






# Ekotransport i ekologistyka

## Zastosowanie wwd w logistyce. Metoda ELECTRE III

**Piotr Sawicki**  
Wydział Maszyn Roboczych i Transportu  
 p6k. 719, tel./fax. 61 665 22 30  
 E-mail: [piotr.sawicki@put.poznan.pl](mailto:piotr.sawicki@put.poznan.pl)  
 URL: [www.put.poznan.pl/~piotrs](http://www.put.poznan.pl/~piotrs)

ver. 04.06.2007

## Plan zajęć



- ▶ **Wprowadzenie**
  - specyfika problemu wielokryterialnego
  - optymalizacja a wspomaganie decyzji
  - proces podejmowania decyzji
- ▶ **Wielokryterialne wspomaganie decyzji**
  - czym jest wariant?
  - jak wyrażać preferencje?
  - czym jest kryterium?
  - wielokryterialny problem decyzyjny
- ▶ **Zastosowanie metody ELECTRE III**
  - charakterystyka metody
  - ranking usługodawców logistycznych
- ▶ **Podsumowanie**

Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologistyka

2

46

## Wprowadzenie

Problem jedno- a wielokryterialny

Który pojazd wybrać?

Jednokryterialnie

Najtańszy  
(min)

Najbardziej  
trwały  
(max)

O najniższej  
emisji zw. toks.  
(min)



Rozwiązanie  
optymalne



## Wprowadzenie

Problem jedno- a wielokryterialny

Który pojazd wybrać?

Wielokryterialnie

Najtańszy  
(min)

Najbardziej  
trwały  
(max)

O najniższej  
emisji zw. toks.  
(min)



Rozwiązanie  
kompromisowe

?

## Wprowadzenie

### Problem jedno- a wielokryterialny

#### ► Problem jednokryterialny

- zagadnienie do rozwiązania (decyzja do podjęcia)
- wybór odbywa się w oparciu o **jedno reprezentatywne kryterium oceny**
  - np. problem wyboru pojazdu
    - o cena zakupu



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

5

#### ► Problem wielokryterialny

- zagadnienie do rozwiązania (decyzja do podjęcia)
- wybór odbywa się w oparciu o **więcej niż jedno kryterium oceny**
  - np. problem wyboru pojazdu o najwyższej jakości
    - o trwałość,
    - o nowoczesność silnika,
    - o niezawodność,
    - o wyposażenie,
    - o cena zakupu,
    - o ....

46

## Wprowadzenie

### Problem jedno- a wielokryterialny

#### ► Problem jednokryterialny

- **charakteryzuje się ścisłą strukturą (model)**
  - funkcja celu
  - ograniczenia
- rozwiązywany za pomocą narzędzi optymalizacji - optymalizacja jednokryterialna



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

6

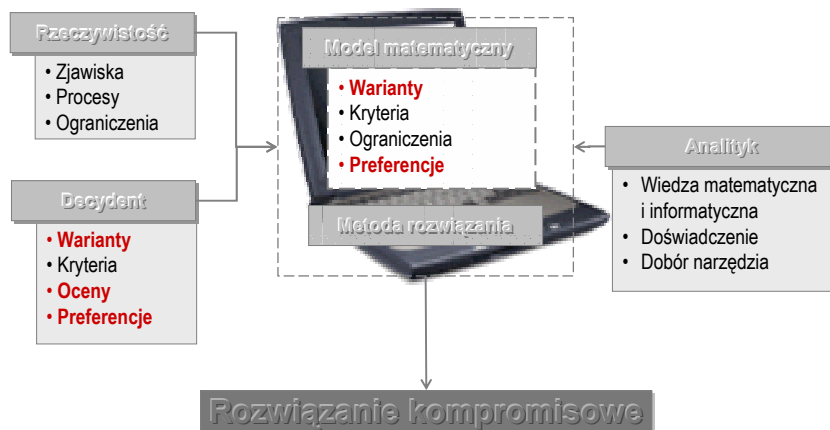
#### ► Problem wielokryterialny

- **nie musi posiadać ścisłej struktury**
  - model programowania wielokryterialnego: posiada ścisłą strukturę
  - w przypadku specyficznych problemów (wybór, klasyfikacja, ranking): brak jest ścisłej struktury
- w przypadku ścisłej struktury mamy do czynienia z optymalizacją wielokryterialną
- w przeciwnym przypadku konieczne jest wspomaganie decyzji (WWD)

