna przez lata dominacja rozwiązań technologicznie przestarzałych spowodowana była wieloma czynnikami, do których zaliczyć można m.in.:

- siłę przyzwyczajęń i nawyków,
- brak chęci do „eksperymentowania”,
- niewiedzę na temat innych systemów stropowych,
- dużą podaż stropów gęstożebrowych (według szacunków autorów w Polsce aktywnie działa kilkuset producentów stropów typu Teriva) zarówno w dystrybucji bezpośredniej, jak i w handlu hurtowym.

Jak pokazały badania, na przestrzeni pięciu lat rynek systemów stropowych znacznie się zmienił, powodów tego typu transformacji jest wiele i powinno to stanowić kierunek dalszych badań. Analizując uzyskane odpowiedzi, wskazać należy

jednak na kilka trendów, w tym m.in.: rosnące koszty materiałów budowlanych i robocizny, brak wykwalifikowanych specjalistów głównie w zakresie wykonawstwa, wysokie wymagania techniczne (np. dźwiękoizolacyjność), skracanie okresów realizacji prac budowlanych, podyktowane czynnikami zasobowymi. Z tego względu na kolejnych miejscach znalazły się (uzyskując taką samą liczbę wskazań, 8%): stropy ze sprężonych płyt kanałowych oraz nowa kategoria w tej edycji badania, tj. stropy panelowe. Zastosowanie tych odmiennych stropów umożliwiło skrócenie czasu budowy, a także uzyskanie wyższych nośności i rozpiętości przy stosunkowo niewielkiej grubości stropu. Ponadto, dzięki eliminacji wielu prac dodatkowych, systemy te były i są jednymi z najtańszych rozwiązań stropowych na rynku.



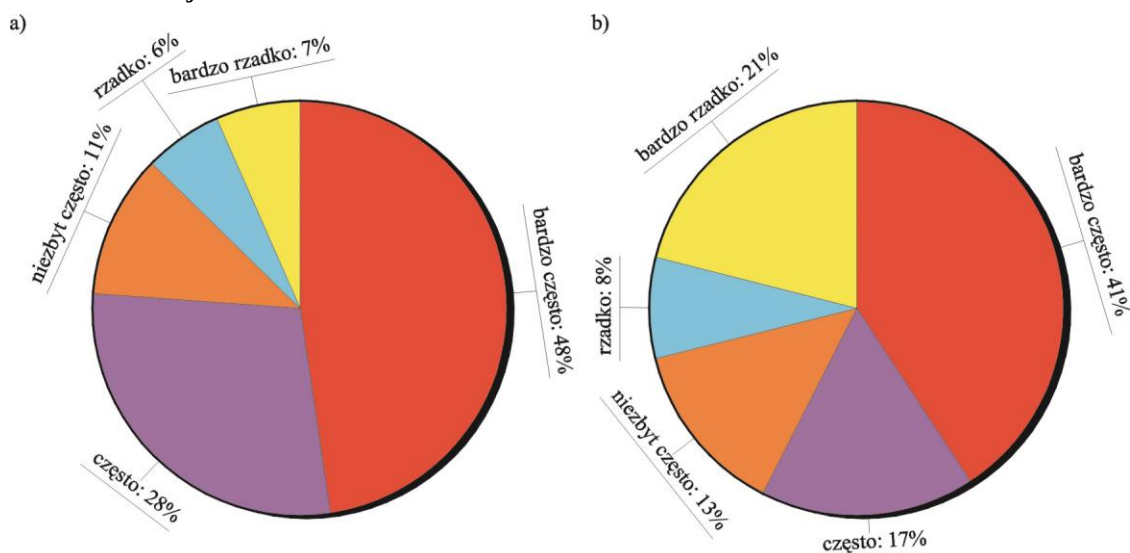
Rys. 6.2. Popularność systemów stropowych – systemy wybierane „bardzo często” w latach 2019-2020

Fig. 6.2. Popularity of floor systems - systems chosen „very often” in the years 2019-2020

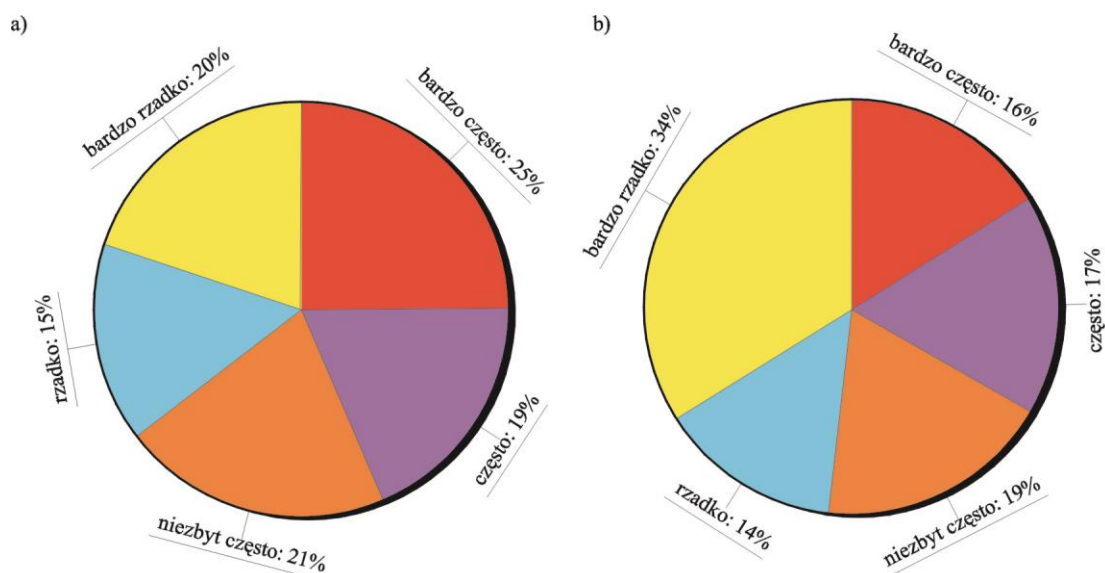
Wśród wybieranych stropów „bardzo często” wciąż najpopularniejszym rozwiązaniem był strop monolityczny; zaznaczył go 29% respondentów (43% w poprzednim badaniu). Szczegóły przedstawiono na rysunku 6.3. Mimo że w dalszym ciągu plasował się na pierwszym miejscu, to w porównaniu z badaniem z lat 2015-2016 znacznie zmniejszyło się zainteresowanie tego typu rozwiązaniem. Częściej niż w poprzednim badaniu, aż 21% respondentów zaznaczało opcję „bardzo rzadko” (w poprzednim badaniu 7%).

Strop gęstożebrowy Teriva również okazał się rzadziej wybieranym rozwiązaniem w stosunku do poprzedniego badania – 11% (poprzednio 21%), mimo to liczba respondentów wybierających te stropy „bardzo często” zwiększyła się w stosunku do poprzedniego badania (16% do 25%). Zmniejszyła się liczba osób wybierających te stropy „bardzo rzadko” (z 34% do 20%). Warto zwrócić uwagę na rosnącą popularność stropów gęstożebrowych na belce sprężonej (np. Master, Rector), które

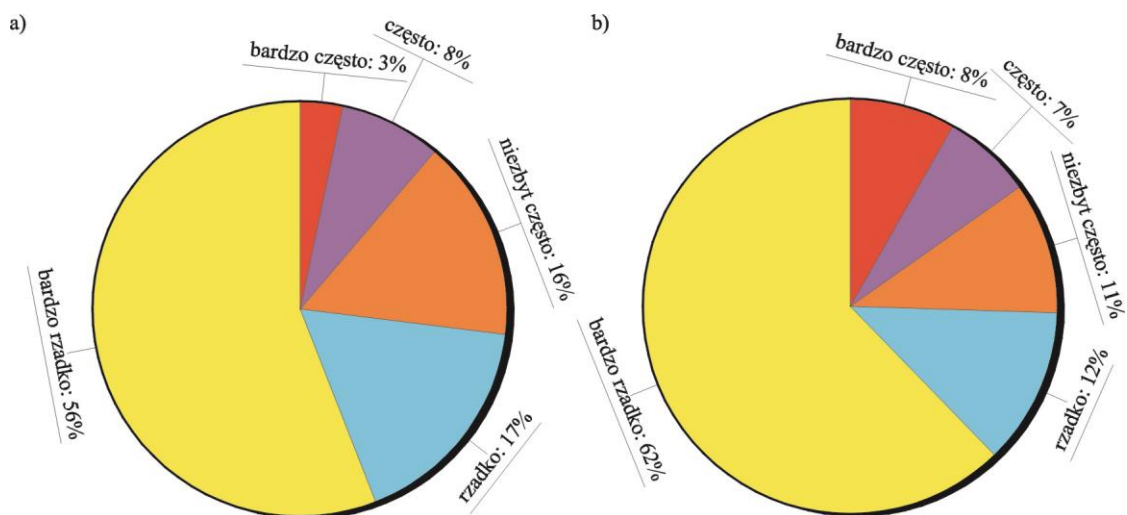
osiągnęły 6% w porównaniu z 2% w latach 2015-2016. Liczba respondentów wybierających ten strop „bardzo często” wzrosła z 3% do 8%, jednocześnie nieznacznie zwiększyło się grono osób wybierających ten strop „bardzo rzadko” (z 56% do 62%). Na rysunkach 6.3 – 6.5 przedstawiono popularność poszczególnych stropów, w tym systemów: monolitycznego, gęstożebrowego belkowo-pustakowego na belce typu Teriva, gęstożebrowego belkowo-pustakowych na belce strunobetonowej w latach 2015-2016 oraz 2019-2020.



