

## **BADANIA TECHNOLOGII BUDOWANIA BUDYNKÓW WIELORODZINNYCH**

Anna Sobotka, Aleksandra Radziejowska

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

**Streszczenie.** Powszechny typ budownictwa mieszkaniowego w polskich miastach stanowią budynki wielorodzinne, wielokondygnacyjne, które są projektowane i wykonywane w różnych technologiach. Rodzaj technologii uzależniony jest od różnych czynników, w tym lokalizacji. Ponadto w różnych regionach Polski przeważają określone rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe wynikające z istniejącego zaplecza produkcji wyrobów budowlanych. Przedmiotem artykułu są wyniki badań oferty mieszkaniowej deweloperów z Małopolski i Lubelszczyzny pod względem stosowanych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych budynków, wyposażenia, preferencji i wymagań przyszłych użytkowników. Badania wykazały, że w przewadze realizowane są budynki w technologii monolitycznej betonowej i w tzw. technologii tradycyjnej udoskonalonej. Dokonano oceny tych technologii według wielu kryteriów, wykorzystując w tym celu metodę wieloczynnikowej analizy porównawczej AHP Saaty'ego.

**Słowa kluczowe:** budynki wielorodzinne, technologie budowania, ocena AHP

### **WSTĘP**

Polska jest krajem, w którym najpopularniejszą formę zamieszkiwania w miastach stanowi zabudowa wielorodzinna. Decyzję o zakupie mieszkania, zamiast domu, uzasadniają m.in. koszty jego budowy i utrzymania. Koszt budowy domu w dużych miastach zwiększa bardzo wysoka cena działki. Koszty utrzymania mieszkania w budynku wielorodzinnym nie są zdecydowanie niższe niż domu jednorodzinnego, ale czynnikiem decydującym może być wygoda w jego użytkowaniu i utrzymaniu. W przypadku zakupu mieszkania stajemy się bowiem częścią wspólnoty mieszkaniowej, która zarządza-

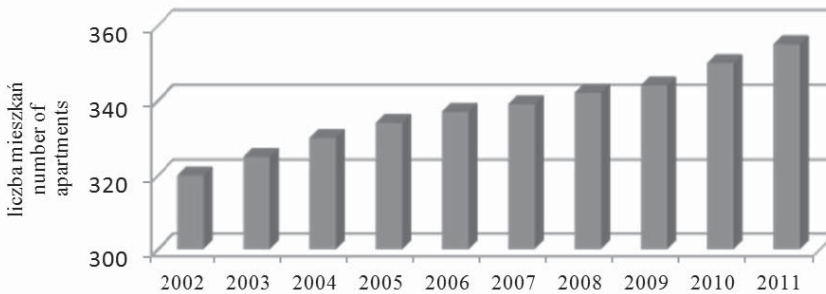
---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Anna Sobotka, Aleksandra Radziejowska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: sobotka@agh.edu.pl; aradziej@agh.edu.pl

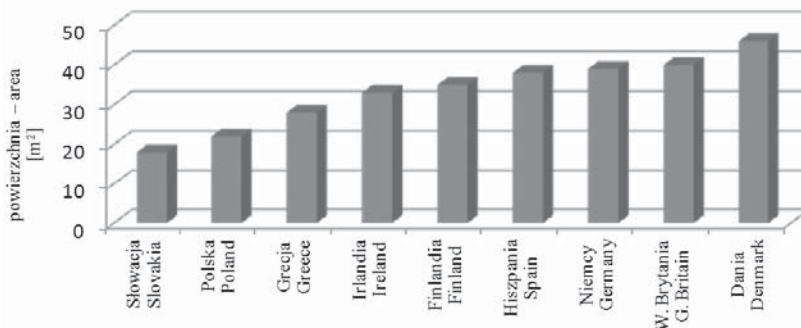
nie nieruchomością budynkową zwykle powierza zarządcy [Ustawa 1997]. Dzięki temu mieszkaniec budynku wielorodzinnego nie musi poświęcać swojego czasu na obowiązki i problemy związane z eksploatacją budynku, tj. użytkowaniem i utrzymaniem.

W Polsce młode małżeństwa najczęściej decydują się na zakup mieszkania, odkładając w daleką przyszłość budowę domu. Stąd zapotrzebowanie na budownictwo mieszkaniowe wielorodzinne nie maleje. Mimo ciągłego wzrostu liczby budowanych mieszkań, nadal statystyki pokazują, że odstawiamy od standardów europejskich. Z badań BRE Banku Hipotecznego zawartych w wiosennym raporcie 2012 roku wynika, że na 1000 mieszkańców przypada zaledwie około 357 mieszkań (rys. 1), podczas gdy średnia europejska to 445 mieszkań [Nowak 2013].

Ponadto w Polsce występuje duże zróżnicowanie regionalne i tylko duże miasta zbliżają się do średniej europejskiej. Poza tym, według statystyk GUS, na jedną osobę w Polsce przypada około 24,6 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej mieszkania o niskim standardzie, co wskazuje, że nadal istnieje duży dystans między Polską a krajami Wspólnoty (rys. 2).



Rys. 1. Liczba mieszkań w Polsce przypadająca na 1000 mieszkańców [dane statystyczne GUS]  
Fig. 1. Number of apartments in Poland per 1000 inhabitants [the statistical data]



Rys. 2. Przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkania w zasobie ogółem na osobę [dane statystyczne GUS]  
Fig. 2. The average usable floor space in the reservoir for one person with the whole [the statistical data]

Z upływem czasu zmieniały się i rozwijały technologie budowania obiektów wielorodzinnych, począwszy od kamienic, których budulcem najczęściej była cegła i kamień, poprzez technologię „wielkiej płyty” i „wielkiego bloku” (od początku lat pięćdziesiątych XX wieku, z największym nasileniem w latach siedemdziesiątych), aż do obecnie stosowanych technologii tradycyjnych z elementów drobnowymiarowych (z cegieł i bloczków), betonowych prefabrykowanych i monolitycznych oraz rozwiązań mieszanych [Jasiczak 2003, Buczkowski 2009].

