

KSIĄŻEK Mariola, NOWAK Paweł

ESORD - NARZĘDZIE INFORMATYCZNE SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI W BUDOWNICTWIE

Streszczenie

Problematyka wyboru najbardziej satysfakcjonującego, w danej sytuacji decyzyjnej, wariantu ze zbioru rozpatrywanych rozwiązań, stanowi w praktyce inżynierskiej niejednokrotnie zadania trudne i czasochłonne (np.: z powodu skomplikowanej i wieloaspektowej natury procesu budowlanego). Zasadniczym miernikiem oceny wariantów jest poziom spełnienia kryteriów określonych przez oceniającego. Trudność w podejmowaniu decyzji polega więc przede wszystkim na właściwym zdefiniowaniu kryteriów oceny rozwiązań, które powinny w jak najlepszym stopniu odpowiadać wymaganiom sformułowanym przez decydenta. W opinii autorów, implementacja komputerowa algorytmów obliczeniowych wybranych metod oceny wielokryterialnej, umożliwiająca otrzymanie zagregowanych ocen wariantowych, może znacząco przyczynić się do usprawnienia przebiegu procesu decyzyjnego. W opracowaniu zaprezentowano wspomagające narzędzie informatyczne ESORD, umożliwiające hierarchizację różnego typu rozwiązań w budownictwie.

WSTĘP

Zagadnienie podejmowania decyzji stanowi integralną część każdej dziedziny nauki i sztuki. Proces decyzyjny jest działaniem, którego rezultat stanowi podjęcie określonej decyzji. Podmiotem procesu decyzyjnego jest decydent, wyrażający określone preferencje, oceniający możliwości i wyniki oraz wybierający ostateczny wariant decyzyjny [2], [10], [13]. Analiza sytuacji decyzyjnej to pierwsze zadanie decydenta. Sytuacja decyzyjna to zbiór wszystkich elementów zależnych i niezależnych od oceniającego, mających wpływ na podjęcie przez niego decyzji. W procesie formułowania problemu decyzyjnego do czynników niezależnych od decydenta zalicza się zbiór rozpatrywanych wariantów (tzw. warunki ograniczające decyzję), natomiast czynnikami zależnymi od oceniającego są kryteria oceny rozwiązań, opisane przez najbardziej adekwatne dla danej sytuacji decyzyjnej, wskaźniki techniczno-ekonomiczne, wyrażone w określonych jednostkach [2], [10], [13].

Ocena przymiotów danego wariantu może być zarówno ilościowa (obiektywna), jak i jakościowa (trudno mierzalna). Trudność w podejmowaniu decyzji wynika nie tylko ze stopnia skomplikowania zadania, złożoności i przeznaczenia wariantów, lecz również z oczekiwań oceniającego. Natomiast same preferencje eksperta w dużej mierze uzależnione są od punktu widzenia decydenta, na którego rzecz sporządzana dana jest opinia lub ocena. W opinii autorów, z uwagi na powyższe przyczyny, implementacja komputerowa algorytmów obliczeniowych wybranych metod oceny i szeregowania rozwiązań, stanowi skuteczne narzędzie dające możliwość otrzymania zagregowanych ocen rozpatrywanych wariantów oraz usprawnienia przebiegu procesu decyzyjnego.

Szczegółowe informacje odnoszące się zarówno do kwestii wartościowania kryteriów, jak i psychologicznego aspektu procesu podejmowania decyzji zaprezentowano w [1],[2], [10], [13].

1. GŁÓWNE ZAŁOŻENIA PRZYJĘTEJ METODYKI OCENY I SZEREGOWANIA ROZWIĄZAŃ W BUDOWNICTWIE

Zdaniem autorów, algorytmy obliczeniowe różnego typu metod oceny wielokryterialnej oraz aparat teoretyczny obejmujący między innymi socjologię, psychologiczną teorię decyzji i analizę decyzyjną, przyczynia się do usprawnienia procesu decyzyjnego i pozwala uniknąć znacznych błędów zniekształcających jakość i rzetelność podejmowanej decyzji. W praktyce poszczególne z tych narzędzi często stosowane są selektywnie, co niejednokrotnie zniekształca wyniki oceny.

