

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

Wydział Informatyki

Model rozmytego systemu oceny wniosków o
subsydia w programie HOMING PLUS

Łukasz Przybytek

Studia inżynierskie 3 Rok

Szczecin 2011

1. Definicja problemu i obszaru rozważań

Przygotowany model systemu służy do oceny wniosków składanych w programie HOMING PLUS. Obecna ocena wniosków w programie odbywa się dwuczęściowo. Pierwsza część polega na przyznaniu ilości punktów w każdym z pięciu wyszczególnionych kryteriów. Poszczególne kryterium posiada indywidualną ilość punktów do przyznania, zaś maksymalna suma punktów ze wszystkich kryteriów wynosi 100. Druga część to przyznanie oceny rekomendacji w skali od 1 do 5. Każda z ocen rekomendacji posiada także krótki lingwistyczny opis. Wnioski oceniane są przez trzech niezależnych recenzentów. Tylko wnioski, które otrzymają średnią ocen nie mniejszą niż 75 punktów oraz średnia rekomendacji nie mniejszą niż 3 zakwalifikowane są do dalszego etapu. Warto zauważyć, iż przedstawiony model oceny jest liniowy, przez co ograniczona jest jego dokładność, a dodatkowo wrażliwy jest na skrajne sytuacje. Przykładem takiej skrajnej sytuacji jest ocenienie jednego kryterium na zero punktów, co intuicyjnie wiąże się z dużymi problemami w realizacji projektu. W takim przypadku wniosek może dalej otrzymać ocenę ze średnią ilością punktów większą od 75 i zostać zakwalifikowany do dalszego etapu mimo tego, że żaden ekspert świadomie nie poleciłby tego wniosku. Zapewne z tego też powodu prócz oceny punktowej w modelu użyta jest ocena rekomendacji, które niekoniecznie musi być zależna od punktowych ocen poszczególnych kryteriów.

Poprzez użycie modelu rozmytego możemy zintegrować dwie części oceny wniosków. Dzięki przyznaniu oceny w poszczególnych kategoriach możliwe jest uzyskanie oceny rekomendacji. Model rozmyty pozwala także na uniknięcie błędnej oceny skrajnych przypadków oraz znacząco upraszcza sam proces oceny. Model stworzony raz mógłby posłużyć danemu recenzentowi do oceny wielu wniosków, a poprzez dostosowanie bazy wiedzy mógłby także posłużyć innym recenzentom.

2. Opis kryteriów modelu liniowego oraz analiza kryteriów w celu agregacji

Na początek chciałbym przytoczyć opis kryteriów oceny zaczerpnięty z Instrukcji dla recenzentów HOMING PLUS, która dostępna jest pod adresem http://www.fnp.org.pl/files/programy/419/Instrukcja_dla_recenzent%C3%B3w_Homing_Plus_konkurs_3_2011.pdf. Myślę, że opis stworzony przez autorów programu dokładniej niż ja zaprezentuje poszczególne kryteria.

Oryginalność dorobku naukowego kandydata na podstawie 3 przedstawionych publikacji z ostatnich 4 lat (maks. 30pkt)

Wnioskodawca przedstawia swoje cv oraz dorobek naukowy z ostatnich 4 lat, w tym m.in.: najważniejsze publikacje, doświadczenie w realizacji projektów badawczych (projekty krajowe, międzynarodowe, sukcesy naukowe), staże zagraniczne, posiadane patenty czy zgłoszenia patentowe, pomysły wdrożenia wyników badań. Dorobek badawczy oceniany jest na podstawie zaprezentowanych publikacji czy opisów wdrożeń lub patentów. Istotna jest przede wszystkim oryginalność zaprezentowanych publikacji (a nie ich liczba) oraz międzynarodowa konkurencyjność prowadzonych badań.

Wartości naukowe i innowacyjne przedstawionego projektu (maks. 30pkt)

Ocenie podlega wartość naukowa proponowanego projektu zgodnie z uznanymi przez recenzenta najwyższymi standardami międzynarodowymi w danej dziedzinie.

Możliwość realizacji projektu we wskazanym zespole badawczym, w wybranej przez kandydata jednostce naukowej (maks. 15 pkt)

Ocenie podlega zespół oraz jednostka naukowa, w której kandydat zamierza realizować projekt. Kryterium to odnosi się do oceny potencjału naukowego ośrodka. Na tym etapie kariery kandydat nie osiągnął jeszcze samodzielności naukowej, dlatego istotne jest, aby opiekun naukowy lub szef zespołu, w którym projekt będzie realizowany, umożliwiał rozwój doświadczenia zdobytego za granicą przez kandydata. Ważne jest także by ośrodek, w którym projekt będzie realizowany zapewniał odpowiednie warunki do realizacji projektu.

Jakość współpracy w ramach projektu z naukową jednostką zagraniczną lub polską inną niż jednostka, w której ma być przeprowadzony projekt, na podstawie listu intencyjnego (maks. 15pkt)

Oceniany jest zakres współpracy, która może mieć różne formy w ramach projektu. Deklarowana współpraca między jednostkami powinna potwierdzać wagę projektu dla środowiska naukowego. Ocenie podlega także pozycja naukowa ośrodka naukowego, który zdecydował się na taką współpracę w danej dziedzinie badań.

Jakość współpracy podlega ocenie na podstawie deklaracji zawartych w liście intencyjnym z jednostki polskiej lub zagranicznej, innej niż jednostka, w której ma być realizowany projekt, dotyczącym zakresu współpracy w ramach projektu.

Zasadność i efektywność budżetu projektu (maks. 10pkt)

Weryfikacja kryterium polega na ocenie wydatków zaplanowanych do realizacji projektu, m.in. zakupów adekwatnego sprzętu oraz innych wydatków niezbędnych do osiągnięcia celów i realizacji zadań zawartych w projekcie. Budżet projektu powinien wskazywać wydatki faktycznie niezbędne do realizacji projektu. Wydatki powinny uwzględniać zarówno najwyższy standard urzędzeń jak i należyte przeprowadzoną ocenę ofert ich dostępności na rynku.

Postanowiłem, że w projekcie rozmytego systemu do każdego kryterium możliwe będzie przyznanie oceny m z przedziału $[0,10]$, przy czym $m \in R$. Wagi poszczególnych kryteriów będą przyznawane w bazie wiedzy, więc fakt ujednolicenia ilości punktów przyznawanych każdemu z kryteriów nie wpływa negatywnie na działanie modelu.