Celem artykułu jest analiza stosowanych w Polsce technologii budowania budynków wielorodzinnych. Materiał badawczy stanowiły informacje z GUS oraz wyniki badań ankietowanych deweloperów, dotyczące oferowanych przez nich budynków wielorodzinnych [Ćwiek 2012] i uzupełnione przez autorki. Na podstawie uzyskanych badań wybrano dwie najpowszechniej stosowane technologie budowania domów wielorodzinnych w Małopolsce i na Lubelszczyźnie i dokonano ich oceny, uwzględniając wiele kryteriów.

Pracę wykonano w ramach badań statutowych nr 11.11.100.197, wykonywanych w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

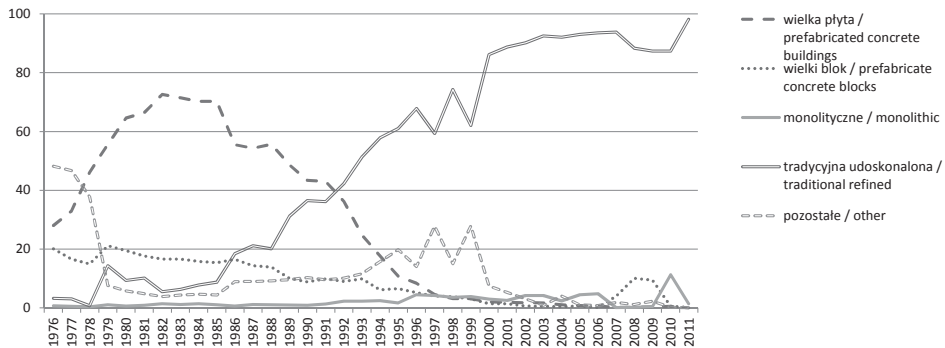
## **BADANIA I OCENA TECHNOLOGII BUDOWANIA BUDYNKÓW MIESZKALNYCH**

### **Klasyfikacja technologii i systemów budowania**

Badania i ocenę technologii budownictwa mieszkaniowego w Polsce wykonano według następującej metodyki:

1. Analiza technologii w budownictwie mieszkaniowym na podstawie danych z GUS w ostatnim dziesięcioleciu.
2. Badania ankietowe dotyczące budownictwa mieszkaniowego deweloperów w Polsce Południowej.
3. Wybór analizy wielokryterialnej technologii najczęściej stosowanych w budownictwie mieszkaniowym.
4. Przyjęcie metody do oceny wielokryterialnej wybranych na podstawie badań technologii.
5. Opracowanie listy kryteriów – tabele 1 i 2 (stosując kategorie macierzy SWOT).
6. Ocena istotności kryteriów poprzez zastosowanie metody wielokryterialnej AHP:
  - a) tworzenie macierzy porównań parami,
  - b) ocena zgodności ocen decydentów,
  - c) obliczenie lokalnych priorytetów (największa wartość własna i wektor własny odpowiadający tej wartości własnej),
  - d) obliczenie globalnych priorytetów.
7. Ocena alternatyw (obliczenie ocen syntetycznych dla alternatyw decyzyjnych).
8. Prezentacja wyników w postaci macierzy GSM.

W budownictwie mieszkaniowym stosowane są różne technologie (rys. 3). Charakteryzują się one między innymi: sposobami wytwarzania i przetwarzania materiałów, rodzajem stosowanego transportu i sprzętu, złożonością zasadniczych procesów oraz kontrolą i odbiorem robót. W ramach danej technologii można wyróżnić metody budowania, będące zespołami sposobów postępowania prowadzących do rozwiązania problemu w ramach danej technologii. W metodach budowania występują systemy technologiczne



Rys. 3. Rozwój stosowanych technologii w budownictwie mieszkaniowym w Polsce [dane statystyczne GUS]

Fig. 3. Development of used technologies in residential construction in Poland [the statistical data]