Rys. 6.3. Popularność stropów monolitycznych: a) w latach 2015-2016, b) w latach 2019-2020
Fig. 6.3. Popularity of monolithic floor: a) in 2015-2016, b) in 2019-2020



Rys. 6.4. Popularność stropów gęstożebrowych Teriva: a) w latach 2015-2016, b) w latach 2019-2020
Fig. 6.4. The popularity of Teriva beam and block floor: a) in 2015-2016, b) in 2019-2020



Rys. 6.5. Popularność stropów belkowo-pustakowych na belce strunobetonowej: a) w latach 2015-2016, b) w latach 2019-2020

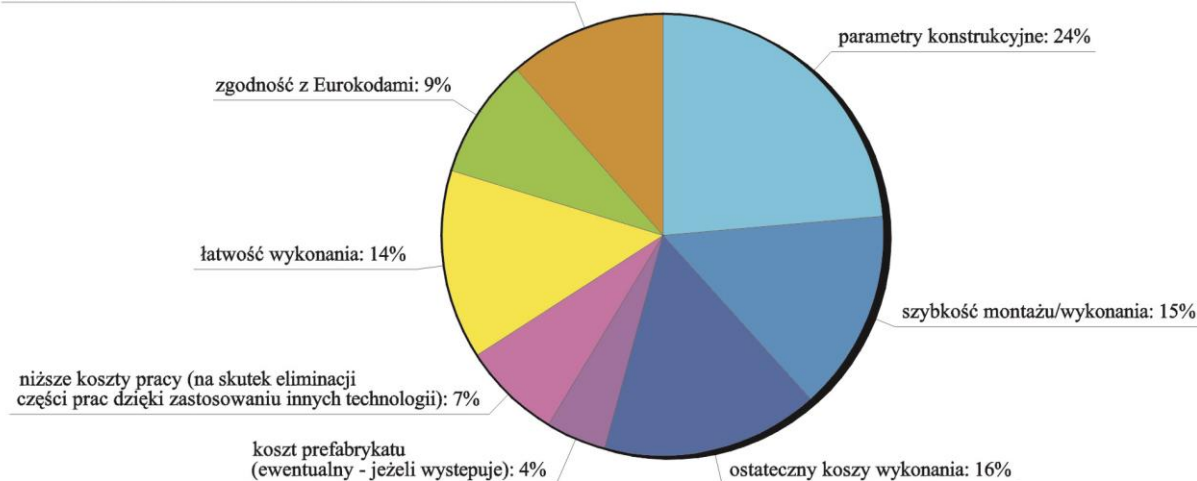
Fig. 6.5. The popularity of beam-and-hollow floor on a prestressed concrete beam: a) in 2015-2016, b) in 2019-2020

6.3.2. Wybór systemu stropowego w aspekcie kryteriów o charakterze techniczno-ekonomicznym

Prezentowane w dalszej części dane bazują na wszystkich otrzymanych odpowiedziach. Jeśli chodzi o czynniki o charakterze techniczno-ekonomicznym, najwięcej respondentów zwróciło uwagę na parametry konstrukcyjne – 24% (bez zmian w stosunku do poprzedniej edycji badania [30]). Respondenci zwrócili także uwagę na ostateczny koszt wykonania stropu – 17% (poprzednio 16%), szybkość montażu (wykonania) konstrukcji – 16% (15% w poprzednim badaniu) i łatwość wykonania – 15% (poprzednio 14%). Na uwagę zasługuje fakt, iż znacząco zmniejszyła się liczba odpowiedzi dotyczących możliwości redukcji błędów na budowie (przez stosowanie produktów zestandaryzowanych, typowych) z 11% na 8% (rys. 6.6).

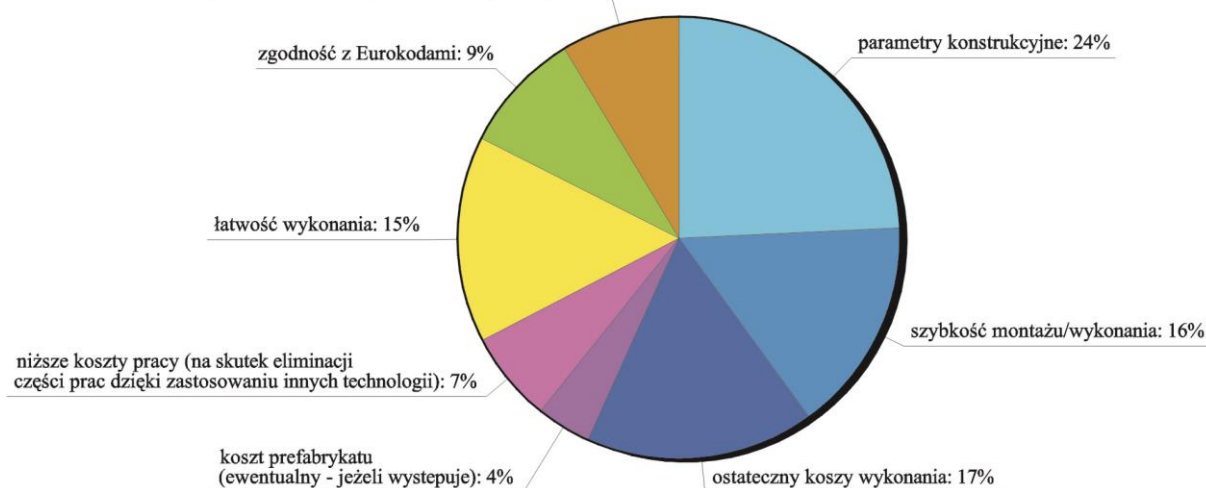
a)

możliwość redukcji błędów na budowie
(dzięki stosowaniu produktów zestandaryzowanych, typowych): 11%



b)

możliwość redukcji błędów na budowie
(dzięki stosowaniu produktów zestandaryzowanych, typowych): 8%



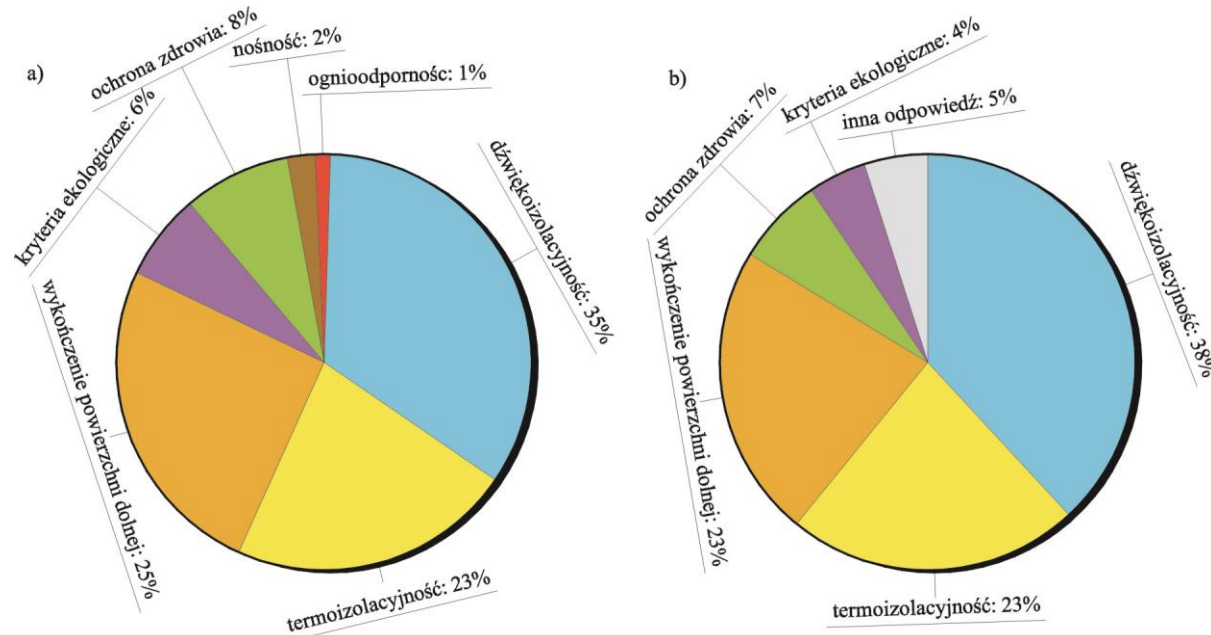
Rys. 6.6. Czynniki o charakterze techniczno-ekonomicznym: a) w latach 2015-2016, b) w latach – 2019-2020

Fig. 6.6. Technical and economic factors: a) in 2015-2016, b) in 2019-2020

6.3.3. Wybór systemu stropowego pod kątem kryteriów technicznych

Wśród kryteriów technicznych, istotnych w procesie wyboru systemu stropowego, najczęściej wskazywanymi przez respondentów kategoriami były: dźwiękoizolacyjność 38% (35% w poprzednim badaniu), termoizolacyjność 23% (bez zmian w stosunku do poprzedniego badania) i wykończenie powierzchni dolnej stropu 23% (poprzednio 25%). W dalszej kolejności respondenci zwracali uwagę na inne odpowiedzi, takie jak: ochrona zdrowia, ekologia, nośność czy rozpiętość. Powyższe badanie wskazuje zatem utrzymanie się trendu w stosunku do badania z lat 2015–2016. Warto zauważyć, że

wśród odpowiedzi własnych respondentów (niewymienionych w ankiecie) najczęściej pojawiały się: koszt, nośność i rozpiętość (rys. 6.7).



