

## Projekt 2. Promethee/Electre

Oskar Kiliańczyk 151863 & Wojciech Kot 151876

# 1 Zbiór danych

## 1.1 Jaka jest domena problemu?

Zbiór danych odzwierciedla rzeczywiste działania rolnictwa z wykorzystaniem czujników *IoT* i danych satelitarnych. Zawiera informacje o czynnikach środowiskowych i operacyjnych, które wpływają na plony w 500 gospodarstwach rolnych zlokalizowanych m.in. w Indiach, USA i Afryce.

## 1.2 Jakie jest źródło danych?

Dane pochodzą ze zbioru udostępnionego na platformie Kaggle *Smart Farming Sensor Data for Yield Prediction*, autor: Atharva Soundankar. Dostępny pod linkiem: <https://www.kaggle.com/datasets/atharvasoundankar/smart-farming-sensor-data-for-yield-prediction>

## 1.3 Jaki jest punkt widzenia decydenta?

Decydent chce maksymalizować zyski ze sprzedaży, co za tym idzie jak najbardziej wspierać wzrost roślin wedle swoich preferencji. Dokładne preferencje zostaną opisane w kolejnym pytaniu.

## 1.4 Ile wariantów decyzyjnych zostało uwzględnionych? Czy w oryginalnym zbiorze danych było ich więcej?

W zbiorze znajduje się 500 wariantów decyzyjnych. Jednak dla prostoty i wizualizacji ich rankingu na wykresach zdecydowano się na wylosowanie ze znanym ziarnem losowania 10 wariantów.

## 1.5 Opisz jeden z rozważanych wariantów decyzyjnych (podaj jego nazwę, oceny oraz określ preferencje dla tego wariantu).

Jeden z wylosowanych wariantów jest identyfikowany jako FARM0500.

Wariant	Opady [mm]	Nasłonecznienie [h]	Pestycydy [ml]	Plon [kg/ha]
FARM0500	72.61	5.09	19.37	5891.40

Tabela 1: Oceny kryterialne dla wariantu FARM0500

Biorąc pod uwagę ten wariant można zauważyć bardzo wysoki wynik dla ilości plonów. Jednakże mimo tego wyniku, każdy inny czynnik jest słaby lub przeciętny. Rozważając wagi decydenta zaobserwować będzie można, że czynnik krótkiego czasu nasłonecznienia, niewielkich opadów nie powinien mu dać znacznej przewagi nad innymi wariantami. Jednak nie można bagatelizować ilości zebranych plonów, które na pewno pomogą mu zająć nie najniższe pozycje.

## 1.6 Ile kryteriów zostało uwzględnionych? Czy w oryginalnym zbiorze danych było ich więcej?

Decydent uwzględnił 4 kryteria. Są to:

- `rainfall_mm` — całkowita ilość opadów (w milimetrach),
- `sunlight_hours` — średnia liczba godzin nasłonecznienia na dzień,
- `pesticide_usage_ml` — dzienne zużycie pestycydów (w mililitrach),
- `yield_kg_per_hectare` — plony (w kilogramach na hektar).

W oryginalnym zbiorze, było więcej takich kryteriów (22 kolumny, z czego 2 z nich do identyfikacji unikalnego pola).

**1.7 Jakie są dziedziny poszczególnych kryteriów (dyskretne / ciągłe)? Uwaga: w przypadku dziedzin ciągłych określ zakres zmienności kryterium, w innych przypadkach podaj możliwe wartości. Jaki jest charakter poszczególnych kryteriów (zysk / koszt)?**

Zakresy wartości dla kryteriów w zbiorze danych:

Kryterium	Minimum	Maksimum	Typ
Opady [mm]	50.17	298.96	Zysk
Nasłonecznienie [h]	4.01	10.00	Zysk
Zużycie pestycydów [ml]	5.05	49.94	Koszt
Plon [kg/ha]	2023.56	5998.29	Zysk

Tabela 2: Zakresy wartości (min-max) dla poszczególnych kryteriów

Wszystkie kryteria są ciągłe.