Zakładając, że każdemu z kryteriów przydzielilibyśmy jedną zmienną lingwistyczną, a każdej z nich trzy zbiory rozmyte otrzymalibyśmy bazę reguł zawierającą $3^5 = 243$ reguły. Tak duża baza wiedzy stanowiłaby problem przy układaniu rankingu, dlatego też postanowiłem dokonać agregacji atrybutów wejściowych tak, aby uprościć układanie rankingu.

Analizując czynniki wpływające na atrakcyjność wniosku można podzielić je na dwie kategorie. Pierwsza z nich, zwana dalej **wartością naukową**, określa jak wiele projekt może wnieść do stanu obecnej nauki. Do tej kategorii przydzieliłem dwa pierwsze kryteria oceny.

Jeżeli kandydat w przeszłości wniósł coś oryginalnego, innowatorskiego do dziedziny, w której się specjalizuje, możemy przypuszczać, że wniesie także przy realizacji tego projektu. **Dlatego też w pierwszej kategorii umieściłem kryterium „Oryginalność dorobku naukowego kandydata” oraz „Wartości naukowe i innowacyjne przedstawionego projektu”.** Uważam, że te dwa kryteria łącznie świadczą o możliwości osiągnięcia pewnego postępu w dziedzinie badań.

Druga kategoria, zwana dalej **wiarygodnością projektu, określa jaka jest szansa na pomyślną realizację projektu.** Do tej kategorii przydzieliłem pozostałe kryteria oceny. **„Możliwość realizacji projektu we wskazanym zespole badawczym, w wybranej przez kandydata jednostce naukowej”, „Jakość współpracy w ramach projektu z naukową jednostką” oraz „Zasadność i efektywność budżetu projektu” to definitywnie kryteria, które świadczą o tym czy realizowany projekt ma szansę być pomyślnie zakończony.** Potencjał naukowy jednostki zapewnia kandydatowi możliwość zbudowania dobrego zespołu oraz wsparcie merytoryczne w realizacji projektu. Jakość współpracy określa jak bardzo zaangażowana w projekt będzie jednostka naukowa, inna niż ta w której realizowany jest projekt. Obecność tego kryterium w modelu liniowym zapewne spowodowana jest chęcią integracji środowiska naukowego oraz nawiązania ogólnopolskich kontaktów między jednostkami w celu nawiązania dalszej współpracy. Ostatnim z kryteriów składowych zmiennej lingwistycznej „wiarygodność projektu” jest „Zasadność i efektywność budżetu”, która określa czy budżet nie jest zbyt niski, co mogłoby doprowadzić do problemów w realizacji projektu lub czy nie jest zbyt wysoki, co może być odczytane jako próba wyłudzenia środków na zbędne wydatki.

Poszczególne kryteria można także podzielić na kategorie w inny sposób. Warto zauważyć, że niektóre kryteria zakwalifikowane przeze mnie do kategorii wiarygodność projektu wpływają także na wartość naukową. Wybór zmiennych, które należy zagregować leży w gestii autora modelu i jest zależny od jego poglądów oraz zrozumienia projektu.

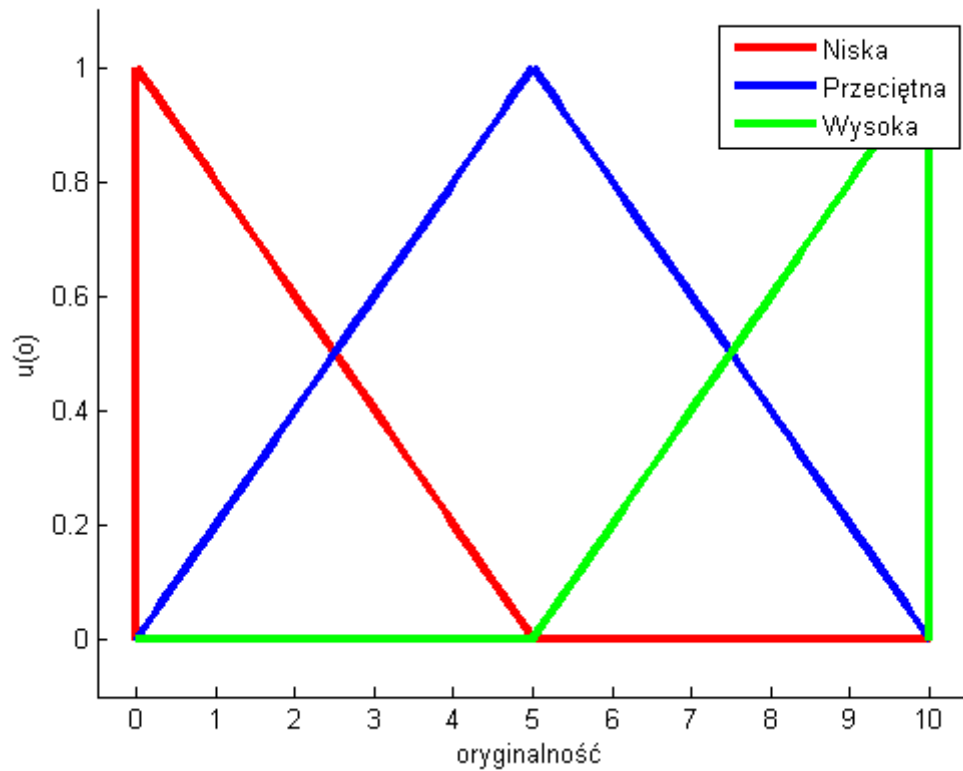
3. Zdefiniowanie zmiennych lingwistycznych oraz wartości charakterystycznych

Zazwyczaj równomierny rozkład zbiorów rozmytych nie jest prawidłowy w modelach rozmytych. Jednakże uwzględniając fakt, iż atrybutami wejściowymi tworzonego modelu są oceny recenzentów, kwestia uwzględnienia tego jak dostarczone dane wpływają na ocenę znajduje się po stronie recenzenta. Przykładowo to nie od tworzonego modelu, a od recenzenta zależy jakie osiągnięcia musi mieć kandydat aby otrzymać 10 punktów w danym kryterium. Model zajmuje się jedynie tym jak zestawić oceny poszczególnych kryteriów, aby otrzymać poprawny wynik. Z tego też powodu możemy pozwolić sobie na zastosowanie równomiernego rozkładu zbiorów rozmytych.

