

IBADOV Nabi¹
KULEJEWSKI Janusz²
HRISCHEV Lachezar³

PORZĄDKOWANIE I WARTOŚCIOWANIE KRYTERIÓW OCENY ROZWIĄZAŃ BUDOWLANYCH

W referacie, na podstawie analizy kryteriów konstrukcyjnych, technologicznych, użytkowych, ekologicznych i ekonomicznych, wytypowano właściwe kryteria oceny rozwiązań budowlanych. Następnie, rozpatrzono trzy przykładowe sytuacje decyzyjne, zróżnicowane ze względu na preferencje decydenta w odniesieniu do poszczególnych kryteriów oceny. Wykorzystując teorię relacji i porządkowania, zaproponowano metodę przekształcania indywidualnych funkcji preferencji kryteriów w grupową funkcję preferencji.

ORDERING AND VALUATION OF THE ASSESSMENT CRITERIA OF CONSTRUCTION SOLUTIONS

In this paper, based on the analysis of engineering, technological, performance, ecological and economic criteria, the proper criteria for the assessment of construction solutions are selected. Then, three exemplary decision – making situations are considered, differentiated according to the decision maker's preference for individual assessment criteria. On the basis of the theory of relations and ordering, the method of transforming the functions of individual preference for assessment criteria into the group preference function.

1. WSTĘP

W etapach poprzedzających opracowanie projektu trzeba przeprowadzać analizy, dotyczące potwierdzenia spełnienia przez obiekt budowlany stawianych mu wymagań. Wymagania te obejmują:

- wymagania użytkownika dla projektowanego obiektu i jego części składowych, spełniających określone funkcje użytkowe;

¹Nabi Ibadov, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, 00–637 Warszawa,

Al. Armii Ludowej 16, tel.: +48 22 234-65-15, Fax: + 48 22 825-74-15, e-mail: n.ibadov@il.pw.edu.pl

²Janusz Kulejewski, Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, 00–637 Warszawa,

Al. Armii Ludowej 16, tel.: +48 22 234-65-15, Fax: + 48 22 825-74-15, e-mail: j.kulejewski@il.pw.edu.pl

³Lachezar Hrishev, Higher School of Civil Engineering (VSU) "Lyuben Karavelov", Faculty of Construction, 175 Suhodolska Street, 1373 Sofia, Bulgaria, tel./fax: +359 2 80 29 188, e-mail: l.hrishev@abv.bg

- wymagania użytkowe dla projektowanego obiektu i jego części składowych, będące wymaganiami użytkownika wyrażonymi w kategoriach ilościowych, to jest mierzalnych, pozwalających na sformułowanie zadania dla projektanta i na jednoznaczną ocenę, czy zaprojektowany i wykonany obiekt spełnia wymagania użytkownika;
- wymagania, dotyczące własności użytkowych elementów konstrukcyjnych, tworzących poszczególne części projektowanego obiektu.

Wymagania użytkowe stawiane całemu obiektowi, jego częściom i poszczególnym elementom konstrukcyjnym są wyrażone w postaci mierzalnych parametrów dotyczących trwałości, nośności i bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania, higieny, ochrony zdrowia, ochrony środowiska, komfortu użytkownika oraz oszczędności energii wydatkowanej w związku z eksploatacją obiektu.

Wymagane własności użytkowe całego obiektu, jego części i poszczególnych elementów konstrukcyjnych są formułowane w stosunku do każdego wymagania użytkowego i wyrażają ilościowe zachowanie się obiektu lub jego części w odpowiedzi na oddziaływania zewnętrzne lub wywołane przez sam obiekt lub jego część w przewidywanych warunkach użytkowania. Dzięki określonym właściwościom użytkowym elementów konstrukcyjnych, określone części składowe obiektu spełniają ustalone wymagania użytkowe.

