

UWZGLĘDNIANIE RANG DECYDENTÓW W PROCESIE PODEJMOWANIA DECYZJI

Agnieszka KOWALCZYK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie

Słowa kluczowe: decydent, decyzje grupowe, decyzje inwestycyjne, ranga

Streszczenie

W pracy przedstawiono drogę postępowania, gwarantującą przejrzystość i obiektywność realizacji grupowego procesu podejmowania decyzji wraz z uwzględnieniem zasad wnioskowania rozmytego oraz zasadniczej roli jednostek decydujących. Warunkiem niearbitralności postępowania jest demokratyzm wyboru, zatem pewne zasadnicze parametry procesu były ustalane na zasadzie porozumienia między decydentami, według określonych reguł. Strategię decyzyjną, jej poszczególne elementy i powiązania pokazano między nimi w postaci schematu blokowego, w którym zostały połączone dwa, dobrze teoretycznie uzasadnione sposoby postępowania – metoda analizy hierarchicznej (metoda AHP ang. „Analytic Hierarchy Process”) oraz modelowanie rozmyte.

W celu stworzenia algorytmu należy po pierwsze nadać rangi poszczególnym uczestnikom procesu decyzyjnego. Dokonano tego poprzez mianowanie grupowe z wykorzystaniem elementów metody AHP, po drugie należy określić wagi poszczególnych kryteriów oceny danej inwestycji inżynierskiej. Następnie ustalone rangi i wagi należy wprowadzić do modelu rozmytego, który składa się z trzech bloków: bloku fuzyfikacji, inferencji oraz defuzyfikacji (ang. „fuzzification”, „inferences”, „defuzzification”).

Zaproponowany algorytm przedstawiono na przykładzie budowy piętrzącej w postaci zapory ze zbiornikiem wodnym. Grupa 6 decydentów ma dokonać wyboru najlepszego projektu, których jest 5. Każdy z projektów jest oceniany ze względu na przyjęte kryteria: koszt inwestycji, osiągnięcie pożądaných celów gospodarczych, wpływ na środowisko naturalne oraz akceptacja społeczna. Po przeprowadzeniu obliczeń okazało się, że oferta nr 3 jest najwłaściwsza. Na odpowiednim poziomie spełnia wszystkie kryteria i uwzględnia opinie całej grupy.

WSTĘP

W podejmowaniu decyzji inwestycyjnych niezbędne jest uwzględnienie warunków techniczno-ekonomicznych, a także przyrodniczych i społecznych. W kwestiach dotyczących realizacji przedsięwzięć hydrotechnicznych, a więc np. budowli piętrzących, zbiorników retencyjnych, siłowni wodnych itp., czynnikami umożliwiającymi ocenę danej propozycji projektowej są jej celowość, a niekiedy konieczność, spodziewany efekt funkcjonowania obiektu, oczekiwane korzyści dla jego użytkowników, techniczne możliwości wykonawstwa, koszty budowy i przyszłej jej eksploatacji, a także wpływ na środowisko przyrodnicze oraz stopień społecznej akceptacji ewentualnych niedogodności i zagrożeń ich funkcjonowania.

W warunkach uzgodnień i dyskusji decydenci operują często nieostrymi zmiennymi lingwistycznymi w rodzaju: dużo, w pełni, w niewielkim stopniu, w niewystarczającym zakresie, w zasadzie wystarczająco, nie do końca właściwie itp. Analizując te określenia, odnosi się wrażenie, że mamy do czynienia z procesem wnioskowania rozmytego, którego końcowy rezultat zależy bardziej od sposobu prezentacji niż obiektywnych uwarunkowań wiążących ze sobą wyżej wspomniane czynniki.

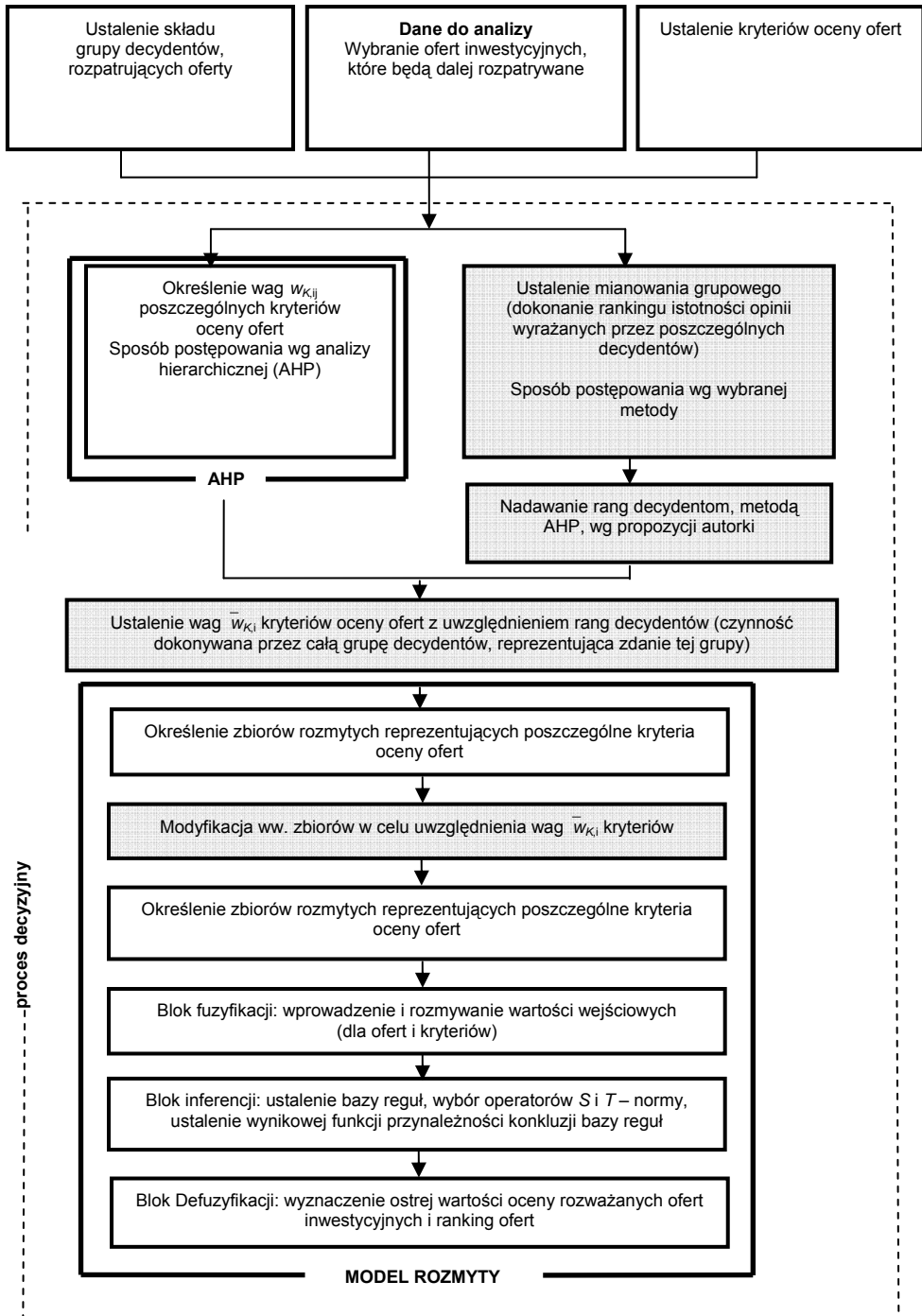
Niniejszy artykuł jest syntezą pracy doktorskiej pt. „Modelowanie rozmyte w strategii podejmowania decyzji grupowych w hydroinżynierii” [KOWALCZYK, 2007], w której zaproponowano sposób podejmowania decyzji, umożliwiający:

- ujęcie procesu decyzyjnego w ramy sformalizowanego, powtarzalnego algorytmu;
- uwzględnienie różnego stopnia ważności opinii poszczególnych decydentów, stosownie do charakteru zamierzonej inwestycji i składu grona decydujących;
- liczbowe zróżnicowanie istotności kryteriów oceny dyskutowanej oferty inwestycyjnej, przyjęte na zasadzie porozumienia całej grupy decydentów.

METODY BADAŃ

Strategię podejmowania decyzji grupowej przedstawiono w postaci schematu blokowego (rys. 1), w którym połączono dwa sposoby postępowania – metodę AHP (analizę hierarchiczną) oraz modelowanie rozmyte [KOWALCZYK, 2007; ŁACHWA, 2001]. Sposoby te dotyczą ustalenia tzw. rang decydentów, czyli liczbowo określonego stopnia istotności ich opinii, ustalenia wag kryteriów oceny ofert, będących przedmiotem analizy decyzyjnej oraz sposobu uwzględnienia tych wag w toku wykorzystania modelu rozmytego. Te fragmenty strategii, o których wyżej mowa, przedstawiono na rysunku z tłem.

Poszczególne propozycje inwestycyjne są oceniane kryterialnie. Poszczególnym kryteriom K_i , gdzie $i = 1, 2, \dots, LK$ (liczba kandydatów), można nadać wagi $w_{K,ij}$, gdzie $j = 1, 2, \dots, LD$. Czyni to każdy decydent oddzielnie.



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy proponowanej strategii decyzyjnej

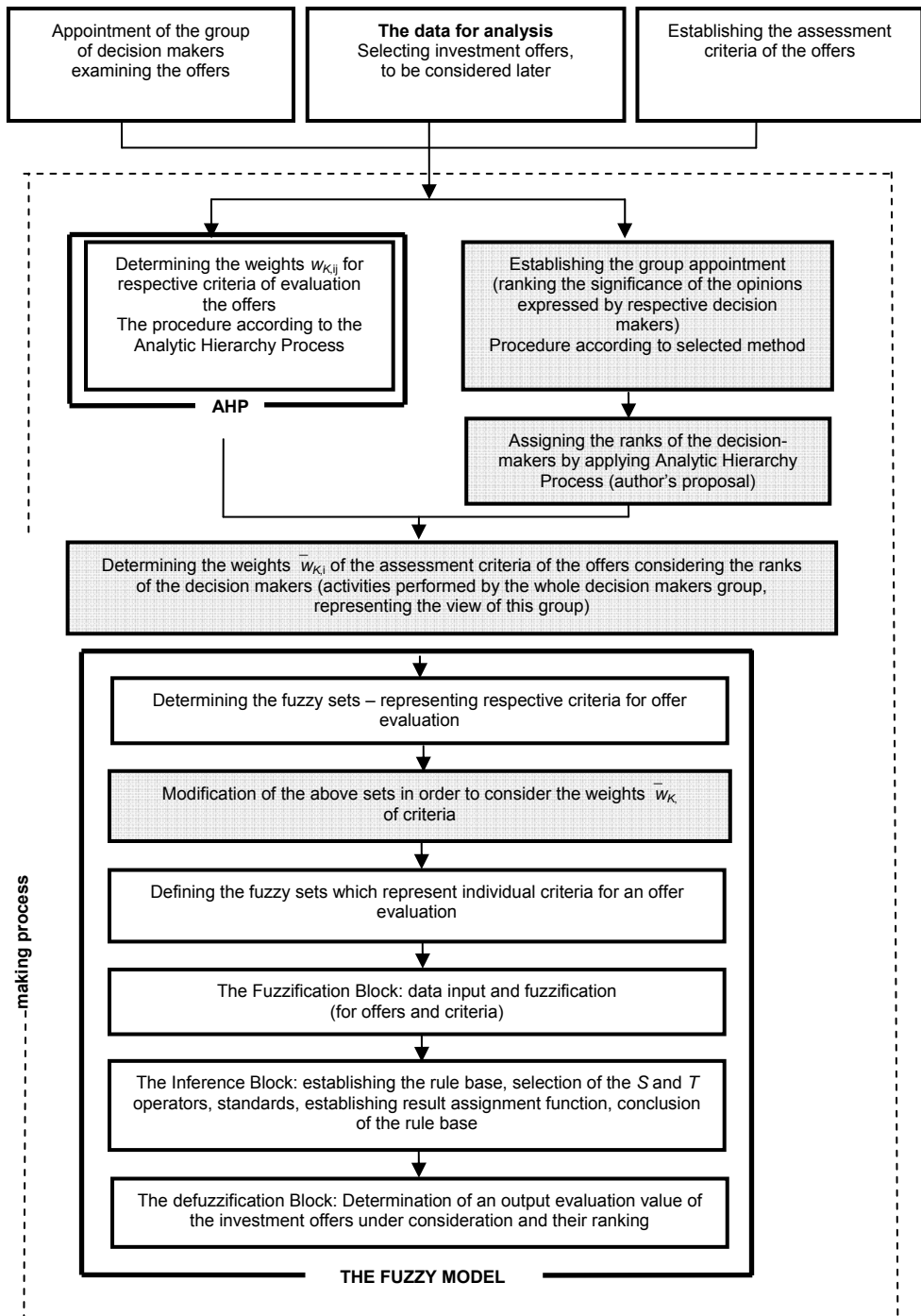


Fig. 1. The general block diagramme of proposed decision strategy

$$w_{K,i} = \frac{\sum w_{ij}}{n} \quad (1)$$

gdzie:

LD – liczba decydentów w grupie,

n – liczba porównywanych decydentów.