- Oryginalność dorobku naukowego kandydata

Atrybut wejściowy O	Wartości lingwistyczne
Około 0	Niska (nie wniósł nic nowego)
Około 5	Przeciętna (kandydat prezentuje przeciętny poziom oryginalności prac)
Około 10	Wysoka (kandydat wiele wniósł do swojej dziedziny)

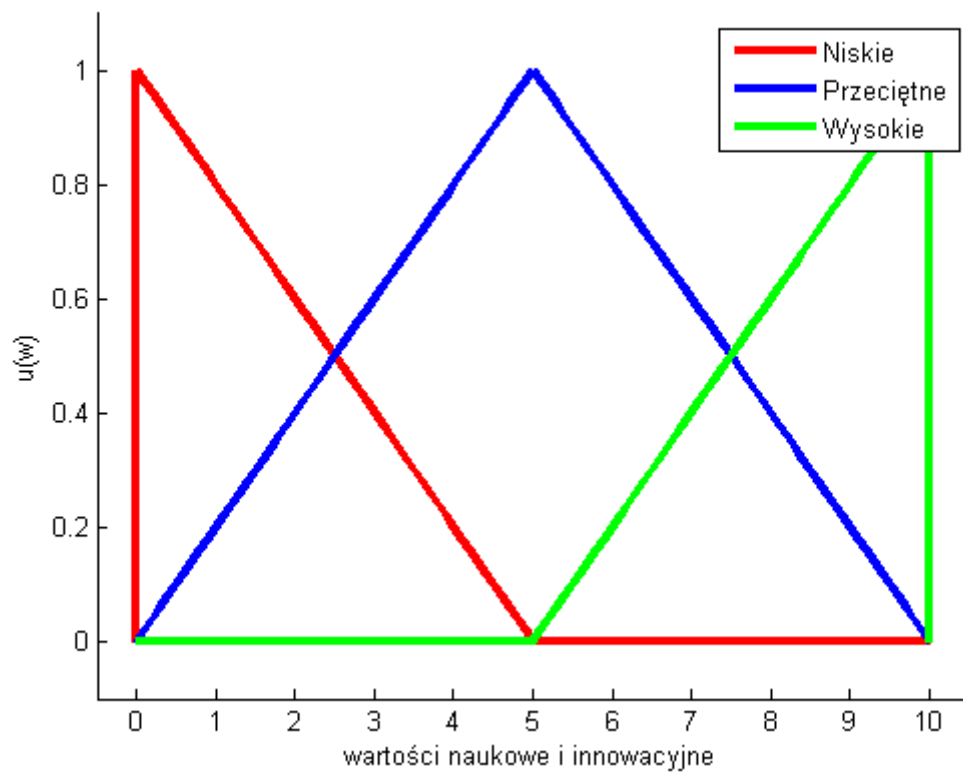
Wykres funkcji przynależności atrybutu O:



- Wartości naukowe i innowacyjne przedstawionego projektu

Atrybut wejściowy W	Wartości lingwistyczne
Około 0	Niskie (projekt powiela dotychczasowe osiągnięcia)
Około 5	Przeciętne (projekt wnosi coś nowego, ale nie jest to przełomowe odkrycie)
Około 10	Wysokie (projekt jest odkrywczy i może prowadzić do przełomu w swojej dziedzinie)

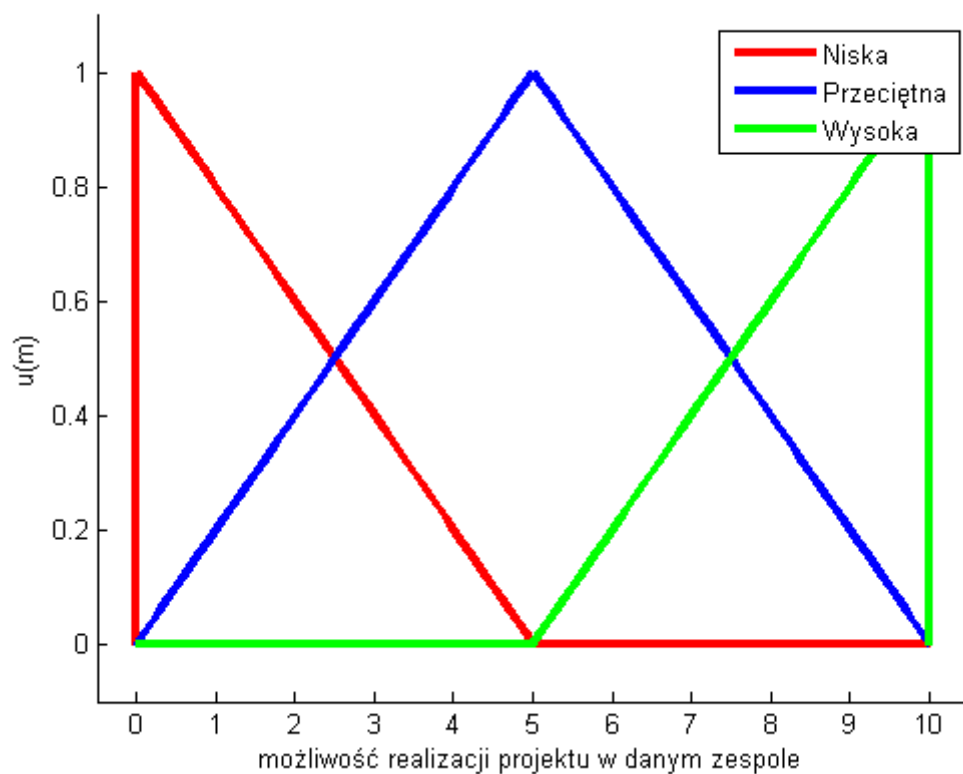
Wykres funkcji przynależności atrybutu W:



- Możliwość realizacji projektu we wskazanym zespole badawczym

Atrybut wejściowy M	Wartości lingwistyczne
Około 0	Niska (projekt definitywnie nie ma szansy zakończyć się sukcesem w danym zespole)
Około 5	Przeciętna (projekt ma szansę zakończyć się sukcesem, ale z przeszkodami lub opóźnieniem)
Około 10	Wysoka (Zespół jest idealny, a projekt zakończy się sukcesem bez opóźnień lub przed czasem)