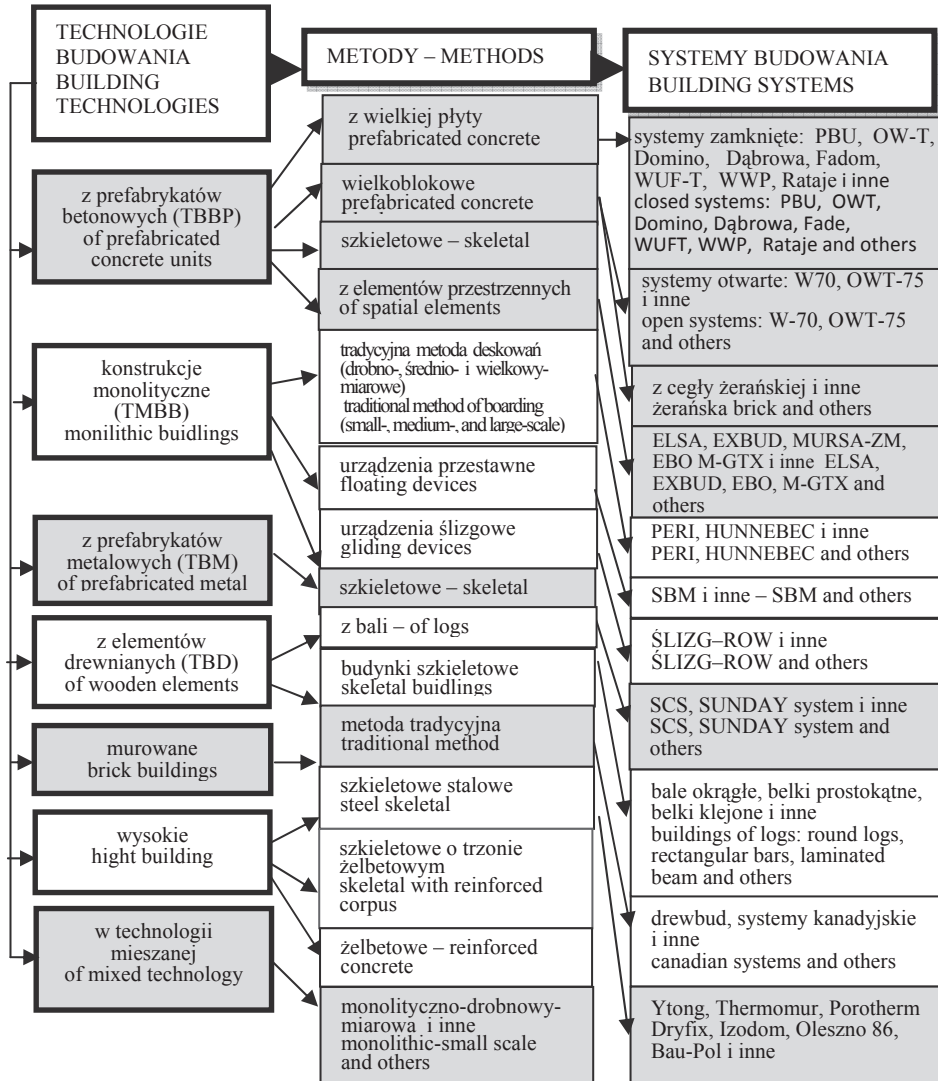
definiowane jako „...kompleksowy zespół współzależnych elementów i sposobów postępowania projektowo-realizacyjnego i technologiczno-organizacyjnego, pozwalający na sprawną realizację struktur budowlanych charakteryzujących się odpowiednimi walorami użytkowymi, funkcjonalnymi, ekonomicznymi” [Martinek i Osiecka 1999]. Klasyfikację technologii budowania przedstawia rysunek 4.

Na przestrzeni lat w Polsce zmieniały się stosowane technologie budownictwa mieszkaniowego (rys. 3), jak również struktura układów urbanistycznych osiedli. Powstało wiele koncepcji osiedli mieszkaniowych, na przykład osiedla społeczne, ekologiczne, zrównoważone, śląskie i wiele innych opisanych w licznej literaturze przedmiotu [Zaniewska i Thiel 2007, Kania 2010, Siemiradzki 2011, Kamiński 2012]. Główną przyczyną rozwoju technologii i koncepcji budownictwa wielorodzinnego był głód mieszkaniowy wynikający z zapotrzebowania na jak największą liczbę mieszkań, których wielkość i wyposażenie miały spełniać minimum standardów mieszkaniowych.

Po II wojnie światowej, realizując zabudowę wielorodzinną, bezpośrednio nawiązywano do koncepcji powstałych po I wojnie. Korzystano na przykład z doświadczeń istniejącego już wtedy ruchu spółdzielczego, jednak różnorodność stosowanych ówczesnie rozwiązań architektonicznych okazała się zbyt dużym obciążeniem dla powojennej gospodarki. Ze względu na znacznie większe zapotrzebowanie na budynki wielorodzinne podjęto decyzję o uprzemysłowieniu produkcji budynków mieszkalnych. Od lat siedemdziesiątych do początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku dominowały prefabrykaty betonowe. Wybór takiej technologii spowodowany był głównie możliwością szybkiego budowania. Budynki z wielkiej płyty i wielkiego bloku powstawały w ogromnym tempie, jednak nikt nie zastanawiał się, jak będzie wyglądać eksploatacja tego typu obiektów.

W okresie transformacji ustroju politycznego i gospodarczego w Polsce znacząco ograniczono budowanie z prefabrykatów betonowych wielkowymiarowych (likwidacja tzw. fabryk domów). Nastąpił powrót do sprawdzonych technologii tradycyjnych – mурowych, i rozwijanie innych nowoczesnych technologii i systemów budowania. Jednakże

zdobyte doświadczenie pozwoliło także nabrać zaufania do technologii betonowej. Powrót do budownictwa tradycyjnego zaowocował różnorodnością drobnowymiarowych elementów dostępnych na rynku. Oprócz tradycyjnej cegły coraz częściej buduje się z bloczków betonowych. Jednak wadą technologii tradycyjnej jest dłuższy niż w innych rozwiązaniach czas wznoszenia obiektu. Dlatego też zaczęto coraz powszechniej stosować szkieletową konstrukcję monolityczną budynku, z wypełnieniem elementami drobnowymiarowymi.