Od ekspertów oczekuje się ocen zgodnych z wiedzą zawodową i sztuką budowlaną, rzetelnych, obiektywnych i uwzględniających specyfikę danej sytuacji decyzyjnej. Trudno jednak jednoznacznie zdefiniować indywidualne preferencje, system wartości i motywy postępowania eksperta. Opinie ekspertów, formułowane na podstawie ich poziomu wiedzy i doświadczenia, uzależnione są m.in. od dostępności informacji i stopnia skomplikowania zadania, stanu emocjonalnego i nastroju, poczucia własnej wartości i podatności na wpływ grupy oraz sposobu postrzegania zjawiska [2], [10], [13].

Zdarza się również, że trudność w podejmowaniu decyzji u oceniającego wynika ze strachu przed odpowiedzialnością, popełnieniem błędu czy odrzuceniem przez otoczenie środowiskowe. Dlatego też, w celu maksymalnego wyeliminowania przyczyn zniekształcających trafność podejmowanych decyzji, opracowana została autorska ankieta preferencji decydenta oraz procedura szeregowania wariantów decyzyjnych, które zaimplementowano w postaci narzędzia obliczeniowego ESORD (Ekspercki System Oceny Rozwiązań Deweloperskich)[2], [10], [13].

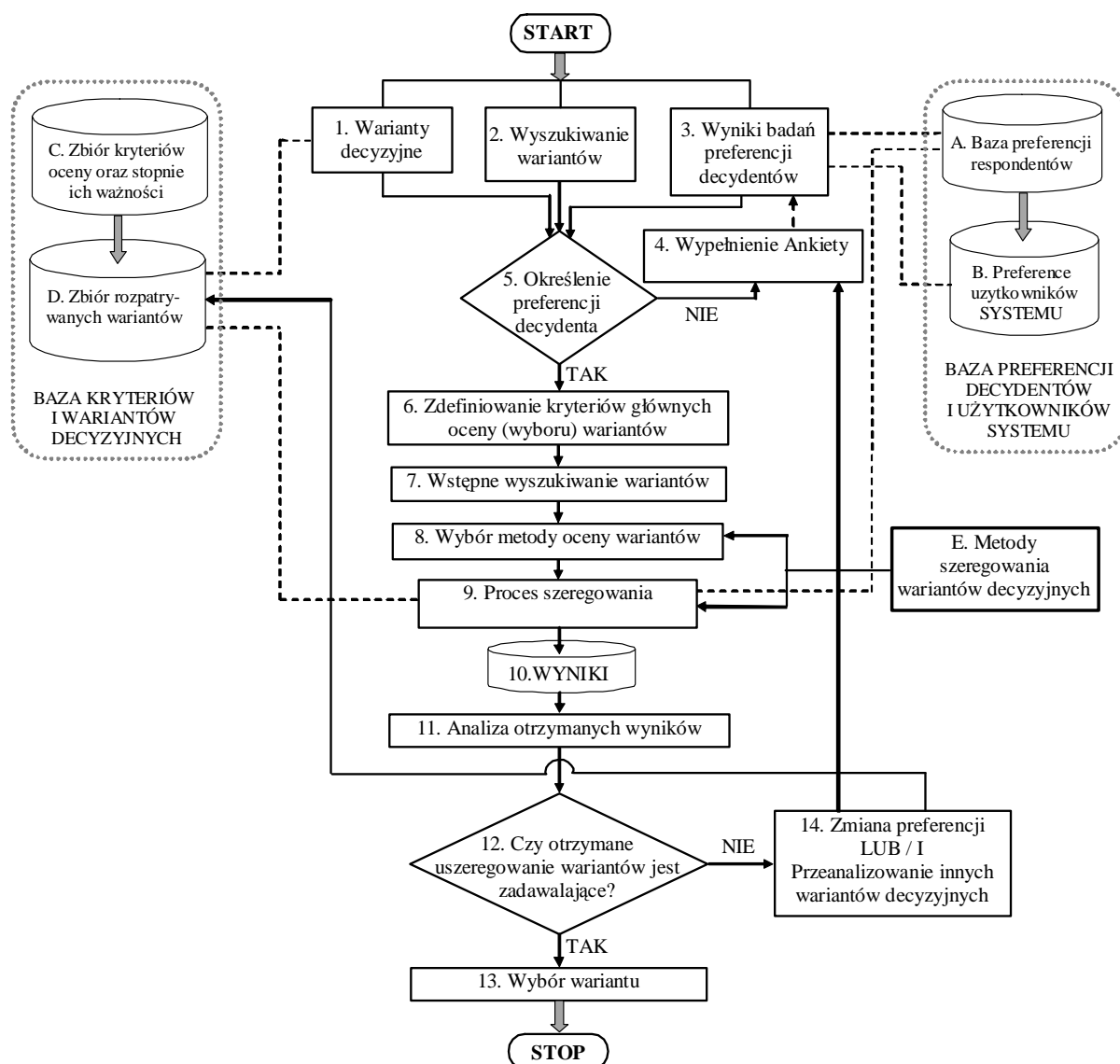
Intencją zaprojektowanej w ramach badań [10] ankiety, w mniemaniu autorów, było przede wszystkim właściwe zdefiniowanie i sprecyzowanie kryteriów oceny wariantów, odnoszących się do problemu wyboru najlepszej inwestycji (np. lokalu mieszkalnego, domu), z punktu widzenia oczekiwań potencjalnych jej odbiorców (użytkowników).