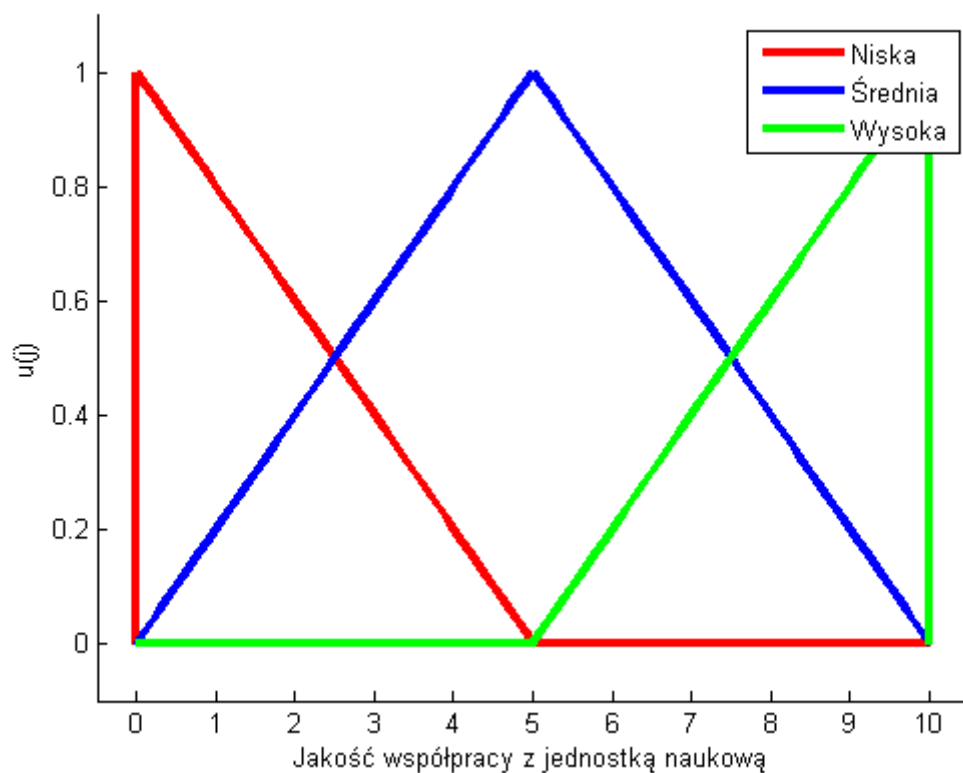
Wykres funkcji przynależności atrybutu M:



- Jakość współpracy w ramach projektu z naukową jednostką zagraniczną lub polską inną niż jednostka, w której ma być przeprowadzony projekt

Atrybut wejściowy J	Wartości lingwistyczne
Około 0	Niska (jednostka nie jest zbyt zainteresowana współpracą lub ma bardzo niską pozycję naukową)
Około 5	Średnia (jednostka ma przeciętną pozycję naukową, a jej wkład w projekt będzie zauważalny)
Około 10	Wysoka (jednostka ma bardzo wysoką pozycję naukową, posiada kadre zainteresowaną projektem, a jej wkład w prace będzie bardzo istotny dla przebiegu projektu)

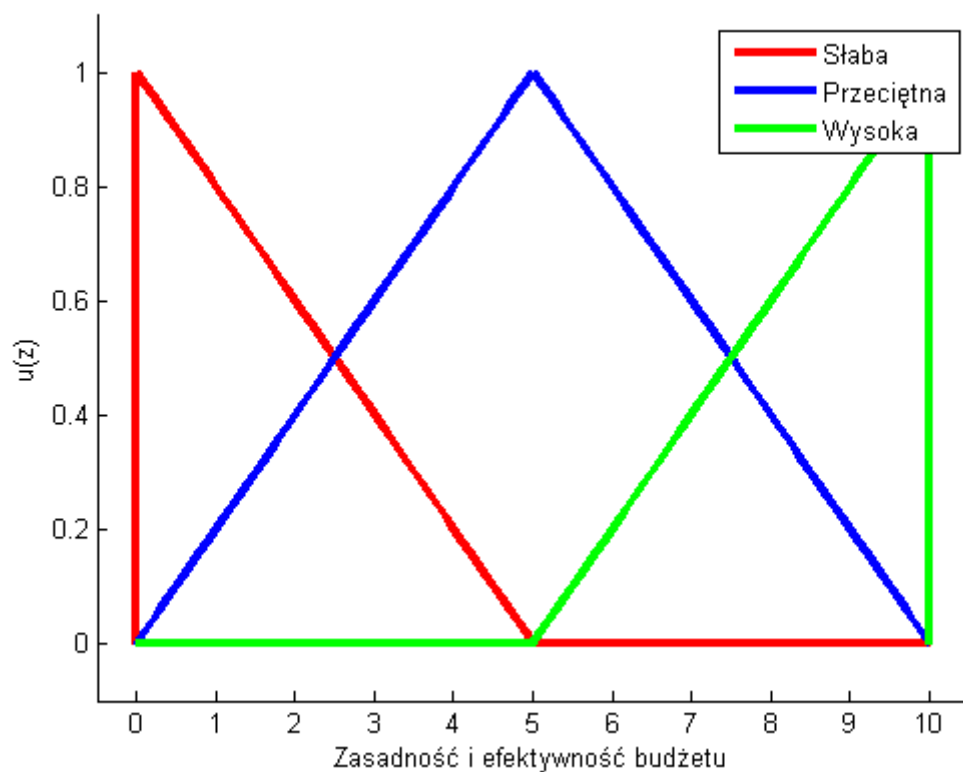
Wykres funkcji przynależności atrybutu J:



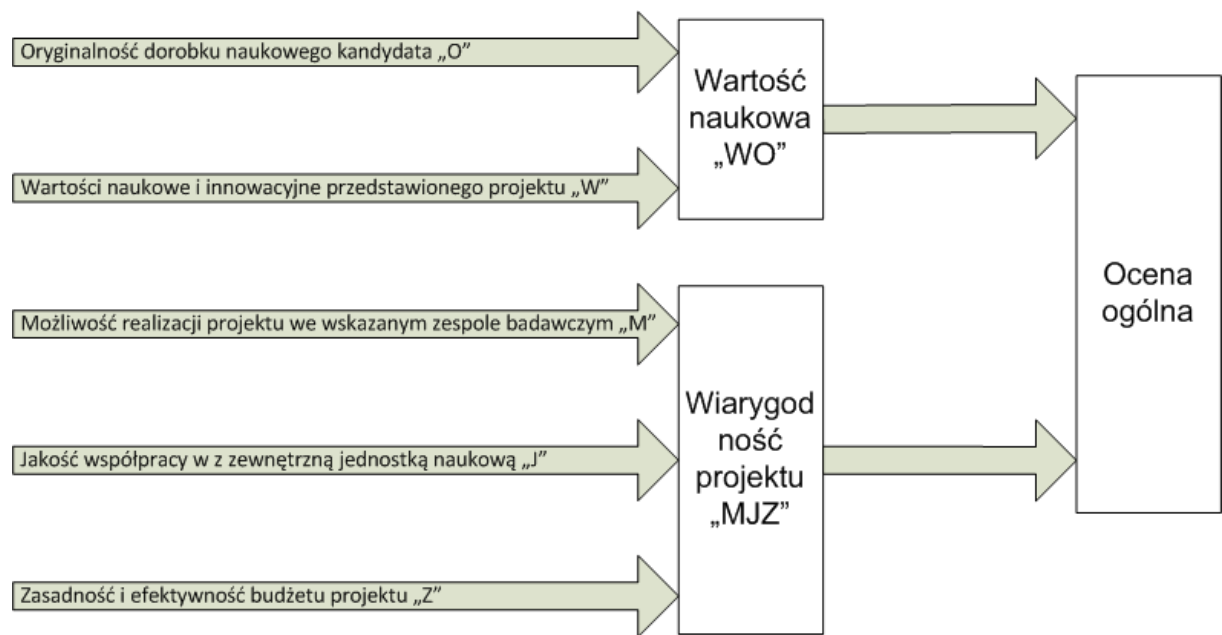
- Zasadność i efektywność budżetu projektu

