

metody wielokryterialne w procedurze ewaluacji i selekcji projektów europejskich

ABSTRAKT

Referat wychodzi naprzeciw potrzebie opracowania merytorycznych procedur ewaluacji i selekcji opartych na standaryzowanych dokumentach, przyczyniających się do umocnienia analitycznej fazy procesu podejmowania decyzji i umożliwiających zobiektywizowanie oceny projektów ubiegających się o współfinansowanie ze środków Unii Europejskiej, przed którą to potrzebą Polska - jako największy beneficjent polityki spójności - stanęła na progu nowego okresu programowania 2007 - 2013.

W pracy przedstawiona została propozycja procedury wielokryterialnego wspomaganie wyboru projektów ubiegających się o dofinansowanie ze środków Unii Europejskiej wykorzystująca m.in. metody z rodziny ELECTRE i PROMETHEE oraz reguły dominacji stochastycznych. Proponowana procedura uwzględnia wszystkie etapy procesu decyzyjnego poczynając od doboru kryteriów i określenia ich wag, poprzez modelowanie preferencji decydentów, a na uzyskaniu rekomendacji w postaci rankingu projektów kończąc. Pozwala ona udoskonalić, ułatwić i zobiektywizować proces oceny i wyboru projektów umożliwiając ich głęboką analizę i wszechstronne porównywanie przy jednoczesnym zastosowaniu kryteriów ilościowych i jakościowych.

Empiryczną ilustrację działania proponowanej procedury stanowić będzie symulacja procesu oceny projektów inwestycyjnych przeprowadzona w oparciu o 16 wniosków aplikacyjnych o dofinansowanie realizacji projektu z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego złożonych w jednym z województw w ramach Działania 1.2 *Infrastruktura ochrony środowiska* w okresie 2004 - 2006¹.

1. Wprowadzenie

Po przystąpieniu w maju 2004 roku do Unii Europejskiej Polska stała się jej pełnoprawnym członkiem, uzyskując tym samym dostęp do unijnych funduszy strukturalnych. Od tego momentu projekty europejskie, czyli projekty współfinansowane ze środków UE, stały się trwałym elementem wspomagającym rozwój gospodarczy i społeczny Polski. Środki strukturalne przeznaczone przez UE dla Polski na lata 2004 - 2006 wynosiły 11,4 mld euro. W

¹ Badanie współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu państwa w ramach projektu Samorządu Województwa Kujawsko - Pomorskiego „Krok w przyszłość – stypendia dla doktorantów”.

obecnym okresie programowania Polska będzie miała do dyspozycji 67,2 mld euro z budżetu UE. Warunkiem efektywnego wykorzystania tych środków jest m.in. właściwy dobór projektów mających podlegać dofinansowaniu.

2. Fundusze strukturalne Unii Europejskiej w Polsce w latach 2004-2006

W procesie programowania pomocy strukturalnej każde państwo członkowskie UE zobowiązane było do opracowania Narodowego Planu Rozwoju. Stanowił on podstawę do negocjacji z Komisją Europejską kolejnego dokumentu – Podstaw Wsparcia Wspólnoty - określającego kierunki i wysokość wsparcia ze strony funduszy strukturalnych na realizację zamierzeń rozwojowych danego państwa oraz wymaganą wielkość środków krajowych na współfinansowanie [20].

Podstawy Wsparcia Wspólnoty dla Polski na lata 2004-2006 wdrażane były za pomocą siedmiu programów operacyjnych:

- Sektorowego Programu Operacyjnego (SPO) Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw;
- SPO Rozwój zasobów ludzkich;
- SPO Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego i rozwój obszarów wiejskich;
- SPO Rybołówstwo i przetwórstwo ryb;
- SPO Transport;
- Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego (ZPORR);
- Programu operacyjnego Pomoc techniczna.

Dalsza część tego punktu poświęcona zostanie Zintegrowanemu Programowi Operacyjnemu Rozwoju Regionalnego, a w szczególności jego Priorytetowi 1, jako że przykład empiryczny zawarty w pracy dotyczy realizowanego w jego ramach działania.

2.1. Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego

ZPORR miał się przyczynić do tworzenia warunków wzrostu konkurencyjności regionów, wspierać rozwój i dostosowania strukturalne obszarów słabo rozwiniętych i przeciwdziałać ich marginalizacji [17]. Współfinansowany był z dwóch funduszy strukturalnych: Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) i Europejskiego Funduszu Społecznego (EFS).

W ramach ZPORR realizowane były następujące priorytety:

- Priorytet 1 - *Rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej wzmocnieniu konkurencyjności regionów* (współfinansowany przez EFRR);

- Priorytet 2 - *Wzmocnienie rozwoju zasobów ludzkich w regionach* (współfinansowany przez EFS);
- Priorytet 3 - *Rozwój lokalny* (współfinansowany przez EFRR).

Na realizację ZPORR w latach 2004-2006 przeznaczone zostały 4,084 mld euro, w tym 2,968 mld euro ze strony funduszy strukturalnych. Beneficjentami uprawnionymi do uzyskania wsparcia były przede wszystkim jednostki samorządu terytorialnego, ich stowarzyszenia, związki i porozumienia, ale także podmioty wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy z jst, szkoły wyższe, szpitale i ośrodki zdrowia, przedszkola i szkoły działające w systemie oświaty oraz organizacje *non-profit* [19].

2.2. Procedura oceny i wyboru wniosków

Procedura ewaluacji i selekcji wniosków o dofinansowanie realizacji projektu z EFRR (Priorytety 1 i 3) obejmowała następujące etapy [9]:

- Weryfikacja wniosku pod względem formalnym przez jednostkę do spraw wyboru projektów w Urzędzie Marszałkowskim;
- Ocena merytoryczno-techniczna wniosku przez Panel Ekspertów;
- Rekomendacja wniosków dla Zarządu Województwa przez Regionalny Komitet Sterujący;
- Wybór wniosków przez Zarząd Województwa na podstawie rekomendacji RKS;
- Podpisanie umowy o dofinansowanie projektu z projektodawcą przez Wojewodę.

Panele Ekspertów złożone były z 3 osób², które niezależnie od siebie oceniały złożone wnioski w oparciu o kryteria zamieszczone w Uzupełnieniu ZPORR. Przed dokonaniem oceny eksperci sprawdzali zasadność zaproponowanych w projekcie rozwiązań technologicznych oraz wysokość i zasadność przewidywanych kosztów kwalifikowanych. Kryteria ocen były ważone, a dla każdego z nich przyjęta została 4-punktowa skala ocen:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 - bardzo słabo zgodny; | 3 - zasadniczo zgodny; |
| 2 - słabo zgodny; | 4 - zdecydowanie spójny. |

Ocena każdego eksperta określona była przez sumę ważoną ocen częściowych każdego kryterium, a końcową ocenę projektu stanowiła średnia arytmetyczna ocen wszystkich ekspertów wchodzących w skład Panelu. Jeśli różnica między ocenami ekspertów dla dowolnego kryterium wynosiła 3 punkty (przed uwzględnieniem jego wagi), projekt poddawany był ocenie innego

² Gdy wartość projektu przekraczała 2 mln euro w ocenę projektu mógł zostać zaangażowany czwarty ekspert (z krajowej listy ekspertów).