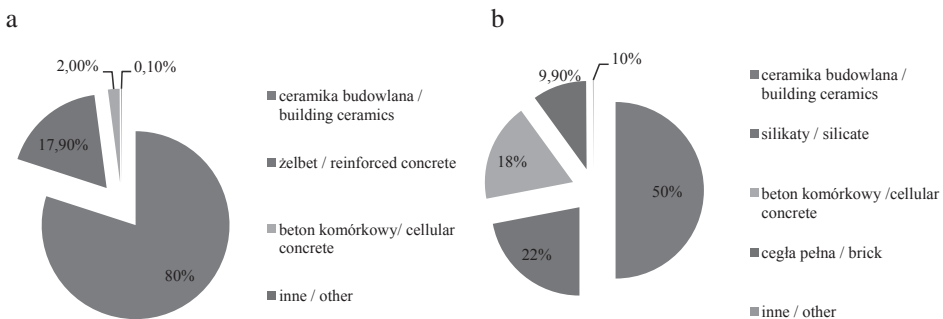


Rys. 4. Technologie budowania i ich podział

Fig. 4. Building technologies and their division

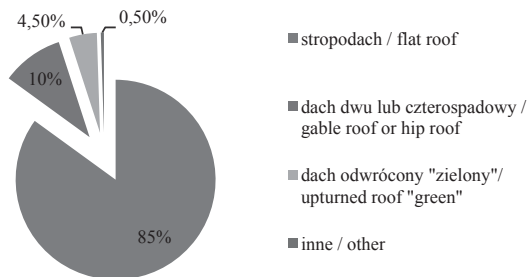
## Wyniki badań ankietowych stosowania technologii budowania budynków mieszkaniowych i ich analiza

W celu uzyskania informacji o aktualnie stosowanych technologiach w budownictwie mieszkaniowym wykonano badanie pilotażowe 25 deweloperów, działających w województwie małopolskim i lubelskim [Ćwiek 2012]. Wyniki z ankiet zostały przedstawione na rysunkach 5–9. Jeśli chodzi o konstrukcję budynku, to znaczącą przewagę ma technologia betonowa szkieletowa monolityczna, natomiast ściany często budowane są w technologii mieszanej (monolityczne betonowe lub murowane). Konstrukcja nośna budynku wykonywana jest na budowie (słupy i stropy). Z rysunku 5a wynika, że ściany nośne budowane są też w innych technologiach, a ściany działowe wykonywane są z różnych materiałów. Stropy w budynkach mieszkaniowych wykonywane są zazwyczaj jako monolityczne żelbetowe, natomiast przekrycie budynku stanowi najczęściej stropodach (rys. 6).



Rys. 5. Materiały stosowane do budowy ścian: a – nośnych zewnętrznych i wewnętrznych, b – działowych

Fig. 5. Materials using to building walls: a – supporting walls, exterior and interior, b – partition walls



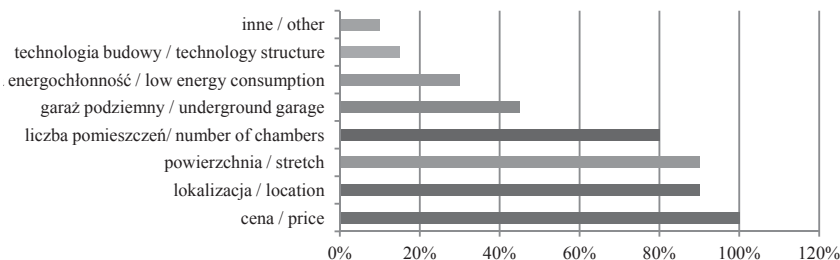
Rys. 6. Rodzaje dachów

Fig. 6. Types of roof

Jako przyczynę wyboru stropodachów podawano kompleksowość takiego rozwiązania (strop i dach w jednym). Przy tego typu dachu stosowane są zabiegi pozwalające na uzyskanie lepszego wskaźnika ciepła poprzez użycie membrany na całość powierzchni dachu oraz wykonanie podsypki żwirowej. W trakcie realizacji dachów dwu- i czterospa-

dowych niezbędne jest wykonanie dodatkowej konstrukcji, najczęściej drewnianej, co zwiększa koszt inwestycji, dlatego nie jest to rozwiązanie tak popularne jak stropodachy. Dachy zielone, mimo walorów estetycznych, na które wskazywali deweloperzy, stosowano głównie w droższych inwestycjach budowanych w centrach dużych miast.

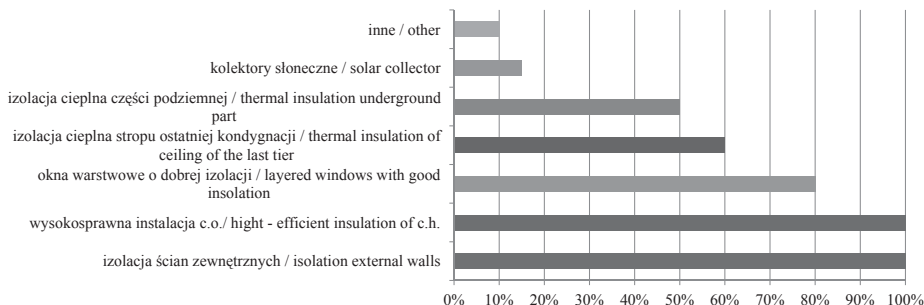
Czynniki decydujące o wyborze mieszkania przez klientów przedstawia rysunek 7. Jest ich wiele. Deweloperzy byli zgodni, że ze względu na niestabilną sytuację gospodarczą kraju większość klientów kieruje się przede wszystkim ceną.



Rys. 7. Czynniki decydujące o wyborze mieszkania na podstawie badań ankietowych  
Fig. 7. Factors influencing the choice of housing based on surveys

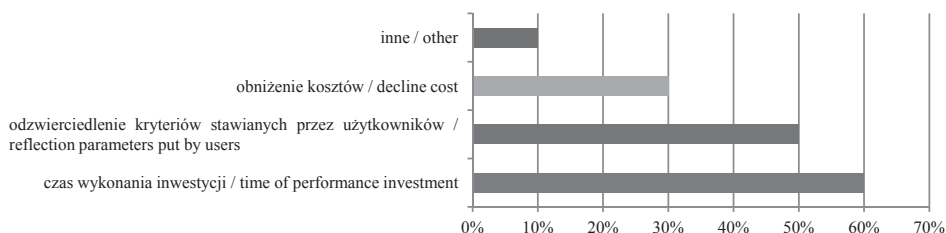
Mimo poszukiwania tanich mieszkań klienci stawiają duże wymagania deweloperom. Liczne oferty mieszkań umożliwiają klientom wybór oraz sprawdzanie jakości inwestycji i energochłonności podczas eksploatacji. Stąd kolejnymi pytaniami skierowanymi do deweloperów były sposoby obniżania energochłonności podczas eksploatacji (rys. 8), a także rodzaj technologii budowania – rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych (rys. 9).