Za pomocą tego samego wzoru (1) oblicza się rangi R_j , które grupa przypisuje każdemu z decydentów. Rangi te należy uwzględnić w ten sposób, aby na ich podstawie zróżnicować wagi kryteriów odpowiednio do tego, który decydent te kryteria ocenia. Ważność poszczególnych kryteriów będzie ustalona przez kolejnych decydentów stosownie do ich rang.

Kryterium K_1 może być zdecydowanie bardziej ważne dla decydenta D_1 niż np. dla decydenta D_2 , zatem z punktu widzenia eksperta D_1 waga kryterium K_1 musi być odpowiednio wysoka; jednocześnie wadze tej odpowiednie znaczenie nada taka, a nie inna ranga tego decydenta D_1 . Proponuje się w tym zakresie następujące, proste formalne postępowanie:

$$\bar{w}_{K,ij} = w_{K,ij} R_j \quad (2)$$

gdzie $\bar{w}_{K,ij}$ jest wagą i -tego kryterium nadaną przez j -tego decydenta, z uwzględnieniem jego rangi R_j . Pozostaje jeszcze określić grupowe wagi kryteriów (wagi uznane przez całą grupę ekspertów). Można to uczynić przez zsumowanie:

$$\bar{w}_{K,i} = \sum_{j=1}^{LD} \bar{w}_{K,ij} \quad (3)$$

We wzorze (2) każdy z decydentów oddzielnie określa wagę poszczególnych kryteriów rozpatrywanych w rozważaniu problemu decyzyjnego, przy czym uwzględnia swoją rangę, przyznaną przez grupę ekspercką. W konsekwencji dane kryterium ma różną wagę, zależnie od tego, który decydent je ocenia. W związku z tym dla decydenta D_1 kryterium K_1 może być ważniejsze od innych, natomiast dla decydenta D_2 tak nie jest; kryteria K_3 i K_4 mogą być według decydenta D_3 równorzędne, natomiast według decydenta D_4 kryterium K_4 może być bez znaczenia itd. Tego rodzaju rozbieżności w ocenach kryteriów muszą być wzięte pod uwagę przez całą grupę decydentów.

W modelu rozmytym, który wykorzystano do realizacji strategii podejmowania decyzji, kryteria 1, 2, ..., i , ..., LK są reprezentowane wejściowymi zbiorami rozmytymi A_i . Proponuje się następującą kolejność:

- obliczyć wg wzoru (3) grupową wagę \bar{w}_{K_j} kolejnych kryteriów K_j ,
- nośniki zbiorów A_i przesunąć na osi zmiennych wejściowych \bar{x} w lewo (czyli w stronę osi $\mu_i(x)$), odpowiednio do wartości wspomnianych wag \bar{w}_{K_j} .

Przy przesuwaniu nośników zbiorów kształt funkcji przynależności $\mu_{A_i}(x)$ pozostaje niezmienny. Ten zbiór wejściowy A_i^* , którego waga $\bar{w}_{K_j}^*$ ma wartość najmniejszą spośród wszystkich pozostałych, ma pozostać na swoim miejscu. Przesunięcie P innych zbiorów, odpowiadających kolejnym kryteriom, oblicza się następująco:

$$p_i = \frac{\bar{w}_{K,i} - \bar{w}_{K,i}^*}{\sum \bar{w}_{K,i}} \quad (4)$$

$$P_i = S(A_i) p_i \quad (5)$$

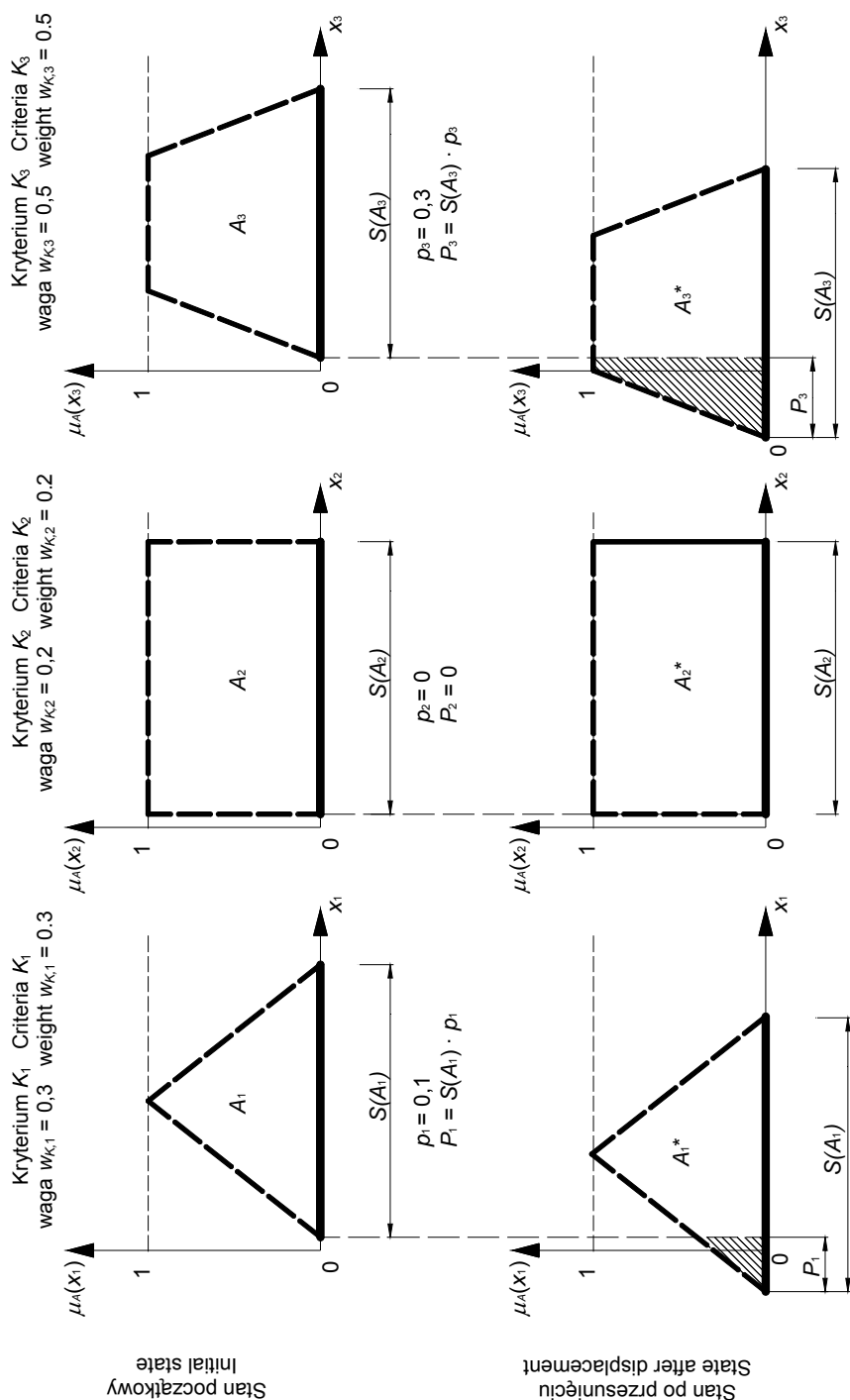
gdzie $S(A_i)$ jest nośnikiem zbioru A_i . Suma wag $\sum \bar{w}_{K,i} = 1$, zatem p_i określa procentową część tej sumy. O taką właśnie część nośnika przesuwamy dany zbiór A_i , oparty na tym nośniku.