**1.8 Czy wszystkie kryteria mają jednakowe znaczenie (czy powinny mieć takie same „wagi”)? Jeśli nie, czy względne znaczenie kryteriów można wyrazić za pomocą wag? W takim przypadku oszacuj wagi każdego kryterium w skali od 1 do 10. Czy wśród kryteriów są takie, które są całkowicie lub prawie nieistotne?**

Kryteria mają swoje wagi. Nie są one tak samo ważne dla decydenta. Decydent wybrał następujące wagi:

	Opady [mm]	Nasłonecznienie [h]	Zużycie pestycydów [ml]	Plon [kg/ha]
<b>Waga (k)</b>	2	4	2	3

Tabela 3: Wagi przypisane do wybranych kryteriów

Preferuje on średnią dużą ilość słońca, która według niego wpływa znacząco na wzrost roślin. Ważnym kryterium jest również naturalnie ilość zebranych plonów, bo bezpośrednio wpływa to na sprzedaż. Opady oraz zużycie pestycydów zostały wycenione na wagę równą 2. Kryteria nie są bardzo „rozrzucone” a raczej mają podobne (bliskie sobie) wagi.

**1.9 Czy w rozważanym zbiorze danych występują zdominowane warianty decyzyjne? Jeśli tak, przedstaw wszystkie (warianty dominujące i zdominowane), podając ich nazwy oraz wartości dla poszczególnych kryteriów.**

Rozpatrywany zbiór według danego ziarna losowania:

Farm ID	Opady [mm]	Nasłonecznienie [h]	Pestycydy [ml]	Plon [kg/ha]
FARM0500	72.61	5.09	19.37	5891.40
FARM0269	172.48	4.11	33.14	5247.57
FARM0025	237.74	4.64	12.91	2200.87
FARM0328	256.34	6.71	47.54	5535.92
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62
FARM0483	135.54	8.42	18.03	3715.81
FARM0046	259.37	7.96	29.24	5051.49
FARM0433	65.99	8.85	44.57	2156.34
FARM0346	230.53	6.96	25.56	5904.72
FARM0384	219.67	6.93	5.86	2254.04

Tabela 4: Warianty decyzyjne i ich wartości dla poszczególnych kryteriów

Poszukiwano parami, silnej dominacji. W danym zbiorze znaleziono następujące:

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0328	256.34	6.71	47.54	5535.92
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62

Tabela 5: Dominacja: FARM0328  $\succ$  FARM0015

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0483	135.54	8.42	18.03	3715.81
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62

Tabela 6: Dominacja: FARM0483  $\succ$  FARM0015

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0046	259.37	7.96	29.24	5051.49
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62

Tabela 7: Dominacja: FARM0046  $\succ$  FARM0015

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0346	230.53	6.96	25.56	5904.72
FARM0269	172.48	4.11	33.14	5247.57

Tabela 8: Dominacja: FARM0346  $\succ$  FARM0269

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0346	230.53	6.96	25.56	5904.72
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62

Tabela 9: Dominacja: FARM0346  $\succ$  FARM0015

**1.10 Jak według Ciebie powinien wyglądać teoretycznie najlepszy wariant decyzyjny? Czy powinien mieć niewielką przewagę w wielu kryteriach, czy raczej silną przewagę w kilku (ale kluczowych) kryteriach? Których?**

Najlepszy wariant decyzyjny powinien osiągać najlepsze (tj. najwyższe) wyniki na kryteriach nasłonecznienia i ilości zebranych plonów. Dominacja na obu z tych kryteriów powinna dać wystarczającą przewagę nawet przy słabej ocenie na pozostałych dwóch kryteriach o niższych wagach.