2. INFORMATYCZNE NARZĘDZIE WSPOMAGANIA DECYZJI W BUDOWNICTWIE

Narzędzie informatyczne ESORD zostało opracowane w ramach badań [10] i w chwili obecnej, wprowadzone do systemu grupy, typy i rodzaje kryteriów, sprecyzowane zostały adekwatnie do aspektu wyboru wariantu lokalu mieszkalnego (bądź domu) w odniesieniu do preferencji potencjalnych jego nabywców i użytkowników.

Do programu zaimplementowano procedury obliczeniowe następujących metod oceny wielokryterialnej: sumy, sumy ważonej, ELECTRE, entropii, punktu idealnego i AHP [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]. Do systemu ESORD wprowadzono także wybrane algorytmy ze zbiorów rozmytych, wykorzystujące trójkątną funkcję przynależności [5], [10], która pozwala zamodelować zachowania decydentów zgodnie z zasadami typowymi dla ludzi (np. inercja, niezdecydowanie, odczucia etc.), a dzięki technice defuzyfikacji wyników – możliwość uzyskania "ostrych", wyrażonych liczbowo ocen preferencji użytkownika.

Na rysunku nr 1 zaprezentowano ogólny schemat blokowy algorytmów wykorzystywanych przez narzędzie ESORD [10], [11], [12].



Rys. 1. Schemat blokowy procedury oceny wariantów decyzyjnych w ramach programu ESORD

Źródło: [10], [11], [12]

Opis poszczególnych bloków algorytmu obliczeniowego pokazanego na rysunku 1 przedstawia się następująco [10]:

START – użytkownik jest zalogowany (bądź zarejestrowany i zalogowany) do programu.

Blok 1 Warianty decyzyjne – stanowi bazę dostępnych wariantów, spośród których program wybierze rozwiązania zgodne z preferencjami danego użytkownika i dokona ich hierarchizacji zgodnie z przyjętą metodyką.

Blok 2 Wyszukiwanie wariantów – użytkownik za pomocą programu wyszukuje warianty.

Blok 3 Wyniki badań preferencji decydentów – stanowi bazę danych programu, zawiera informacje o preferencjach respondentów uzyskane w ramach przeprowadzonych badań ankietowych.

Blok 4 Wypełnienie ankiety preferencji decydenta – program sprawdza, czy użytkownik wypełnił ankietę preferencji, w której określił swoje subiektywne oczekiwania wobec wyszukiwanego wariantu decyzyjnego.