Opisaną procedurę ilustruje rysunek 2., sporządzony dla kilku przykładów liczbowych. Pokazano również przesunięcie konkretnego zbioru wejściowego A_K , odnoszącego się do kosztów pewnej inwestycji (rys. 3). Założeniem było, że kryterium kosztów ma duże znaczenie (dużą grupową wagę liczbową). Ze wzorów (2), (3) i (4) wynika przesunięcie P , które zrealizowano wstecz w stosunku do pierwotnego położenia zbioru. Cel został zatem osiągnięty: ostra wartość x kosztu przybrała wyższy stopień przynależności do zbioru A_K , co oznacza, że zgodnie z założeniem kryterium kosztów staje się bardziej znaczące (nawet małe wartości x wysoce przynależą do zbioru A_K). Mówiąc innymi słowami, kryterium kosztowe ma po przesunięciu zbioru odpowiednio wysoką wagę w rozumieniu oceny decydenta, który tym kryterium się posługuje [KOWALCZYK, 2007].

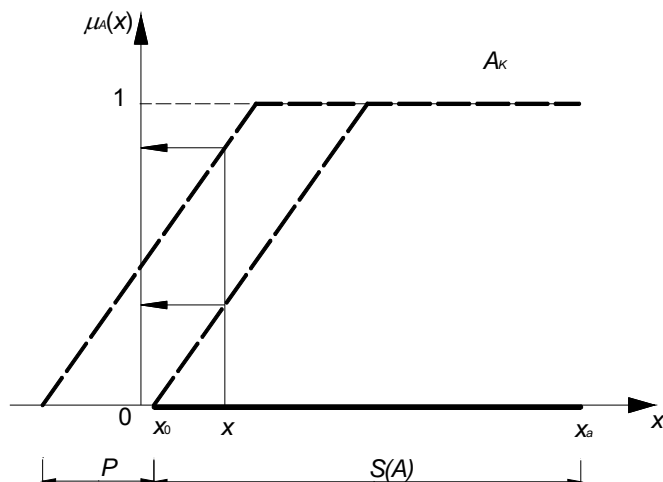
PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

Zaproponowana strategia podejmowania decyzji, realizowana według schematu blokowego, przedstawionego na rysunku 1., została poniżej zilustrowana przykładem z zakresu robót hydroinżynierskich.

Rozważa się podjęcie decyzji o realizacji zadania inwestycyjnego, którym ma być wykonanie w określonym przekroju pewnej rzeki budowli piętrzącej, w postaci zapory betonowej ciężkiej wraz z urządzeniami przelewowo-upustowymi. Wykonanie zapory spowoduje powstanie zbiornika wodnego. Ma on służyć eksploatacji



Rys. 2. Przykład przesunięcia zbiorów A_i
 Fig. 2. An example of shifting sets A_i

Rys. 3. Przesunięcie zbioru kosztów A_K Fig. 3. Shifting the cost set A_K

elektrowni, usytuowanej przy zaporze oraz zapewniać pracę ujęcia komunalnego. Przewiduje się ponadto przeciwpowodziową funkcję tego zbiornika.

Do odpowiedniej jednostki administracyjnej wpłynęły opracowania zawierające techniczny projekt poszczególnych elementów inwestycji, dane dotyczące przyszłego zbiornika (topografia terenu, zasięg cofki, charakterystyczne poziomy piętrzenia itd.), opis funkcjonowania obiektów (zapory, elektrownie, ujęcia) w różnych okolicznościach i szacowane efekty ich pracy. Dołączono stosowne operaty ekonomiczne i rezultaty wywiadu socjologicznego na temat stosunku ludności do projektowanej inwestycji.

Po wstępnej selekcji zdecydowano rozważyć jedynie pięć ofert; zostały one ponumerowane liczbami od 1 do 5. Podstawowym parametrem, różniącym oferty, jest sumaryczny koszt inwestycji, określony wartością kosztorysową C . Koszt ten stanowi pierwsze kryterium oceny ofert (kryterium – K_1). Jeśli propozycja najdroższa jest reprezentowana kosztem C_{\max} , to znormalizowane koszty pozostałych są równe:

$$\bar{C}_e = \frac{C_e}{C_{\max}} \quad (6)$$

gdzie: e – numer oferty.

Ustalono, że:

- oferta 1: $\bar{C}_1 = 0,90$,
- oferta 2: $\bar{C}_2 = 1,00$,

- oferta 3: $\bar{C}_3 - 0,80$,
- oferta 4: $\bar{C}_4 - 0,80$,
- oferta 5: $\bar{C}_5 - 1,00$,

Przyjęto także trzy inne kryteria oceny przedstawionych ofert:

- osiągnięcie pożądaných celów gospodarczych (kryterium – K_2),
- wpływ na środowisko przyrodnicze (K_3),
- akceptację społeczną (K_4).