**1.11 Który z rozważanych wariantów decyzyjnych (podaj nazwę i wartości dla poszczególnych kryteriów) wydaje się najlepszy / zdecydowanie lepszy od pozostałych? Czy decyduje o tym jeden czynnik (np. zdecydowanie najniższa cena), czy raczej ogólna wartość kryteriów? Czy ten wariant ma jakieś słabe strony?**

Wybrano kilka dobrze rokujących wariantów:

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0046	259.37	7.96	29.24	5051.49
FARM0346	230.53	6.96	25.56	5904.72
FARM0500	72.61	5.09	19.37	5891.40

Tabela 10: Porównanie najlepszych (według decydenta) wariantów decyzyjnych

Podane przykłady reprezentują założenie decydenta. Wysoki wynik na nasłonecznieniu oraz zbiorach plonów co jest preferowane (ma najwyższe wagi). Nasłonecznienie jest jak 4 : 3 w skali do ilości plonów stąd, powątpiewam w to, że FARM0500 nadrobi swoim wynikiem na zbiorach plonów około 2 – 3 godzin nasłonecznienia. Pierwsze dwa warianty mają dużą liczbę opadów, liczne plony oraz bardzo długi czas średniego nasłonecznienia dziennego co powinno dać im osiągnąć wysokie wyniki.

**1.12 Który z rozważanych wariantów decyzyjnych (podaj nazwę i wartości dla poszczególnych kryteriów) wydaje się najgorszy / zdecydowanie gorszy od pozostałych? Czy decyduje o tym jeden czynnik (np. zdecydowanie najwyższa cena), czy raczej ogólna wartość kryteriów? Czy ten wariant ma jakieś mocne strony?**

To co można już zaobserwować z samej analizy dominacji, czyli wariant FARM0015:

Tabela 11: Charakterystyka wariantu FARM0015 (kolumny jako kryteria)

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0015	129.04	4.44	49.93	2852.62

Wariant cechuje się bardzo niskim czasem nasłonecznienia (praktycznie minimalnym), dużym zużyciem pestycydów (prawie maksymalnym) oraz niewielką liczbą plonów. Ilość opadów jest przeciętna, raczej gorsza niż lepsza. Połączenie tych wszystkich kryteriów daje jasny obraz, dlaczego ten wariant jest zdominowany przez wiele innych. Nie ma on żadnej mocnej strony.

### 1.13 Podaj co najmniej 4 porównania parami pomiędzy wariantami w Twoim zbiorze danych.

Kryterium	FARM0328	FARM0015	Preferowany
Opady [mm] (zysk)	256.34	129.04	FARM0328
Nasłonecznienie [h] (zysk)	6.71	4.44	FARM0328
Pestycydy [ml] (koszt)	47.54	49.93	FARM0328
Plon [kg/ha] (zysk)	5535.92	2852.62	FARM0328

Tabela 12: Porównanie FARM0328 vs FARM0015

Znane już porównanie — *FARM0328* dominuje *FARM0015* we wszystkich kryteriach, w tym znacząco w plonach.

Kryterium	FARM0346	FARM0269	Preferowany
Opady [mm] (zysk)	230.53	172.48	FARM0346
Nasłonecznienie [h] (zysk)	6.96	4.11	FARM0346
Pestycydy [ml] (koszt)	25.56	33.14	FARM0346
Plon [kg/ha] (zysk)	5904.72	5247.57	FARM0346

Tabela 13: Porównanie FARM0346 vs FARM0269

Kolejne znane porównanie — *FARM0346* ma lepsze wyniki we wszystkich kryteriach w porównaniu do *FARM0269*.

Kryterium	FARM0046	FARM0384	Preferowany
Opady [mm] (zysk)	259.37	219.67	FARM0046
Nasłonecznienie [h] (zysk)	7.96	6.93	FARM0046
Pestycydy [ml] (koszt)	29.24	5.86	FARM0384
Plon [kg/ha] (zysk)	5051.49	2254.04	FARM0046

Tabela 14: Porównanie FARM0046 vs FARM0384

*FARM0046* wygrywa w trzech kryteriach, ale *FARM0384* zużywa znacznie mniej pestycydów — nie powinno to mieć większego znaczenia ponieważ pestycydy mają stosunkowo niską wagę w porównaniu np. do ponad dwukrotnej przewagi w ilości plonów.

Kryterium	FARM0483	FARM0500	Preferowany
Opady [mm] (zysk)	135.54	72.61	FARM0483
Nasłonecznienie [h] (zysk)	8.42	5.09	FARM0483
Pestycydy [ml] (zysk)	18.03	19.37	FARM0483
Plon [kg/ha] (zysk)	3715.81	5891.40	FARM0500

Tabela 15: Porównanie FARM0483 vs FARM0500

*FARM0483* lepszy w trzech kryteriach, ale *FARM0500* osiąga znacznie wyższy plon. Różnica w nasłonecznieniu (około 3.5 godziny) również będzie miała tutaj duże znaczenie w wyniku końcowym.