Powyższe wymagania tworzą zbiór warunków, które musi spełniać każdy obiekt budowlany. Dlatego, w etapach poprzedzających opracowanie projektu wykonawczego (studia przedprojektowe, projekt wstępny, projekt budowlany) trzeba przeprowadzać analizy, dotyczące potwierdzenia spełnienia przez obiekt stawianych mu wymagań. Takie analizy mają charakter formalno-prawny i polegają na ocenie zgodności projektu z przepisami, dotyczącymi warunków technicznych dla budynków i ich usytuowania. Wynik oceny jest przedstawiany w formie zero-jedynkowej: dane rozwiązanie projektowe „spełnia” lub „nie spełnia” określonych warunków technicznych. Natomiast, ocena walorów technicznych projektowanych rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych jest przeprowadzana odrębnie, to jest niezależnie od oceny warunków, które musi spełniać obiekt budowlany. Na przykład, większość budowlanych rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych ocenia się wyłącznie na podstawie dwóch kryteriów: czas wykonania i koszt wykonania. I na podstawie tych dwóch kryteriów tworzy się preferencje rozwiązań budowlanych. Należy podkreślić, że nie zawsze najtaniej i najszybciej wykonany obiekt jest także najtańszy w eksploatacji, pomimo, że spełnia warunki techniczne.

Decyzje projektowe mają skutki finansowe w całym „cyklu życia” danego obiektu. Dlatego, sposób spełnienia wymagań stawianych obiektom budowlanym powinien być uwzględniony w formie kryteriów oceny przy podejmowaniu decyzji projektowych. Celem niniejszego referatu jest wskazanie metody określania i wartościowania niezbędnych kryteriów oceny rozwiązań budowlanych, służących podjęciu decyzji optymalnej. Przyjęto założenie, że preferencje decydenta spełniają warunek racjonalnego wyboru, to znaczy, że są spójne i przechodnie.

2. PRÓBA SFORMUŁOWANIA KRYTERIÓW OCENY ROZWIĄZAŃ BUDOWLANYCH

Analizując techniczno-prawne wymagania stawiane obiektom budowlanym, cechy charakterystyczne odpowiednich rodzajów budownictwa, jej strukturę technologiczną oraz „cykl życia” budynku, można ustalić charakterystyczne zbiory (grupy) kryteriów oceny rozwiązań budowlanych. Z każdego zbioru tych kryteriów należy wybrać odpowiednie ilości i rodzaje szczegółowych kryteriów oceny. Inaczej mówiąc, oceniając dowolne rozwiązania budowlane wybieramy „właściwe kryteria” oceny ze zbioru ogólnych kryteriów oceny, mogących istnieć w różnych gałęziach budownictwa. Kryteria te:

- wynikają z określonych wymagań, stawianych całym obiektem budowlanym i ich elementom składowym, w zależności od przeznaczenia danego obiektu budowlanego i poziomu szczegółowości dokumentacji projektowej,
- określają wartości graniczne pewnych parametrów całego obiektu lub jego wybranych elementów.

Wybór „właściwych kryteriów” oceny ze zbioru kryteriów ogólnych polega na wytypowaniu kryteriów szczegółowych, najlepiej opisujących badany problem oraz najlepiej odpowiadających celowi analizy.

Dla większości rodzajów budowlanych rozwiązań projektowych, mogą być zastosowane następujące ogólne kryteria ich oceny:

- kryteria funkcjonalne,
- kryteria konstrukcyjne,
- kryteria ekologiczne,
- kryteria technologiczne,
- kryteria ekonomiczne.

Kryteria funkcjonalne pozwalają na ocenę projektu z punktu widzenia przeznaczenia obiektu. Kryteria te dotyczą oceny spełnienia wymagań, dotyczących realizacji ustalonej funkcji obiektu (na przykład rozkład, powierzchnie i wzajemne relacje pomiędzy pomieszczeniami w budynku mieszkalnym).

Kryteria konstrukcyjne pozwalają na ocenę przyjętych rozwiązań materiałowo – konstrukcyjnych z punktu widzenia spełnienia:

- wymagań użytkowych, stawianych całemu obiektowi, jego częściom i poszczególnym elementom konstrukcyjnym,
- wymagań, dotyczących własności użytkowych całego obiektu, jego części i poszczególnych elementów konstrukcyjnych.