Rys. 6.7. Kryteria techniczne mające znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego: a) w latach 2015-2016, b) w latach 2019-2020

Fig. 6.7. Technical criteria relevant in the process of selecting the floor system: a) in 2015-2016, b) in 2019-2020

6.4. Analiza otrzymanych wyników

Analizy statystyczne uzyskanych wyników przeprowadzono przy użyciu programu IBM SPSS Statistics 26.0. W celu ustalenia różnic w częstości odpowiedzi w ramach jednego pytania, przeprowadzono analizę testem χ^2 zgodności [6] zmiennych nominalnych bądź test Friedmana [20] danych porządkowych. W celu porównania częstości odpowiedzi w podgrupach, przeprowadzono analizę testem χ^2 niezależności [29] zmiennych nominalnych oraz testem H Kruskala-Wallisa [38, 39] zmiennych porządkowych. Jako poziom istotności we wszystkich analizach przyjęto $\alpha = 0,05$.

6.4.1. Kryteria o charakterze techniczno-ekonomicznym

W celu ustalenia czy któreś z wyróżnionych kryteriów o charakterze techniczno-ekonomicznym doboru/wyboru systemu stropowego były ważniejsze w badanej próbie, przeprowadzono analizę testem χ^2 zgodności. Wykazała ona istotne różnice w wyborze porównywanych kryteriów, $\chi^2(7) = 783,12$; $p < 0,001$. Na podstawie

wartości reszt standaryzowanych porównano częstości wyboru poszczególnych kryteriów. Parametry konstrukcyjne były najczęściej wybieranym kryterium, istotnie częściej niż pozostałe kryteria – wskazało na nie blisko 80% badanych. Drugim co do ważności kryterium okazały się na równi: szybkość montażu/wykonania, koszt ostateczny wykonania stropu oraz łatwość wykonania – blisko połowa badanych wskazała te kryteria.

Do najrzadziej wskazywanego kryterium zaliczono koszt prefabrykatu – jedynie 12,8% badanych wybrało to kryterium jako istotne przy wyborze systemu stropowego. Szczegółowy rozkład częstości wyboru poszczególnych kryteriów zaprezentowano w tablicy 6.1.

Tablica 6.1

Analiza częstości wraz z resztami standaryzowanymi dla częstości wyboru kryteriów doboru/wyboru systemu stropowego w badanej próbie ($N = 976$)

Kryterium wyboru	Odpowiedzi		% obserwacji	Reszty standaryzowane*
	N	%		
Parametry konstrukcyjne	769	24,2	78,8	+18,66
Szybkość montażu/wykonania	500	15,7	51,2	+5,16
Koszt ostateczny wykonania stropu	535	16,8	54,8	+6,92
Koszt prefabrykatu (jeżeli występuje)	125	3,9	12,8	-13,66
Niższe koszty pracy (przez eliminację części prac dzięki zastosowaniu innych technologii)	213	6,7	21,8	-9,24
Łatwość wykonania	479	15,1	49,1	+4,11
Zgodność z Eurokodami	284	8,9	29,1	-5,68
Możliwość redukcji błędów na budowie (przez stosowanie produktów zestandaryzowanych, typowych)	272	8,6	27,9	-6,28
Ogółem	3177	100,0	325,5	
* – obliczono jako różnice, między wartością obserwowaną z próby i przewidywaną modelu podzieloną przez pierwiastek kwadratowy z wartości przewidywanej modelu z następującej zależności $(x - x_p) / \sqrt{x_p}$.				

6.4.2. Kryteria mające znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego

Chcąc ustalić, czy częstość wyboru czynników mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego różni się w zależności od czynnika, przeprowadzono analizę testem χ^2 zgodności. Wykazała ona istotne różnice w wyborze poszczególnych czynników, $\chi^2(7) = 783,12$; $p < 0,001$. Najczęściej i istotnie częściej niż pozostałe

wskazywano dźwiękoizolacyjność – na ten czynnik wskazało ponad 80% badanych w próbie. Na drugim miejscu znalazły się dwa czynniki – termoizolacyjność oraz wykończenie powierzchni dolnej – te kryteria były wskazywane przez blisko połowę badanych. Na ostatnim miejscu znalazła się ekologia – czynnik ten był istotny jedynie dla niespełna 10% badanych. W tablicy 6.2 zamieszczono szczegółowy rozkład odpowiedzi.

Tablica 6.2

Analiza częstości wraz z resztami standaryzowanymi dla częstości wyboru czynników mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego w badanej próbie ($N = 976$)

Czynnik mający znaczenie	Odpowiedzi		% obserwacji	Reszty standaryzowane *
	N	%		
Dźwiękoizolacyjność	773	40,1	82,1	19,73
Termoizolacyjność	459	23,8	48,8	3,74
Wykończenie powierzchni dolnej stropu	465	24,1	49,4	4,04
Ochrona zdrowia	138	7,2	14,7	-12,61
Ekologia	93	4,8	9,9	-14,9
Ogółem	1928	100	204,9	
* – patrz tablica 6.1.				

6.4.3. Częstość stosowania systemów stropowych

Za pomocą testu Friedmana porównano ze sobą odpowiedzi dotyczące częstości stosowania poszczególnych systemów stropowych. Analiza wykazała istotne różnice w odpowiedziach w badanej próbie, $\chi^2(10) = 1762,60$; $p < 0,001$. Chcąc ustalić, między którymi odpowiedziami wystąpiły istotne różnice, przeprowadzono analizę *post hoc* testem Dunn [19] z korektą poziomu istotności Bonferroniego [1]. Analiza wykazała, że strop monolityczny był wykorzystywany istotnie częściej niż wszystkie pozostałe analizowane stropy. Strop gęstożebrowy Teriva oraz strop typu Filigran były wykorzystywane istotnie częściej niż pozostałe stropy, ale rzadziej niż strop monolityczny. Na kolejnym miejscu znalazły się stropy z prefabrykowanych płyt kanałowych strunobetonowych oraz typu „S” i były one istotnie częściej stosowane niż stropy gęstożebrowe ceramiczne, na belce sprężonej, stalowe i inne. Strop drewniany był stosowany częściej niż strop panelowy, gęstożebrowy na belce sprężonej oraz inne. Najrzadziej były używane innego rodzaju stropy, które nie były wymienione w ankiecie i były one stosowane istotnie rzadziej niż wszystkie pozostałe. Szczegółowe wyniki zaprezentowano w tablicy 6.3 i na rysunku 6.8.

Tablica 6.3

Statystyki opisowe wraz z testem Friedmana dla porównania częstości stosowania poszczególnych rodzajów stropów w badanej próbie ($N = 976$)

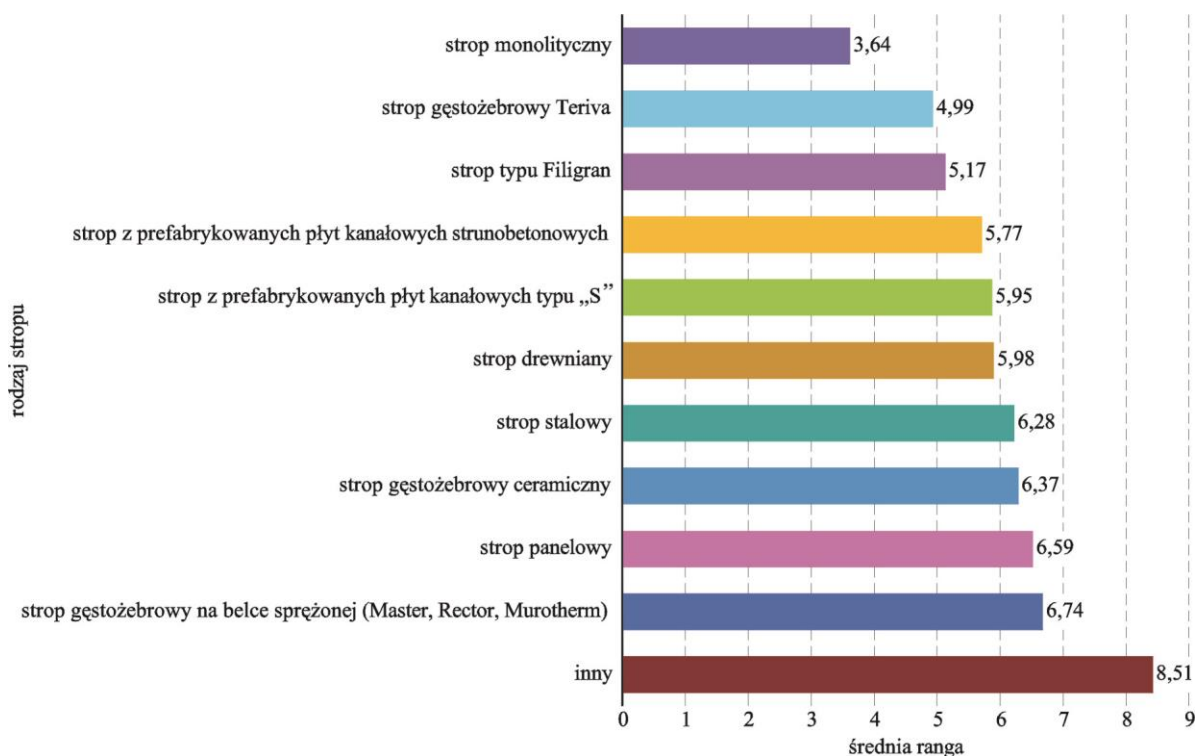
Lp.	Typ stropu	Średnia ranga ^a	Me	Q1	Q3	Post hoc ^b
1	Strop gęstożebrowy Teriva	4,99	3	2	5	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11
2	Strop gęstożebrowy ceramiczny	6,37	5	3	5	11
3	Strop gęstożebrowy na belce sprężonej (np. Master, Rector, Murotherm)	6,74	5	3	5	11
4	Strop monolityczny	3,64	2	1	4	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
5	Strop typu Filigran	5,17	3	2	5	2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11
6	Strop panelowy	6,59	5	3	5	11
7	Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych typu „S”	5,95	4	3	5	2, 3, 6, 10, 11
8	Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych strunobetonowych (sprężonych)	5,77	4	3	5	2, 3, 6, 10, 11
9	Strop drewniany	5,98	4	3	5	3, 6, 11
10	Strop stalowy	6,28	5	3	5	11
11	Inny	8,51	5	5	5	

Adnotacja Me – mediana; Q1 – kwartył 1; Q3 – kwartył 3;

^a – rangi zostały ustalone według statystyki Friedmana z następującej zależności [62]:

$$t_i = \sum_{j=1}^n r_{i,j}, \quad FR = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{i=1}^k \left\{ t_i - \frac{1}{2}n(k+1) \right\}^2, \quad \text{gdzie: } k - \text{liczba próbek},$$

^b – różnice między częstością stosowania danego stropu w wierszu a wyszczególnionymi stropami (podanymi numerami stropów) istotne na poziomie $p < 0,05$.