## 2 Promethee

### 2.1 Opis informacji preferencyjną podaną na wejściu metod

W oparciu o min-max podanych kryterium decydent wybrał następujące progi i wagi:

Kryterium	q	p	v	Waga (k)	Typ
Nasłonecznienie [h]	0.3	0.8	2.0	4	zysk
Zużycie pestycydów [ml]	2	6	15	2	koszt
Opady [mm]	10	25	70	2	zysk
Plon [kg/ha]	150	500	1500	3	zysk

Tabela 16: Przyjęte wartości progowe (q, p, v), wagi oraz typy dla każdego z kryteriów.

### 2.2 Podaj ostateczny wynik uzyskany za pomocą metod

Metody Promethee wyliczyły następujące przepływy dla naszego zbioru danych:

ID Farmy	Przepływ pozytywny	Przepływ negatywny	Przepływ netto
FARM0500	3.523751	4.363636	-0.839886
FARM0269	3.399543	4.834169	-1.434626
FARM0025	3.512000	3.726788	-0.214788
FARM0328	5.230976	2.192881	3.038095
FARM0015	1.556364	6.479545	-4.923182
FARM0483	4.240000	3.916364	0.323636
FARM0046	6.095576	1.885592	4.209984
FARM0433	1.698636	6.090909	-4.392273
FARM0346	5.449524	2.000000	3.449524
FARM0384	4.181818	3.398303	0.783515

Tabela 17: Zestawienie przepływów pozytywnych, negatywnych i netto dla wszystkich wariantów.

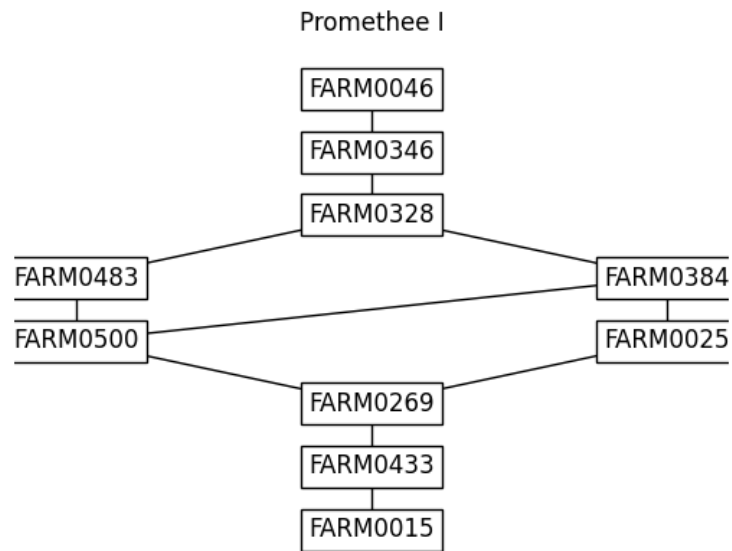
Dzięki nim jesteśmy w stanie uzyskać wyniki dla *Promethee I* oraz *Promethee II*.

#### 2.2.1 Promethee I

Dzięki przepływom dodatnim i ujemnym możemy stworzyć ranking cząstkowy:

ID Farmy	F0500	F0269	F0025	F0328	F0015	F0483	F0046	F0433	F0346	F0384
F0500	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0269	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0025	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0328	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
F0015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
F0483	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
F0046	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0433	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
F0346	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
F0384	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1

Tabela 18: Ranking cząstkowy wariantów decyzyjnych na podstawie Promethee I.