Zgodnie z przyjętą kolejnością postępowania (rys. 1) ustalono:

- grupę decydentów liczącą sześć osób ($LD = 6$),
- mianowanie grupowe m_{Γ} z pomocą strategii minimalnych odchyłeń [KOWALCZYK, PRYSTAJ, 2006],
- macierz ocen,
- rangi R_j poszczególnych decydentów (metoda AHP [DOWNAROWICZ i in., 2000]).

Mianowanie grupowe określa stopień miarodajności opinii wyrażanych przez poszczególnych członków grupy podejmującej decyzję. Jest ono zestawieniem relacji między decydentami, przy czym relacja ta może być preferencją lub indyferencją. Jeżeli mianowanie zawiera jedynie znaki preferencji, wówczas liczba elementów tego mianowania (szeregu tworzącego mianowanie) jest równa liczbie decydentów LD , natomiast w przypadku wystąpienia indyferencji liczba elementów wynosi $LN = LD - LI$, gdzie LI oznacza liczbę znaków indyferencji. Liczbę LN nazwijmy liczbą kandydatów.

Ustala się, że rang R jest tyle, ilu kandydatów w danym mianowaniu grupowym. Rangi określone są w postaci liczb, przy czym:

$$R \in [0, 1], \quad \sum_{j=1}^{LR} R_j = 1 \quad (7)$$

Im wyższa ranga, tym w sposób naturalny większa wartość R . Sposób określania wartości liczbowej rang podany jest niżej.

Otrzymano mianowanie grupowe $m_{\Gamma} = (D_1 \gg D_2 \gg D_5 \sim D_4 \gg D_3 \gg D_6)$, gdzie: \gg – symbol preferencji, \sim – symbol indyferencji.

W celu skonstruowania macierzy ocen $\bar{E}_{LD LD}$ w pierwszej kolejności porównuje się miejsce poszczególnych decydentów w szeregu tworzącym mianowanie, przy czym porównanie dokonywane jest kolejno między dwoma sąsiednimi w tym mianowaniu decydentami. Elementy e_{jj} macierzy $\bar{E}_{LD LD}$ określane są zgodnie z procedurą (metoda AHP), w której symbol K należy zastąpić symbolem D (decydent). Macierz $\bar{E}_{LD LD}$ ma następującą budowę:

	$D_1, D_2, \dots D_j \dots D_{LD}$	
D_1	e_{11}	e_{1LD}
D_2	e_{21}	e_{2LD}
\vdots	\vdots	\vdots
D_j	e_{j1}	e_{jLD}
\vdots	\vdots	\vdots
D_{LD}	e_{LD1}	e_{LDLD}

$$= \bar{E}_{LDLD}$$

Kolejność wpisywania decydentów jest dowolna, lecz jednakowa wzdłuż kolumn i wierszy, LD jest liczbą decydentów.

O ile w procedurze przedstawionej w metodzie AHP stosowana jest 9-stopniowa skala ocen, to w przypadku elementów macierzy \bar{E}_{LDLD} skala ta będzie modyfikowana (skracana) w zależności od liczby decydentów. Skala 9-stopniowa pozostaje skalą maksymalną (gdy porównuje się więcej niż 7–9 obiektów, człowiek z dużym prawdopodobieństwem będzie niekonsekwentny [DOWNOWICZ i in., 2000]). W miarę możliwości należy unikać stawiania ocen pośrednich, np. między 1 a 3, 3 a 5 itd.

Otrzymano następującą macierz ocen:

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6
D_1	1	2	4	3	3	5
D_2	1/2	1	3	2	2	4
D_3	1/4	1/3	1	1/2	1/2	2
D_4	1/3	1/2	2	1	1	3
D_5	1/3	1/2	2	1	1	3
D_6	1/5	1/4	1/2	1/3	1/3	1

$$= \bar{E}_{LDLD}$$

Ustalono następujące rangi poszczególnych decydentów: $R_{D1} = 0,364$, $R_{D2} = 0,230$, $R_{D3} = 0,081$, $R_{D4} = 0,136$, $R_{D5} = 0,136$, $R_{D6} = 0,052$.

Po ustaleniu powyższego każdy decydent nadaje wagi $w_{K,i}$ czterem przyjętym kryteriom oceny rozpatrywanych ofert inwestycyjnych [KOWALCZYK, 2007]. Zbiorcze zestawienie wag $w_{K,i}$ zawiera tabela 1.

Następnym krokiem jest określenie stopnia ważności poszczególnych kryteriów, już z uwzględnieniem rang decydentów. Dokonuje się tego w dwóch etapach, najpierw ustalając wg wzoru (2) wagę $w_{K,ij}$ danego kryterium nadaną przez decy-

Tabela 1. Waga kryterium K_i wg poszczególnych decydentów**Table 1.** Weight of criterion K_i according to the decision makers

Decydent Decision makers	Waga kryterium Weight of criterion			
	K_1	K_2	K_3	K_4
D_1	0,07	0,10	0,51	0,32
D_2	0,10	0,30	0,20	0,40
D_3	0,20	0,50	0,10	0,20
D_4	0,25	0,30	0,25	0,20
D_5	0,50	0,20	0,10	0,20
D_6	0,25	0,20	0,25	0,30

denta, po czym obliczając grupowe wagi $\bar{w}_{K,i}$ kolejnych kryteriów zgodnie ze wzorem (3), których wartości dla opisywanego przykładu podano w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie wag kryterium**Table 2.** Set up of the weights of criteria

Ranga decydenta The rank of decision maker	Waga kryterium $\bar{w}_{K,ij}$ Weight of criterion $\bar{w}_{K,ij}$			
	K_1	K_2	K_3	K_4
$R_{D1} - 0,364$	0,025	0,036	0,186	0,117
$R_{D2} - 0,230$	0,023	0,069	0,046	0,092
$R_{D3} - 0,081$	0,016	0,041	0,008	0,016
$R_{D4} - 0,136$	0,034	0,041	0,034	0,027
$R_{D5} - 0,136$	0,068	0,027	0,014	0,027
$R_{D6} - 0,052$	0,013	0,010	0,013	0,016
$\bar{w}_{K,i}$	0,180	0,224	0,301	0,295

Można teraz przejść do tej części procedury decyzyjnej, która realizowana jest wg modelu rozmytego (rys. 1) [KACPRZYK, 2001; PIEGAT, 1999]. Dla poszczególnych kryteriów otrzymano zbiory wejściowe A_i , a następnie zbiory te zmodyfikowano stosownie do wag $\bar{w}_{K,i}$ ustalonych dla poszczególnych kryteriów oceny rozpatrywanych ofert inwestycyjnych.