Panelu Ekspertów, przy czym jego ocena była wiążąca. Na zakończenie pracy Panelu tworzona była lista rankingowa projektów zgodnie z procentem uzyskanych punktów [9].

Ranking projektów ocenionych pozytywnie, a więc tych, które uzyskały co najmniej 60% możliwych do zdobycia punktów, przedkładany był pod obrady Regionalnego Komitetu Sterującego (RKS). Dokonywał on oceny zgodności projektu ze Strategią Rozwoju Województwa oraz jego wpływu na realizację potrzeb regionu i w związku z tym miał prawo do zmiany kolejności projektów na liście rankingowej sporządzonej przez Panel Ekspertów. Na podstawie rekomendacji RKS Zarząd Województwa podejmował ostateczną decyzję w sprawie wyboru projektów biorąc pod uwagę m.in. wysokość alokacji dla województwa przeznaczoną na dane działanie i wprowadzając bądź nie zmiany do kolejności projektów zaproponowanej przez RKS [9].

2.3. Działanie 1.2. Infrastruktura ochrony środowiska

Celem Działania 1.2 *Infrastruktura ochrony środowiska* realizowanego w ramach Priorytetu 1 ZPORR *Rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej wzmocnieniu konkurencyjności regionów* było ograniczenie ilości zanieczyszczeń przedostających się do powietrza, wód i gleb, poprawa stanu bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, zwiększenie wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz poprawa zarządzania środowiskiem. Realizacja projektów miała przyczynić się do osiągnięcia standardów ochrony środowiska zawartych w unijnych dyrektywach zaimplementowanych na grunt polskiego prawa [19].

W ramach Działania 1.2 realizowane były projekty z zakresu:

- zaopatrzenia w wodę, poboru wody i oczyszczania ścieków;
- gospodarki odpadami;
- poprawy jakości powietrza;
- zapobiegania powodziom;
- wykorzystania odnawialnych źródeł energii

o wartości całkowitej od 1 do 10 mln euro (projekty, których wartość przekraczała 10 mln euro były współfinansowane z Funduszu Spójności, natomiast projekty o wartości mniejszej niż 1 mln euro były realizowane w ramach Priorytetu 3 ZPORR *Rozwój lokalny*) oraz projekty z zakresu zarządzania ochroną środowiska o wartości minimalnej 0,5 mln euro [17].

Beneficjentami końcowymi były jednostki samorządu terytorialnego, ich związki, porozumienia i stowarzyszenia, podmioty wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy

zawartej z jst lub te, w których jst posiada większość udziałów lub akcji, organy administracji rządowej w województwie, jednostki należące do sektora finansów publicznych oraz spółki prawa handlowego nie działające w celu osiągnięcia zysku lub przeznaczające zyski na cele statutowe, w których większość udziałów lub akcji posiadają jst [19].

Dofinansowanie z EFRR stanowiło maksymalnie 75% kosztów kwalifikowanych. W przypadku projektów generujących znaczący zysk netto nie mogło jednak przekroczyć 50%, a w przypadku projektów, do których stosowane są zasady udzielania pomocy publicznej – 35%.

Każdy projekt oceniany był pod względem merytoryczno-technicznym zgodnie z następującymi kryteriami [17]:

Tabela 1. Ocena wstępna

Nr	Kryterium	Ocena	
		TAK	NIE
1	Właściwie przygotowana analiza ekonomiczna projektu	TAK	NIE
2	Właściwie przygotowana analiza finansowa projektu	TAK	NIE
3	Zasadność zaproponowanych rozwiązań technologicznych w projekcie	TAK	NIE
4	Zasadność i odpowiednia wysokość przedstawionych w projekcie kosztów kwalifikowanych	TAK	NIE
5	Spójność informacji zawartych we wniosku o dofinansowanie projektu z informacjami zawartymi w załącznikach do wniosku	TAK	NIE

Tabela 2. Ocena merytoryczna

Nr	Kryterium	Waga	Maksimum
1	Wpływ na realizację zobowiązań akcesyjnych w obszarze ochrony środowiska	4	16
2	Komplementarność z innymi projektami (preferowane są zwłaszcza projekty komplementarne z projektami finansowanymi w ramach ZPORR i z Funduszu Spójności)	1	4
3	Trwałość projektu i wykonalność instytucjonalna (gwarancja stabilności finansowej projektu i trwałości struktury instytucjonalnej)	2	8
4	Efektywność kosztowa projektu	4	16
5	Poprawność wskaźników	1	4
6	Wykonalność techniczna	1	4
7	Kompleksowe projekty, w tym realizowane wspólnie przez więcej niż jedną jednostkę samorządu terytorialnego	2	8
MAKSYMALNA LICZBA PUNKTÓW			60

3. Wybór metody podejmowania decyzji

W celu wyboru projektów, które uzyskają dofinansowanie z funduszy strukturalnych Unii Europejskiej konieczne jest przeprowadzenie szczegółowej analizy ich rezultatów. Każdy z projektów musi zostać poddany ocenie uwzględniającej wszystkie jego istotne właściwości i przeprowadzonej względem różnych kryteriów, a zatem ocenie składającej się z wielu ocen cząstkowych i przybierającej w związku z tym formę wektora o liczbie składowych równej liczbie rozpatrywanych kryteriów. Porównując ze sobą projekty opisane za pomocą wektorów ocen zwykle trudno jest je jednak uporządkować od najlepszego do najgorszego zgodnie z

preferencjami decydenta, bowiem sytuacja, w której wartości wszystkich składowych jednego z wektorów ocen są większe bądź równe (gdy dążymy do osiągnięcia jak najwyższych wartości) lub mniejsze bądź równe (gdy dążymy do osiągnięcia jak najniższych wartości) wartościom składowym drugiego z wektorów zdarza się niezwykle rzadko. Pożądane jest zatem, by w procesie decyzyjnym posługiwać się metodami pozwalającymi przezwyciężyć te trudności.

Można oczywiście zastosować podejście oparte na teorii użyteczności wieloatrybutowej proponowane przez amerykańską szkołę podejmowania decyzji i skonstruować globalną funkcję użyteczności decydenta (odzwierciedlającą jego preferencje) agregując użyteczności cząstkowe wariantów (względem każdego z kryteriów)³, jest to jednak możliwe tylko przy spełnieniu pewnych określonych (i dość restrykcyjnych) założeń⁴, a poza tym może prowadzić do pełnej kompensacji czyli sytuacji, w której wariant oceniony bardzo słabo ze względu na jedno lub nawet kilka kryteriów zostaje mimo to uznany za optymalny, ponieważ osiągnął bardzo wysokie oceny w przypadku pozostałych kryteriów. W podejściu tym przyjmuje się mało realistyczne założenie, że preferencje decydenta są ustalone, tzn. wyrażone są w sposób jasny i prowadzą do dobrego uporządkowania wariantów względem kryteriów - decydent bez najmniejszych wątpliwości jest w stanie wyodrębnić nawet najbardziej subtelne różnice na poziomie użyteczności. Dodać trzeba, że określenie analitycznej postaci globalnej funkcji użyteczności jest zadaniem bardzo trudnym, a czasem wręcz niemożliwym do wykonania – często sam decydent nie potrafi podać informacji wystarczających do jej zbudowania [16].