Rysunek 1: Wynikowy wykres dla metody Promethee I

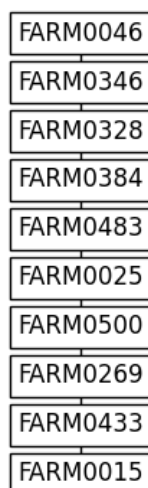
### 2.2.2 Promethee II

Dzięki przepływowi netto możemy stworzyć ranking zupełny:

ID Farmy	F0500	F0269	F0025	F0328	F0015	F0483	F0046	F0433	F0346	F0384
F0500	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0269	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0025	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0328	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
F0015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
F0483	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
F0046	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0433	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
F0346	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
F0384	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1

Tabela 19: Ranking zupełny wariantów decyzyjnych na podstawie Promethee II.

## Promethee II



Rysunek 2: Wynikowy wykres dla metody Promethee II

### 2.3 Porównaj ranking cząstkowy i zupełny (Promethee I i Promethee II)

Oba rankingi są podobne do siebie. Ranking cząstkowy dopuszcza nieporównywalności wariantów w przypadku różnic w przepływach ujemnych i dodatnich. Daje lepszy pogląd na to, że niektóre warianty są skrajne w stosunku do siebie lub różnią się na tyle (według progów decydenta), że nie można ich rozpatrywać jednakowo. Ranking zupełny, stosujący przepływ netto, nie ma takich rozróżnień i ustawia ranking według przepływu netto właśnie. Można zaobserwować, że wyniki na górze i na dole rankingu nie zmieniły się w zależności od metody, zaś nieporównywalne warianty środkowe zostały ustawione według wartości ich przepływu netto.

### 2.4 Porównaj wyniki uzyskane za pomocą zaimplementowanej metody z wariantami, które zidentyfikowałeś jako najlepszą i najgorszą (w sekcji Zbiór danych)

W sekcji „Zbiór danych” zidentyfikowaliśmy warianty *FARM0046* oraz *FARM0346* jako najlepsze (wariant *FARM0500* mimo wyróżnienia był poddany w wątpliwość), zaś jako najgorszy wariant *FARM0015* ze względu na bycie zdominowanym przez większość wariantów ze zbioru. W obu rankingach najlepsze warianty uznane przez nas okazały się również najlepsze w rankingach, za to wariant najgorszy faktycznie też został określony jako najgorszy. Wariant *FARM0500* jednak pomimo dobrych ocen i naszej wyceny został oceniony raczej gorzej i umiejscawia się w drugiej połowie rankingów.

### 2.5 Porównaj wyniki uzyskane za pomocą zaimplementowanej metody z wcześniejszymi przekonaniem na temat wariantów (porównania parami określone w sekcji Zbiór danych)

W sekcji „Zbiór danych” porównywaliśmy ze sobą następujące warianty:

- *FARM0328* — *FARM0015* — relacja dominacji, a więc nic dziwnego, oba rankingi zachowały tę relację,
- *FARM0346* — *FARM0269* — kolejny przypadek relacji dominacji, jednak nie tak drastycznej, rankingi zachowały relację ustawiając *FARM0346* na pozycji 2 w rankingach, zaś drugi wariant dopiero 3 od końca w obu przypadkach,
- *FARM0046* — *FARM0384* — najlepszy wariant wygrywa z *FARM0384*. Wygrywał na 3 wariantach, przegrywając tylko na ilości pestycydów zużywanych (czyli mało znaczącym w skali problemu czynnikiem), co też zauważyliśmy wcześniej,
- *FARM0483* — *FARM0500* — mimo przewagi pierwszego wariantu aż na trzech kryteriach były one bardzo blisko siebie w rankingach. Tak jak zauważyliśmy znacznie wyższe wyniki dla zbioru plonów o



wysokiej wadze dla *FARM0500* dały tutaj bardzo dużo pomimo strat na innych polach. Różnica w nasłonecznieniu dała zwycięstwo wariantowi *FARM0483* w obu rankingach. Warto zauważyć, że dla *Promethee I* są one oddalone o 1 poziom będąc nieporównywalne z *FARM0025*.

## 2.6 Dodatkowe uwagi na temat uzyskanych wyników. Możesz odnieść się m.in. do wariantów, które cię zaskoczyły, lub do pozycji w rankingu, które uważasz za niepoprawne.