Rys. 6.8. Częstość stosowania poszczególnych rodzajów stropów w kolejności od najczęściej do najrzadziej stosowanych

Fig. 6.8. The frequency of using particular types of floors in the order from the most frequently used to the least frequently used

6.4.4. Kryteria techniczno-ekonomiczne w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego)

W celu ustalenia czy, istnieje związek pomiędzy wyborem kryterium a przynależnością do grupy (inwestor, projektant, wykonawca) przeprowadzono analizę testem χ^2 niezależności. Z analiz wykluczono dystrybutorów (ze względu na niewielką liczebność, $N = 4$) oraz podmioty pełniące kilka ról jednocześnie, np. inwestor - wykonawca, projektant - inwestor.

Analiza wykazała istotny związek między przynależnością do grupy a wyborem takich czynników jak parametry konstrukcyjne, szybkość montażu/wykonania, koszt ostatecznego wykonania stropu, niższy koszt pracy, a także zgodność z Eurokodami.

Szczegółowa analiza *post hoc* testem Z dla proporcji kolumnowej wykazała, że projektanci istotnie częściej niż wykonawcy i inwestorzy jako kryterium wyboru systemu stropowego wybierali parametry konstrukcyjne (85,5% projektantów vs. 48,6% wykonawców i 43,5% inwestorów) oraz zgodność z Eurokodami (34,1% projektantów vs. 5,7% wykonawców i 10,9% inwestorów), natomiast istotnie rzadziej brali pod uwagę ostateczny koszt wykonania stropu (50,6% projektantów vs. 69,5% wykonawców i 71,7% inwestorów).

Wykonawcy częściej niż projektanci przywiązywali wagę do szybkości montażu/wykonania (71,4% vs. 47,2%) oraz niższy kosztów pracy (34,3% vs. 19,4%).

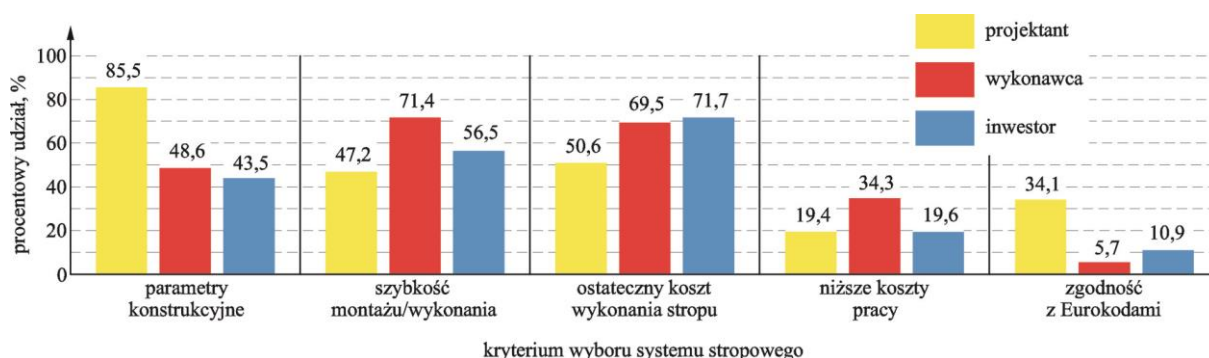
Około 20-30% badanych w każdej grupie wskazywało na kryterium możliwości redukcji błędów na budowie, około 40-50% łatwość wykonania i ok. 10% koszty prefabrykatu – dla tych kryteriów różnice między grupami okazały się nieistotne. Szczegółowe zestawienie zaprezentowano w tablicy 6.4 oraz na rysunku 6.9.

Tablica 6.4

Analiza częstości wraz z testem χ^2 niezależności kryteriów wyboru systemu stropowego w zależności od grupy

Kryterium wyboru	Projektant (n = 772)		Wykonawca (n = 105)		Inwestor (n = 46)		χ^2	p	V
	n	%	n	%	n	%			
Parametry konstrukcyjne	660 _a	85,5	51 _b	48,6	20 _b	43,5	113,97	<0,001	0,35
Szybkość montażu/wykonania	364 _a	47,2	75 _b	71,4	26 _{a,b}	56,5	22,52	<0,001	0,16
Koszt ostateczny wykonania stropu	391 _a	50,6	73 _b	69,5	33 _b	71,7	19,59	<0,001	0,14
Koszt prefabrykatu	94	12,2	14	13,3	4	8,7	0,65	0,721	0,03
Niższe koszty pracy	150 _a	19,4	36 _b	34,3	9 _{a,b}	19,6	12,31	0,002	0,11
Łatwość wykonania	377	48,8	49	46,7	17	37,0	2,54	0,281	0,05
Zgodność z Eurokodami	263 _a	34,1	6 _b	5,7	5 _b	10,9	43,81	<0,001	0,22
Możliwość redukcji błędów na budowie	216	28,0	24	22,9	11	23,9	1,49	0,475	0,04

Adnotacja χ^2 – statystyka testu chi-kwadrat; p – prawdopodobieństwo testowe; V – V Cramera (wielkość efektu).
Wartości w kolumnach w danym wierszu niepodzielające indeksu literowego różnią się między sobą na poziomie $p < 0,05$ (z korektą Bonferroniego).



Rys. 6.9. Procentowy rozkład kryteriów wyboru systemu stropowego w zależności od grupy

Fig. 6.9. Percentage distribution of the criteria for the selection of the floor system depending on the group

6.4.5. Istotne czynniki w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego) w procesie wyboru systemu stropowego

W celu ustalenia, czy wybór czynników mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego był związany z przynależnością do grupy, przeprowadzono analizę testem χ^2 niezależności. Analiza wykazała, że wyróżnione czynniki były wskazywane przez zbliżony odsetek osób w każdej z grup. Najważniejszym czynnikiem okazała się dźwiękoizolacyjność wskazywana przez 80-90% badanych w każdej grupie. Na drugim miejscu znalazły się termoizolacyjność oraz wykończenie powierzchni dolnej stropu – na te czynniki wskazywało nieco ponad 40% badanych w każdej grupie. Na ochronę zdrowia wskazało po ok. 13-15% badanych w grupach. Na ostatnim miejscu uplasowała się ekologia – na ten czynnik wskazało niespełna 10% badanych projektantów, wykonawców i inwestorów. Szczegółowy rozkład odpowiedzi w grupach zaprezentowano w tablicy 6.5.

Tablica 6.5

Analiza częstości wraz z testem χ^2 niezależności czynników mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego w zależności od grupy

Czynnik mający znaczenie	Projektant (n = 772)		Wykonawca (n = 105)		Inwestor (n = 46)		χ^2	p	V
	n	%	n	%	n	%			
Dźwiękoizolacyjność	599	77,6	87	82,9	40	87,0	3,51	0,173	0,06
Termoizolacyjność	360	46,6	46	43,8	20	43,5	0,44	0,804	0,02
Wykończenie powierzchni dolnej	364	47,2	48	45,7	20	43,5	0,29	0,864	0,02
Ochrona zdrowia	107	13,9	14	13,3	7	15,2	0,09	0,953	0,01
Ekologia	6	9,8	7	6,7	4	8,7	1,12	0,570	0,03
Adnotacja χ^2 – statystyka testu chi-kwadrat; p – prawdopodobieństwo testowe; V – V Cramera (wielkość efektu)									

6.4.6. Częstość w zależności od grupy (uczestnika procesu budowlanego)

Chcąc ustalić czy projektanci, wykonawcy i inwestorzy różnili się pod względem częstości stosowania poszczególnych rodzajów stopu, przeprowadzono analizę testem H Kruskala-Wallisa. Statystycznie istotne różnice pod względem częstości stosowania wystąpiły dla stropu gęstożebrowego Teriva, stropu monolitycznego oraz innych, niewyróżnionych w ankiecie stropów. Chcąc ustalić charakter różnic pomiędzy porównywanymi grupami dla częstości stosowania tych stropów, przeprowadzono dodatkowo analizę testem Dunn z korektą poziomu istotności Bonferroniego¹⁶ [1].

¹⁶ Korekta ta stosowana jest dla porównań wielokrotnych.

Analiza wykazała, że inwestorzy rzadziej stosowali strop gęstożebrowy Teriva w porównaniu z wykonawcami ($p = 0,041$) i projektantami ($p = 0,047$). Inwestorzy częściej stosowali także inne rodzaje stropów aniżeli wykonawcy ($p = 0,009$) czy projektanci ($p < 0,001$). Projektanci natomiast częściej wykorzystywali strop monolityczny niż wykonawcy ($p = 0,002$) czy inwestorzy ($p = 0,042$).

Dla pozostałych rodzajów stropu częstość ich wykorzystywania była zbliżona w porównywanych grupach. Szczegółowe wyniki analiz zaprezentowano w tablicy 6.6.