Biorąc pod uwagę wymienione wyżej słabe strony opisanego w poprzednim akapicie podejścia, konstruowanie rankingu projektów przy pomocy metody opartej na teorii użyteczności wieloatrybutowej w postaci średniej arytmetycznej z ważonych sum punktów przyznanych przez ekspertów nie wydaje się być dobrym pomysłem, zwłaszcza w sytuacji gdy w procesie decyzyjnym bierze udział duża liczba interwenientów o konfliktowych preferencjach, a koszty i korzyści związane z realizacją poszczególnych projektów są trudne do oszacowania.

Interesującą alternatywę dla opisanego wyżej podejścia stanowi podejście oparte na relacji przewyższania proponowane przez europejską (francuską) szkołę podejmowania decyzji stworzoną przez B. Roy⁵. Podkreśla się w nim, że realnym problemom decyzyjnym zawsze towarzyszy niepewność, nieprecyzyjność, nieokreśloność i zmienność zarówno danych, na których opiera się analiza, jak też ocen i preferencji uczestników procesu decyzyjnego, którzy w

³ Zob. [4]

⁴ Na przykład warunkiem koniecznym i wystarczającym zastosowania addytywnej postaci funkcji użyteczności globalnej w sytuacji, gdy oceny wariantów decyzyjnych są deterministyczne, jest wzajemna preferencyjna niezależność kryteriów. Jeśli natomiast oceny wariantów mają postać rozkładów prawdopodobieństwa, to warunek ten przestaje być warunkiem wystarczającym – w takim przypadku zachodzić musi niezależność wzajemna kryteriów w sensie użyteczności [16].

⁵ Zob. [10].

swoich działaniach nie muszą być wcale do końca konsekwentni. W związku z tym proponuje się rozszerzenie zbioru podstawowych sytuacji preferencyjnych (obejmującego równoważność rozpatrywanych wariantów oraz preferencję jednego z nich) w taki sposób, by obejmował on sytuacje: równoważności, preferencji słabej, preferencji silnej oraz nieporównywalności, przy czym przez preferencję słabą wariantu a_i nad wariantem a_j należy rozumieć sytuację, w której decydent waha się pomiędzy stwierdzeniem, że „wariant a_i jest silnie preferowany nad a_j ”, a stwierdzeniem, że „wariant a_i jest równoważny a_j ”. Z kolei sytuacja nieporównywalności charakteryzuje się nieobecnością oceny preferencji między wariantami (tzn. brak jest wystarczających przesłanek, aby przyjąć, że zachodzi którakolwiek z pozostałych sytuacji podstawowych).

Cztery wymienione wcześniej sytuacje podstawowe mogą zostać wykorzystane do zdefiniowania relacji zgrupowanych (czyli sytuacji, w których parze wariantów - z różnych powodów, obejmujących m.in. niezdecydowanie czy niewiedzę - przypisujemy więcej niż jedną sytuację podstawową, przy czym nie jest istotne, która z tych sytuacji ma miejsce), takich jak np. preferencja w szerokim sensie (czyli silna lub słaba preferencja), przypuszczenie preferencji (czyli słaba preferencja lub równoważność) czy też przewyższanie (czyli preferencja albo przypuszczenie preferencji).

Rozróżnienie sytuacji preferencyjnych jest możliwe dzięki wprowadzeniu do analizy progów równoważności i preferencji związanych z poszczególnymi kryteriami. Powoduje to zdecydowanie bardziej realistyczne odwzorowanie analizowanego problemu decyzyjnego, jako że mało znaczące różnice w ocenach wariantów (dla danego kryterium) nie powodują jeszcze uznania tych wariantów za nierównoważne (dzięki zastosowaniu progu równoważności), a dopiero dostatecznie duże różnice w ocenach wariantów powodują uznanie jednego z nich za silnie preferowany ze względu na dane kryterium (dzięki zastosowaniu progu preferencji).

W proponowanym podejściu przyjmuje się ponadto założenie o ograniczonej kompensacji, co oznacza, że możliwa jest taka sytuacja, w której przewaga wariantu a_i nad wariantem a_j ze względu na jedno z kryteriów jest na tyle duża, że wyklucza uznanie wariantu a_j za lepszy od wariantu a_i nawet wtedy, gdy jest on preferowany ze względu na wszystkie pozostałe kryteria. Do analizy tego typu sytuacji wykorzystywany jest próg veta.

Podejście to pozwala na urealnienie analizy preferencji, ze względu na to, że jego założenia przystają do rzeczywistości. Ponadto procedury na nim oparte, wśród których wyróżniają się metody z grupy ELECTRE (opisane w [11]) i PROMETHEE (opisane w [2]), są mniej wymagające dla swoich użytkowników pod względem informacyjnym od technik

będących rezultatem zastosowania amerykańskiego podejścia pojedynczego kryterium syntezy [5], w związku z czym mogą one zdecydowanie ulepszyć procedurę ewaluacji projektów europejskich.

Chociaż szkoły amerykańska i francuska zwykle traktowane są jako konkurencyjne względem siebie, to w sytuacji, w której mamy do czynienia ze stochastycznym, dyskretnym problemem decyzyjnym, tzn. takim, w którym oceny wariantów względem kryteriów mają postać rozkładów prawdopodobieństwa (a tak jest w przypadku ewaluacji projektów europejskich ze względu na to, że liczba ekspertów oceniających projekty jest większa od 1), możliwe jest połączenie proponowanych przez nie podejść i wykorzystanie zalet obu teorii. Problem ten rozważany był przez Zarasia i Martela⁶. Proponowane przez nich podejście wykorzystuje reguły dominacji stochastycznych do porównywania wariantów parami ze względu na każde z kryteriów oraz opartą na relacji przewyższania metodę agregacji kryteriów w celu uzyskania preferencji globalnej [6]. W podejściu tym możliwe jest też uwzględnienie koncepcji pseudokryterium w celu rozróżnienia sytuacji silnej preferencji, słabej preferencji oraz równoważności [8]. Właśnie to „połączone” podejście wydaje się być najbardziej odpowiednie w przypadku oceny wniosków o dofinansowanie realizacji projektów z Unii Europejskiej.

4. Proponowana procedura wielokryterialnego wspomaganie decyzji i jej zastosowanie do wyboru projektów z Działania 1.2 Infrastruktura ochrony środowiska

W skład proponowanej procedury wspomaganie wyboru projektów ubiegających się o środki z funduszy Unii Europejskiej wchodzi następujące elementy:

- Identyfikacja uczestników procesu decyzyjnego (decydentów, interwenientów);
- Wybór kryteriów i określenie ich wag;
- Określenie progów: obojętności, preferencji oraz veta dla każdego z kryteriów;
- Skonstruowanie tablicy ocen projektów biorących udział w konkursie;
- Zastosowanie:
 - ◆ metody ELECTRE III oraz dominacji stochastycznych,
 - ◆ metody PROMETHEE II oraz dominacji stochastycznych;
- Podjęcie ostatecznej decyzji.

Działanie proponowanej procedury zostanie pokazane na rzeczywistym przykładzie dotyczącym wniosków o dofinansowanie realizacji projektu z EFRR złożonych w jednym z

⁶ Zob. [18].

województw w ramach Działania 1.2 *Infrastruktura ochrony środowiska* w okresie 2004-2006. Ponieważ w przeprowadzonej symulacji wzięło udział 3 ekspertów, oceny projektów przybrały formę rozkładów prawdopodobieństwa. W celu porównania tych rozkładów użyto reguł dominacji stochastycznych (*Stochastic Dominance – SD*).