46

## Wprowadzenie

Proces podejmowania decyzji w przypadku wielu kryteriów



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

1 Zbiór wariantów

2 Preferencje

3 Zbiór kryteriów

4 Kategorie problemów wielokryterialnych

5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

- 1 Zbiór wariantów
- 2 Preferencje
- 3 Zbiór kryteriów
- 4 Kategorie problemów wielokryterialnych
- 5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Zbiór wariantów

#### ► Zbiór wariantów

- oznaczany jako **A**
- stanowi zbiór obiektów
  - decyzje
  - kandydaci
  - ...
- poddawany analizie i ocenie w trakcie procedury decyzyjnej



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Zbiór wariantów

#### ► Rodzaje zbiorów wariantów

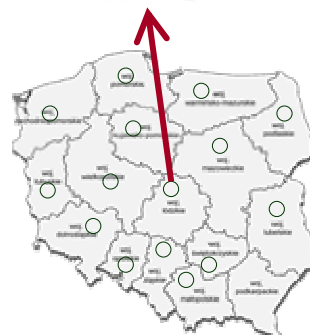
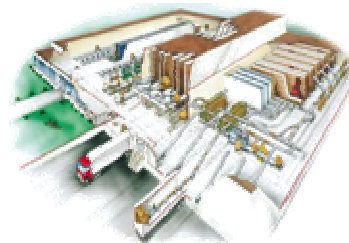
- z uwagi na **sposób definiowania wariantów** w zbiorze  $A$ 
  - bezpośredni
    - skończona (policzalna) lista obiektów
  - pośredni
    - zbiór charakterystycznych własności obiektów (potencjalnych rozwiązań)
- z uwagi na **moment definiowania** zbioru wariantów  $A$ 
  - stabilny
    - zdefiniowany *a priori*
    - nie podlegający zmianom w trakcie procedury decyzyjnej
  - ewolucyjny
    - zdefiniowany *aposteriori*
    - istnieje możliwość modyfikacji zbioru w trakcie procedury decyzyjnej
- z uwagi na wzajemne **związki pomiędzy wariantami** w zbiorze  $A$ 
  - globalny
    - każdy element zbioru  $A$  wyklucza pozostałe warianty ze zbioru
  - cząstkowy
    - dowolny element zbioru  $A$  może tworzyć wariant z innym elementem (-ami) tego zbioru

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Zbiór wariantów

#### ► Przykłady

- przypadek 1 → **lokalizacja terminala przeładunkowego**
  - nowy terminal musi być wybudowany w jednym z regionów Polski
  - rozważa się 15 potencjalnych lokalizacji → decyzja dotyczy wyboru tylko jednej z nich
  - zbiór  $A$  zdefiniowany jest jako lista lokalizacji
  - zbiór
    - bezpośredni
    - stabilny
    - globalny



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Zbiór wariantów

#### ► Przykłady

- przypadek 2 → wybór pracowników na dwa wakujące stanowiska kierowców
  - oczekuje się zatrudnienia dwóch pracowników o podobnych kwalifikacjach
  - 20 pracowników zgłosiło swoje podania
    - 2 niezależne stanowiska (2 różne pojazdy dostawcze) → zbiór  $A$  jest [bezpośredni](#) i [globalny](#)
    - praca w zespole (transport międzynarodowy) – wybór dwóch najlepszych kierowców → zbiór  $A$  jest [bezpośredni](#) i [czastkowy](#)
    - praca w zespole (transport międzynarodowy) – wybór jednej ze 190 kombinacji 2 z 20 kierowców → zbiór  $A$  jest [bezpośredni](#) i [globalny](#)



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Zbiór wariantów

#### ► Przykłady

- przypadek 3 → zarządzanie projektami inwestycyjnymi
  - w dużym przedsiębiorstwie transportowym grupa specjalistów dokonuje selekcji nowych inwestycji (przyjąć / odrzucić)
  - zbiór  $A$  stanowi listę projektów, zbiór jest [bezpośredni](#) [ewolucyjny](#) [czastkowy](#) (wspólna realizacja niektórych projektów)



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

- 1 Zbiór wariantów
- 2 Preferencje
- 3 Zbiór kryteriów
- 4 Kategorie problemów wielokryterialnych
- 5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Preferencje