Blok 5 Określenie preferencji decydenta – jeśli użytkownik wypełnił zamieszczoną w programie ankietę, to program „przechodzi” do bloku 6. Natomiast w przypadku, gdy użytkownik ankiety jeszcze nie wypełnił, to program „przerzuca” go do bloku 4.

Blok 6 Zdefiniowanie kryteriów głównych oceny (wyboru) wariantów – użytkownik określa zbiór istotnych dla niego kryteriów doboru, a tym samym zawęży liczebność porównywanego przez program zbioru wariantów m.in. poprzez podanie oczekiwań wobec zaproponowanych w ankiecie parametrów wyboru (np. miasto, powierzchnia, lokalizacja itd.).

Blok 7 Wstępne wyszukiwanie (filtrowanie) wariantów – program wybiera z bazy danych te warianty, które spełniają ogólne kryteria doboru zdefiniowane przez użytkownika.

Blok 8 Wybór metody oceny wariantów – użytkownik ma możliwość dokonania wyboru metody (grupy metod), przy wykorzystaniu których program wyszuka dostępne warianty.

Blok 9 Proces szeregowania wariantów – program pobiera dane o wariantach (już wstępnie przefiltrowane pod kątem ogólnych kryteriów) i dokonuje obliczeń. Proces doboru wariantów w sposób szczegółowy określono (ujęto) w odrębnym schemacie E Metody szeregowania wariantów decyzyjnych.

Blok 10 Wyniki – program przedstawia użytkownikowi wyniki oceny poddanych analizie wariantów decyzyjnych w postaci tabelarycznej (przedstawiających oceny końcowe poszczególnych wariantów) oraz wizualizacyjnej (otrzymane wyniki obliczeń) w formie wykresów słupkowych.

Blok 11 Analiza otrzymanych wyników – program pobiera dane z zaimplementowanych algorytmów obliczeniowych dla poszczególnych („wybranych” przez użytkownika) metod oceny wielokryterialnej, a następnie szereguje rozpatrywane warianty decyzyjne na podstawie wygenerowanych wyników. Program przedstawia użytkownikowi wyniki ocen wariantów uzyskane w ramach wszystkich metod oddzielnie oraz w postaci ocen zagregowanych, umożliwiających ostateczną hierarchizację wariantów. Jednocześnie, na podstawie otrzymanych wyników obliczeń w ramach wykorzystanych metod, program określa stopień ich wzajemnej korelacji.

Blok 12 Czy otrzymane uszeregowanie wariantów jest zadowalające? – jeśli program wygenerował zgodny (bądź bliski) z preferencjami użytkownika wariant decyzyjny, to następuje ostateczny wybór i przejście do bloku 13 „Wybór wariantu”. Natomiast w przypadku, gdy żaden z wygenerowanych przez program wariantów nie spełnia oczekiwań użytkownika następuje przejście do bloku 14 Zmiana preferencji lub / i przeanalizowanie innych wariantów decyzyjnych.

Blok 13 Wybór ostateczny – użytkownik akceptuje (dokonuje wyboru) zgodny z jego subiektywnymi preferencjami wariant decyzyjny. Następnie komunikuje się z administratorem serwisu (np. w celu uzyskania kontaktu do dewelopera, posiadającego w swojej ofercie sprzedaży wybrany przez użytkownika wariant lokalu mieszkalnego).

Blok 14 Zmiana preferencji lub / i przeanalizowanie innych wariantów decyzyjnych – w sytuacji, gdy żaden z „wygenerowanych” przez program wariantów nie spełnia oczekiwań użytkownika to możliwe jest zaistnienie następujących przyczyn:

Przypadek 1. W programie jest za mało wariantów – wtedy użytkownik typu II (na przykład deweloper) powinien wprowadzić do programu więcej możliwych do analizy wariantów decyzyjnych.

Przypadek 2. Użytkownik powinien zmienić / uściślić swoje oczekiwania i ponownie określić swoje preferencje, poprzez kolejne wypełnienie ankiety.

Blok A – Baza preferencji respondentów – to wprowadzone do programu oceny stopnia spełnienia kryteriów uzyskane na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych [10].