Wyniki badań wskazują, że niektóre rozwiązania służące obniżeniu energochłonności budynków mieszkalnych stały się dziś standardem. Są to ocieplenie obiektów lub wysokosprawna instalacja centralnego ogrzewania oraz nowoczesne okna, które pozwalają na zmniejszenie zużycia ciepła potrzebnego do ogrzewania mieszkań. Najrzadziej stosowanym rozwiązaniem są odnawialne źródła energii, które większość deweloperów uznaje za nierentowne.



Rys. 8. Sposoby stosowane w celu obniżenia energochłonności podczas eksploatacji  
Fig. 8. Methods used to reduce energy consumption during operation [own work]





Rys. 9. Cel stosowania nowych technologii

Fig. 9. The aim in applying new technologies

Wyniki badań ankietowych oraz dane uzyskane z GUS wskazują, że najpopularniejszą w budownictwie wielorodzinnym jest technologia mieszana (w Małopolsce i na Lubelszczyźnie). W technologiach mieszanych wyróżnić można dwa rodzaje rozwiązań: cała konstrukcja nośna w technologii monolitycznej żelbetowej (rys.10) oraz technologia tradycyjna udoskonalona ze ścianami z cegły lub bloczków (rys.11).

#### Ocena wielokryterialna dwóch wybranych technologii budowania

Poniżej przedstawiono ocenę wielokryterialną dwóch technologii budowania na przykładzie budynku 4-kondygnacyjnego zaprojektowanego i wykonanego w dwóch technologiach – monolitycznej z dachem odwróconym (rys. 10) oraz w tradycyjnej udoskonalonej ze stropodachem (rys. 11).

Do oceny technologii wznoszenia wielorodzinnych obiektów mieszkalnych wykorzystano: metodę AHP (Analytical Hierarchy Process) [Saaty 1990, 2001, Chang i Huang 2006, Jaśkowski i in. 2009, Sobotka 2010, Duzinkiewicz 2012/2013] oraz zmodyfikowaną metodę Wanga analizy ilościowej SWOT [Jaśkowski i in. 2009]. Analiza SWOT



Rys. 10. Przykład realizacji budynku mieszkalnego w technologii monolitycznej żelbetowej, Krak-Chem, Apartamenty „Przy Bulwarze”, Kraków (fot. A. Radziejowska)

Fig. 10. Example implementation of a residential building in the monolithic concrete technology, Krak-Chem, Apartments „The Boulevard”, Cracow (photo by A. Radziejowska)





Rys. 11. Przykład realizacji budynku mieszkalnego w technologii tradycyjnej udoskonalonej, Budowa Interbud, Osiedle „Pod Dębem”, Kraków (fot. A. Radziejowska)

Fig. 11. Example implementation of a residential building in the traditional improved technology, Interbud Construction, Housing “Under the Oak”, Cracow (photo by A. Radziejowska)

jest jedną z najpopularniejszych heurystycznych technik analitycznych, pozwalającą na uporządkowanie i ocenę strategiczną uwarunkowań otoczenia systemów i organizacji w pierwszym etapie badań. Metoda ta pozwala na segregację posiadanych informacji o danym zagadnieniu w cztery grupy. Ponieważ wyniki zastosowania analizy SWOT nie dają jednoznacznej odpowiedzi o kierunku i sile oddziaływania otoczenia zewnętrznego i stanie wewnątrz rozważanego problemu, dodatkowo więc stosuje się techniki ilościowe.

W artykule przedstawiono metodę alokacji ocenianych alternatyw w czteropolowej macierzy GSM (*Grant Strategy Matrix*) [Chang i Huang 2006], gdzie alternatywy są przedstawione jako punkty w dwuwymiarowej przestrzeni. Oś pozioma stanowi ocenę czynników wewnętrznych, a oś pionowa określa ocenę wpływu zjawisk w otoczeniu systemu.

Ocenę ważności poszczególnych kryteriów wykonano z wykorzystaniem porównania parami. Wyniki porównań zestawiono w dwóch macierzach  $\mathbf{A}^w$  i  $\mathbf{A}^z$ . Względna dominacja kryterium oceniana jest na podstawie skali ustalonej przez Saaty’ego [1990]. Skala Saaty’ego przedstawia skalę liczbową preferencji oceny porównania parami dwóch rozpatrywanych elementów ( $\{1, 2, \dots, 9\}$  oraz  $\{1/9, 1/8, \dots, 1/2\}$ ) [Hanratty i Joseph 1992].

Wagi poszczególnych kryteriów w ocenie według potencjału wewnętrznego dają informację o istotności danego czynnika, a wagi według zjawisk zewnętrznych odzwierciedlają możliwość zaistnienia danego zjawiska i jego znaczenie przy ocenie stanu otoczenia.

W analitycznym procesie hierarchicznym dokonuje się tzw. odwracalnych porównań parami, dla których  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$  oraz  $a_{ij} = 1$ . Opinie te umieszcza się w macierzy kwadratowej porównań parami  $\mathbf{A}_{\text{m} \times \text{n}} = [a_{ij}]$ .