- ▶ Decydent dokonując porównania dwóch dowolnych wariantów wyraża swoje **indywidualne preferencje**
- ▶ Porównując wariant  $a$  i  $b$  decydent może reagować w jeden z 3 sposobów
  - oba warianty są równoważne  
 $a \sim b$
  - jeden wariant jest preferowany nad drugim  
 $a \succ b$  lub  $b \succ a$
  - oba warianty są nieporównywalne  
 $a \sim b$





## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Preferencje

#### ► Przykład

#### Analiza pojazdów z punktu widzenia komfortu jazdy



- Renault Clio (a) jest równoważny z VW Polo (b)  
 $a \text{ } I \text{ } b$
- VW Passat (c) jest preferowany nad Renault Clio (a)  
 $c \text{ } P \text{ } a$
- Mercedes SLR (d) jest nieporównywalny z Renault Clio (a)  
 $d \text{ } J \text{ } a$

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Preferencje

#### ► Podstawowe własności struktur preferencji

- asymetria:  $a P b \Rightarrow b \not P a$   
(VW Passat)  $P$  (Renault Clio)  $\Rightarrow$  (Renault Clio)  $\not P$  (VW Passat)
- symetria:  $a I b \Rightarrow b I a$   
(Renault Clio)  $I$  (VW Polo)  $\Rightarrow$  (VW Polo)  $I$  (Renault Clio)
- zwrotność:  $a I a$   
(Renault Clio)  $I$  (Renault Clio)

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Preferencje

► Uwzględniając moment wyrażania preferencji decydenta w procedurze decyzyjnej wyróżnia się 3 sytuacje

- preferencje ustalone *a priori*
- preferencje ustalone *a posteriori*
- preferencje wyrażane w *procedurze interaktywnej* (dialogowej)

► Przykłady

- preferencje ustalone *a priori*
  - „preferuję pojazdy sportowe, które osiągają prędkość powyżej 200 km/h i są w kolorze srebrnym – metalicznym”
- preferencje ustalone *a posteriori*
  - „mając do wyboru 3 samochody: VW Passat, Peugeot 607 oraz Mercedes S-Class uważam, że: VW i Peugeot są równoważne, natomiast zdecydowanie preferuję Mercedesa”
- preferencje ustalone *w procedurze interaktywnej* (dialogowej)
  - „mając do wyboru Peugeot 607 oraz Mercedesa S-Class zdecydowanie preferuję Mercedesa”
  - „mając do wyboru Mercedesa S-Class oraz Jaguara zdecydowanie preferuję Jaguara”

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

1 Zbiór wariantów

2 Preferencje

3 Zbiór kryteriów

4 Kategorie problemów wielokryterialnych

5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Kryterium

#### ► Kryterium

- funkcja kryterialna, oznaczana jako  $g$ 
  - ocena wariantu  $a$  z punktu widzenia kryterium  $g \rightarrow g(a)$



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Kryterium

#### ► Kryterium

- zdefiniowana na zbiorze wariantów  $A$
- mierzalna wartość
- przyjmująca wartości z uporządkowanego zbioru
- wyraża preferencję decydenta z określonego punktu widzenia
- wyróżnia się 4 rodzaje kryteriów
  - kryterium prawdziwe
  - semi-kryterium
  - kryterium przedziałowe
  - pseudo-kryterium



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Kryterium

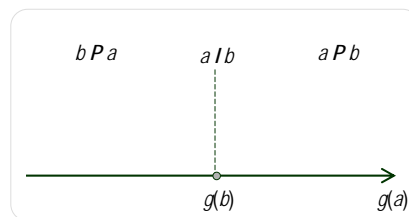
#### ► Rodzaje kryteriów

##### • kryterium prawdziwe

- funkcja kryterialna  $g$  taka, że

$$g(a) \geq g(b) = \begin{cases} aIb & \text{jeżeli } g(a) = g(b) \\ aPb & \text{jeżeli } g(a) > g(b) \end{cases}$$

- nie ma różnicy pomiędzy wariantami  $a$  oraz  $b$  tylko wtedy, gdy  $g(a) = g(b)$
- każda różnica  $g(a) - g(b)$  stanowi miarodajną informację o sile preferencji wariantu  $a$  względem  $b$



#### Przykłady kryteriów prawdziwych

- średnia prędkość środka transportu na trasie 250 km
- czas biegacza na dystansie 100 m