Kryteria ekologiczne pozwalają na ocenę wpływu przyjętych rozwiązań funkcjonalnych i materiałowo – konstrukcyjnych na otaczające środowisko podczas wznoszenia i eksploatacji obiektu.

Kryteria technologiczne określają materiałochłonność i pracochłonność robót związanych z procesem budowlano-montażowym. Materiałochłonność i pracochłonność robót budowlano-montażowych zależy od zastosowanej metody budowania i użytych środków produkcji.

Kryteria ekonomiczne pozwalają na ocenę skutków finansowych podjętych decyzji projektowych w postaci realnych kosztów budowy i eksploatacji obiektu, oraz na ocenę

opłacalności tych decyzji w świetle relacji pomiędzy poniesionymi kosztami i uzyskanymi korzyściami.

Należy podkreślić, że wyżej wymienione kryteria jedynie pokazują pewne kierunki, które należy brać pod uwagę przy doborze rozwiązań budowlanych. Przy ocenie rozwiązań budowlanych należy uwzględnić dodatkowe grupy kryteriów, które najlepiej opisują dany problem w świetle ustalonych potrzeb i wymagań. Poza tym, w podejmowaniu decyzji projektowych uczestniczy szereg decydentów, reprezentujących poszczególnych uczestników procesu inwestycyjnego (inwestor, projektant, wykonawca, użytkownik obiektu). Dlatego, wydaje się logicznie uzasadniony dobór kryteriów oceny i ich wartościowanie z uwzględnieniem preferencji poszczególnych decydentów.

3. DOBÓR KRYTERIÓW OCENY Z UWZGLĘDNIENIEM PREFERENCJI DECYDENTÓW

Podstawową trudnością w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wielu kryteriach jest to, że tylko w wyjątkowych przypadkach mamy do czynienia z decyzją zapewniającą wzajemną zgodność kryteriów. Wzajemne stosunki między kryteriami, których stopnie spełnienia jednocześnie optymalizujemy, są z reguły bardzo złożone. Najbardziej istotnymi relacjami, z punktu widzenia wielokryterialnego podejmowania decyzji, są relacje zależności i konfliktowości kryteriów [2]. Istnienie tych relacji sprawia, że kluczową kwestią przy wielokryterialnym podejmowaniu decyzji staje się zagadnienie określenia koncepcji optymalności rozwiązania. Jest to niezbędne, gdy natrafia się na sytuację konfliktową.

Najprostszym sposobem doboru kryteriów w naszym przypadku jest uwzględnienie, oprócz charakterystycznych cech budownictwa, także całego procesu inwestycyjnego oraz elementów podejmowania decyzji (osoba decydenta, sytuacje decyzyjne, kompromis interesów, itd.). Z drugiej strony, powinniśmy mieć świadomość, że wszelka działalność gospodarcza ma na celu osiągnięcie wymiernych korzyści. Dlatego, kryteria podejmowania decyzji projektowych powinny brać pod uwagę, oprócz aspektów funkcjonalnych, techniczno – technologicznych i środowiskowych, również aspekt ekonomiczny, bowiem argumenty ekonomiczne bardziej wpływają na przekonania (świadomość) zainteresowanych. Trzeba także brać pod uwagę zasadę racjonalnego wyboru, z którego wynika, że nie należy do oceny przyjmować zbyt dużej liczby kryteriów [2].

A więc, uwzględniając powtarzalność kryteriów w różnych kategoriach, ich mierzalność i niemierzalność oraz zgodność lub niezgodność, drogą eliminacji możemy sformułować ostateczne kryteria oceny, które oprócz kwestii ekonomicznych uwzględniają i techniczno-użytkowe aspekty budowlanych rozwiązań materiałowo - konstrukcyjnych. Na przykład, ocena rozwiązań materiałowo - konstrukcyjnych przegród budowlanych może być dokonywana na podstawie:

- kryterium kosztu wykonania (K_k),
- kryterium czasu wykonania (K_c),
- kryterium izolacyjności termicznej (K_i).