Dla zbioru A_1 (koszty), dla którego waga $\bar{w}_{K,1} = \min$, przesunięcie nośnika $P_1 = 0$, natomiast dla pozostałych zbiorów otrzymujemy:

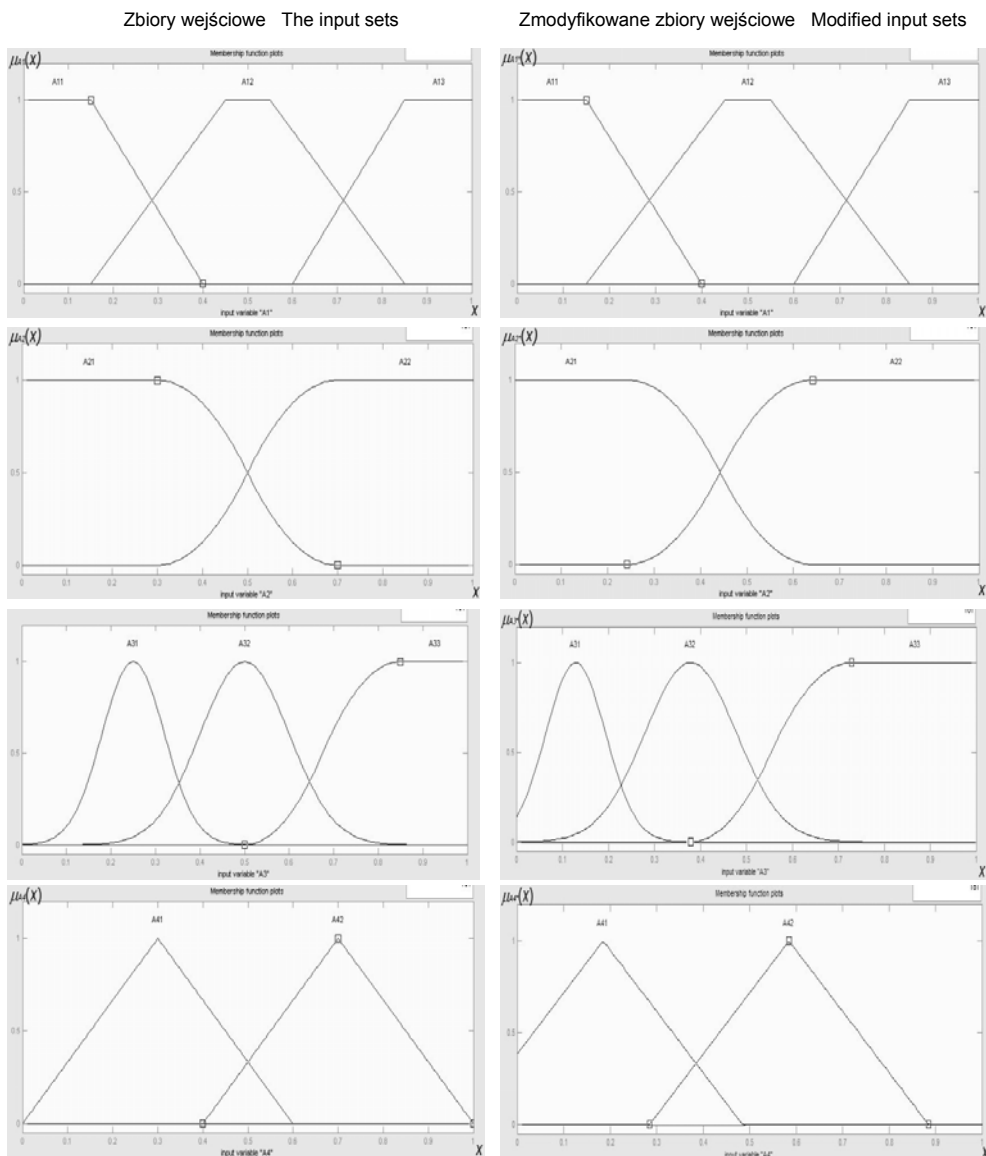
$P_2 = 0,044$ (dla zbioru A_2 – dotyczącego celów gospodarczych),

$P_3 = 0,121$ (dla zbioru A_3 – oceny wpływu na środowisko),

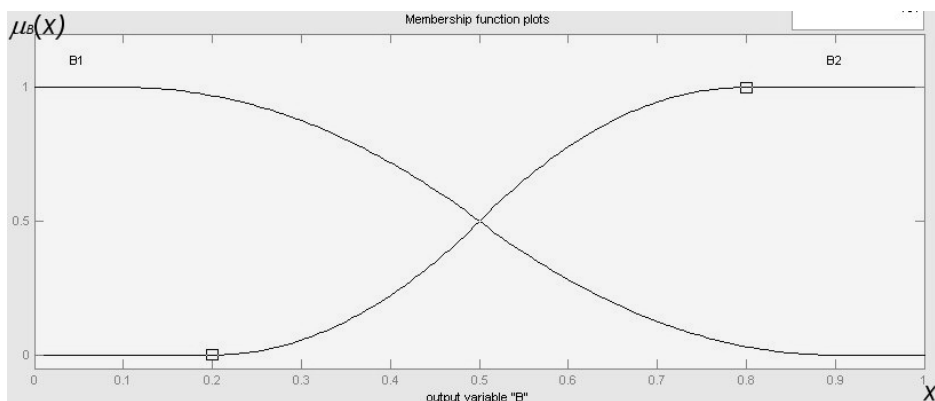
$P_4 = 0,115$ (dla zbioru A_4 – stopień akceptacji społecznej).

Zbiory wejściowe A_i oraz ich modyfikację przedstawiano na rysunku 4.

Określenie funkcji przynależności zbioru wyjściowego B . Zbiór ten ma dwa terminy: B_1 – oferta odrzucona, B_2 – oferta skierowana do realizacji (rys. 5). Funkcją przynależności dla obu z nich jest funkcja harmoniczna zewnętrzna, odpowiednio prawa i lewa [ŁACHWA, 2001].



Analogicznie, jak w przypadku kosztów (wzór 6), także dla pozostałych kryteriów oceny obliczono dla poszczególnych ofert znormalizowane wartości przypisane tym kryteriom. Są to wartości znormalizowane wartością maksymalną. Wartości $\bar{C}_e, \bar{G}_e, \bar{S}_e, \bar{T}_e$ przypisane kolejnym ofertom inwestycyjnym rozpatrywanym w niniejszym przykładzie zestawiono w tabeli 3.