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Kryterium

#### ► Rodzaje kryteriów

##### • pseudo-kryterium

- funkcja kryterialna  $g$ , taka, że

$$g(a) \geq g(b) = \begin{cases} aPb & \text{jeżeli } g(a) > g(b) + p \\ aQb & \text{jeżeli } g(b) + p \geq g(a) > g(b) + q \\ aIb & \text{jeżeli } |g(a) - g(b)| \leq q \end{cases}$$

- relacja preferencji zostaje rozróżniona: słaba i silna preferencja
- różnica pomiędzy wariantami  $a$  oraz  $b$  może wskazywać trzy potencjalne sytuacje
  - równoważność wariantów  $I$  – różnica ocen wariantu  $a$  oraz wariantu  $b$  mieści się w granicy „tolerancji” wyznaczonej progiem równoważności –  $q$
  - słaba preferencja wariantu  $Q$  – różnica ocen wariantu  $a$  i  $b$  jest większa od progu równoważności  $q$  ale mniejsza od progu preferencji –  $p$
  - silna preferencja wariantu  $P$  – różnica ocen wariantu  $a$  i  $b$  jest większa od wartości progu preferencji –  $p$
- wartość progu  $q$  i  $p$  wyrażona jest w postaci funkcji lub stałej wartości

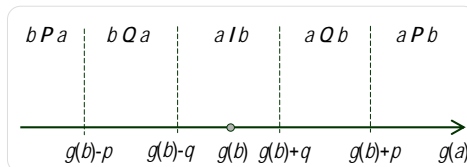
## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Kryterium

#### ► Rodzaje kryteriów

- pseudo-kryterium ...cd
  - funkcja kryterialna  $g$  taka, że

$$g(a) \geq g(b) = \begin{cases} aPb & \text{jeżeli } g(a) > g(b) + p \\ aQb & \text{jeżeli } g(b) + p \geq g(a) > g(b) + q \\ alb & \text{jeżeli } |g(a) - g(b)| \leq q \end{cases}$$



#### Przykłady kryteriów przedziałowych

- roczna liczba uszkodzeń lokomotywy ( $q=5$ ;  $p=20$ )
- przychód ze sprzedaży biletów ( $q=14.000$ ;  $p=29.000$ )

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

1 Zbiór wariantów

2 Preferencje

3 Zbiór kryteriów

4 Kategorie problemów wielokryterialnych

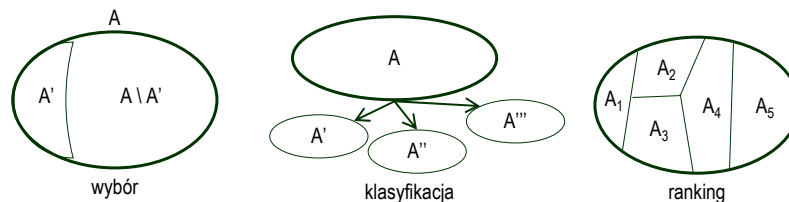
5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Problem wielokryterialny

#### ► Klasyfikacja wielokryterialnych problemów decyzyjnych

- określenie podzbioru najlepszych wariantów ze zbioru  $A$  z punktu widzenia zbioru kryteriów  $F$   
**problem wyboru**
- podział zbioru  $A$  na podzbiory, zgodnie z ustalonymi normami określonymi na podstawie zbioru kryteriów  $F$   
**problem klasyfikacji** (lub sortowania)
- uszeregowanie wszystkich wariantów ze zbioru  $A$  od najlepszego do najgorszego, z punktu widzenia zbioru kryteriów  $F$   
**problem szeregowania** (rankingowania)



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

27

46

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Problem wielokryterialny



#### ► Przykłady wielokryterialnych problemów transportowych/logistycznych

- problem wyboru
  - wybór nowego typu autobus(u)-ów dla przedsiębiorstwa autobusowego
  - wybór najlepszej opcji finansowania zakupu środków transportowych
  - konstrukcja portfela usług transportowych oferowanych na rynku
- problem klasyfikacji
  - konkurs ofert firm transportowych na obsługę przedsiębiorstwa produkcyjnego
    - (i) oferty przyjęte bez dalszych analiz
    - (ii) oferty odrzucone
    - (iii) oferty odesłane do uzupełnienia
- problem szeregowania
  - ranking firm transportowych z punktu widzenia jakości świadczonych usług
  - ranking autobusów do obsługi systemu komunikacji miejskiej

Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

28

46

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Metody wspomagania decyzji

#### ► Wieloatrybutowa teoria użyteczności (szkoła amerykańska)

- Ralph Keeney, Howard Raiffa
  - agregowanie różnych kryteriów (punktów widzenia) do jednej funkcji użyteczności
    - kryterium globalne
    - funkcja optymalizowana
- $$\text{Min } U(z) = U(z_1, z_2, \dots, z_n)$$
- zakłada się, że wszystkie analizowane kryteria z  $F$  są porównywalne między sobą
  - preferencje są „zakorzenione” w świadomości decydenta

#### ► Relacja przewyższania (szkoła europejska)

- Bernard Roy, Philippe Vincke, Roman Słowiński
- modelowanie preferencji odbywa się za pomocą relacji przewyższania  $S$
- dopuszcza się nieporównywalność pomiędzy rozważanymi kryteriami z rodziny  $F$
- preferencje decydenta ulegają ewolucji w trakcie procesu decyzyjnego

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

1 Zbiór wariantów

2 Preferencje

3 Zbiór kryteriów

4 Kategorie problemów wielokryterialnych

5 Metoda ELECTRE III

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Rodzina metod ELECTRE

Sposób modelowania preferencji	Moment definiowania preferencji		
	a'priori	a'posteriori	dialogowo
Metody wykorzystujące wieloatrybutową funkcję użyteczności			
Metody wykorzystujące relację przewyższania			

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### Rodzina metod ELECTRE

#### ► Podział metod z rodziny ELECTRE

- ELECTRE I
  - B.Roy, 1968
  - problem wyboru
  - kryterium prawdziwe
- ELECTRE II
  - B.Roy, P.Bertier, 1971
  - problem rankingu
  - kryterium prawdziwe
- ELECTRE III
  - B.Roy, 1978
  - problem rankingu
  - kryterium przedziałowe
- ELECTRE IV
  - J.Hugonnard, B.Roy, 1982
  - problem rankingu
  - pseudo-kryterium
  - pominięcie ważności kryteriów
- ELECTRE TRI
  - J.Moscarola, B.Roy, 1978
  - problem klasyfikacji
  - pseudo-kryterium



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Ogólna charakterystyka

#### ► Metoda ELECTRE III

- Bernard Roy, Université Paris-Dauphine, 1978
- bazuje na relacji przewyższania, zdefiniowanej na zbiorze wariantów  $A$
- wykorzystywana jest do szeregowania wariantów
- dostępna jest wersja demonstracyjna
  - 8 wariantów
  - 5 kryteriów
  - <http://www.lamsade.dauphine.fr>

#### ► Procedura obliczeniowa składa się z 3 głównych etapów

- e1: konstrukcja macierzy ocen i definiowania preferencji decydenta
- e2: budowa wartościowanej relacji przewyższania  $S$
- e3: wykorzystywanie wartościowanej relacji przewyższania

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Etapy metody

#### ► Etap I

- definiowana jest spójna rodzina kryteriów  $F$ , oceniających analizowany zbiór wariantów  $A$
- każdy z wariantów  $A = \{a, b, c, \dots\}$  oceniany jest z punktu widzenia wszystkich analizowanych kryteriów  $g_j, j=1, 2, \dots, n$ , stąd:  $g_j(a), g_j(b), \dots$
- definiowany jest model preferencji decydenta (osobno dla każdego z kryteriów  $j$ ), uwzględniający w ELECTRE III
  - równoważność wariantów ( $a I_j b$ )
  - słabą preferencję jednego wariantu nad drugim ( $a Q_j b$  lub  $b Q_j a$ )
  - silną preferencję jednego wariantu nad drugim ( $a P_j b$  lub  $b P_j a$ )
  - **nieporównywalność wariantów** ( $a J_j b$  lub  $b J_j a$ )
- model preferencji definiowany jest w postaci wartości progowych
  - próg równoważności:  $q_j$
  - próg preferencji:  $p_j$
  - próg veta:  $v_j$
  - współczynnik ważności kryterium:  $k_j$