Zaskoczyliśmy się pozycjonowaniem wariantu *FARM0500* w rankingach. Pomimo problemów na innych kryteriach, spodziewaliśmy się, że bardzo wysoki wynik na zebranych plonach usytuuje go wyżej w rankingu. Jednak wagi zostały dobrane w taki sposób, że nie dało mu to znaczącej przewagi i opłacało się mieć „przeciętne” i lepsze wyniki na wielu kryteriach niż tylko na jednym znaczącym. To samo tyczy się wariantu *FARM0433*, który ma rewelacyjny wynik jeśli chodzi o nasłonecznienie (8.85 — najwyższy dla tego zbioru). Jednakże braki w zbiorach plonów oraz bardzo niewielkie opady skutecznie go umiejscowiły na przedostatniej pozycji w rankingu.

## 3 Electre III

### 3.1 Opis informacji preferencyjne podane na wejściu metody

**Uwaga** to samo zostało opisane w sekcji 2.

W oparciu o min-max podanych kryterium decydent wybrał następujące progi i wagi:

Kryterium	q	p	v	Waga (k)	Typ
Nasłonecznienie [h]	0.3	0.8	2.0	4	zysk
Zużycie pestycydów [ml]	2	6	15	2	koszt
Opady [mm]	10	25	70	2	zysk
Plon [kg/ha]	150	500	1500	3	zysk

Tabela 20: Przyjęte wartości progowe (q, p, v), wagi oraz typy dla każdego z kryteriów.

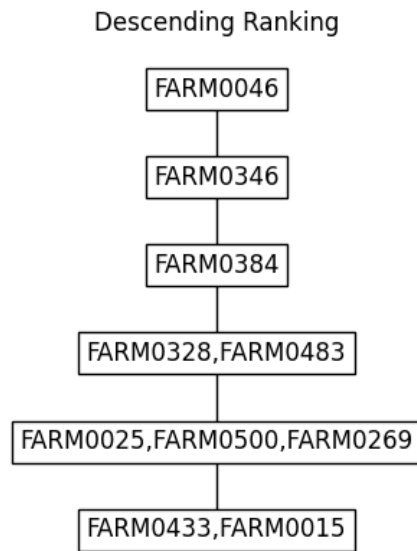
### 3.2 Podaj ostateczny wynik uzyskany za pomocą metody

Metoda *Electre III* uzyskała następujące wyniki:

#### 3.2.1 Destylacja schodząca

ID Farmy	F0500	F0269	F0025	F0328	F0015	F0483	F0046	F0433	F0346	F0384
F0500	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0269	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0025	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0328	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0015	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
F0483	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0046	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0433	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
F0346	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
F0384	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1

Tabela 21: Destylacja schodząca według metody Electre III.

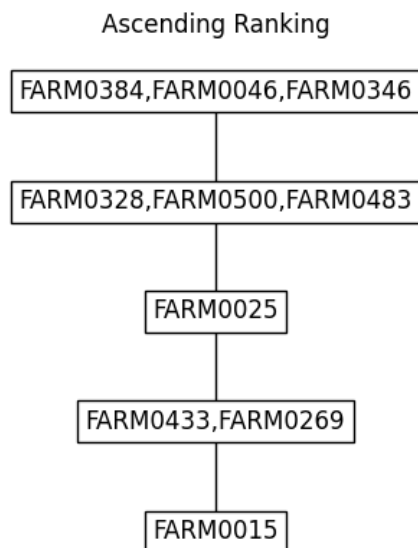


Rysunek 3: Wynikowy wykres dla metody Electre III destylacji schodzącej

### 3.2.2 Destylacja wchodząca

ID Farmy	F0500	F0269	F0025	F0328	F0015	F0483	F0046	F0433	F0346	F0384
F0500	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0269	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0025	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0328	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
F0483	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0046	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0433	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0346	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0384	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 22: Destylacja wchodząca według metody Electre III.