Tablica 6.6

Statystyki opisowe wraz z wynikami testu H Kruskala Wallisa dla porównania częstości korzystania z systemów stropowych w grupie projektantów, wykonawców i inwestorów

Rodzaj stropu	grupa	N	Średnia ranga ^a	Me	Q1	Q3	H	p	η^2
Strop gęstożebrowy Teriva	projektant	772	459,32	3	2	5	6,59	0,037	<0,01
	wykonawca	105	441,26	3	2	5			
	inwestor	46	554,32	4,5	3	5			
Strop gęstożebrowy ceramiczny	projektant	772	454,1	5	3	5	5,86	0,053	<0,01
	wykonawca	105	490,01	5	3	5			
	inwestor	46	530,63	5	4	5			
Strop gęstożebrowy na belce sprężonej (np. Master, Rector, Murotherm)	projektant	772	455,87	5	3	5	3,42	0,181	<0,01
	wykonawca	105	488,1	5	4	5			
	inwestor	46	505,25	5	4	5			
Strop monolityczny	projektant	772	447,02	2	1	4	16,29	<0,001	0,02
	wykonawca	105	537,02	3	1	5			
	inwestor	46	542,16	3	1	5			
Strop typu Filigran	projektant	772	463,42	3	2	5	0,38	0,826	<0,01
	wykonawca	105	461,51	3	2	5			
	inwestor	46	439,29	3	2	5			
Strop panelowy	projektant	772	457,26	5	3	5	1,93	0,382	<0,01
	wykonawca	105	485,77	5	4	5			
	inwestor	46	487,32	5	3,75	5			
Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych typu „S”	projektant	772	458,21	4	3	5	1,13	0,567	<0,01
	wykonawca	105	478,28	5	3	5			
	inwestor	46	488,5	5	2,75	5			
Strop z prefabrykowanych płyt kanałowych strunobetonowych (sprężonych)	projektant	772	455,46	4	3	5	4,81	0,090	<0,01
	wykonawca	105	477,83	4	3	5			
	inwestor	46	535,68	5	3	5			
Strop drewniany	projektant	772	456,51	4	3	5	2,49	0,287	<0,01
	wykonawca	105	496,53	5	3	5			
	inwestor	46	475,39	5	2	5			

cd. tablicy 6.6

Strop stalowy	projektant	772	456,72	5	3	5	2,56	0,278	<0,01
	wykonawca	105	497,11	5	4	5			
	inwestor	46	470,4	5	3	5			
Inny	projektant	772	464,64	5	5	5	15,44	<0,001	0,01
	wykonawca	105	459,74	5	5	5			
	inwestor	46	422,8	5	5	5			
Adnotacja Me – mediana; Q1 – kwartył 1; Q3 – kwartył 3; H – statystyka testu Kruskala-Wallisa; p – prawdopodobieństwo testowe; η^2 – eta-kwadrat (wielkość efektu) ^a – rangi zostały ustalone według statystyki Kruskala-Wallisa z następującej zależności [62, 47]: $H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{l_i} - 3(N+1), \text{ gdzie: } N - \text{liczba próbek, } N_i = \sum_{i=1}^n l_i.$									

6.5. Podsumowanie przeprowadzonych badań

Celem podjętego badania była próba diagnozy polskiego rynku wybranych systemów stropowych. Autorzy dokonali wyboru zarówno poszczególnych systemów, jak i grup docelowych, z których najliczniejsza okazała się grupa projektantów (konstruktorów).

Przedstawione w niniejszym rozdziale wyniki badań oraz liczne wnioski stworzyły ogólny obraz rynku niezwykle ciekawego, lecz nieco zaniedbanego z punktu widzenia dynamiki rozwoju, wdrażania innowacji i absorpcji nowych idei współczesnego budownictwa.

Otrzymane rezultaty pozwoliły na weryfikację hipotez badawczych i przedstawiają się następująco:

- jeden z kluczowych argumentów ekonomicznych, jakim jest koszt całkowity, choć oczywiście istotny, nie stanowi jednak podstawowego kryterium wyboru systemu stropowego. Jako czynnik kluczowy badani wskazali parametry konstrukcyjne.
- Trudno określić, czy osoby biorące udział w podejmowaniu decyzji o wyborze systemu stropowego potrafią w pełni określić ostateczny koszt wykonania stropu czy nie identyfikują tej wartości z kosztem samego prefabrykatu bez wszystkich dodatkowych nakładów prac i materiałów, z tego względu niższe koszty pracy związane z wykonaniem systemu stropowego dzięki zastosowaniu nowszych technologicznie rozwiązań nie mają istotnego wpływu na decyzje o zastosowaniu danego systemu stropowego, co w sposób negatywny weryfikuje postawioną wcześniej hipotezę.

- Podobna sytuacja ma miejsce w odniesieniu do zgodności dokumentacji systemu stropowego z aktualnie obowiązującymi normami (Eurokodem), co nie stanowi wysoce istotnego elementu wyboru stropu. Taki wniosek jest zarówno zaskakujący, jak i zastanawiający, zważywszy na kilkuletnie już obowiązywanie Eurokodów i zmieniające się wymagania normowe¹⁷.
- Możliwość redukcji błędów na budowie przez stosowanie zestandaryzowanych technologii nie jest czynnikiem, który w dużej mierze decyduje o wyborze systemu stropowego.
- Łatwość i szybkość montażu są czynnikami ważnymi w procesie wyboru systemu stropowego, co pozytywnie weryfikuje postawioną wcześniej odwrotną hipotezę. Taka tendencja jest dla rynku korzystna, zwłaszcza z punktu widzenia ekonomiki i organizacji prac budowlanych.
- Zarówno dźwiękoizolacyjność, jak i termoizolacyjność należą do podstawowych kryteriów technicznych mających znaczenie w procesie wyboru systemu stropowego. Przy czym większą rolę odgrywa dźwiękoizolacyjność.
- Kryteria dotyczące ekologii oraz ochrony zdrowia nie mają istotnego wpływu na wybór rozwiązania stropowego. Wniosek ten wskazuje na niską znajomość produktów stropowych i ich parametrów w tak ważnych kwestiach nie tylko dla pojedynczych użytkowników, ale i dla społeczeństwa.
- W Polsce najczęściej stosowanymi systemami stropowymi są stropy monolityczne oraz gęstożebrowe belkowo-pustakowe typu Teriva.
- Rzadko stosowane są inne niż Teriva stropy gęstożebrowe belkowo-pustakowe.
- Systemy stropowe ze sprężonych płyt kanałowych oraz stropy panelowe cieszą się stosunkowo niewielką popularnością, co stanowi tendencję odwrotną do realiów rynku światowego.

Zaprezentowane powyżej wnioski mogą stanowić punkty wyjściowe do dalszych badań i analiz rynku. Wskazują również, że w najbliższej przyszłości rynek systemów stropowych czekać będzie jeszcze wiele zmian. Szczególnie zmian nawyków, a co z tym idzie również technologii. W efekcie przełoży się to na korzyści, których beneficjentami będą wszystkie grupy biorące udział w procesie wyboru, implementacji i użytkowania systemu stropowego.

¹⁷ Brak stosownej wiedzy z jednej strony, a interes ekonomiczny z drugiej doprowadziły do takiego stanu, którego przykładem szczególnym jest rynek stropów gęstożebrowych Teriva – masowo (a nie na indywidualne zamówienie – co dopuszczają przepisy) produkowanych i wprowadzanych na rynek na starych dokumentacjach.

Na chwilę obecną rynek ten jest głęboko niszowy, a rozproszona konkurencja eliminuje rozwój produktów, koncentrując się na doraźnym konkurowaniu ceną. Konsekwencją tego jest obniżenie jakości technicznej i technologicznej oferowanych systemów. Tymczasem współczesne budownictwo wymaga innych produktów i procesów, dlatego uzyskane rezultaty, często zaskakujące, pokazują kierunek i skalę przyszłych przeobrażeń.

7. ZAKOŃCZENIE

Współczesne budownictwo nieustannie się zmienia, jednak dynamika tych zmian nie jest podobna czy nawet zbliżona w jego różnorodnych segmentach. Kierunki oraz kluczowe trendy rynkowe wyznaczają zasygnalizowane w niniejszej monografii idee zrównoważonego rozwoju, skąd swoje źródło bierze koncepcja zrównoważonego budownictwa. Balans pomiędzy rozwojem a wykorzystaniem i poszanowaniem środowiska naturalnego jest kluczowy w dalszych losach nie tylko zachodniej cywilizacji, lecz całego rodzaju ludzkiego i naszej planety. Kierunki wytyczane przez zrównoważone gospodarowanie tworzą zrównoważone cele całych sektorów przemysłu i poszczególnych branż, w tym również budownictwa, w którego ramach autorzy sugerują rozpatrywanie także zrównoważonego rynku materiałów budowlanych, jak również zrównoważonego rynku systemów stropowych – rozwiązań o jak najwyższej efektywności środowiskowej. Obok koncepcji projektowych, technologii czy materiałów na uwagę zasługuje również zasygnalizowana w niniejszej publikacji koncepcja Pabiana [51] zrównoważonego inwestycyjnego procesu budowlanego, którym według jego autora jest „zespół działań przygotowawczych i wykonawczych zmierzających do realizacji inwestycji z uwzględnieniem celów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych”. Szczegóły tej interesującej koncepcji zostały przedstawione w tablicy 7.1.