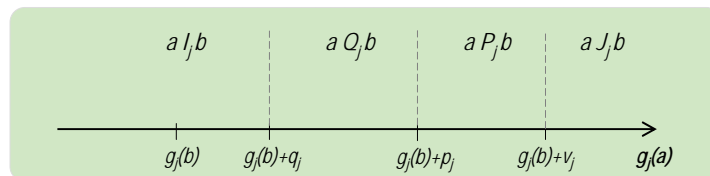
## Wielokryterialne wspomaganie decyzji ELECTRE III / Etapy metody

### ► Etap I (cd)

- porównanie dwóch wariantów  $a$  i  $b$  prowadzi do sytuacji

- $a$  jest równoważne z  $b$   
 $a I_j b \Leftrightarrow g_j(a) - g_j(b) \leq q_j$
- $a$  jest słabo preferowane nad  $b$   
 $a Q_j b \Leftrightarrow g_j(b) + q_j < g_j(a) \leq g_j(b) + p_j$
- $a$  jest silnie preferowane nad  $b$   
 $a P_j b \Leftrightarrow g_j(b) + p_j < g_j(a) \leq g_j(b) + v_j$
- $a$  jest nieporównywalne z  $b$   
 $a J_j b \Leftrightarrow g_j(a) > g_j(b) + v_j$

próg  $v_j$  ma tę własność, że nie można przyjąć twierdzenia, że  $a S b$  nawet, jeżeli z punktu widzenia pozostałych kryteriów twierdzenie takie jest prawdziwe



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

35

46

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji ELECTRE III / Etapy metody

### ► Etap II

- relacji przewyższania ocenia stopień wiarygodności, że  $a$  jest co najmniej tak dobry jak  $b$ , wyrażony za pomocą **współczynnika zgodności**  $C(a,b)$

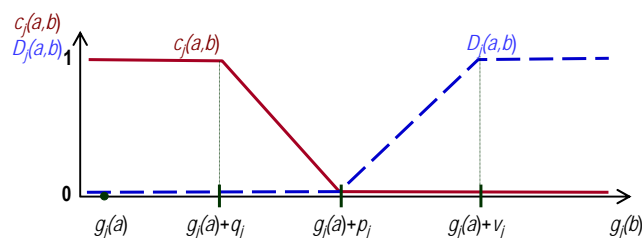
$$C(a,b) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^n k_j \cdot c_j(a,b), \text{ przy czym } K = \sum_{j=1}^n k_j$$

gdzie:

$k_j$  – współczynnik ważności  $j$ -tego kryterium,

$c_j(a,b)$  – współczynnik zgodności z punktu widzenia  $j$ -tego kryterium

- miarą zaprzeczenia relacji  $a S b$  jest **współczynnik niezgodności**  $D_j(a,b)$



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologia

36

46

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Etapy metody

#### ► Etap II (cd)

- ostatecznie, stopień przewyższania  $S(a,b)$  zdefiniowany jest jako:

$$S(a,b) = \begin{cases} C(a,b) & \text{jeżeli } D_j(a,b) \leq C(a,b), \forall j \\ C(a,b) \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1-D_j(a,b)}{1-C(a,b)} & \end{cases}$$

gdzie:

$J(a,b)$  – zbiór kryteriów, dla których  $D_j(a,b) > C(a,b)$ .

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Etapy metody

#### ► Etap III

- etap ten oparty jest na algorytmie klasyfikacyjnym, wykorzystującym wartościowaną relację przewyższania
- algorytm bazuje na
  - wartości  $\lambda = \max_{a,b \in A} S(a,b)$
  - progu odcięcia  $s(\lambda)$
 na podstawie których definiowane są te pary wariantów  $(a,b)$ , dla których  $S(a,b) \geq \lambda - s(\lambda)$
- dla obiektów spełniających tę relację określany jest współczynnik klasyfikacji, który jest różnicą pomiędzy liczbą wariantów, które wariant  $a$  przewyższa, a liczbą wariantów, przez który jest przewyższany
- wariant o najwyższej wartości wsp. klasyfikacji jest rozwiązaniem o najwyższej lokacie w **preporządku zstępującym**
- analogicznie budowany jest ranking wstępujący, z tym, że procedura rozpoczyna się od rozwiązania najgorszego – **preporządek wstępujący**
- ranking finalny** stanowi przecięcie obu preporządków