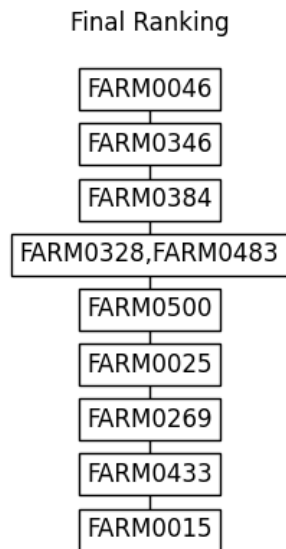
Rysunek 4: Wynikowy wykres dla metody Electre III destylacji wchodzącej

### 3.2.3 Ranking końcowy

Dzięki wynikom obu destylacji tworzony jest ranking końcowy:

ID Farmy	F0500	F0269	F0025	F0328	F0015	F0483	F0046	F0433	F0346	F0384
F0500	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0269	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
F0025	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
F0328	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0015	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
F0483	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
F0046	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F0433	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
F0346	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
F0384	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1

Tabela 23: Ranking końcowy według metody Electre III.



Rysunek 5: Wynikowy wykres dla metody Electre III końcowego rankingu

### 3.3 Skomentuj ostateczne wyniki metody

Można zaobserwować ponownie na najwyższych szczeblach rankingu warianty, które mają bardzo wysokie noty na najwyżej cenionych kryteriach, tj. nasłonecznienie oraz ilość plonów. Najniższe pozycje w rankingu zajmują warianty, które w tych najważniejszych kryteriach mają bardzo słabe wyniki (blisko minimalnych).

### 3.4 Porównaj wyniki uzyskane za pomocą zaimplementowanej metody z wariantami, które zidentyfikowałeś jako najlepszy i najgorszy (w sekcji Zbiór danych)

Obserwujemy, że na szczycie rankingu znajdują się dokładnie te warianty, które szacowaliśmy, że zajmą najwyższe pozycje, tj.: *FARM0046* oraz *FARM0346*. Warto zauważyć, że wariant *FARM0500* wspomniany w sekcji „Zbiór danych” jest mniej więcej w połowie rankingu, zapewne tak jak szacowano przez znaczne braki na kryterium nasłonecznienia. Wariant *FARM0015* znajduje się i tutaj na dole rankingu, co nie jest niczym dziwnym, ponieważ jest on zdominowany przez wiele innych wariantów jak już wykazaliśmy.

### 3.5 Porównaj wyniki uzyskane za pomocą zaimplementowanej metody z wcześniejszymi przekonaniem na temat wariantów (porównania parami określone w sekcji Zbiór danych)

W sekcji „Zbiór danych” porównywaliśmy ze sobą następujące warianty:

- *FARM0328* — *FARM0015* — relacja dominacji, ranking zachował zależność,
- *FARM0346* — *FARM0269* — kolejny przypadek relacji dominacji, ranking zachował zależność, widoczne jest to nawet dla obu typów destylacji,
- *FARM0046* — *FARM0384* — najlepszy wariant wygrywa z *FARM0384*. Wygrywał na 3 wariantach, przegrywając tylko na ilości pestycydów zużywanych (czyli mało znaczącym w skali problemu czynnikiem), co też zauważyliśmy wcześniej. W destylacji wchodzącej usytuowane były tak samo, jednak destylacja schodząca wysunęła na prowadzenie wariant *FARM0046*,
- *FARM0483* — *FARM0500* — mimo przewagi pierwszego wariantu aż na trzech kryteriach były one bardzo blisko siebie w rankingu końcowym (tylko 1 poziom różnicy). Tak jak zauważyliśmy znacznie wyższe wyniki dla zbioru plonów o wysokiej wadze dla *FARM0500* dały tutaj bardzo dużo pomimo strat na innych polach. Różnica w nasłonecznieniu dała zwycięstwo wariantowi *FARM0483*. Wyniki bardzo podobne do wyniku metodą *Promethee I*. Destylacja wchodząca usytuowała je na tym samym poziomie, lecz schodząca rozróżniła je o 1 poziom.

### 3.6 Dodatkowe uwagi na temat uzyskanych wyników. Możesz odnieść się m.in. do wariantów, które cię zaskoczyły, lub do pozycji w rankingu, które uważasz za niepoprawne.

Zadziwiającym jest ujrzeć na tym samym poziomie rankingu warianty *FARM0328* oraz *FARM0483*.