Wektory priorytetów  $\bar{w} = (w_1, \dots, w_n)$  obliczane są z macierzy porównań parami poprzez zastosowanie skali Saaty'ego. Następnie przedstawiane są w postaci macierzy

znormalizowanych ocen:  $\mathbf{A}_{\text{mxn}} = [a_{ij}] = \left[ \frac{w_i}{w_j} \right]$ .

Warunek

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

oznacza:  $a_{ij} \cdot w_j = w_i; \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$ .

Spełnienie warunku (1) oznaczałoby ostatecznie spełnianie przez macierz  $\mathbf{A}$  porównań parami:

$$\mathbf{A} \cdot \bar{w} = n \cdot \bar{w} \quad (2)$$

gdzie wektor  $\bar{w}$  byłby poszukiwanym wektorem uszeregowania.

Istnieje twierdzenie, które mówi: Niech macierz  $\mathbf{A}$  będzie spójną macierzą porównań parami oraz niech spełniony będzie warunek (1), wówczas:

- 1) wektor  $w$  spełnia równanie (2),
- 2) wartości własne macierzy  $\mathbf{A}$  spełniają warunki:
  - niezerowa wartość własna  $\lambda$  wynosi  $n$ :  $\lambda_1 = n = \lambda_{\text{max}}$ ,
  - wszystkie wartości własne, oprócz jednej, są równe zeru:  $\lambda_i = 0$  dla  $i = 2, \dots, n$ .

Poza tym udowodniono, że macierz  $\mathbf{A}$  jest macierzą proporcjonalną.

Następnie Saaty zaproponował poszukiwanie przybliżonych ocen elementów poprzez wyznaczenie wektora  $\bar{w}$  spełniającego równanie:

$$\mathbf{A} \cdot \bar{w} = \lambda \cdot \bar{w} \quad (3)$$

gdzie  $\lambda_{\text{max}}$  – największa wartość własna macierzy  $\mathbf{A}$ .

Przed przystąpieniem do syntezy priorytetów dokonuje się oceny spójności macierzy porównań.

Kolejny krok to badanie zgodności ocen decydentów:

- indeks zgodności (*C.I.*)

$$C.I. = \frac{\lambda_{\text{max}} - n}{n - 1} \quad (4)$$

gdzie  $n$  – rząd macierzy (jeżeli indeks zgodności jest mniejszy od 0,1, to można być zadowolonym z ocen decydentów),

- przypadkowy indeks zgodności (*R.I.*) – średni losowy indeks zgodności obliczony z losowo generowanej macierzy o wymiarach  $n \times n$  [Hanratty i Joseph 1992]

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>R.I.</i>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

– stosunek zgodności

$$C.I. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (5)$$

Jeżeli stosunek zgodności jest mniejszy od 0,1, to można być zadowolonym z ocen decydentów. Jeżeli indeks zgodności i stosunek zgodności mają zbyt duże wartości, to należy poprosić decydentów o zastanowienie i ponowne podanie ocen.

Następny krok w zastosowanym algorytmie to obliczenie lokalnych priorytetów (największej wartości własnej oraz wektora własnego odpowiadającego tej wartości własnej). Poniższe obliczenia wykonujemy dla każdej macierzy porównań parami (m.p.p.). Obliczanie przybliżonego wektora własnego m.p.p. – metoda Saaty’ego I:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} a_i^* &= \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{ij}}; \quad i = 1, \bar{n} \\ a^* &= \sum_{i=1}^n a_i^* \\ w_i &= \frac{a_i^*}{a^*}; \quad i = 1, \bar{n} \end{aligned} \quad (6)$$

Obliczanie przybliżonego wektora własnego m.p.p. – metoda Saaty’ego II:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} \alpha_j^* &= \sum_{i=1}^n a_{ij}; \quad i = 1, \bar{n} \\ \alpha_j^* &= \frac{a_{ij}}{\alpha_j^*}; \quad i, j = 1, \bar{n} \\ w_i &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{a_{ij}}{\alpha_j^*}; \quad i = 1, \bar{n} \end{aligned} \quad (7)$$

Obliczanie przybliżonej wartości największej wartości własnej m.p.p. – metoda Saaty’ego:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \alpha_j^* w_j \quad \text{lub} \quad \lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \quad (8)$$

Ostatnim krokiem w metodzie AHP jest obliczenie globalnych priorytetów poprzez obliczenie sumy iloczynów priorytetów każdej gałęzi rozważanych opcji decyzyjnych do celu ogólnego w rozważanym problemie.

Dla rozważanego problemu decyzyjnego rozpatrywanych dwóch wariantów powstały dwie macierze:

AHP  $A^w$  – macierz porównań parami wag kryteriów oceny według potencjału wewnętrznego:

$$A^w = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 7 & 7 & 6 & 4 & 3 & 4 & 5 \\ \frac{1}{5} & 1 & 1 & 1 & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 & 3 \\ \frac{1}{7} & 1 & 1 & 1 & \frac{1}{3} & 1 & 3 & 3 & 2 \\ \frac{1}{7} & 1 & 1 & 1 & 3 & \frac{1}{2} & 3 & 4 & 6 \\ \frac{1}{6} & 1 & 3 & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 & 1 \\ \frac{1}{4} & 3 & 2 & 2 & 4 & 1 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & 5 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 3 & 1 & 1 & 4 & 1 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{2} & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

AHP  $A^z$  – macierz porównań parami wag kryteriów oceny według zjawisk zewnętrznych:

$$A^z = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & \frac{1}{2} & 1 & 3 & \frac{1}{4} \\ 1 & 1 & 5 & \frac{1}{2} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 & 2 & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} \\ 2 & 2 & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{2} & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 5 & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & 4 & 2 & 1 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 2 & 2 & 1 & 2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

Obliczono macierze porównań parami dwóch wariantów względem każdego z kryterium.