Blok B – Preferencje użytkowników systemu – to wprowadzone do programu oceny stopnia spełnienia poszczególnych kryteriów zgodne z oczekiwaniami użytkowników systemu.

Blok C – Zbiór kryteriów oceny oraz stopnie ich ważności – to stale aktualizowane przez program oceny wprowadzonych kryteriów w ramach przyjętej skali ocen.

Blok D – Zbiór rozpatrywanych wariantów – to wprowadzone do programu szczegółowe informacje o wariantach decyzyjnych przez użytkownika typu II.

Blok E Metody szeregowania wariantów decyzyjnych – program dokonując wyboru odpowiedniego wariantu wykorzystuje zbiór algorytmów metod oceny wielokryterialnej. Każda z zaimplementowanych do programu metod oceny wielokryterialnej jako parametr wejściowy pobiera tzw. tabelę ocen standaryzowanych (wejściowa macierz rozwiązań). W poszczególnych wierszach tabeli zawarte są zagregowane wartości ocen preferencji decydenta dla konkretnych wariantów. Dodatkowo wszystkie metody (oprócz metody średniej) jako parametr wejściowy pobierają również wektor wag kryteriów głównych. Na podstawie tych parametrów wyliczane są oceny dla poszczególnych wariantów. Użytkownik sam dokonuje wyboru czy program ma uszeregować rozpatrywane warianty decyzyjne przy wykorzystaniu wszystkich zawartych w nim metod oceny wielokryterialnej, bądź przy zastosowaniu tylko części z nich.

STOP – zakończenie procedury wyszukiwania wariantów decyzyjnych i wylogowanie się użytkownika z programu.

Zasada działania programu ESORD funkcjonuje w oparciu o tzw. architekturę *klient – serwer*, umożliwiającą wzajemną komunikację pomiędzy klientem (np. komputerem użytkownika), a serwerem (np. systemy baz danych). Powyższe rozwiązanie umożliwia użytkownikowi dostęp do systemu z każdego miejsca (komputera) podłączonego do Internetu. Ze względu na strukturę oprogramowania, nie jest potrzebny proces instalacji. Program jest włączony i działa bez przerwy (tzw. część serwerowa). Z punktu widzenia użytkownika, uruchomienie systemu następuje w chwili wejścia na stronę <http://www.esord.pl> (rys. 2) [10], [11], [12].



Rys. 2. Widok głównego okna startowego programu ESORD

Źródło: [10], [11], [12]

Odbiorcą („klientem”) systemu jest użytkownik z komputerem wyposażonym w przeglądarkę www (na przykład *Mozilla Firefox* lub *Internet Explorer*) wraz z „włączoną” obsługą języka *javascript* [10] oraz obiektów *flash* [10]. Taki typ konfiguracji posiada obecnie większość dostępnych komputerów. Część serwerowa programu ESORD opiera się na następujących aplikacjach:

- serwer *www lighttpd* (służący jako serwer aplikacji, interfejs pomiędzy użytkownikiem a całym systemem) [10],
- język programowania *PHP* (obsługujący logikę systemu) [10],
- szablony smarty (obsługujące warstwę graficzną) [10],
- bazę danych typu *MySQL* [10],
- rozwiązanie *memcached* (system pamięci podręcznej umożliwiający zapisywanie danych) [10].

W celu zapoznania się z informacjami o wariantach należy przeprowadzić procedurę rejestracji nowego użytkownika do programu, poprzez wpisanie swojego adresu e-mail. Następnie system w ciągu około 60-ciu sekund odsyła nowemu użytkownikowi za pomocą maila zwrotnego wygenerowane hasło dostępu (rys. 3) [10], [11], [12].



Rys. 3. Widok okna rejestracji użytkownika w programie ESORD

Źródło: [10], [11], [12]

Jeżeli dany użytkownik został już zarejestrowany w systemie, to przy ponownym uruchomieniu programu będzie mógł już się zalogować (rys. 4), poprzez wpisanie swojego adresu e-mail i podanie zapamiętanego przez system hasła dostępu [10], [11], [12].