4. PORZĄDKOWANIE I WARTOŚCIOWANIE KRYTERIÓW

W celu wyznaczenia wag wyżej przedstawionych kryteriów, powinniśmy postrzegać spełnienia pewnych, stosunkowo mocnych, założeń, wyrażających wyidealizowany model niesprzecznych preferencji decydenta w stosunku do wymienionych kryteriów [2]. Zakładamy, że:

- mamy do czynienia ze skończonym zbiorem kryteriów; nawet jeśli teoretycznie można by wymienić nieskończenie wiele kryteriów, to i tak będziemy się posługiwać skończonym zbiorem kryteriów istotnych;
- wektor wag w_k ($k=1, \dots, K$) odzwierciedla preferencje w określonej sytuacji, a więc nie to, jak decydent odnosi się do poszczególnych kryteriów w ogóle, lecz w konkretnych sytuacjach;
- preferencje decydenta spełniają warunek racjonalnych wyborów, to znaczy, że są spójne i przechodnie.

W omawianym zbiorze wymagań dotyczących zgodności wyborów decydenta akcentuje się, że preferencje względem kryteriów są wcześniejsze od charakterystyk liczbowych w postaci wag w_k . Nie jest zatem tak, że decydent przedkładał kryterium A nad kryterium B, ponieważ kryterium A ma większą wagę. Jest raczej tak, że ponieważ kryterium A było przedkładane nad kryterium B, więc otrzymało większą wagę.

Mając na uwadze główne założenia teorii porządkowania, w zakresie budownictwa mieszkaniowego możemy stworzyć preferencje kryteriów oceny z uwzględnieniem następujących sytuacji:

1. Własna inicjatywa inwestora w celu uzyskania zysku ze sprzedaży.
2. Użytkowanie własne (inwestor jest użytkownikiem).
3. Osoba kupująca obiekt (dom lub mieszkanie).

Sytuacja nr 1.

Z sytuacji nr.1 wynika, że co do powyższych kryteriów inwestor ma następujący stosunek (preferencja sytuacji nr 1), wynikający z silnej preferencji minimalizacji kosztu realizacji inwestycji, ponieważ dzięki temu powstaje większy zysk ze sprzedaży:

$$K_k > K_c > K_i \quad (1)$$

gdzie: K_k, K_c, K_i - są kryteriami odpowiednio kosztu wykonania, czasu wykonania i izolacyjności termicznej.

Sytuacja nr 2.

Inwestor jest jednocześnie użytkownikiem i dla niego ważne będą też wartości użytkowe obiektu i koszt eksploatacji i konserwacji. Należy podkreślić, że w zależności od wiedzy budowlanej inwestor na te kryteria może nie zwrócić uwagi. Tym niemniej wychodząc z założenia, że inwestor (lub pseudo inwestor) jest świadom i rozumie sens tych kryteriów i jako użytkownik może mieć następującą preferencję kryteriów:

$$K_k > K_i = K_c \quad (2)$$

Sytuacja nr 3.

Kupując mieszkania lub dom kupujący w zależności od możliwości finansowej udziela następujące preferencje [1]:

1. Finanse nie stanowią problemu:

$$K_i = K_c > K_k \quad (3)$$

2. Finanse stwarzają problemy:

$$K_k \geq K_i \geq K_c \quad (4)$$

A więc, co do kryteriów oceny mamy poniższy zbiór preferencji:

$$\begin{aligned} K_k > K_c > K_i \\ K_k > K_i = K_c \\ K_i = K_c > K_k \\ K_k \geq K_i \geq K_c \end{aligned} \quad (5)$$

Posługując się teorią relacji i porządkowania możemy stworzyć preferencję kryteriów oceny, przekształcając indywidualne funkcje preferencji kryteriów w grupową funkcję preferencji [1]. Metoda przekształcania indywidualnych funkcji preferencji kryteriów w grupową funkcję preferencji wykorzystuje prostą zasadę większości, przedstawionych jako $N\{K_x, K_y\}$ i oznaczających ilość sytuacji w których preferowano K_x w stosunku do K_y z uwzględnieniem relacji przewyższania lub równości między kryteriami.