Tablica 7.1

Uczestnicy procesu inwestycyjnego w koncepcji sustainability według [51]

Zrównoważone budownictwo.				
Realizacja celów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych w procesach inwestycyjnych				
Zrównoważone dobra wchodzące	Zrównoważone dobra podstawowe	Zrównoważony personel (kierownicy i pracownicy na stanowiskach kierowniczych)	Zrównoważony inwestor	Zrównoważone inwestowanie
			Zrównoważone biuro projektowe	Zrównoważone projektowanie
			Zrównoważone organy administracji państwowej	Zrównoważona ocena rozwiązań i wydawanie pozwoleń
			Zrównoważone przedsiębiorstwo budowlane	Zrównoważone wykonawstwo robót budowlanych
Zrównoważone budynki oraz obiekty inżynierii lądowej i wodnej				

Analiza przedstawionej powyżej tabeli z rynkowego punktu widzenia wskazuje m.in. obszary zrównoważonego inwestowania, projektowania oraz wykonawstwa, tj. obszary aktywności poszczególnych podmiotów biorących udział także w procesach wyboru, wykonania, a nierzadko też użytkowania systemów stropowych.

Z tych względów analiza rynku systemów stropowych powinna oscylować również wokół tak ważnych zagadnień. Tymczasem dynamika zmian w tym segmencie rynku jest stosunkowo niewielka. Na rynku dominują rozwiązania o przestarzałej technologii, dużej pracochłonności wykonania i o stosunkowo niskich parametrach użytkowych. Niemniej jednak są systemy, które pomimo mniejszej popularności wpisują się w koncepcję zrównoważonego budownictwa – ich udział w rynku powinien się systematycznie powiększać. Ponadto na rynku będą pojawiać się nowe systemy lub hybrydowe modyfikacje już istniejących o coraz lepszych właściwościach. Zmiany te wymuszą siły konkurencji oraz zmieniające się potrzeby klientów.

Dzięki dialogowi pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesu budowlanego i bazowaniu na analizowanych systematycznie potrzebach klientów rynek będzie ewoluował. Zmieni się postrzeganie i wykorzystywanie, wielu (obecnie popularnych) systemów stropowych, na nowo zdefiniowana zostanie również koncepcja samego produktu stropowego, a ostateczne efekty w większym niż dotychczas zakresie będą zbieżne z celami zrównoważonego budownictwa i związanymi z nimi coraz bardziej wysublimowanymi wymaganiami rynku.

BIBLIOGRAFIA

Publikacje

1. Abdi H.: Bonferroni and Sidak corrections for multiple comparisons, [in:] Salkind N. (ed.): Encyclopedia of Measurement and Statistics. Sage, Thousand Oaks (CA) 2007, p. 104-107.
2. Ajdukiewicz A., Mames J.: Konstrukcje z betonu sprężonego. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków 2008.
3. Arditi D., Gunaydin M.H.: Factors that affect process quality in the life cycle of building projects. „Journal of Construction Engineering and Management”, 15(2), 1998, p. 196.
4. Baruk J.: Wiedza w procesie rozwoju nowego produktu. „Marketing i rynek”, nr 8, 2010, s. 8.
5. Bogucka E.: Wpływ współczesnych pomieszczeń na rozwój i przebieg chorób alergicznych. „Alergia – Astma – Immunologia”, 6, 2011, s. 75–79.
6. Cochran W.G.: The chi-square goodness-of-fit test. „Annals of Mathematical Statistics”, 23, 1952, p. 315-345.
7. Czarnecki L., Kaproń M.: Budownictwo przyszłości = zrównoważone budownictwo. „Materiały Budowlane”, nr 1, 2012, s. 72–73.
8. Czarnecki L., Kaproń M.: Definiowanie zrównoważonego budownictwa (cz. 2). „Materiały Budowlane”, nr 2, 2010, s. 46.
9. Czarnecki L., Paszkowski Z.: Utrzymanie budynków i rewitalizacja obszarów miejskich zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. XXX Jubileuszowe Ogólnopolskie Warsztaty Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 25–28 marca 2015, s. 197.
10. Derkowski W., Nieszczyński M.: Stropy betonowe. „Materiały Budowlane”, nr 4, 2016, str. 119.
11. Drewniak R.: Produkt i proces jego rozwoju, w: Podstawy marketingu. Kompendium, testy, zadania, analiza przypadków. WSB, Poznań 2005.

12. Drobiec Ł.: Rodzaje stropów stosowanych w budownictwie. „Materiały Budowlane”, nr 5, 2008. s. 2–4.
13. Drobiec Ł.: Stropy: wykonawstwo i częste błędy. Materiały szkoleniowe Konbet Poznań Sp. z o.o., s. 27.
14. Drobiec Ł.: Uszkodzenia stropów żelbetowych. Materiały szkoleniowe Konbet Poznań Sp. z o.o. (12) 2016, s. 2–59.
15. Drobiec Ł., Pająk Z.: Stropy z drobnowymiarowych elementów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
16. Dulak L.: Akustyka budowlana – wybrane zagadnienia dotyczące projektowania i wykonawstwa, XXVI Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 9–12 marca 2011, s. 346–347.
17. Dulak L.: Izolacyjność od dźwięków powietrznych i dźwięków uderzeniowych stropów VECTOR produkcji KONBET POZNAŃ Sp. z o.o. Sp. K. AKUBUD Akustyka budowlana i środowiskowa, Bielsko-Biała 2017.
18. Dulak L.: Ochrona przed hałasem w budynkach, dźwiękoizolacyjność i dźwiękochłonność, możliwości poprawy parametrów akustycznych. XXX Jubileuszowe Ogólnopolskie Warsztaty Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 25–28 marca 2015, s. 399-436.
19. Dunn O.J.: Multiple comparisons using rank sums. „Technometrics”, 6, 1964, p. 241–252.
20. Friedman M.: The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. „Journal of the American Statistical Association”, 32, 1937, p. 675–701.
21. Gorączko W.: Pierwiastki promieniotwórcze w materiałach budowlanych. XVII Konferencja Inspektorów Ochrony Radiologicznej, Skorzęcin 11–14 czerwca 2014.
22. Gromysz K.: Distribution of Forces in Composite Concrete Slabs Between the Joint and the Reinforcement Anchored on the Support. „Procedia Eng”, 65, 2013, p. 206–211, doi:10.1016/j.proeng.2013.09.031.
23. Gromysz K.: Verification of the Damping Model Vibrations of Reinforced Concrete Composite Slabs. „Procedia Eng”. 57, 2013, p. 372–381, doi:10.1016/j.proeng.2013.04.049.
24. Hoła J., Pietraszek P., Schabowicz K.: Obliczanie konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2007.

25. Horbaczewski D.: Filozoficzne źródła współczesnego pojmowania jakości. „Problemy Jakości”, nr 10, 2006, s. 10.
26. Hreniak U.: Passivia – pierwsze w Polsce osiedle domów pasywnych. „Rynek Pierwotny”, 673, 2013.
27. Irawan D., Iranata, D., Suprobo P.: Experimental study of two way half slab precast using triangular rigid connection of precast concrete component. „Int. J. Appl. Eng. Res.”, 12, 2017, p. 744–754.
28. Jarmontowicz R., Sieczkowski J.: Zmiany wymagań dotyczących stropów TERIVA wynikające z normy PN-EN 15037. „Materiały Budowlane”, nr 5, 2012, s. 14.
29. Pearson K.: On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. „The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science”, 50 (302), 1900, p. 157–175.
30. Kisiołek A.: Rynek systemów stropowych w Polsce. Analiza wybranych rozwiązań na przestrzeni lat 2015–2016. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Społeczno-Ekonomicznej w Środzie Wlkp., Środa Wlkp. – Poznań 2018.
31. Kisiołek A.: Mapa potrzeb na przykładzie rynku systemów stropowych. [w:] Muzahim A. , Stopczyński B. (red.): Współczesne Wyzwania Marketingowe, Przedsiębiorczość i Zarządzanie, tom XIX, zeszyt 6, cz. III, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, Łódź – Warszawa 2018, s. 23–35.
32. Kisiołek A.: Jakość materiałów budowlanych, a preferencje nabywców na przykładzie systemów stropowych. „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas, Zarządzanie”, 18 (3), 2017, s. 183–198.
33. Kisiołek A.: Kryteria wyboru oraz strategiczny wymiar koncepcji produktu poszerzonego na przykładzie rynku systemów stropowych. „Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Zarządzanie”, nr 33, 2019, s. 51–61.
34. Kłosak A.: Aktualizacja polskich norm dotyczących akustyki. „Materiały Budowlane”, nr 5, 2017, s. 130–134.
35. Kotler P., Armstrong G., Saunders J., Wong V.: Marketing. Podręcznik europejski. PWE, Warszawa 2002.
36. Kotler P.: Marketing. Analiza. Planowanie. Wdrażanie i kontrola. Felberg SJA, Warszawa 1999.