Atrybut wejściowy Z	Wartości lingwistyczne
Około 0	Słaba (budżet jest nierzetelny, przeszacowany lub niedoszacowany)
Około 5	Przeciętna (budżet jest poprawny, ale stworzony z pewną niedokładnością, mogą wystąpić drobne problemy finansowe w projekcie)
Około 10	Wysoka (budżet jest opracowany według szczegółowej analizy potrzeb, zawiera wydatki zgodne z zaleceniami programu, nie wystąpią problemy z finansowaniem)

Wykres funkcji przynależności atrybutu O:



4. Agregacja atrybutów wejściowych

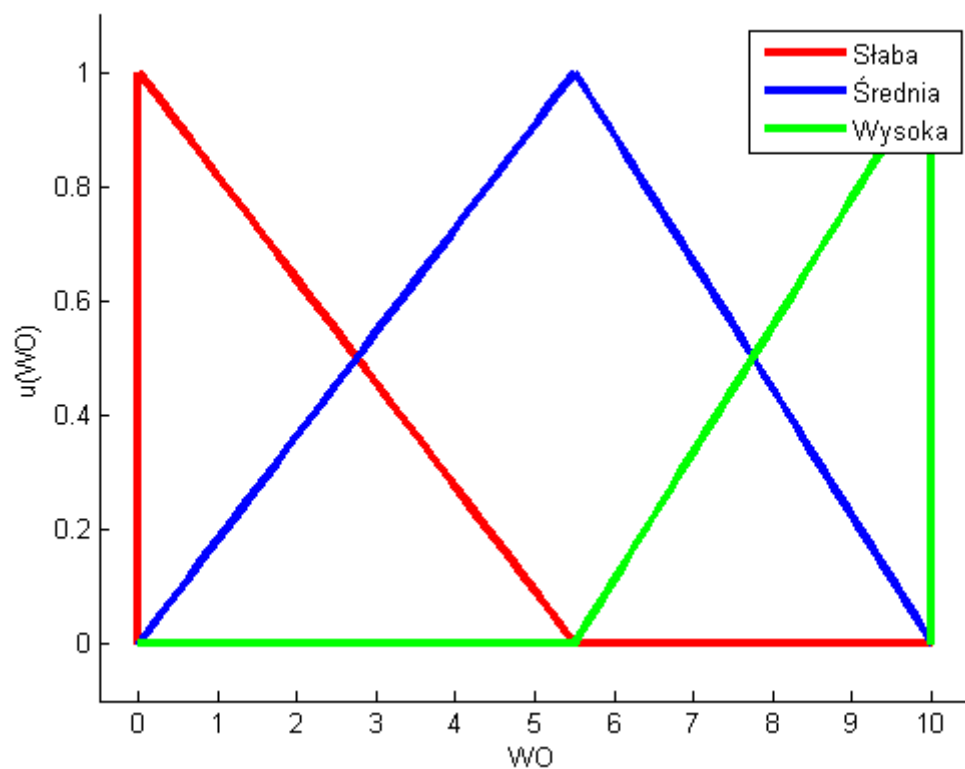


Dla każdego podsystemu zostaną zdefiniowane funkcje przynależności, ranking elementów charakterystycznych oraz lista reguł wraz z wartościami konkluzji.

5. Podsystem „Wartość naukowa „WO””

Atrybut wejściowy WO	Wartości lingwistyczne
Około 0	Słaba (projekt nie wniesie nic nowego do swojej dziedziny)
Około 5.5	Średnia (wyniki projektu mogą posłużyć innym naukowcom do dalszych badań)
Około 10	Wysoka (projekt stwarza realną szansę na osiągnięcie przełomu w swojej dziedzinie)

Wykres funkcji przynależności atrybutu WO:



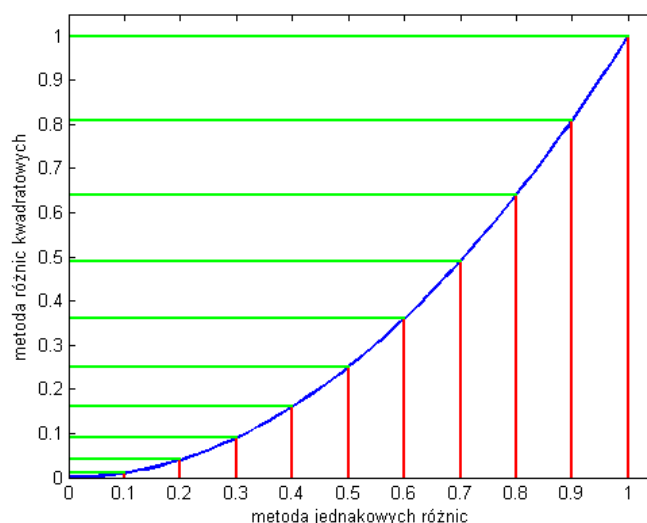
Uznałem, że bardziej istotne dla mnie są wartości naukowe i innowacyjne przedstawionego projektu. W oparciu o to założenie zbudowany został poniższy ranking.