Pod uwagę wzięto 16 projektów z zakresu gospodarki wodno-kanalizacyjnej, gospodarki odpadami oraz zapobiegania powodziom. Obejmowały one m.in. budowę i modernizację sieci kanalizacyjnych i oczyszczalni ścieków, wdrażanie systemowej gospodarki odpadami komunalnymi oraz budowę i modernizację wałów przeciwpowodziowych. Eksperti – specjaliści w dziedzinie infrastruktury ochrony środowiska - oceniali je⁷ w skali od 0 (ocena najniższa) do 10 (ocena najwyższa) biorąc pod uwagę zamieszczone w poniższych tabelach kryteria⁸:

Tabela 3. Punkty przyznane projektom przez eksperta nr 1

Kryteria	Projekty															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Nakłady na realizację projektu	2	9	5	7	5	7	5	8	8	9	7	3	7	7	6	6
Efektywność	6	7	8	6	4	5	4	5	4	4	4	4	6	7	6	5
Wpływ na środowisko naturalne	7	9	8	8	8	5	7	8	6	6	6	7	9	8	8	3
Wpływ na zatrudnienie	3	8	2	5	8	9	5	4	2	4	2	4	4	7	7	1
Wpływ na zdrowie mieszkańców	3	3	3	3	3	4	5	6	5	3	4	4	6	4	6	2
Wpływ na atrakcyjność inwestycyjną jst	3	9	3	9	5	8	6	5	5	6	6	6	3	5	4	5
Wpływ na atrakcyjność rekreacyjno - turystyczną jst	4	10	5	9	5	7	7	4	5	8	8	2	4	3	6	4
Zasadność rozwiązań technicznych	7	7	7	8	7	7	8	8	6	8	8	7	8	8	6	7
Trwałość projektu i jego wykonalność instytucjonalna	6	9	5	5	6	9	5	5	5	6	6	4	7	5	6	5
Komplementarność z innymi projektami	5	8	4	4	9	9	9	7	9	9	8	6	7	4	1	8
Kompleksowość	5	9	5	6	5	5	9	7	7	9	7	4	3	5	4	6

Tabela 4. Punkty przyznane projektom przez eksperta nr 2

Kryteria	Projekty															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Nakłady na realizację projektu	1	7	6	1	8	4	1	6	8	7	2	3	7	7	6	6
Efektywność	5	7	5	7	7	3	5	7	7	6	2	4	6	7	6	5
Wpływ na środowisko naturalne	8	8	7	8	8	2	7	7	6	7	7	7	9	8	8	3
Wpływ na zatrudnienie	3	5	4	7	6	7	6	5	3	3	2	4	4	7	7	1
Wpływ na zdrowie mieszkańców	5	5	3	5	4	3	5	5	5	5	5	4	6	4	6	2
Wpływ na atrakcyjność inwestycyjną jst	6	6	5	5	6	4	6	4	6	6	5	6	3	5	4	5

⁷ Opisy projektów zostały skrócone i poddane standaryzacji umożliwiającej ich obiektywną ocenę przy jednoczesnym zachowaniu ich anonimowości i poufności zawartych w nich danych.

⁸ Do oceny wszystkich kryteriów zastosowano skalę porządkową, nawet jeśli pomiar mógłby się odbywać na skali interwałowej (tak jak ma to miejsce w przypadku nakładów na realizację projektu i efektywności). Wynikało to z tego, że obowiązujące w okresie 2004-2006 wytyczne do przygotowania dokumentów przez wnioskodawców nie były zbyt precyzyjne i pozwalały na dość swobodną, a czasem wręcz kreatywną analizę finansową i CBA. W wielu przypadkach stosowano niewłaściwą metodologię analizy finansowej, a w analizach ekonomicznych nie uwzględniano wszystkich transferów, korekt i korzyści. Dlatego ocena projektów była dość często intuicyjna i bazowała na wiedzy i doświadczeniu ekspertów. W przypadku nakładów na realizację projektu zastosowanie skali porządkowej było spowodowane tym, że oceniona miała być przede wszystkim ich rzetelność i adekwatność. Niemniej jednak podkreślić trzeba, że proponowana procedura umożliwia równoczesne wykorzystanie kryteriów jakościowych i ilościowych - warunkiem jest skonstruowanie odpowiednich, odzwierciedlających cele decydenta wskaźników dla tych ostatnich.

Wpływ na atrakcyjność rekreacyjno - turystyczną jst	3	7	2	7	4	3	6	5	6	5	4	2	4	3	6	4
Zasadność rozwiązań technicznych	8	8	9	8	8	5	8	7	7	7	6	7	8	8	6	7
Trwałość projektu i jego wykonalność instytucjonalna	6	6	6	9	9	7	7	8	8	7	6	4	7	5	6	5
Komplementarność z innymi projektami	6	7	3	3	7	2	3	6	9	7	8	6	7	4	1	8
Kompleksowość	5	7	4	2	6	2	2	5	7	7	8	4	3	5	4	6

Tabela 5. Punkty przyznane projektom przez eksperta nr 3

Kryteria	Projekty															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Nakłady na realizację projektu	8	6	5	7	6	8	6	6	7	9	7	8	8	7	8	10
Efektywność	7	5	5	6	5	6	2	6	6	7	7	7	5	5	8	10
Wpływ na środowisko naturalne	7	9	8	8	8	8	6	7	7	7	8	8	9	8	6	4
Wpływ na zatrudnienie	5	7	0	6	4	6	3	3	3	3	3	7	6	5	6	2
Wpływ na zdrowie mieszkańców	6	7	6	6	8	8	5	5	6	6	5	5	6	4	6	8
Wpływ na atrakcyjność inwestycyjną jst	4	8	3	6	7	8	3	5	3	6	3	4	5	4	4	3
Wpływ na atrakcyjność rekreacyjno - turystyczną jst	5	8	6	7	3	6	3	3	4	5	4	3	3	3	5	7
Zasadność rozwiązań technicznych	8	9	7	7	7	9	8	8	7	8	8	7	7	7	8	10
Trwałość projektu i jego wykonalność instytucjonalna	7	8	6	9	9	10	8	8	8	8	7	9	5	6	6	10
Komplementarność z innymi projektami	6	8	2	2	6	4	5	4	7	7	6	8	5	0	0	7
Kompleksowość	2	10	2	2	2	2	4	2	3	2	4	7	5	8	7	5

4.1. Wybór kryteriów i określenie ich wag

Istotnym elementem procesu wielokryterialnego wspomagania wyboru projektów ubiegających się o środki z funduszy UE jest wyznaczenie wag dla kryteriów ich oceny. Wartości wag dla poszczególnych kryteriów możemy uzyskać przy pomocy metody Saaty'ego⁹. W tym celu budujemy macierz porównań kryteriów parami. Na jej podstawie każdemu kryterium przyporządkowana zostanie znormalizowana ocena końcowa w_k , interpretowana jako użyteczność k -tego kryterium.

Porównań kryteriów parami dokonujemy w oparciu o zaproponowaną przez Saaty'ego dziewięciostopniową skalę zamieszczoną poniżej w Tabeli nr 6.