Rys. 4. Widok okna logowania użytkownika w programie ESORD

Źródło: [10], [11], [12]

Program ESORD wyróżnia (rozpoznaje) dwa typy użytkowników i z tego podziału określone są zasady wprowadzania danych, a więc:

UŻYTKOWNICY TYPU I tzw. „wyszukujący” – grupa ta zainteresowana jest wyszukaniem odpowiedniego dla nich wariantu inwestycji (np. lokalu mieszkalnego). Definiują i wprowadzają oni swoje preferencje do programu, poprzez wypełnienie *Ankiety poszukiwanego mieszkania/domu*. Na podstawie informacji zawartych w ankiecie, program wyszukuje odpowiednie warianty przy wykorzystaniu zaimplementowanych algorytmów wybranych metod oceny wielokryterialnej (np. ELECTRE, punktu idealnego, entropii). W etapie końcowym wygenerowane zostają wyniki przeprowadzonych obliczeń. Użytkownik typu I nie ma możliwości modyfikacji wewnętrznych struktur programu (rys. 5) [10], [11], [12].

The screenshot shows the 'Ekspertski System Oceny Rozwiązań Deweloperskich' web application. The user is logged in as 'mariola.ksiazek@i...'. The main navigation bar includes links for 'Zobacz preferencje innych użytkowników', 'Przeglądaj warianty', 'Dokumentacja', 'Podaj/Zmień preferencje w wyszukiwaniu mieszkań', 'Warianty wybrane dla Ciebie', 'Dodaj wariant', 'Twoje warianty', and 'Wszystkie warianty'. The current page is titled 'Zmień preferencje wyszukiwania mieszkań' and is for the user 'Ankieta oceny preferencji autorstwa Marioli Książek'. It contains instructions for filling out the survey, a list of 10 criteria with dropdown menus for selection, and a 'Przejdź do wyszukiwania' button. The criteria and their current values are: 1. Lokalizacja obiektu (4), 2. Infrastruktura techniczna obiektu (3), 3. Konstrukcja obiektu (3), 4. Funkcjonalność pomieszczeń (4), 5. Standard wykończenia mieszkań (4), 6. Bezpieczeństwo (4), 7. Czystość i ekologia obiektu (3), 8. Odczucia wobec obiektu (3), 9. Koszty (3), 10. Podaj dodatkowe oczekiwania (empty text box). There are also 'Sugestie' and 'Przejdź do wyszukiwania' buttons at the bottom.

Rys. 5. Widok okna wprowadzania preferencji użytkownika („klienta”)

Źródło: [10], [11], [12]


UŻYTKOWNICY TYPU II tzw. dodający warianty (np. inwestycji) – grupa ta (reprezentująca np. deweloperów, agentów nieruchomości) posiada uprawnienia administratora systemu i ma możliwość dodawania (bądź usuwania) oraz edytowania rzeczywistych informacji o wariantach do/z programu. Dodanie wariantu następuje poprzez wypełnienie formularza dostępnego pod zakładką „Dodaj wariant”. Użytkownik typu II nie określa swoich preferencji, lecz opisuje rzeczywisty stan i charakterystykę danej inwestycji (rys. 6) [10], [11], [12].

Wypełnij Ankieta/Zestaw kryteriów dla mieszkania (uzupełnij dane) « Powrót »

Dane podstawowe


Nazwa: **Wariant 13**
 Miasto: Sopot
 Ulica: Morska
 Powierzchnia mieszkania (m²): 67
 Powierzchnia balkonu (m²): 10
 Powierzchnia ogródka (m²): 0
 Liczba pokoi: 3
 Piętro: 2
 Cena: 334 630 pln

Plan mieszkania



Zobacz wszystkie zdjęcia (4) w powiększeniu

Lokalizacja



Właściwości

Nazwa: **Ankieta oceny preferencji autorstwa Marioli Książek**

Uwaga: Przy każdym z kryteriów proszę zaznaczyć w ażność tego kryterium dla użytkownika (jako poszukującego mieszkania).
 * 1 - dana cecha jest mało ważna
 * 5 - dana cecha jest bardzo ważna