Wartości naukowe v	Oryginalność dorobku =>	Niska	Przeciętna	Wysoka
Niskie		9	8	6
Przeciętne		7	4	3
Wysokie		5	2	1

Wartości konkluzji poszczególnych reguł stworzone metodą jednakowych różnic:

Wartości naukowe v	Oryginalność dorobku =>	Niska	Przeciętna	Wysoka
Niskie		0	0,125	0,375
Przeciętne		0,25	0,625	0,75
Wysokie		0,5	0,875	1

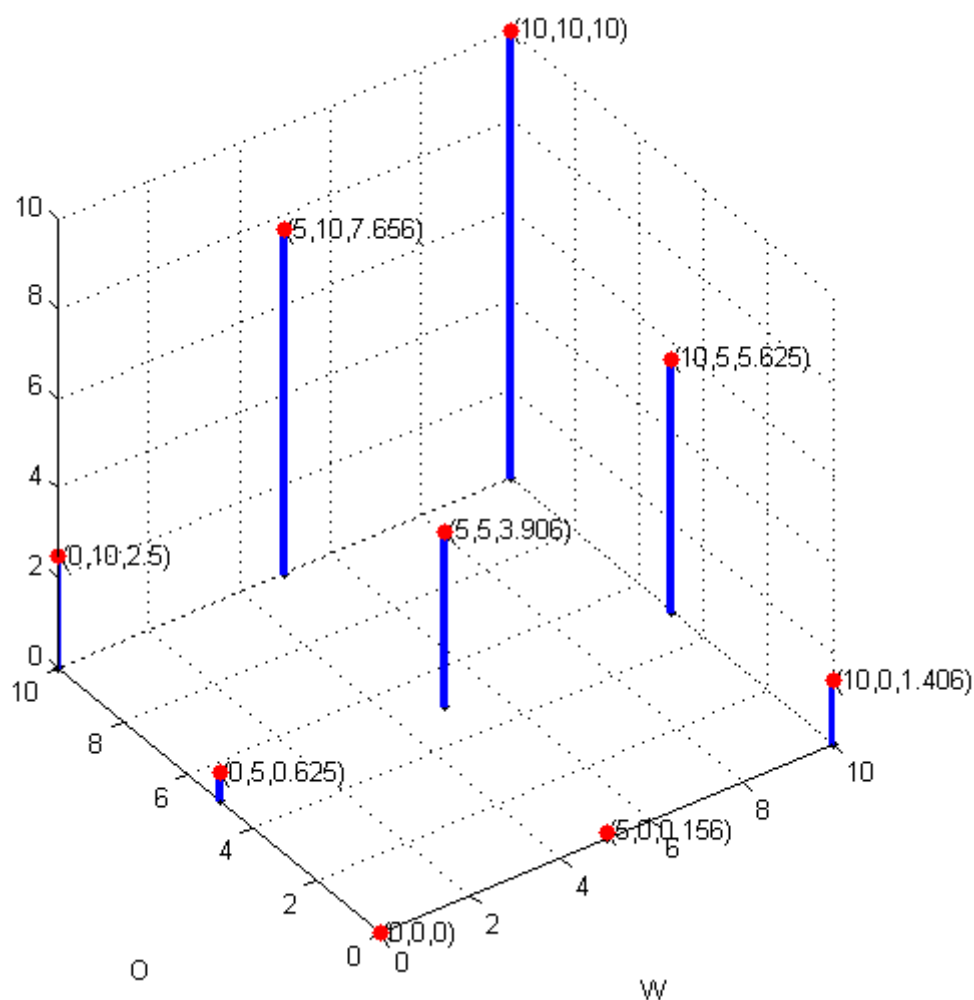
Zastanówmy się jednak czy takie wartości obrazują rzeczywiste preferencje recenzenta. Zapewne recenzent odrzuciłby wszystkie wnioski, w których jedno z kryteriów ma wartość niską i wpisałby do wartości konkluzji wartości 0. Jednakże takie rozwiązanie upośledza zdolność oceny i porównania słabych wniosków. Aby zbędnie nie ograniczać modelu zastosowałem tutaj metodę różnic kwadratowych, która pozwala promować dobre wnioski oraz nie ograniczać możliwości porównania tych słabych. Jednocześnie wyostreza to ocenę modelu – aby uzyskać wysoką ocenę wniosków musi zebrać dużo więcej punktów, niż w przypadku użycia metody jednakowych różnic. Metoda ta polega na obliczeniu wartości konkluzji metodą jednakowych różnic a następnie podniesieniu ich do kwadratu. Dzięki temu wzrost wartości konkluzji jest niewielki u dołu rankingu, a wzrasta w czołówce rankingu. Poniżej przedstawiam wykres zależności wartości konkluzji obliczonych metodą różnic kwadratowych od wartości konkluzji obliczonych metodą jednakowych różnic.



Poniżej zamieszczam wartości konkluzji poszczególnych reguł stworzone metodą różnic kwadratowych przeskalowane tak, aby odpowiadały wartościom wyjściowym, jakich oczekuje system.

Wartości naukowe v	Oryginalność dorobku =>	Niska	Przeciętna	Wysoka
Niskie		0,000	0,156	1,406
Przeciętne		0,625	3,906	5,625
Wysokie		2,500	7,656	10,000

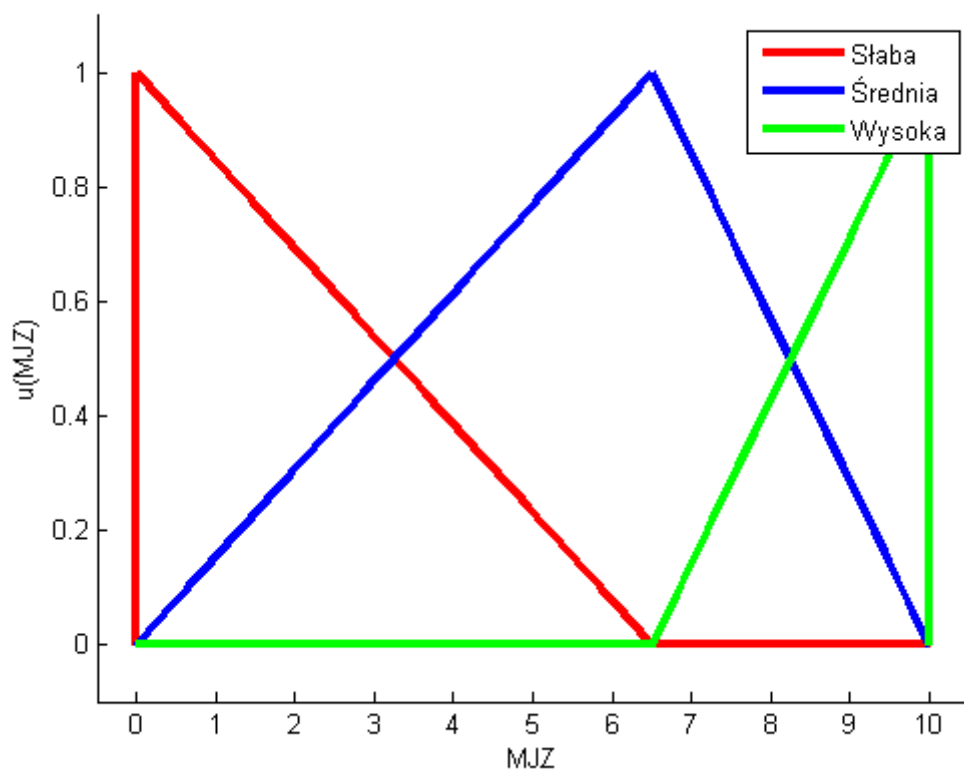
Wizualizacja wartości konkluzji w zależności od podanych atrybutów. Każdy punkt charakterystyczny posiada opis tekstowy formatu (w,o,k) . w oznacza wartość kryterium W danego punktu, o wartość kryterium O, zaś k wartość konkluzji.