Tabela 6. Oceny liczbowe i werbalne

Ocena liczbową	Ocena werbalna
1	Porównywane kryteria są równoważne
2	Wahanie pomiędzy równoważnością i niewielką przewagą pierwszego z porównywanych kryteriów nad drugim
3	Niewielka przewaga kryterium pierwszego nad drugim
4	Wahanie pomiędzy niewielką przewagą i dużą przewagą pierwszego z kryteriów nad drugim
5	Duża przewaga kryterium pierwszego nad drugim

⁹ Zob. [12].

6	Wahanie pomiędzy dużą przewagą a bardzo dużą przewagą pierwszego z kryteriów nad drugim
7	Bardzo duża przewaga kryterium pierwszego nad drugim
8	Wahanie pomiędzy bardzo dużą przewagą i ogromną (krytyczną) przewagą pierwszego z porównywanych kryteriów nad drugim
9	Ogromna (krytyczna) przewaga kryterium pierwszego nad drugim

Oceny liczbowe wpisujemy do Tabeli nr 7 konstruując w ten sposób macierz K porównań kryteriów parami. Dokonujemy tego w następujący sposób: jeśli uważamy, że przewaga kryterium nr 1 nad kryterium nr 2 jest bardzo duża, to wpisujemy liczbę 7 w pierwszym wierszu i trzeciej kolumnie Tabeli nr 7. Jeśli natomiast uważamy, że to przewaga kryterium nr 2 nad kryterium nr 1 jest bardzo duża, to w pierwszym wierszu i trzeciej kolumnie Tabeli nr 7 wpisujemy 1/7 (odwrotność liczby 7).

Tabela 7. Macierz K porównań kryteriów parami

	Kryterium 1	Kryterium 2	...	...	Kryterium n
Kryterium 1	1	7	...	...	k_{1n}
Kryterium 2	1/7	1	...	...	k_{2n}
...	...	...	1	...	...
...	...	...	...	1	...
Kryterium n	$1/k_{1n}$	$1/k_{2n}$	...	...	1

Macierz K porównań kryteriów parami musi być macierzą proporcjonalną. Jeżeli zatem porównując dwa kryteria przyporządkowaliśmy temu porównaniu jakąś ocenę, to porównując te same kryteria w odwrotnej kolejności przypisujemy temu porównaniu ocenę będącą odwrotnością oceny poprzedniego porównania.

Macierz K porównań kryteriów parami nie musi być natomiast spójna tzn. jeśli np. przewaga kryterium nr 1 w stosunku do kryterium nr 4 zostanie uznana za bardzo dużą i oceniona na 7, a z kolei kryteria nr 4 i 5 zostaną uznane za równoważne, to nie oznacza to wcale, że przewaga kryterium nr 1 w stosunku do kryterium nr 5 musi również zostać uznana za bardzo dużą i oceniona na 7 (choć oczywiście może tak być). Porównania kryteriów parami są od siebie niezależne w związku z czym występowanie niespójności jest dopuszczalne.

Postępowanie w metodzie Saaty'ego przebiega w następujący sposób:

1. W każdej kolumnie macierzy K porównań kryteriów sumujemy oceny k_{ij} obliczając:

$$\sigma_j = \sum_{i=1}^n k_{ij}.$$

2. Budujemy znormalizowaną macierz $W = [\varphi_{ij}]$ $i, j = 1, \dots, n$, której elementy w kolumnie j powstały przez podzielenie k_{ij} przez σ_j : $\varphi_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sigma_j}$.

3. Obliczamy przybliżony wektor $\mathbf{w}$, którego elementy są średnimi z wierszy macierzy znormalizowanej: $w_i = \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n \varphi_{ij} \right)$.

Otrzymany w ten sposób wektor $\mathbf{w}$ jest wektorem wag kryteriów dla rozpatrywanego problemu decyzyjnego [15].

W sytuacji, gdy w procesie ustalania wag dla kryteriów uczestniczy więcej niż jedna osoba, możemy zastosować procedurę analitycznej hierarchizacji AHP¹⁰. W pierwszym jej etapie każda z osób wyznacza swoją macierz porównań kryteriów parami, a na jej podstawie - przy pomocy opisanej wyżej metody Saaty'ego - wektor wag dla kryteriów. Z uzyskanych w ten sposób wektorów tworzona jest macierz C , której kolumny są wektorami wag dla kryteriów poszczególnych osób. W drugim kroku procedury budowana jest – również przy pomocy metody Saaty'ego - macierz porównań parami osób uczestniczących w procesie ustalania wag dla kryteriów. Na jej podstawie znajdujemy wektor skali $\mathbf{b}$ przedstawiający ważność przypisywaną poszczególnym uczestnikom procesu decyzyjnego. Ostateczny wektor wag dla kryteriów wyznaczamy mnożąc macierz C i wektor $\mathbf{b}$: $\mathbf{w} = C\mathbf{b}$.

Zestaw kryteriów zastosowany w symulacji oceny projektów powstał w następujący sposób: lista kryteriów stworzona na podstawie kryteriów stosowanych w okresie 2004-2006, oficjalnych dokumentów dotyczących funduszy unijnych, jak również celów zawartych w wojewódzkiej strategii rozwoju, została przedstawiona trzem uczestniczącym w badaniu specjalistom z zakresu infrastruktury ochrony środowiska i funduszy europejskich, którzy mogli zaakceptować lub odrzucić każde z podanych na liście kryteriów. Mieli oni także możliwość dodania własnych propozycji do zestawu kryteriów. W ten oto sposób powstała złożona z 11 pozycji lista kryteriów.

4.2. Określenie progów: obojętności, preferencji oraz veta dla każdego z kryteriów

Do budowy modelu preferencji decydenta wykorzystana zostanie koncepcja progów obojętności, preferencji oraz veta. Progi te powinny zostać określone przez decydenta dla każdego kryterium oddzielnie.

¹⁰ Zob. [12] oraz [13].

Próg równoważności – maksymalna różnica pomiędzy ocenami dwóch projektów, przy której nie można jeszcze stwierdzić, że jeden z projektów jest lepszy (pod względem danego kryterium), w związku z czym projekty te będą traktowane jako równoważne (z punktu widzenia danego kryterium).

Jeśli przykładowo dla kryterium nr 1 określimy wartość progu równoważności jako 1, będzie to oznaczać, że projekty które uzyskają dla tego kryterium na przykład 5 i 6 punktów zostaną uznane za równoważne.

Próg preferencji – minimalna różnica pomiędzy ocenami dwóch projektów, po przekroczeniu której nie istnieją już żadne wątpliwości, że jeden z nich jest lepszy (pod względem danego kryterium); oznacza to, że jeden z projektów zostanie uznany za lepszy od drugiego (z punktu widzenia danego kryterium) jeśli jego przewaga punktowa będzie wyższa od progu preferencji.

Jeśli na przykład dla kryterium nr 2 określimy wartość progu preferencji na 5, będzie to oznaczać, że dopiero projekt, który uzyska 8 punktów zostanie uznany za lepszy od tego, który uzyskał 2 punkty.

Próg veta – minimalna różnica pomiędzy ocenami dwóch projektów dla danego kryterium, po przekroczeniu której wykluczone jest uznanie ocenionego niżej wariantu za ogólnie lepszy od tego ocenionego pod względem danego kryterium wyżej nawet jeśli zostanie on uznany za zdecydowanie lepszy od drugiego pod względem wszystkich innych kryteriów.