Lista kryteriów

1 Lokalizacja obiektu [ukryj kryteria podrzędne](#)

1.1 Środki transportu

1.1.1 Metro (w promieniu do 1km)

1.1.2 Kolejka miejska (w promieniu do 1km)

1.1.3 Tramwaje (w promieniu do 1km)

1.1.4 Autobusy (w promieniu do 1km)

1.2 Ośrodki usługowo-edukacyjne

1.2.1 Placówki handlowo-usługowe (sklep, targowisko, market) w promieniu 200m

1.2.2 Placówki edukacyjne (szkoła, przedszkole, plac zabaw) w promieniu 200m

1.3 O otoczenie obiektu [pokaż kryteria podrzędne](#)

2 Infrastruktura techniczna obiektu [pokaż więcej kryteriów](#)

Rys. 6. Widok okna wprowadzania głównych informacji opisujących dany wariant

Źródło: [10], [11], [12]

Określone przez użytkownika typu I subiektywne preferencje porównywane są z rzeczywistymi własnościami analizowanych wariantów. Przed wykonaniem faktycznych obliczeń matematycznych następuje wstępne wyszukiwanie („filtrowanie”) wariantów na podstawie określonych przez użytkownika ocen i stopni ważności dla kryteriów wyboru. Program ESORD prosi użytkownika typu I o wybranie metod obliczeniowych, które mają

zostać wykorzystane w procesie obliczeniowym. Jeśli decydent nie wybierze konkretnej metody, to system wykorzysta je wszystkie. Dane wejściowe dla programu stanowią wektor wag kryteriów głównych, zawierający znormalizowane wartości ocen preferencji użytkownika w odniesieniu do kryteriów oraz tabela ocen standaryzowanych. Dzięki wykorzystaniu przez system zaimplementowanych algorytmów obliczeniowych, wygenerowany zostaje szereg wariantów preferencyjnych, najbardziej odpowiadających oczekiwaniom decydenta. Program umożliwi użytkownikowi również obejrzenie wizualizacji otrzymanych wyników, zarówno w ramach poszczególnych metod, jak i zagregowane końcowe uszeregowanie wariantów [10], [11], [12].

3. KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ

W zamierzeniu autorów, w ramach dalszych badań i analiz planowana jest rozbudowa struktury programu ESORD. Zaimplementowane zostaną kolejne algorytmy obliczeniowe metod wielokryterialnych oraz zostanie opracowana kompleksowa ankieta preferencji decydenta, określająca jego szczegółowe oczekiwania względem konkretnego typu inwestycji (np.: lokal mieszkalny w budynku wielorodzinnym, dom jednorodzinny). Zdaniem autorów, już na etapie wypełniania zaimplementowanej do systemu ankiety, potencjalny decydent powinien mieć możliwość określonego, jak najpełniejszego sprecyzowania swoich oczekiwań wobec „wymarzonego, idealnego” wariantu (np.: mieszkania czy domu). Wszystkie informacje przekazywane przez potencjalnych klientów w ankiecie, będą przez system zapisywane bez względu na to, czy decydent w rezultacie podejmie decyzję, czy też nie. Gromadzone przez program informacje posłużą do celów statystycznych, jak również będą stanowiły zbiór cennych informacji dla firm budowlanych i deweloperskich o aktualnych preferencjach i oczekiwaniach ich potencjalnych klientów. Docelowo system ESORD będzie umożliwiał założenie na stronie/portalu konta przez potencjalnego klienta z opcją wielokrotnego logowania się w przyszłości. Baza klientów będzie przez program stale aktualizowana, jeśli wyrażą oni zgodę na przetwarzanie ich danych osobowych przez system. Obsługa programu oraz łatwość wykonywania wszelkich operacji przez użytkownika będą jeszcze bardziej intuicyjne. Ponadto możliwe będzie nadawanie praw dostępu do systemu w podziale na grupy użytkowników w ramach zaimplementowanej polityki bezpieczeństwa danych oraz sporządzanie statystyk i wydruku raportów dla każdej wykonanej czynności.