6. Podsystem „Wiarygodność projektu „MJZ””

Atrybut wejściowy MJZ	Wartości lingwistyczne
Około 0	Słaba (projekt nie ma szans na pomyślne wykonanie)
Około 6.5	Średnia (projekt zapewne zostanie zakończony po napotkaniu pewnych problemów)
Około 10	Wysoka (projekt definitywnie zostanie zakończony sukcesem)

Wykres funkcji przynależności atrybutu MJZ:

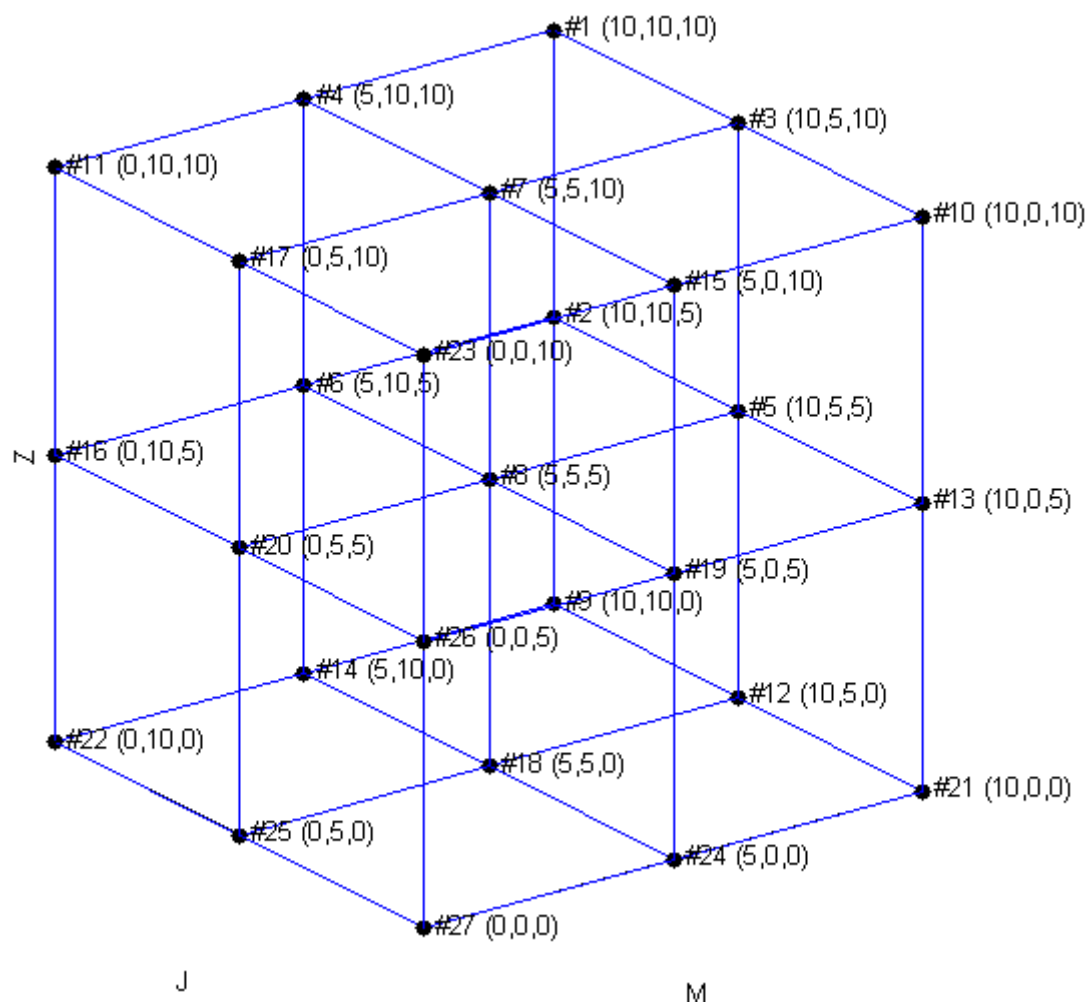


Poniższy ranking został stworzony w oparciu o przekonanie, że wpływ atrybutu M jest najważniejszy, drugi w kolejności jest atrybut J, a ostatni Z. W tabeli przedstawione są także wartości konkluzji w dwóch wariantach.

Atrybut M	Atrybut J	Atrybut Z	Ranking	Konkluzja1 [0,10]	Konkluzja2 [0,10]
0	0	0	27	0,000	0,000
0	0	5	26	0,385	0,015
0	0	10	23	1,538	0,237
0	5	0	25	0,769	0,059
0	5	5	20	2,692	0,725
0	5	10	17	3,846	1,479
0	10	0	22	1,923	0,370
0	10	5	16	4,231	1,790
0	10	10	11	6,154	3,787
5	0	0	24	1,154	0,133
5	0	5	19	3,077	0,947
5	0	10	15	4,615	2,130
5	5	0	18	3,462	1,198
5	5	5	8	7,308	5,340
5	5	10	7	7,692	5,917
5	10	0	14	5,000	2,500
5	10	5	6	8,077	6,524
5	10	10	4	8,846	7,825
10	0	0	21	2,308	0,533
10	0	5	13	5,385	2,899
10	0	10	10	6,538	4,275
10	5	0	12	5,769	3,328
10	5	5	5	8,462	7,160
10	5	10	3	9,231	8,521
10	10	0	9	6,923	4,793
10	10	5	2	9,615	9,246
10	10	10	1	10,000	10,000