Jeśli na przykład dla kryterium nr 8 określimy wartość progu veta na 7, będzie to oznaczało, że projekt, który uzyskał 8 punktów mniej od innego nie będzie mógł zostać uznany za ogólnie lepszy nawet wtedy, gdy będzie uznany za dużo lepszy pod względem wszystkich innych kryteriów.

W Tabeli nr 8 znajduje się model preferencji dla rozpatrywanego problemu decyzyjnego. Wagi dla kryteriów uzyskane zostały w rezultacie zastosowania procedury AHP. Ponieważ uznano, że trzej biorący udział w badaniu eksperci są równie ważni, ostateczna postać wektora wag przyjęła formę średniej ze współrzędnych wektorów ekspertów.

Eksperci poproszeni zostali również o określenie progów równoważności, preferencji oraz veta. Wartości przez nich podawane były przeważnie bardzo do siebie zbliżone, a konsensus został osiągnięty dla wartości znajdujących się w Tabeli nr 8.

Tabela 8. Model preferencji

Kryteria	Kierunek preferencji	Wagi dla kryteriów	Próg równoważności	Próg preferencji	Próg veta
Nakłady na realizację projektu	max	0,13	1	3	6
Efektywność	max	0,18	1	3	5
Wpływ na środowisko naturalne	max	0,16	2	4	7
Wpływ na zatrudnienie	max	0,08	2	4	7
Wpływ na zdrowie mieszkańców	max	0,09	2	4	8
Wpływ na atrakcyjność inwestycyjną jst	max	0,07	2	4	7
Wpływ na atrakcyjność rekreacyjno - turystyczną jst	max	0,07	2	4	7
Zasadność rozwiązań technicznych	max	0,07	1	3	6

Trwałość projektu i jego wykonalność instytucjonalna	max	0,06	1	3	6
Komplementarność z innymi projektami	max	0,04	1	3	7
Kompleksowość	max	0,05	1	3	7

Celem przeprowadzonej symulacji ewaluacji projektów europejskich było zilustrowanie działania zaproponowanej procedury wspomagania wyboru projektów. Jeśli podejście to miałyby zostać zastosowane w rzeczywistości budowanie modelu preferencji wymagałoby udziału i akceptacji ze strony decydentów.

4.3. Zastosowanie reguł dominacji stochastycznych oraz metody ELECTRE III

Schemat postępowania jest następujący¹¹:

1. Wyznaczenie rozkładów ocen projektów względem każdego z rozpatrywanych kryteriów oraz zidentyfikowanie dominacji stochastycznych dla każdej pary projektów względem każdego z kryteriów.

Ponieważ dla wszystkich kryteriów do oceny projektów zastosowano skalę porządkową, do wyznaczenia dominacji stochastycznych zachodzących między rozkładami ocen wykorzystane zostało podejście oparte na porządkowych dominacjach stochastycznych zaproponowane w [14].

Definicja 1: Porządkowa dominacja stochastyczna stopnia pierwszego (*Ordinal First-Degree Stochastic Dominance* – OFSD):

$$X_k^i \text{ OFSD } X_k^j \Leftrightarrow \sum_{l=1}^s p_{kl}^i \leq \sum_{l=1}^s p_{kl}^j \text{ dla wszystkich } s = 1, \dots, z.$$

gdzie X_k^i - rozkład ocen projektu a_i dla kryterium X_k

oraz p_{kl} - prawdopodobieństwo otrzymania przez projekt danej oceny (zakładając jednakowe prawdopodobieństwo równe 1/3 dla oceny każdego z 3 biorących udział w badaniu ekspertów).

Definicja 2: Porządkowa dominacja stochastyczna stopnia drugiego (*Ordinal Second-Degree Stochastic Dominance* – OSSD):

¹¹ Szczegółowy opis metody można znaleźć w [8]. W porównaniu do zaprezentowanej tam wersji do analizy wprowadzony został próg równoważności, co pozwoliło spełnić oczekiwania uczestników procesu decyzyjnego i ograniczyć liczbę przypadków występowania sytuacji słabej preferencji.

$$X_k^i \text{OSSD } X_k^j \Leftrightarrow \sum_{r=1}^s \sum_{l=1}^r p_{kl}^i \leq \sum_{r=1}^s \sum_{l=1}^r p_{kl}^j \text{ dla wszystkich } s = 1, \dots, z.$$

2. Obliczenie wartości współczynników zgodności $c(a_i, a_j)$ dla wszystkich par projektów (a_i, a_j) :

$$c(a_i, a_j) = \sum_{k=1}^n w_k \varphi_k(a_i, a_j)$$

gdzie:
$$\sum_{k=1}^n w_k = 1$$

$$\varphi_k(a_i, a_j) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{gdy } X_k^i \text{SD } X_k^j \wedge \mu_k^i > \mu_k^j + p_k[\mu_k^i] \\ \frac{\mu_k^i - q_k[\mu_k^i] - \mu_k^j}{p_k[\mu_k^i] - q_k[\mu_k^i]} & \text{gdy } X_k^i \text{SD } X_k^j \wedge \mu_k^j + q_k[\mu_k^i] < \mu_k^i \leq \mu_k^j + p_k[\mu_k^i] \\ 0 & \text{w innych przypadkach} \end{array} \right\}$$

w_k - waga przypisana kryterium X_k ,

μ_k^i - wartość oczekiwana rozkładu ocen projektu a_i względem kryterium X_k ,

$q[\mu_k^i]$ - próg równoważności dla kryterium X_k ,

$p[\mu_k^i]$ - próg preferencji dla kryterium X_k .

3. Obliczenie wskaźników niezgodności $d_k(a_i, a_j)$ dla każdej pary projektów względem każdego z kryteriów:

$$d_k(a_i, a_j) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{gdy } X_k^j \text{SD } X_k^i \wedge \mu_k^j > \mu_k^i + v_k[\mu_k^i] \\ \frac{\mu_k^j - p_k[\mu_k^i] - \mu_k^i}{v_k[\mu_k^i] - p_k[\mu_k^i]} & \text{gdy } X_k^j \text{SD } X_k^i \wedge \mu_k^i + p_k[\mu_k^i] < \mu_k^j \leq \mu_k^i + v_k[\mu_k^i] \\ 0 & \text{w innych przypadkach} \end{array} \right\}$$

gdzie: $v[\mu_k^i]$ - próg veta dla kryterium X_k .

4. Obliczenie współczynników wiarygodności $\sigma(a_i, a_j)$:

$$\sigma(a_i, a_j) = c(a_i, a_j) \prod_{k \in D(a_i, a_j)} \frac{1 - d(a_i, a_j)}{1 - c(a_i, a_j)}$$

gdzie: $D(a_i, a_j) = \{k : d_k(a_i, a_j) > c(a_i, a_j)\}$

Współczynnik wiarygodności jest co najwyżej równy wartości współczynnika zgodności $c(a_i, a_j)$ w sytuacji gdy nie ma opozycji i jest tym mniejszy im jest ona silniejsza; w szczególności gdy istnieje kryterium, które stawia veto ($d_k(a_i, a_j) = 1$), to współczynnik wiarygodności wynosi 0.

Rezultatem przedstawionych obliczeń jest macierz współczynników wiarygodności.