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1

- ▶ Rozważany jest problem oceny funkcjonowania firmy transportowej Ryder Polska, jako firmy obsługującej przedsiębiorstwo produkcyjne, na tle alternatywnych propozycji rynkowych (rok 2002)
- ▶ W celu stworzenia rankingu rozważanych wariantów (firm transportowych) od najlepszego do najgorszego zastosowano metodę ELECTRE III
- ▶ W rozważanym problemie pod rozwagę przyjęto zbiór 7 wariantów:
  - Polkombi S.A.
  - No Limit Sp. z o.o.
  - Trans Universal Poland S.A.
  - C. Hartwig Katowice S.A.
  - Euroad Sp. z o.o.
  - Spedycja Polska SPEDPOL Sp. z o.o.
  - Ryder Polska Sp. z o.o.

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1

- ▶ Do oceny każdego z wariantów zaproponowano zbiór 9 kryteriów oceny, stanowiący spójną rodzinę kryteriów
  - doświadczenie na rynku
  - efektywność majątku trwałego
  - całkowity koszt obsługi
  - średni czas obsługi na terenie kraju
  - średni wiek taboru
  - efektywność pracowników
  - udział w rynku
  - kompleksowość usługi (a w tym: własne opakowania, środki komunikacji, magazynowanie, wdrożenie normy ISO, wiarygodność firmy, oryginalny software)
  - kwalifikacje pracowników

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1

#### ► Tablica ocen

		Euroad	C.Hartwig Katowice	Trans Universal	No Limit	Polkombi	Spedpol	Ryder Polska
Doświadczenie na rynku	lata	9	141	9	9	8	8	3
Efektywność majątku trwałego	--	2,61	8,78	4,16	2,16	5,33	4,46	18,92
Całkowity koszt obsługi	tys. zł	8.748	16.411	14.009	10.815	12.371	12.183	22.117
Średni czas obsługi na terenie kraju	godz.	24	24	24	48	72	24	24
Średni wiek taboru	lata	2	3	4	8	7	5	2
Efektywność pracowników	tys.zł /prac	207,25	107,02	145,26	113,20	473,36	183,66	341,86
Udział w rynku	%	1,20	2,76	0,84	0,22	0,76	5,50	0,67
Kompleksowość usługi	pkt.	7,5	3,0	7,0	8,0	2,5	12,0	4,0
Kwalifikacje pracowników	godz./ prac	3	8	0,39	32	50	3,2	70

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1

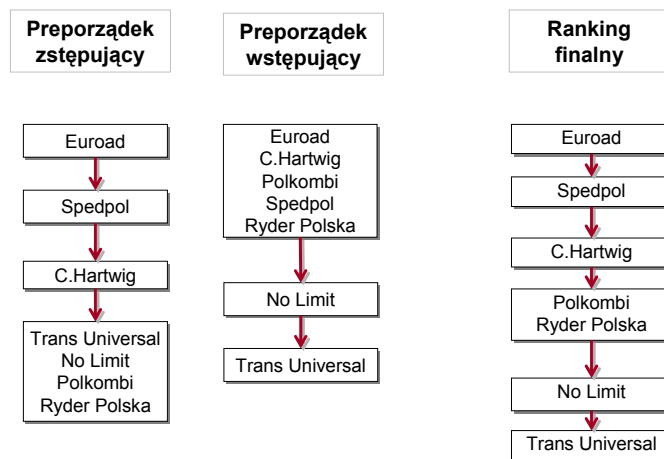
#### ► Model preferencji decydenta

		q	p	v	k	dp
Doświadczenie na rynku	lata	2	5	20	5	max
Efektywność majątku trwałego	-	2	6	10	1	max
Całkowity koszt obsługi	tys. zł	200	2650	5300	50	min
Średni czas obsługi na terenie kraju	godz.	10	25	40	30	min
Średni wiek taboru	lata	1	2	5	1	min
Efektywność pracowników	tys.zł /prac	10	50	200	1	max
Udział w rynku	%	0,5	1,0	3,0	1	max
Kompleksowość usługi	pkt.	1	4	8	10	min
Kwalifikacje pracowników	godz./ prac	10	25	35	1	max