Kolumna konkluzja1 zawiera wartości konkluzji obliczone metodą jednakowych różnic, zaś kolumna konkluzja2 zawiera wartości obliczone metodą różnic kwadratowych. Przeanalizujmy zatem która z kolumn bardziej odpowiada preferencjom recenzenta. Warto zbadać przypadek kiedy przestajemy uważać, iż wniosek nadaje się do rekomendacji. Myślę, że większość recenzentów zgodzi się, że jeżeli projekt otrzyma w jednym z kryteriów ocenę 0 to można go zakwalifikować jedynie jako projekt słaby. Spójrzmy na przypadek, w którym kryterium M zostało ocenione na 10 punktów, kryterium J także na 10, a kryterium Z na 0. Przypadek ten obrazuje trzeci od końca wiersz tabeli. Zwróćmy uwagę, że uwzględniając przyjętą hierarchię ważności kryteriów jest to najlepszy przypadek ze wszystkich, które posiadają jakiekolwiek zero w ocenie. Metoda jednakowych różnic oceniła ten przypadek na 6.923 punktów, zaś metoda różnic kwadratowych na 4.793. Biorąc pod uwagę, iż 6.5 to wartość charakterystyczna zbioru „Średnia” można uznać iż ocena 6.923 jest zbyt wysoka, ponieważ projekt ten otrzymał 0 punktów w jednym z kryteriów. Bliższa rzeczywistości jest ocena zawarta w kolumnie konkluzji dokonanych metodą różnic kwadratowych.

Poniżej prezentuję wizualizację problemu w przestrzeni atrybutów wejściowych wraz z oznaczeniem tekstowym pozycji rankingu. Oznaczenia tekstowe mają format $\#r(m,j,z)$, gdzie r to pozycja w rankingu, a zmienne m, j, z to odpowiednio wartości oceny kryteriów M, J oraz Z .



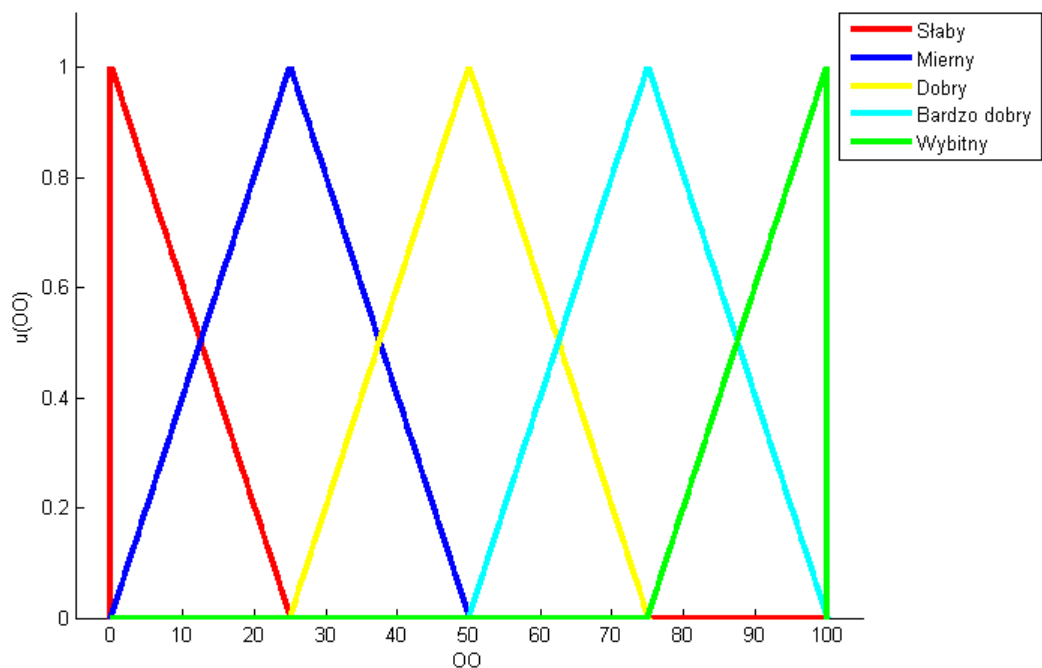
7. Ocena ogólna, czyli system łączący oceny uzyskane z podsystemów

Szerszy opis zmiennych, które są atrybutami wejściowymi tego podsystemu został przedstawiony w poprzednich rozdziałach. Przypomnijmy jednak iż były to zmienne „Wartość naukowa „WO”” oraz „Wiarygodność projektu „MJZ””.

Poniżej przedstawiam tabelę, która określa wartości lingwistyczne jakie otrzymamy na wyjściu systemu. Wartości te odpowiadają wartości rekomendacji, a ich opisy zaczerpnięte są z wcześniej przytoczonej instrukcji.

Atrybut OO – Ocena ogólna	Wartości lingwistyczne
Około 0	Słaby (nie powinien zostać sfinansowany)
Około 25	Mierny (raczej nie powinien zostać sfinansowany)
Około 50	Dobry (może zostać sfinansowany, jeśli wystarczy środków)
Około 75	Bardzo dobry (powinien być finansowany)
Około 100	Wybitny (powinien z całą pewnością uzyskać finansowanie)

Wykres funkcji przynależności atrybutu OO:



Przy tworzeniu rankingu punktów charakterystycznych uznałem iż wartość naukowa ma większą wagę, niż wiarygodność projektu:

Wartość naukowa v	Wiarygodność projektu =>	Niska	Średnia	Wysoka
Niska		9	8	6
Średnia		7	4	3
Wysoka		5	2	1

Poniżej przedstawiam tabelę zawierającą wartości konkluzji dla danych reguł. Po defuzyfikacji z użyciem tych reguł na wyjściu modelu otrzymamy wynik, który po zaokrągleniu do liczby całkowitej może służyć jako ocena punktowa danego modelu. Na wejściu opracowywanego podsystemu otrzymujemy wartości, które zostały obliczone z użyciem metody różnic kwadratowych. Z tego też powodu postanowiłem w tym podsystemie użyć metody jednakowych różnic, aby dodatkowo nie zaostbrać oceny dokonywanej przez system.

Wartość naukowa v	Wiarygodność projektu =>	Niska	Średnia	Wysoka
Niska		0	12,5	37,5
Średnia		25	62,5	75
Wysoka		50	87,5	100

Po dokonaniu defuzyfikacji otrzymamy ocenę z przedziału [0,100]. Poprzez porównanie oceny z jej wartością lingwistyczną recenzent może także przyznać ocenę rekomendacji, która jest wymagana w formularzu oceny wniosku.