5. Uporządkowanie projektów metodą destylacji stosowaną w metodzie ELECTRE III¹² złożoną z następujących kroków:

- zbudowanie kompletnego preporządku Z_1 – rankingu projektów od najlepszego do najgorszego (destylacja zstępująca);
- zbudowanie kompletnego preporządku Z_2 - rankingu projektów od najgorszego do najlepszego (destylacja wstępująca);
- konstrukcja częściowego preporządku $Z = Z_1 \cap Z_2$ (ranking końcowy).

Tabela nr 9 przedstawia macierz współczynników wiarygodności dla przykładu empirycznego dotyczącego Działania 1.2.

Tabela 9. Macierz współczynników wiarygodności

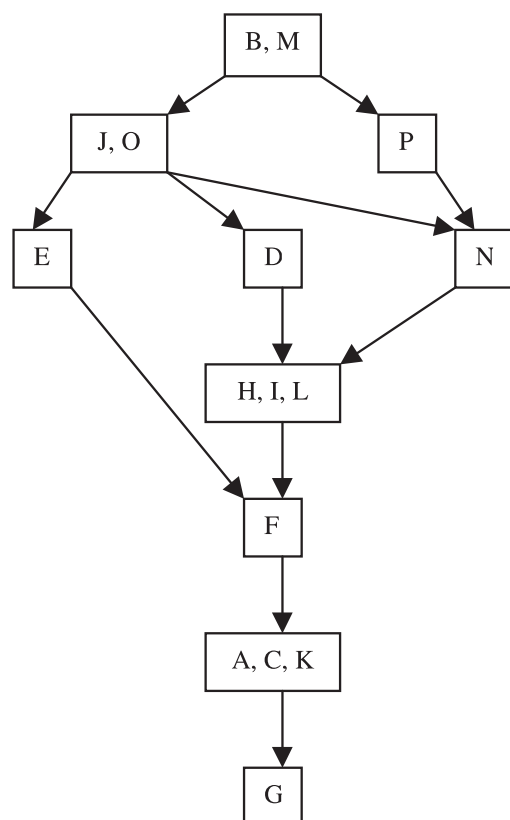
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0,000	0,000	0,033	0,033	0,000	0,057	0,120	0,000	0,000	0,000	0,060	0,012	0,006	0,011	0,020	0,009
B	0,367	0,000	0,405	0,177	0,120	0,312	0,408	0,202	0,250	0,107	0,348	0,197	0,135	0,210	0,065	0,245
C	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,142	0,000	0,000	0,000	0,043	0,004	0,000	0,005	0,000	0,000
D	0,105	0,000	0,192	0,000	0,041	0,152	0,162	0,058	0,035	0,015	0,135	0,052	0,027	0,125	0,000	0,049
E	0,155	0,000	0,172	0,062	0,000	0,115	0,170	0,013	0,053	0,027	0,087	0,030	0,080	0,115	0,050	0,107
F	0,227	0,000	0,195	0,042	0,000	0,000	0,143	0,073	0,100	0,100	0,120	0,039	0,060	0,115	0,032	0,058
G	0,000	0,000	0,068	0,050	0,000	0,025	0,000	0,000	0,009	0,000	0,013	0,023	0,006	0,060	0,020	0,006
H	0,130	0,000	0,065	0,085	0,000	0,073	0,228	0,000	0,000	0,000	0,082	0,012	0,023	0,023	0,020	0,040
I	0,180	0,000	0,162	0,182	0,030	0,090	0,253	0,033	0,000	0,000	0,117	0,062	0,050	0,093	0,044	0,025
J	0,175	0,000	0,225	0,212	0,082	0,148	0,240	0,072	0,000	0,000	0,160	0,143	0,050	0,220	0,104	0,047
K	0,090	0,000	0,082	0,090	0,025	0,055	0,043	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,037	0,063	0,023	0,020
L	0,195	0,000	0,170	0,088	0,042	0,090	0,198	0,100	0,088	0,067	0,110	0,000	0,040	0,040	0,040	0,130
M	0,225	0,013	0,315	0,202	0,157	0,422	0,352	0,078	0,153	0,136	0,390	0,239	0,000	0,200	0,092	0,300
N	0,225	0,000	0,130	0,034	0,048	0,103	0,245	0,103	0,078	0,089	0,118	0,000	0,017	0,000	0,000	0,127
O	0,295	0,011	0,225	0,102	0,076	0,125	0,308	0,127	0,051	0,093	0,200	0,065	0,000	0,105	0,000	0,165
P	0,295	0,031	0,363	0,148	0,272	0,115	0,363	0,240	0,207	0,162	0,333	0,203	0,061	0,177	0,035	0,000

Na podstawie współczynników wiarygodności i dwóch preporządków uzyskanych w wyniku zastosowania procedury destylacji zstępującej i wstępującej skonstruowany został finałowy ranking projektów. Został on zaprezentowany w Tabeli nr 10 wraz z wynikami procedur destylacji.

¹² Opis procedury można znaleźć w [11].

Tabela 10. Preporządki i ranking finałowy

Destylacja zstępująca		Destylacja wstępująca		Ranking finałowy	
klasa	projekty	klasa	projekty	klasa	projekty
1	B, M	7	B, E, J, M, O	1	B, M
2	P	6	D	2	J, O, P
3	J, O	5	P	3	D, E, N
4	N	4	H, I, L, N	4	H, I, L
5	D, H, I, L	3	F	5	F
6	A, C, E, F, G, K	2	A, C, K	6	A, C, K
		1	G	7	G



Wykres 1. Ranking końcowy

Zgodnie z przeprowadzoną analizą projekty B i M okazały się być najlepsze i zdecydowanie powinny zostać zarekomendowane do dofinansowania. Projekty J, O i P przewyższane tylko przez projekty B i M i sklasyfikowane na następnym poziomie również są godne uwagi. Z kolei projekt G uznany za najgorszy wariant, jak również projekty A, C oraz K przewyższające jedynie projekt G powinny zostać wykluczone z dalszej analizy. Poza tym warto dodać, że projekty D, E oraz N, mimo iż sklasyfikowane na tym samym poziomie, pozostają ze sobą w relacji nieporównywalności. Z kolei za nieporównywalne z projektem E zostały uznane projekty H, I oraz L, a z projektem P – projekty D, E, J oraz O.

4.4. Zastosowanie reguł dominacji stochastycznych oraz metody PROMETHEE II

Do zbudowania końcowego rankingu projektów europejskich można też wykorzystać reguły dominacji stochastycznych oraz procedurę PROMETHEE II¹³. Zastosowana w niej kalkulacja przepływów netto dla każdego projektu wydaje się być bardziej przyjazna dla użytkowników od procedury destylacji wykorzystywanej w ELECTRE III. Uczestnicy procesu decyzyjnego uważają ten sposób agregacji za łatwiejszy do zrozumienia, a co za tym idzie - do zaimplementowania.

Pierwsze cztery kroki procedury są identyczne jak te zaprezentowane w punkcie 4.3. W kolejnym, piątym kroku określamy wartość przepływu netto dla każdego projektu:

$$\phi(a_i) = \phi^+(a_i) - \phi^-(a_i)$$

gdzie:

$$\phi^+(a_i) = \sum_{j=1}^m \sigma(a_i, a_j)$$

$$\phi^-(a_i) = \sum_{j=1}^m \sigma(a_j, a_i)$$

Finałowy ranking projektów otrzymujemy porządkując malejąco obliczone przepływy netto. Projekt a_i jest zatem lepszy od projektu a_j jeśli $\phi(a_i) > \phi(a_j)$, natomiast jeśli $\phi(a_i) = \phi(a_j)$ to znaczy, że projekty są równoważne.