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0328	256.34	6.71	47.54	5535.92
FARM0483	135.54	8.42	18.03	3715.81

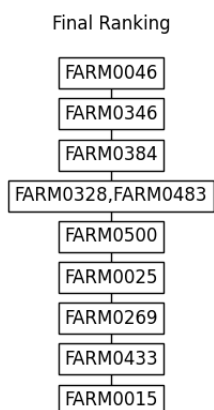
Tabela 24: Dane dla wybranych farm według kryteriów.

Są one bardzo zróżnicowane jeśli chodzi o każde kryterium. *FARM0328* ma o wiele wyższe plony, za to znacznie niższy czas średniego nasłonecznienia dziennego. Również dla opadów wariant ma znacznie lepsze wyniki co „rekompensuje” sobie wykorzystaniem pestycydów, gdzie znacznie gorzej wypada od *FARM0483*. W obu destylacjach nie wyróżniły one zwycięzcy na poziomie destylacji wewnętrznej i są na tych samych poziomach.

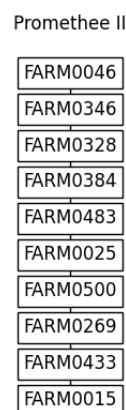
## 4 Porównanie

### 4.1 Zgodność między metodami

Metody są bardzo zgodne jeśli chodzi o ranking ogólny. To co jest najważniejsze dla każdego rankingu, czyli zachowanie tego samego zwycięzcy (a praktycznie całego podium w tej samej kolejności), a także ostatniego miejsca (również praktycznie podium od końca).



Rysunek 6: Electre III — końcowy ranking



Rysunek 7: Promethee II ranking

### 4.2 Różnice między metodami

Metody minimalnie różnią się jeśli chodzi o ranking „średnich” wariantów, zmieniając pozycję niektórych wariantów o maksymalnie 1 poziom. W przypadku *Promethee I* dochodzi dodatkowa informacja odnośnie nieporównywalności niektórych par wariantów ze sobą. Wydaje się ona sensowna i logiczna dla niektórych progów znacznie przekraczających możliwości porównywalności. Jak np. porównanie *FARM0483* oraz *FARM0025*:

Farm ID	Opady [mm] (zysk)	Nasł. [h] (zysk)	Pestycydy [ml] (koszt)	Plon [kg/ha] (zysk)
FARM0483	135.54	8.42	18.03	3715.81
FARM0025	237.74	4.64	12.91	2200.87

Gdzie, dla przypomnienia progi preferencyjne to:

Kryterium	q	p	v
Nasłonecznienie [h]	0.3	0.8	2.0
Pestycydy [ml]	2	6	15
Opady [mm]	10	25	70
Plon [kg/ha]	150	500	1500

Tabela 25: Parametry progowe i wagi dla poszczególnych kryteriów

Można więc zauważyć od razu „veto” dla nasłonecznienia oraz ilości zebranych plonów na korzyść *FARM0483*. Z drugiej jednak strony uzyskujemy „veto” na ilość opadów na korzyść *FARM0025*. Są to dwa zupełnie różne obozy, które są nieporównywalne w skali metody *Promethee I*.

### 4.3 Dodatkowe uwagi na temat wyników

Porównując przykład w poprzednim punkcie, aż niecodzienne jest zobaczyć te dwa warianty tak blisko siebie dla wyników metody *Promethee II*. Patrząc na to, że kryteria nasłonecznienia oraz ilości zebranych plonów mają odpowiednio wagi 4 oraz 3, ciekawym jest obserwować wariant *FARM0025* od razu pod wariantem *FARM0483* w rankingu. Wszakże, opady oraz ilość zużywanych pestycydów mają wagę równą 2 i nie wydaje się, żeby ta przewaga była na tyle znaczna by zagwarantowało jej tylko pozycję niżej. Jednak rozpatrujemy tylko 10 wariantów spośród 500 wylosowanych za pomocą ziarna. Z tego powodu zapewne, akurat dla tego zestawienia, ma to rację bytu, przez wzgląd na beznadziejne wyniki i wartości na kryteriach dla wariantów *FARM0269*, *FARM0433* oraz *FARM0015*.

## 5 Link do repozytorium

Kod źródłowy w repozytorium GitHub dostępny pod linkiem:  
Repozytorium ISWD - projekt 2.