37. Kotler P.: Marketing. Rebis, Poznań 2005.
38. Kruskal W.H.: A nonparametric test for the several sample problem. „Annals of Mathematical Statistics”, 23, 1952, p. 525–540.
39. Kruskal W.H., Wallis W.A.: Use of ranks in one-criterion variance analysis. „Journal of the American Statistical Association”, 47, 1952, p. 583–621.
40. Ksit B., Majcherek M.: Ochrona akustyczna w budynkach. „Izolacje”, 11-12, 2013.
41. Levitt T.: The Marketing Mode. Mc Graw-Hill, New York 1969.
42. Lodish L.M., Morgan H.L., Archambeau S.: Marketing – to działa! Wolters Kluwer Business, Warszawa 2010.
43. Markiewicz P.: Budownictwo ogólne dla architektów. Archi-Plus, Kraków 2009.
44. Michalak H., Pyrak S.: Stropy, [w:] Budownictwo ogólne, elementy budynków, podstawy projektowania, tom. 3. Arkady, Warszawa 2011.
45. Mielczarek Z.: Nowoczesne konstrukcje w budownictwie ogólnym. Arkady, Warszawa 2001.
46. Mirski J.Z., Łacki K.: Budownictwo z technologią 2. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1998.
47. Moore P.G., Shirley E.A., Edwards D.E.: Standard Statistical Calculations. Pitman 1972.
48. Murat R.: Które przegrody muszą być cieplejsze? „Murator”, 1 (393), styczeń 2017, s. 16.
49. Murator nr 11 (415), listopad 2018. Poradnik „Energooszczędność i termomodernizacja”.
50. Niezabitowska E.: Od POE do BPE. „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Architektura”, 47/1787, 2008, s. 145.
51. Pabian A.: Budowlany proces inwestycyjny w koncepcji sustainability. „Przegląd Budowlany”, nr 10, 2012, s. 49.
52. Pająk Z., Drobiec Ł.: Prefabrykowane wielkowymiarowe elementy betonowe. Część I. Stropy. „Przegląd Budowlany”, nr 3, 2003, s. 17–18.
53. Pająk Z., Drobiec Ł.: Stropy gęstożebrowe w praktyce budowlanej. „Materiały Budowlane”, nr 5, 2009, s. 20–22.
54. Piasecki M.: Metoda oceny budynku pod kątem zrównoważonego rozwoju. „Materiały Budowlane”, nr 5, 2010, s. 34.

55. Płaziak M.: Domy energooszczędne i pasywne jako nieunikniona przyszłość budownictwa w Polsce. „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, 21, 2013, str. 173-188.
56. Klemma P. (red.): Budownictwo ogólne, tom 2. Fizyka budowli. Arkady, Warszawa 2010.
57. Preiser W.F.E.: The evolution of Post-Occupancy Evaluation: Toward building performance and universal design evaluation. Learning from our buildings, A state-of-the-Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation. Federal Facilities Council Technical Report No. Washington 2001, p. 9–22.
58. Pyrak S.: Stropy. Nowy poradnik majstra budowlanego. Arkady, Warszawa 2003.
59. Robbins S.P., DeCenzo D.A.: Podstawy zarządzania. PWE, Warszawa 2002, s. 559–579.
60. Rosa G., Perenc J., Ostrowska I.: Marketing przyszłości. Od ujęcia tradycyjnego do nowoczesnego. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2016.
61. Rószczka K.: Najczęściej popełniane błędy przy wykonywaniu stropów gęstożebrowych i monolitycznych. „Przegląd Budowlany”, nr 3, 2014, s. 14–16
62. Siegel S.: Non-parametric Statistics for the Behavioral Science. McGraw–Hill, New York 1956.
63. Sieniawska-Kuras A.: Jak zbudować dom. Praktyczny poradnik w pytaniach i odpowiedziach. Wydawnictwo KaBe, Krosno 2009.
64. Starosolski W., Kubica J., Jasiński R., Drobiec Ł.: O pewnym przypadku braku stężenia poprzecznego w stropie DZ-3. XX Konferencja Naukowo-Techniczna Awarie Budowlane, Szczecin–Międzyzdroje 22–26 maj 2001, s. 111
65. Szulczyk J.: Ochrona budynków przed hałasem i drganiami: przewodnik. Forum Media Polska, Poznań 2016, s. 4.
66. Wenzhong Z., Xueyuan L., Ying W.: Flexural Behaviour of Precast, Prestressed Ribbed RPC Bottom Panels. „Open Civ. Eng. J”. 9, 2015, p. 535–543, doi:10.2174/1874149501509010535.
67. Wieteska S., Piechota A., Sroczyńska-Baron A.: Podstawy ubezpieczenia domów pasywnych w Polsce od wybranych zdarzeń losowych. „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, Katowice 2018, s. 74–75.
68. Willis T.H., Willis W.D.: A quality performance management system for industrial construction engineering project. „International Journal of Quality&Reliability Management”, 13(9), 1996, p. 40.

69. Wittczak T., Walusiak J., Pałczyński C.: „Sick Building Syndrome” – nowy problem w medycynie pracy. „Medycyna Pracy”, 52 (5), 2001, s. 369–373.
70. Wyczółkowski R., Kisiołek A.: Analiza właściwości termoizolacyjnych systemu stropowego Konbet Termo System. „Materiały Budowlane”, nr 1, 2011, s. 41–42.
71. Zachura K.: Wpływ zamówień publicznych na rozwój eko-innowacji w branży budowlanej, [w:] M. Ćwiklicki, M. Jabłoński, S. Mazur (red.): Współczesne koncepcje zarządzania publicznego. Wyzwania modernizacyjne sektora publicznego, Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków 2016, s. 191–207.
72. Zając J., Drobiec Ł., Jasiński R., Mazur W., Grzyb K., Kisiołek A.: Research on semi-precast prestressed concrete slab under short-term and long-term load. 10th International Conference of Advanced Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures, MATEC Web of Conferences, 2020, EDP Sciences, art. no. 02001 1-10, DOI:10.1051/matecconf/202032302001.
73. Zając J., Drobiec Ł., Jasiński R., Wieczorek M., Kisiołek A.: Badania doświadczalne stropu panelowego Vector III pod obciążeniem doraźnym oraz długotrwałym. „Materiały Budowlane”, nr 4, 2020, s. 23–26, DOI:10.15199/33.2020.04.01.
74. Zając J., Drobiec Ł., Jasiński R., Wieczorek M., Kisiołek A.: Experimental tests of the Vector II slab in field conditions, slab and strip model. „Civil and Environmental Engineering”, No. 31 (1), 2021, p. 54–69, DOI:10.2478/ceer-2021-0004.
75. Zając J.: Badania doświadczalne w warunkach polowych stropów Vector II oraz Vector III pod obciążeniem doraźnym, [w:] Współczesne zagadnienia z inżynierii lądowej: Prace naukowe doktorantów. Pokorska-Silva Iwona, Gromysz Krzysztof (red.), 2020, Politechnika Śląska, ISBN 978-83-7880-696-7, s. 365–374.
76. Zapłata S.: Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie. Ocena i uwarunkowania skuteczności. Wolters Kluwer Business, Warszawa 2009.
77. Zhang J., Liu B., Han B., Ni Y., Li Z.: Analysis Of Out-Of-Plane Performance Of Composite Slab With Precast Concrete Ribbed Panels Under a Hanging Load. „PCI Journal”. 64, 2019, doi:10.15554/pcij64.5-02.

Normy, instrukcje, wytyczne i akty prawne

- N-1. Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318 Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne.
- N-2. PN-B-02151-02:1987 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- N-3. PN-B-02151-2:2018-01 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- N-4. PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.
- N-5. PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania.
- N-6. PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.
- N-7. PN-B-02151-5:2017-10 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 5: Wymagania dotyczące budynków mieszkalnych o podwyższonym standardzie akustycznym oraz zasady ich klasyfikacji.
- N-8. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- N-9. PN-B-19503:2004 Prefabrykaty z betonu. Stropy gęstożebrowe zespolone. Belki.
- N-10. PN-B-19504:2004 Prefabrykaty z betonu. Stropy gęstożebrowe zespolone. Pustaki.
- N-11. PN-EN 13369:2004 Wspólne wymagania dla prefabrykatów betonowych.
- N-12. PN-EN 15037 – 2+A1:2011 Prefabrykaty z betonu. Belkowo-pustakowe systemy stropowe. Część 2: Pustaki betonowe.
- N-13. PN-EN 15037 -1:2011 Prefabrykaty z betonu. Belkowo-pustakowe systemy stropowe. Część 1: Belki.
- N-14. PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.

- N-15. PN-EN 1991-1-2:2006 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-2: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- N-16. PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- N-17. PN-EN ISO 13790:2009 Energetyczne właściwości użytkowe budynków. Obliczanie zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia.
- N-18. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dn. 17 lipca 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r., poz. 1422).
- N-19. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 16 września 2020 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2020 r., poz. 1608).
- N-20. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- N-21. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz.Urz. UE L 88 z 04.04.2011).
- N-22. Troszczyński G.: Wytyczne projektowania stropów z płyt sprężonych „HC”, Poradnik projektanta, FABUD WKB S.A., Siemianowice Śląskie 2018.
- N-23. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2016 r., poz. 672).
- N-24. Ustawa z dnia 30 maja 2014 r. o prawach konsumenta (Dz.U. z 2014 r., poz. 827).
- N-25. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2020 r. poz. 1333).

Materiały reklamowe

- M-1. Kampania reklamowa „Nie trać energii”, 2017. *Budownictwo energooszczędne oczami Polaków*.
- M-2. Materiały reklamowe firmy Fabryka Stropów.
- M-3. Materiały reklamowe firmy Konbet Poznań.
- M-4. Materiały reklamowe firmy Pozbruk. www.pozbruk.pl, dostęp z dn. 03.05.2016
- M-5. Materiały reklamowe firmy Termalica. <http://termalica.pl/Informacje/beton-komorkowy-co-to-jest>, dostęp z dn. 03.05.2016.