Tabela nr 11 zawiera kompletny ranking projektów uzyskany na podstawie przeprowadzonej symulacji.

Tabela 11. Ranking końcowy

Projekt	Przepływ netto
B	3,491
M	2,679
P	1,679
O	1,402
J	1,084
E	0,342
L	0,317
I	0,296
N	-0,245
H	-0,348
D	-0,357
F	-0,628
K	-1,757
A	-2,345
C	-2,515
G	-3,095

¹³ Podejście to zostało zastosowane na przykład w [7]. Koncepcja metodologii PROMETHEE została zaprezentowana w [1], natomiast opis techniki PROMETHEE II znajduje się w [2].

Rezultat uzyskany przy pomocy reguł dominacji stochastycznych i procedury PROMETHEE II potwierdził wyniki otrzymane dzięki zastosowaniu metody ELECTRE III. Projekty B i M ponownie okazały się najlepsze, za nimi zaś uplasowały się projekty P, O, J oraz E. Za najgorszy wariant uznany został znowu projekt G, a tuż przed nim sklasyfikowane zostały projekty C, A oraz K, tak jak to miało miejsce w poprzednim rankingu.

W rzeczywistym procesie ewaluacji projektów do dofinansowania wybrane zostały projekty M, O, P, A, I oraz D. Można założyć, że różnice w rankingach wynikały przede wszystkim z zastosowania różnego rodzaju procedur, jak również z wykorzystania innych zestawów kryteriów. Inną przyczyną może być fakt, że w przeprowadzanym badaniu oceniane były skrócone i poddane standaryzacji wersje wniosków o dofinansowanie realizacji projektów. Pewien wpływ na różnice w rankingach mógł mieć też fakt, że projekty w przypadku symulacji były dla oceniających anonimowe ponieważ usunięto z nich wszelkie informacje, które umożliwiłyby identyfikację wnioskodawcy.

5. Wnioski i rekomendacje

Połączenie reguł dominacji stochastycznych z procedurami opartymi na relacji przewyższania zostało w referacie wykorzystane do stworzenia rankingu projektów inwestycyjnych z zakresu infrastruktury ochrony środowiska i wspomoczenia decydentów w procesie wyboru tych z nich, które powinny otrzymać dofinansowanie z UE.

Przeprowadzona symulacja ewaluacji projektów pokazała, że metody wielokryterialne z rodziny ELECTRE i PROMETHEE wraz z regułami dominacji stochastycznych mogą zostać wykorzystane do rozwiązania problemu porządkowania bądź wyboru najlepszych wariantów ze zbioru zupełnie różnych projektów w sytuacji, gdy decydent dysponuje sporym budżetem i może dofinansować kilka z nich. Ich założenia są zdecydowanie bardziej bliskie rzeczywistości niż założenia metod dotychczas używanych. Co więcej, ich zastosowanie może udoskonalić proces oceny i wyboru projektów umożliwiając uwzględnienie w nim czynnika niepewności oraz wykluczając możliwość kompensacji złej oceny w przypadku jednego z kryteriów dobrą oceną w przypadku drugiego.

Zaproponowana procedura umożliwia ponadto obiektywizację ewaluacji i selekcji projektów, jako że po pierwsze pozwala na równoczesne stosowanie kryteriów jakościowych i ilościowych (np. w postaci wskaźników), a poza tym dzięki wcześniejszemu zdefiniowaniu modelu preferencji oraz swojej złożoności obniża zdecydowanie ryzyko manipulowania wynikiem. Jej elementy (np. porównywanie rozkładów ocen a nie uwzględnianie jedynie ich średniej) powinny zostać wprowadzone do procesu oceny projektów jak najszybciej.

Praktyczne zastosowanie proponowanej procedury nie powinno nastroczać większych trudności niż implementacja poprzedniej: w warstwie informacyjnej uczestnicy procesu decyzyjnego muszą tylko zgodnie ze swoją wiedzą i przekonaniami określić wartość progów równoważności, preferencji i veta oraz ważność kryteriów, przy czym porównanie kryteriów parami ze sobą powinno w praktyce okazać się łatwiejsze niż ustalenie wag od razu dla całego zestawu kryteriów; z kolei praca asesorów w obu przypadkach nie będzie się niczym różnić, natomiast niezbędne do stworzenia końcowego rankingu projektów obliczenia zostaną wykonane w programie komputerowym, w związku z czym liczba ocenianych wniosków nie będzie miała żadnego znaczenia.

Bibliografia

- [1] Brans J.P., Vincke Ph., A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making, *Management Science*, 31, 6, 1985, 647-656.
- [2] Brans J.P., Vincke Ph., Mareschal B., How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research*, 24, 2, 1986, 228-238.
- [3] Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York, 2005, 133-189.
- [4] Keeney R.L., Raiffa H., *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Values Tradeoffs*, Wiley, New York 1976.
- [5] Martel J.M., Multicriterion Analysis Under Uncertainty: the Approach of Outranking Synthesis, w: T. Trzaskalik (red.), *Modelowanie preferencji a ryzyko '98*, Akademia Ekonomiczna w Katowicach, Katowice, 1998, 15-17.
- [6] Martel J.M., Zaráś K., Stochastic dominance in multicriteria analysis under risk, *Theory and Decision*, 39, 1995, 31-49.
- [7] Nowak M., Investment projects evaluation by simulation and multiple criteria decision aiding procedure, *Journal of Civil Engineering and Management*, 11, 3, 2005, 193-202.
- [8] Nowak M., Preference and veto thresholds in multicriteria analysis based on stochastic dominance, *European Journal of Operational Research*, 158, 2004, 339-350.
- [9] Podręcznik procedur wdrażania Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, Warszawa, 2004, 39-62.
- [10] Roy B., *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, WNT, Warszawa, 1990.
- [11] Roy B., Bouyssou D., *Aide Multicritere a la Decision: Methodes et Cas*, Economica, Paris, 1993.
- [12] Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- [13] Saaty T.L., Vargas L.G., *The Logic of Priorities. Applications of Analytic Hierarchy Process in Business, Energy, Health and Transportation*, Kluwer-Nijhof Publishing, Boston, 1982.
- [14] Spector Y., Leshno M., Horin M., Stochastic dominance in an ordinal world, *European Journal of Operational Research*, 93, 1996, 620-627.
- [15] Trzaskalik T. (red.), *Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym*, PWE, Warszawa, 2006, 51-55, 71-86.

- [16] Trzaskalik T., Trzpiot G., Zaraś K., *Modelowanie preferencji z wykorzystaniem dominacji stochastycznych*, Akademia Ekonomiczna w Katowicach, Katowice, 1998, 5-8.
- [17] Uzupełnienie Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego 2004-2006 (załącznik do rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 25 sierpnia 2004 roku w sprawie przyjęcia Uzupełnienia ZPORR), Dz. U. Nr 200, poz. 2051 z późniejszymi zmianami.
- [18] Zaraś K., Martel J.M., Multiattribute analysis based on stochastic dominance, w: Munier B., Machina M.J. (red.), *Models and Experiments in Risk and Rationality*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994, 225-248.
- [19] Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego 2004-2006 (załącznik do rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2004 roku), Dz. U. Nr 166, poz. 1745.
- [20] www.fundusze-strukturalne.gov.pl