Wyniki oceny wag i kryteriów przedstawiono w tabeli 1 i 2, natomiast na rysunku 12 przedstawiono wynik oceny syntetycznej.

Z powyższej analizy wynika, że zastosowanie do budowy domów wielorodzinnych technologii tradycyjnej udoskonalonej, według przyjętych kryteriów, jest rozwiązaniem lepszym niż zastosowanie technologii monolitycznej. Uzyskany wynik jest zgodny z preferencjami badanego rynku (Małopolska i Lubelszczyzna), w których również zdecydowanie przeważa technologia tradycyjnie udoskonalona.

Tabela 1. Kryteria i ocena technologii stosowanych w budownictwie mieszkaniowym (czynniki wewnętrzne)

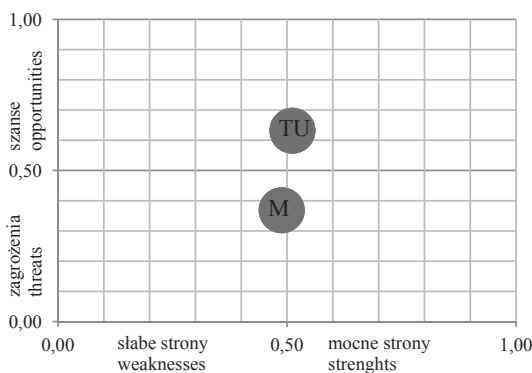
Table 1. Criteria and evaluation of technologies used in residential construction (details inside)

Kryteria i ocena systemów technologii budowania obiektów wielorodzinnych (czynniki wewnętrzne) Criteria and evaluation of systems for constructing multi-family buildings (internal factors)	Waga kryterium Criterium value	Ocena technologii monolitycznej z dachem odwrotnym (M) Evaluation of monolithic technology with reverse roof (M)	Ocena technologii tradycyjnej udoskonalonej ze stropodachem (TU) Evaluation of improved traditional technology with flat roof (TU)
Koszty wykonania inwestycji Costs of investment execution	0,36	0,33	0,67
Czas budowy inwestycji – pracochłonność wykonania Timescale for a construction project – labour-intensity of its execution	0,06	0,75	0,25
Energochłonność produkcji i wykonania Energy consumption of production and execution	0,09	0,2	0,8
Trwałość wykonanej konstrukcji Stability of a construction	0,12	0,75	0,25
Kształtowanie przestrzeni i funkcjonalność mieszkań Apartment space and functionality shaping	0,05	0,17	0,83
Mechanizacja wykonawstwa (robót budowlanych) Machanisation of construction work performance	0,14	0,8	0,2
Wymagania dotyczące kwalifikacji kadry Requirements for staff qualifications	0,09	0,75	0,25
Ochrona środowiska – ekologiczność budowy podczas produkcji Environmental protection – construction ecologicality during production	0,04	0,33	0,67
Wymagania dotyczące zagospodarowania placu budowy Requirements for construction-site development	0,05	0,25	0,75
Ocena syntetyczna – Synthetic assesment		0,49	0,51

Tabela 2. Kryteria i ocena technologii stosowanych w budownictwie mieszkaniowym (czynniki zewnętrzne)

Table 2. Criteria and evaluation of technologies used in residential construction (part external)

Ocena wpływu zjawisk w otoczeniu systemu budownictwa obiektu wielorodzinnego Evaluation of the influence of phenomena around the system of constructing multi-family buildings	Waga kryterium Criterium value	Ocena technologii monolitycznej z dachem odwrotnym (M) Evaluation of monolithic technology with reverse roof (M)	Ocena technologii tradycyjnej udoskonalonej ze stropodachem (TU) Evaluation of improved traditional technology with flat roof (TU)
Dostępność materiałów (trudność w pozyskiwaniu) Availability of materials (problem with acquisition)	0,15	0,67	0,33
Koszty logistyczne Logistic costs	0,15	0,25	0,75
Wymagania w zakresie ochrony środowiska Environmental protection requirements	0,08	0,5	0,5
Odczucia (opinia) użytkowników (mieszkańców) Feelings (opinions) of users (occupants)	0,12	0,33	0,67
Dostępność wykwalifikowanej kadry Availability of qualified staff	0,18	0,25	0,75
Wzrost koniunktury w budownictwie Economic growth in civil engineering	0,14	0,33	0,67
Wzrost wymagań dotyczących użytkowania i utrzymania Increase in requirements for exploitation and preservation	0,18	0,33	0,67
Ocena syntetyczna – Synthetic assesment		0,37	0,63



Rys. 12. Macierz GSM

Fig. 12. Matrix GSM

## PODSUMOWANIE

Wykonane badania pozwoliły na poznanie tendencji w stosowanych rozwiązaniach konstrukcyjno-materiałowych w budownictwie mieszkaniowym wielorodzinnym (głównie w Małopolsce i na Lubelszczyźnie). Trudno właściwie zidentyfikować jednoznacznie typ stosowanych rozwiązań. Przeważają rozwiązania mieszane. Nawet w jednym budynku budowane są ściany nośne zewnętrzne monolityczne, wewnętrzna konstrukcja jest w części słupowa, w części ścianowa – zarówno monolityczna, jak i wypełnieniowa, ścianki działowe najczęściej budowane są z elementów drobnowymiarowych. Czas wykonania takich konstrukcji jest krótki i budynek w stanie surowym można postawić w ciągu kilku miesięcy. W dużych miastach stosowanie technologii monolitycznej ma swoje uzasadnienie w oszczędniejszej logistyce, zmniejszeniu kosztów transportu i wymagań powierzchni placu budowy. Niepokojący jest brak dbałości o ekologiczność rozwiązań projektowych oraz brak powszechnego wyposażenia w najbardziej typowe urządzenia do oszczędzania energii czy wody.