dp – kierunek preferencji

## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

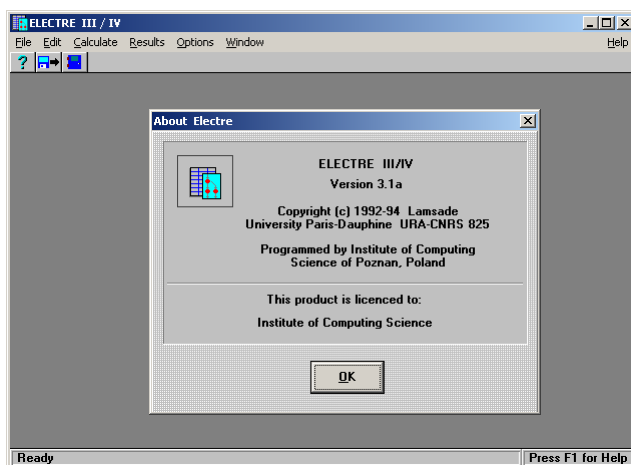
### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1



## Wielokryterialne wspomaganie decyzji

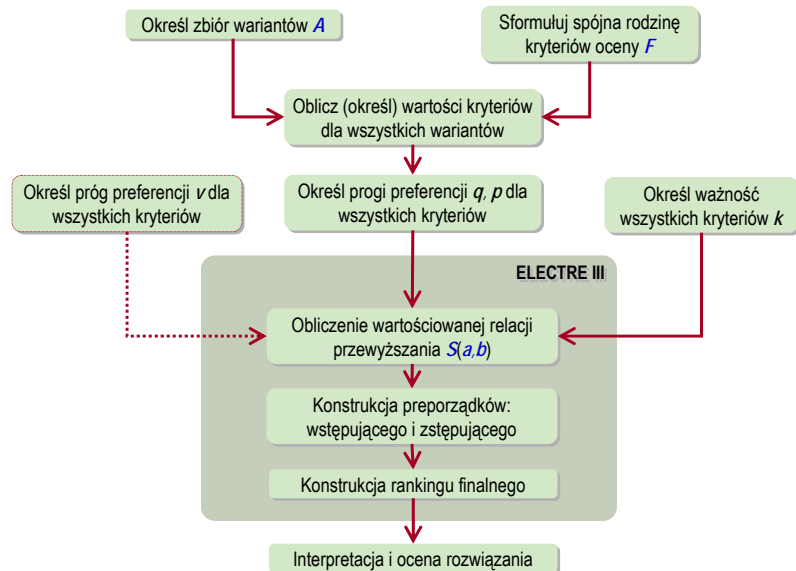
### ELECTRE III / Zastosowanie / Przykład 1

- Zastosowanie pakietu ELECTRE III / IV do rozwiązywania problemów decyzyjnych w transporcie



## Podsumowanie

### Syntetyczny algorytm zastosowania metody ELECTRE III



## Podsumowanie

### ► Główne pojęcia

- wspomaganie decyzji vs. optymalizacja
- wariant
- zbiór wariantów
  - sposób definiowania
  - moment definiowania
  - związek pomiędzy wariantami
- model preferencji
  - równoważność ( $I$ )
  - słaba preferencja ( $Q$ )
  - silna preferencja ( $P$ )
  - nieporównywalność ( $J$ )
- kryterium
  - prawdziwe
  - przedziałowe
- kategorie wielokryterialnych problemów decyzyjnych
  - wybór
  - szeregowanie
  - klasyfikacja
- metoda ELECTRE III



## Podsumowanie

- ▶ **Rozwiązanie problemu**
  - jednokryterialnego jest rozwiązaniem najlepszym
  - wielokryterialnego jest rozwiązaniem kompromisowym
- ▶ **Rozwiązanie problemu wielokryterialnego**
  - wymaga zdefiniowania preferencji → wspomaganie decyzji
- ▶ **Metody wwd z racji uwzględnienia preferencji decydenta będą zawsze metodami uzyskiwania subiektywnych rozwiązań**



Piotr Sawicki / Ekotransport i ekologistyka

47

46

Ekotransport i ekologistyka

Zastosowanie wwd  
w logistyce.  
Metoda ELECTRE III

Piotr Sawicki

Wydział Maszyn Roboczych i Transportu  
pok. 719, tel./fax. 61 665 22 30

E-mail: [piotr.sawicki@put.poznan.pl](mailto:piotr.sawicki@put.poznan.pl)

URL: [www.put.poznan.pl/~piotrs](http://www.put.poznan.pl/~piotrs)

ver. 04.06.2007