Rys. 5. Funkcje przynależności zbioru wyjściowego B Fig. 5. The assignment functions of the output set B **Tabela 3.** Znormalizowana wartość kryterium K_i dla poszczególnych ofert**Table 3.** Standardised value of the criterion K for particular offers

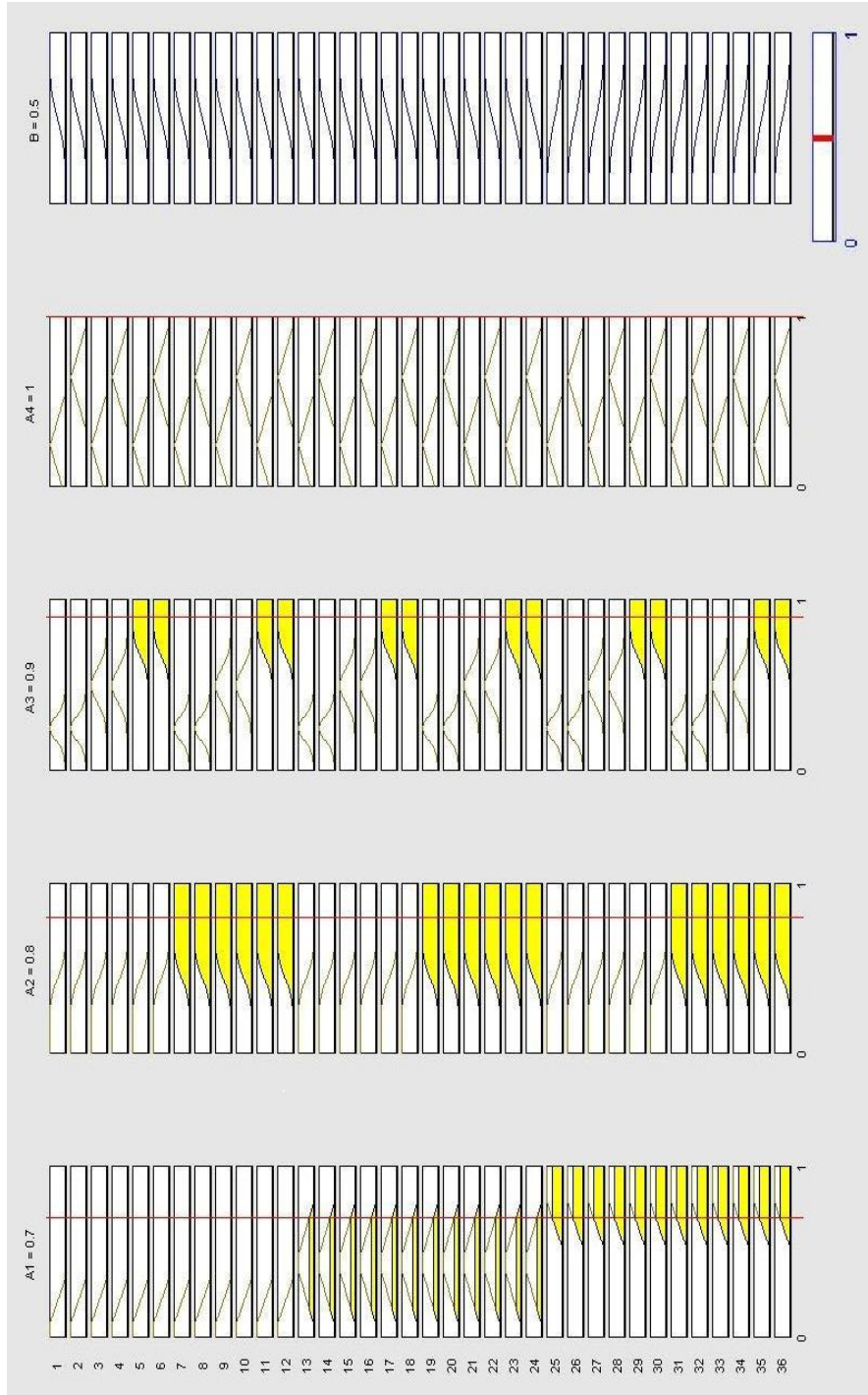
Numer oferty The numbers of the offer	Kryterium 1 Criterion 1	Kryterium 2 Criterion 2	Kryterium 3 Criterion 3	Kryterium 4 Criterion 4
1	0,7	0,9	0,6	0,5
2	0,8	1,0	1,0	0,3
3	0,7	0,8	0,9	1,0
4	0,9	0,8	0,7	0,7
5	1,0	1,0	0,4	0,2

Podane w tabeli 3. wartości należy wprowadzić do odpowiednich zbiorów wejściowych A_i (wartości $\bar{C}_1, \bar{C}_2, \dots, \bar{C}_5$ do zbioru A_1 , wartości $\bar{G}_1, \bar{G}_2, \dots, \bar{G}_5$ do zbioru A_2 itd.). W ten sposób dokonujemy fuzyfikacji wartości wejść do modelu rozmytego; każdej z nich przypisana zostaje wartość funkcji przynależności do danego zbioru A_i .

Ustalono bazę reguł, stanowiącą zależności przyczynowo-skutkowe między rozmytymi zbiorami A_i i B [KOWALCZYK, 2007].

r_1	IF ($A_1 = A_{11}$) AND ($A_2 = A_{21}$) AND ($A_3 = A_{31}$) AND ($A_4 = A_{41}$) THEN ($B = B_2$)
r_2	IF ($A_1 = A_{11}$) AND ($A_2 = A_{21}$) AND ($A_3 = A_{31}$) AND ($A_4 = A_{42}$) THEN ($B = B_2$)
\vdots	\vdots
r_{35}	IF ($A_1 = A_{13}$) AND ($A_2 = A_{22}$) AND ($A_3 = A_{33}$) AND ($A_4 = A_{41}$) THEN ($B = B_1$)
r_{36}	IF ($A_1 = A_{13}$) AND ($A_2 = A_{22}$) AND ($A_3 = A_{33}$) AND ($A_4 = A_{42}$) THEN ($B = B_1$)

Cały przykład przeliczono dwukrotnie, uzyskując dwie wersje rozwiązania rozważanego zagadnienia decyzyjnego. Wersja pierwsza (I) odpowiada operatorom MIN (T -norma) oraz MAX (S -norma) wybranym dla określenia stopnia spełnienia



Rys. 6. Wizualizacja obliczeń (obraz ekranu komputerowego) dla oferty nr 3, wersja II rozwiązania

Fig. 6. Visualization of calculations (picture of the computer screen) for the offer no 3, version II

przesłanek [ŁACHWA, 2001]. Drugą wersję (II) uzyskano z użyciem operatora *PROD* i operatora sumy algebraicznej [ŁACHWA, 2001]. W obu wersjach konkluzje reguł aktywizowano implikacją Mamdaniego [ŁACHWA, 2001]. Wizualizację obliczeń dla oferty nr 3 przedstawiono na rysunku 6.