Dysponując czterema indywidualnymi preferencjami (5), przystępujemy do określenia grupowej preferencji:

$$\left. \begin{aligned} N\{K_k, K_c\} = 3 \\ N\{K_c, K_k\} = 1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_k > K_c \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} N\{K_c, K_i\} = 1 \\ N\{K_i, K_c\} = 1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_c = K_i \quad (7)$$

Z uwagi na to, że we wzorze (7) kryterium czasu wykonania K_c i kryterium izolacyjności termicznej K_i są równe, to uwzględniając wzór (6) i zasadę przechodności teorii relacji [7], grupową preferencję można przedstawić jak niżej:

$$K_k > K_c = K_i \quad (8)$$

W wartościowaniu kryteriów wzięto pod uwagę fakt, że kryteria należy wartościować w taki sposób, aby można było zachować:

- słabą preferencję danego kryterium wobec pozostałych kryteriów,

- silną preferencję danego kryterium wobec pozostałych kryteriów, oraz
- równoważność kryteriów.

To znaczy, że przy słabej preferencji wartości liczbowe wag kryteriów nie mogą zbyt różnić się, przy silnej preferencji wartości liczbowe wag kryteriów powinny być wyraźnie zróżnicowane, a przy równoważności – jednakowe.

Należy także pamiętać, że w konkretnej sytuacji decyzyjnej preferencje przedstawiane we wzorze (8) mogą być inne.

Uwzględniając powyższe wyjaśnienia oraz warunek teorii relacji stawiany wagom [7], że suma wag musi być równa 1, to poszczególne kryteria uzyskują następujące wagi:

$$\begin{aligned}w_k &= 0,50 \\w_c &= 0,25 \\w_i &= 0,25\end{aligned}\tag{9}$$

gdzie: w_k , w_c i w_i - są wagami kryteriów K_k , K_c i K_i .

A więc podczas oceny rozwiązań budowlanych na podstawie kryteriów kosztu wykonania, czasu wykonania i izolacyjności termicznej ich wagi powinny mieć wartości odpowiednio: 0,50; 0,25; 0,25.

5. WNIOSKI

Niniejszy referat jest zbiorem ogólnych rozważań, które tworzą podstawę do bardziej ścisłej analizy, uwzględniającej większe zróżnicowanie sytuacji decyzyjnych, przeznaczenie i charakterystyki obiektów oraz warunków ich realizacji. Wybrana liczba kryteriów stanowi minimum, których należy wykorzystać do oceny rozwiązań budowlanych, zwłaszcza przy obecnych europejskich wymaganiach techniczno-prawnych i tendencjach budownictwa w celu osiągnięcia najlepszej decyzji. Z przedstawionych rozważań wynika jednak, że specyfika określonej sytuacji decyzyjnej ma zasadnicze znaczenie w doborze i wartościowaniu kryteriów oceny rozwiązań budowlanych. W rozpatrzonym przypadku budownictwa mieszkaniowego, uwzględnienie kryterium izolacyjności termicznej o określonej wadze w studiach przedinwestycyjnych powoduje częściowe uwzględnienie kwestii ekonomiczności eksploatacyjnej, ekologiczności i komfortu użytkowania, co wpływa na zmianę preferencji kryteriów. Należy podkreślić, że w szczególnych przypadkach kryterium to uzyskałoby nawet wyższą ważność.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ibadov N.: *Kryteria i metody doboru deskowań traconych*. Rozprawa doktorska, Warszawa 2000r..
- [2] Karwacki Z., Konarzewska I.: *Elementy teorii podejmowania decyzji*, Wydawnictwo Absolwent, Łódź 1997.
- [3] Norma ISO 6241:1984. *Normy właściwości użytkowych w budownictwie – zasady ich opracowania i czynniki, które należy uwzględnić*.
- [4] Polską Normą PN-ISO 9836:1997 : *Właściwości użytkowe w budownictwie. Określenie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych*.

-
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie *warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*.
 - [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie *szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego*.
 - [7] Szrejder J.A. : *Równość podobieństwo porządek*, WNT, Warszawa 1975.
 - [8] Szwabawski J. Deszcz J.: *Metody wielokryterialnej analizy porównawczej. Podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań w budownictwie*. WPS, Gliwice 2001.