PODSUMOWANIE

Matematyczne, a więc obiektywne metody wspomagające proces podejmowania decyzji w budownictwie są niewątpliwie pomocne w codziennej pracy menedżera budowlanego. System ESORD jest jednym z takich narzędzi, pozwalającym na uwzględnienie subiektywnych preferencji ekspertów i optymalną klasyfikację potencjalnych rozwiązań tak, by ułatwić wybór wariantu najlepszego. Na obecnym etapie prac, system ESORD odnosi się do wyboru najlepszego wariantu lokalu mieszkalnego, w przyszłości planowane jest rozbudowanie programu także dla innych obiektów kubaturowych (takich jak biurowce, obiekty przemysłowe i inne).

BIBLIOGRAFIA

1. Kolman R., *Ilościowe określanie jakości*. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1973.
2. Kozielecki J., *Psychologiczna teoria decyzji*. PWN, Warszawa 1977.
3. Krzemiński M., Książek M., *Wielokryterialna analiza wybranych obiektów budowlanych przy zastosowaniu metody ELECTRE*. XVI Polsko – Rosyjsko - Słowacka Konferencja „Teoretyczne Podstawy Budownictwa”, Žilina 2007.

4. Krzemiński M., Książek M., *Ocena jakości wybranych obiektów budowlanych metodą punktu idealnego*. Inżynieria i Budownictwo 2007, nr 12.
5. Krzemiński M., Książek M., *Ocena jakości wybranych obiektów budowlanych przy zastosowaniu teorii zbiorów rozmytych*. Konferencja „Technologia i Zarządzanie w Budownictwie”, Łądek Zdrój 2008.
6. Krzemiński M., Książek M., *Wielokryterialna analiza wybranych obiektów budowlanych wraz z analizą kryteriów oceny przy zastosowaniu metody entropii*. Warsztaty Inżynierów Budownictwa, „Problemy przygotowania i realizacji inwestycji budowlanych”, Puławy 2008.
7. Książek M., Nowak P., *Eksperckie metody oceny rozwiązań projektowych*. Konferencja Naukowo-Techniczna „Inżynieria Procesów Budowlanych”, Wisła 2009.
8. Książek M., Nowak P., *Expert methods for design solutions assessment*. Logistyka 2009, nr 6.
9. Książek M., *Wykorzystanie systemu informatycznego w procesie decyzyjnym*. Logistyka 2010, nr 6.
10. Książek M., *Wielokryterialna ocena rozwiązań projektowych budynków*. Rozprawa doktorska, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
11. Książek M., *Ekspercki system oceny rozwiązań deweloperskich - wykorzystanie praktyczne*. Theoretical Foundations of Civil Engineering, Polish-Ukrainian Transactions. Vol.18. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
12. Książek M., *Wykorzystanie wybranych metod wielokryterialnych do oceny inwestycji w procesie decyzyjnym*. Logistyka 2011, nr 3.
13. Tyszka T., *Analiza decyzyjna i psychologia decyzji*. PWN, Warszawa 1986.

ESORD – INFORMATIC SYSTEM FOR DECISION MAKING IN CONSTRUCTION

Abstract

One of the most difficult problem in construction is to take objective decision. Decision making process is very complicated and time consuming (due to the complex nature of construction projects). Many experts, with extensive knowledge of Construction Industry, take subjective decisions, related to verbal methods of decision making. Difficulties are related mostly to the creation of relevant criteria set, answering the decision maker questions. Set of proper criteria and mathematical tools (like computer calculation algorithms with multi-criteria analysis) could significantly improve objective decision making. Paper presents ESORD – informatics tool for hierarchy (ranking) of different types of solutions, on the base of mathematical calculation.

Autorzy:

dr inż. **Mariola Książek** – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej, Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w budownictwie, mariola.ksiazek@il.pw.edu.pl

dr inż. **Paweł Nowak** – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Inżynierii Budowlanej, Zespół Inżynierii Produkcji i Zarządzania w budownictwie, p.nowak@il.pw.edu.pl