Dla kolejnych rozważanych ofert inwestycyjnych obliczono metodą środka ciężkości ostrą wartość wyjścia \bar{y} z modelu, biorąc za podstawę otrzymaną wynikową funkcję przynależności konkluzji bazy reguł [KACPRZYK, 1986]. Wartości \bar{y} zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wartości wyjścia \bar{y} z modelu

Table 4. Values of the output for \bar{y} from model

Oferta Offer	Wartość \bar{y} Value \bar{y}			
	wersja I version I		wersja II version II	
1	0,430		0,425	
2	0,289		0,289	
3	0,500		0,500	
4	0,307		0,319	
5	0,309		0,319	

W rezultacie zastosowanej strategii decyzyjnej w obu wersjach rozwiązania została wybrana oferta numer trzy. Jest to oferta proponująca inwestycję tańszą o 30% od najdroższej.

PODSUMOWANIE

Przedstawiony sposób realizacji procesu decyzyjnego pozwala w sposób wyważony, obiektywny i racjonalny przybliżyć zainteresowanych do osiągnięcia wspólnej decyzji gospodarczej, wykorzystując do oceny ściśle wartości liczbowe.

Zaproponowana droga dojścia do decyzji finalnej jest efektywna. Musi uwzględnić jednak wiele czynników, wśród których najważniejsze to:

- sposób nadawania decydentom rang, a kryteriom wag,
- kształt zbiorów wejściowych i wyjściowych,
- struktura bazy reguł w modelu rozmytym,
- rodzaj operatorów rachunku zbiorów i wnioskowania,
- sposób defuzyfikacji wyniku.

Określenie kształtu funkcji przynależności zbiorów wejścia i wyjścia, a także sprecyzowanie zasad wnioskowania w podejmowaniu decyzji (ustalenie bazy reguł), powinny być dokonywane w uzgodnieniu ze wszystkimi członkami grupy decydentów i niezbędne jest uzyskanie wspólnej akceptacji.

Rozważane metody postępowania mają swoje formalne ograniczenia i można o nich dyskutować. Niezależnie jednak od tego jest z pewnością ważne, aby w trakcie podejmowania decyzji, szczególnie inwestycyjnych, minimalizować wpływ indywidualnego przekonania decydentów. Nie powinno ono być czynnikiem forsującym te decyzje.

W proponowanej strategii intuicja zawodowa, wiedza i doświadczenie decydenta jest wykorzystywane w wielu miejscach: w ocenie kryteriów wyboru, definiowaniu zbiorów wejścia i wyjścia, ustalaniu bazy reguł, wyborze operatorów wnioskowania itp. Autorytet decydentów znajduje swe odbicie w nadanej im grupowo randze i związany z tym etap procedury staje się szczególnie istotny. Wydaje się, że podana metoda oceny decyzyjnej powinna zostać zweryfikowana (z wykorzystaniem dostępnych danych inwestycyjnych) i po uzupełnieniu może mieć zastosowanie nie tylko w pracach hydrotechnicznych, ale również pracach ziemnych, budownictwie drogowym, budownictwie ogólnym itp.

LITERATURA

- DOWNAROWICZ O., KRAUSE J., SIKORSKI M., STACHOWSKI W., 2000. Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego. Gdańsk: Wydaw. PGdań. ss. 166.
- CZOGAŁA E., PEDRYCZ W., 1985. Elementy i metody teorii zbiorów rozmytych. Warszawa: PWN ss. 202.
- KACPRZYK J., 1986. Zbiory rozmyte w analizie systemowej. Warszawa: PWN ss. 522.
- KACPRZYK J., 2001. Wieloetapowe sterowanie rozmyte. Warszawa: WNT ss. 416.
- KOWALCZYK A., 2007. Modelowanie rozmyte w strategii podejmowania decyzji grupowych w hydroinżynierii. Kraków: PKrak. pr. dokt. ss. 95.
- KOWALCZYK A., PRYSTAJ A., 2006. Dokonanie mianowania grupowego w procesie podejmowania decyzji. Czas. Tech. z. 10 PK Środ. s. 153–159.
- ŁACHWA A., 2001. Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów reguł i decyzji. Warszawa: Wydaw. ELIT ss. 283.
- PIEGAT A., 1999. Modelowanie i sterowanie rozmyte. Warszawa: Akad. Ofic. Wydaw. EXIT ss. 678.

Agnieszka KOWALCZYK

CONSIDERING THE RANK OF POLICY MAKERS IN THE DECISION-MAKING PROCESS

Key words: decision-makers, group decisions, investment decision, rank

S u m m a r y

In the paper the road map has been shown, which guarantees transparency and objectivity in implementing group decision making process. The principles of fuzzy deduction and the role of decisive individuals were taken into consideration. Democratic choice is the precondition of a non arbitrary procedure; therefore some essential process parameters were established based on consent between

the decision makers, according to the defined rules. The decision making strategy, its particular elements and links between them are shown in the block diagram, in which two well theoretically justified procedures: analytic hierarchy process (AHP method) and fuzzy modelling were combined.

In order to create the algorithm one should rank each participant of the decision process. It was done by the group nomination using elements from the *Analytic Hierarchy Process* (AHP) method. Then, one should determine the weights of particular criteria for evaluation of a given engineering investment. Afterwards one should introduce the established ranks and weights to the fuzzy model, which consist of 3 blocs: fuzzification, inferences, defuzzification.

The proposed algorithm was illustrated by an example of a hydraulic structure – the dam with water reservoir. The group of 6 decision-makers has to select the best project out of 5 project proposals. Each project is evaluated in view of accepted criteria: investment costs, achievement of desired economical objectives, an impact on the environment and social acceptance

It was found, after calculation, that the offer no 3 was most suitable. It fulfilled, at the proper levels, all criteria, and considered the opinion of the whole group.

Recenzenci:

doc. dr hab. Tadeusz Liziński

prof. dr hab. Stanisław Łojewski

Praca wpłynęła do Redakcji 25.09.2008 r.