Strony internetowe

- I-1. 5 lat rękojmi za wady budynku,
<http://www.administrator24.info/artykul/id6884,5-lat-rekojmi-za-wady-budynku>.
- I-2. Akustyka w budynkach wielorodzinnych,
<https://www.forum-budownictwa.pl/artykul/akustyka-w-budynkach-wielorodzinnych>.
- I-3. Artykuł opracowany przy realizacji programu Buduj z Energią – dodatek do dzienników regionalnych *Buduj z energią – odc. 1*, <http://pibp.pl/wp-content/uploads/dokumenty/bze/dz_i_odcinek.pdf>
- I-4. *Barometr zdrowych domów 2016*,
<http://prasa.velux.pl/download/236018/velux-barometr2-2016.pdf>., str. 4.
- I-5. CBOS, nr 167/2014, http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2014/K_167_14.PDF.
- I-6. Giergiczny Z. Pielęgnacja betonu – niedoceniany problem,
http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materiały_i_technologie,artykul,pielęgnacja_betonu_-_niedoceniany_problem,9527.
- I-7. Główny Urząd Statystyczny, Warunki pracy w 2017 roku., str.2
- I-8. http://bip.gunb.gov.pl/index_probki.php.
- I-9. http://buildercorp.pl/wp-content/uploads/2017/04/Komfort_Akustyczny.pdf.
- I-10. <http://indigotree.pl/sukces-w-ecommerce/>
- I-11. [http://orzeczenia.wroclaw.so.gov.pl/content/\\$N/155025000000503_I_C_000566_2014_Uz_2014-09-22_001](http://orzeczenia.wroclaw.so.gov.pl/content/$N/155025000000503_I_C_000566_2014_Uz_2014-09-22_001).
- I-12. <http://prasa.velux.pl/download/236017/barometrzdrowychdomoacutew2016.pdf>
- I-13. <http://prawomieszkaniowe.com/dochodzenie-roszczen-wady-budynku-wspolnote/>.
- I-14. <http://prawomieszkaniowe.com/wp-content/uploads/2016/02/uch-SN-III-CZP-48-04.pdf>, dostęp z dn. 22.12.2016.
- I-15. <http://prawomieszkaniowe.com/wp-content/uploads/2016/02/uch-SN-III-CZP-84-13.pdf>.
- I-16. <http://www.bankier.pl/wiadomosc/Jakosc-uslug-deweloperskich-pozostawia-wiele-do-zyczenia-1724817.html>.
- I-17. http://www.biznes.newseria.pl/news/nieruchomosci/dla_nabywcow,p1471075564.
- I-18. <http://www.dlabudownictwa.pl/jest-zle-czy-tylko-gorzej-wyniki1-badan-materialow-budowlanych/>.
- I-19. <http://www.tempus-halas.pl/halas-w-mieszkaniu-i-prawo/>.
- I-20. <http://www.unimex.net.pl>.

- I-21. <https://komfortciszy.pl/przepisy/budynki-mieszkalne/>.
- I-22. <https://marketinglink.pl/nadszedl-czas-na-nowe-4p-w-marketingu-koncepcja-s-a-v-e/>.
- I-23. <https://www.ascension.org/About/leadership/Executive-Leadership/Eduardo-Conrado>.
- I-24. <https://www.businessmodelsinc.com/the-new-4-ps-in-marketing-s-a-v-e/>.
- I-25. <https://www.krn.pl/raport/jakosc-uslug-deweloperskich-w-polsce,312>.
- I-26. <https://www.lexlege.pl/tech-war-budynkow/dzial-ix-ochrona-przed-halasem-i-drganiami/3091/>.
- I-27. <https://www.prawo.pl/biznes/budynek-mieszkalny-jako-budynek-wielorodzinny,152071.html>.
- I-28. <https://www.sharpdirect.pl/artykuly/glosnosc-pracy-jeden-najwazniejszych-parametrow-przy-wyborze-oczyszczacza-nawilacza-powietrza/index.html>.
- I-29. Internetowa Encyklopedia Zarządzania,
<https://mfiles.pl/pl/index.php/Jako%C5%9B%C4%87>.
- I-30. Dulak L. Izolacyjność od dźwięków powietrznych i dźwięków uderzeniowych,
https://silikaty.com.pl/wp-content/uploads/2016/03/Akustyka_Izolacyjnos%CC%81c%CC%81_od_dz%CC%81wieko%CC%81w_powietrznych_i_uderzeniowych_L.Dulak_B....pdf, s. 12.
- I-31. Leksykon biznesu, Proces zakupu - buying decision proces,
<http://www.placet.pl/?mod=Leksykon&hs=proces%20zakupu&act=View&r=2>.
- I-32. Obsługa klienta – wszystko, co warto wiedzieć o profesjonalnej obsłudze klienta, <https://mtc.pl/obsługa-klienta/>.
- I-33. Problemy przenoszenia dźwięku przez stropy,
http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materialy_i_technologie,artykul,problemy_przenoszenia_dzwieku_przez_stropy,8324.
- I-34. Sprzedaż i profesjonalna obsługa klienta, Przewodnik, Opracowanie przewodnika: Dorota Tomaszewicz, Uniwersytet Warmińsko-Mazurki,
<http://wsb.edu.pl/container/Biblioteka%20WSb/sprzedaz.pdf>.
- I-35. W jaki sposób wpływać na decyzje zakupowe klientów?
<https://club2b.pl/blogi/entry/biznes-gospodarka/w-jaki-sposob-wplywac-na-decyzje-zakupowe-klientow.html>.
- I-36. www.stropvector.pl.
- I-37. www.stropy.net.

BADANIA RYNKOWE SYSTEMÓW STROPOWYCH I POTRZEB UCZESTNIKÓW PROCESU BUDOWLANEGO

Streszczenie

Monografia została poświęcona systemom stropowym w zakresie konstrukcji, ekonomiki i zarządzania w budownictwie. Wspólnym mianownikiem tak diametralnie różnych zagadnień jest inwestor – klient, jego potrzeby i zachowania oraz ich wpływ na dynamikę oraz innowacyjność rynku budowlanego w Polsce.

Praca obejmuje zagadnienia związane z samym produktem stropowym ujętym zarówno w perspektywie technicznej, jak i marketingowej. Ujęcie techniczne w zakresie konstrukcyjnym jest głównie związane z uwypukleniem zgodności stosowanych systemów stropowych z Eurokodami i normami stowarzyszonymi. Natomiast ujęcie techniczne w dziedzinie fizyki budowli wynika z właściwości akustycznych i termoizolacyjnych systemów stropowych. Ujęcie marketingowe monografii związane jest ze strategią rozwoju wyrobu przez producenta z uwzględnieniem, potwierdzonych badaniami, potrzeb inwestora – klienta.

Monografia składa się z siedmiu rozdziałów. W rozdziale pierwszym zawarto wstęp oraz zakres pracy. W drugim zaprezentowano przegląd wybranych systemów stropowych, zaczynając od stropów żelbetowych monolitycznych, stropów gęstożebrowych belkowo-pustakowych, stropów płytowych zespolonych typu Filigran. Przegląd stropów uzupełniono o całą rodzinę stropów panelowych (Vector, SMART, Teriva Panel i Konbet S-Panel). Rozdział zwieńczono syntetycznym sprawozdaniem z połowych badań wybranych stropów. Rozdział trzeci przedstawia rozwój budownictwa mieszkaniowego w Polsce w latach 2015–2019, w szczególności koncentrując się na: ogólnej kondycji rynku, wybranych kierunkach i trendach rozwoju (w tym w szczególności na idei zrównoważonego budownictwa), jakości na rynku mieszkaniowym oraz błędach jakościowych i ich skutkach w odniesieniu do systemów stropowych. W rozdziale czwartym omówiono podstawowe kryteria wyboru, następnie przedstawiono wymagania stawiane systemom stropowym. W rozdziale piątym zaprezentowano podstawowe informacje z zakresu współczesnego marketingu i procesu wyboru i zakupu systemu stropowego. Rozdział szósty przedstawia wyniki badań rynkowych przeprowadzonych w latach 2015–2020, których celem było dokonanie próby diagnozy polskiego rynku wybranych systemów stropowych.

MARKET RESEARCH OF FLOOR SYSTEMS AND THE NEEDS OF PARTICIPANTS OF THE CONSTRUCTION PROCESS

Abstract

The monograph is devoted to floor systems in terms of construction, economics and management in construction. The common denominator of such diametrically different issues is the investor - the client, his needs and behaviours and their impact on the dynamics and innovation of the construction market in Poland. The work covers issues related to the ceiling product itself, both from a technical and marketing perspective. The technical approach in terms of design is mainly related to emphasizing the compliance of the floor systems with Eurocodes and associated standards. On the other hand, the technical approach in the field of building physics results from the acoustic and heat-insulating properties of floor systems. The marketing approach of the monograph is related to the manufacturer's product development strategy, considering the investor-customer needs confirmed by research.

The monograph consists of seven chapters. The first chapter contains the introduction and scope of the work. The second presents an overview of selected floor systems, starting with monolithic reinforced concrete slabs, beam and block slabs, Filigran composite slabs. The floors overview was supplemented with the entire family of panel slabs (Vector, SMART, Teriva Panel and Konbet S-Panel). The chapter ends with a synthetic report on the selected slabs field tests. The third chapter presents the development of housing construction in Poland in 2015-2019, focusing in particular on: the general condition of the market, selected development directions and trends, including in particular the idea of sustainable construction, quality in the housing market, and quality errors and their effects on floor systems. The fourth chapter discusses the basic selection criteria floor systems. The fifth chapter presents the basic information in the field of modern marketing. The construction process participants were presented, considering their needs. Part of the chapter is devoted to customer service in the process of selecting and purchasing a floor system. The sixth chapter presents the results of market research carried out by the authors in 2015–2020. The aim was to attempt to diagnose the Polish market for selected floor systems, considering the factors and technical and economic criteria determining the choice of the floor system and the popularity of individual floor systems.

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice
tel. (32) 237-13-81, faks (32) 237-15-02
www.wydawnictwopolitechniki.pl

UIW 48600

Sprzedaż i Marketing
tel. (32) 237-18-48
wydawnictwo_mark@polsl.pl

Sprawy wydawnicze
tel. (32) 237-13-81
wydawnictwo@polsl.pl

Nakł. 200 + 44

Ark. wyd. 11

Ark. druk. 9

Papier 80 g

Wydrukowano w EMPIR
ul. Szczanieckiej 14a, 60-216 Poznań