Przedstawione badania są fragmentaryczne, nie obejmują całej Polski. W różnych regionach Polski wybór technologii budowy zależy w głównej mierze od bazy surowcowej i rynku producentów wyrobów budowlanych. I tak na przykład na Podlasiu powszechna jest technologia murowana ścian, a stropy wykonywane są z płyt kanałowych, na Wybrzeżu zaś budowane są domy o szkielecie drewnianym. Są to technologie tradycyjne. Pojawiają się również obiekty wznoszone w technologii drewnianej czy stalowej o nowoczesnych rozwiązaniach, ale liczba takich inwestycji jest niewielka. Niestety sytuacja gospodarcza w Polsce nie sprzyja nowatorskim technologiom budownictwa mieszkaniowego. Dzisiejszy rynek budowlany nastawia się na szybki zys i zysk, a inwestycje w nowe technologie mogłyby spowolnić sprzedaż wznoszonych obiektów.

## PIŚMIENNICTWO

- Buczowski W., 2009. Budownictwo ogólne. Konstrukcje budynków. T. IV. Arkady, Warszawa.
- Chang H.H. Huang W.Ch., 2006. Application of quantification SWOT analytical method. *Mathematical and Computer Modeling* 43, 158–169.
- Ćwiek K., 2012. Analiza rozwoju konstrukcji i technologii wznoszenia obiektów budowlanych o określonym użytkowaniu – budynki wielorodzinne. Praca magisterska. AGH, Kraków.
- Duzinkiewicz K., 2012/2013. Struktury i algorytmy wspomagania decyzji 2012/2013. Wieloatributowe problemy decyzyjne – metody rozwiązywania [online]. Katedra Inżynierii Systemów Sterowania, Politechnika Gdańska (<http://www.ely.pg.gda.pl/kiss/dydaktyka/siawd/wyklad/1093-w14w15>).
- Hanratty P.J., Joseph B., 1992. Decision making in chemical engineering and expert systems: application of the analytic hierarchy process to reactor selection. *Comp. Chem. Eng.* 16, 849–860.
- Jasiczak J., 2003. Technologie budowlane II. Wydawnictwo Alma Mater, Poznań.
- Jaśkowski P., Bucoń R., Biruk S., 2009. Ocena wielokryterialna ofert i wykonawców budowlanych w procedurach przetargowych z zastosowaniem rozmytego rozszerzenia metody AHP. Konferencja Naukowo-Techniczna „Inżynieria procesów budowlanych”, Wisła 2009, Politechnika Śląska w Gliwicach, 181–188.
- Kamiński J., 2012. Osiedle ekologiczne a krajobraz. *Architektura Krajobrazu* 1, 30–40.



- Kania P., 2010. Od Charlesa Fouriera do Paolo Solieriego – przemiany w sposobie kształtowania struktur osiedli mieszkaniowych na przestrzeni wieków. *Architecture et Artibus* 2, 27–33.
- Martinek W., Osiecka E., 1999. Podstawy inżynierii produkcji budowlanej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Nowak J., 2013. Rynek nieruchomości w Polsce. Raport, wiosna 2012, 2013 ([www.brehipoteczny.pl/xsf/BBH\\_Raport\\_wiosna\\_2012.pdf](http://www.brehipoteczny.pl/xsf/BBH_Raport_wiosna_2012.pdf)).
- Saaty T.L., 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research* 48, 1, 9–26.
- Saaty T.L., 2001. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. RWS Publications, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Sobotka A., 2010. *Logistyka przedsiębiorstw i przedsięwzięć budowlanych*. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Siemiradzki W., 2011. Osiedle mieszkaniowe jako fenomen urbanistyczno-społeczny. *Człowiek i Środowisko* 35 (1–2), 107–124.
- Urząd statystyczny GUS w Krakowie (<http://www.stat.gov.pl/krak>).
- Ustawa z dnia 21.08.1997 r. o gospodarce nieruchomościami z późniejszymi zmianami. *Dz.U.* z 1997 r., nr 115, poz. 741.
- Wojtkun G., 2012. Wielorodzinne budownictwo mieszkaniowe w Polsce. W cieniu wielkiej płyty [online]. Wydawnictwo Przestrzeń i forma ([http://www.pif.zut.edu.pl/pif-10\\_pdf/016%20WOJTKUN%-20Grzegorz%20XX.pdf](http://www.pif.zut.edu.pl/pif-10_pdf/016%20WOJTKUN%-20Grzegorz%20XX.pdf)).
- Zaniewska H., Thiel M., 2007. Środowisko mieszkaniowe w zrównoważonym rozwoju miast i osiedli – aspekt społeczny i urbanistyczny. *Czasopismo Techniczne PK 3-A*, 311–322.

## EXAMINATIONS BUILDING TECHNOLOGY OF MULTI-OCCUPIED BUILDINGS

**Abstract.** Residential construction in Poland are mostly multi-family houses built in different technologies depending on the region, the local resource base and offer manufacturers of building materials. The article shows the results of offers from different developers on current real estate market in the Cracow and Lublin region. Through the surveys, as well as statistical data derived from the Central Statistical Office, the paper presents the types of technologies that are currently used in residential construction. The comparative assessment was performed after extract of the two most used technologies of erect multifamily buildings with multi-criteria AHP analysis. In the light of the adopted criteria, the two most commonly technology were analyzed. Improved traditional technology has proven to be better, as shown in figure matrix GSM. It can be seen that the results of the comparative analysis performed confirmed technology trends of the housing market today.

**Key words:** residential buildings, building technologies, evaluation of AHP

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 5.02.2014