



# **WSPOMAGANIE DECYZJI**

## **I**

**Roman Słowiński**

Zakład Inteligentnych Systemów Wspomagania Decyzji  
Instytut Informatyki  
Politechniki Poznańskiej

- **Problem decyzyjny:**
  - Istnieje cel lub cele do osiągnięcia
  - Istnieją alternatywne sposoby osiągnięcia tego celu (celów)
  - Wybór najlepszego sposobu nie jest trywialny

- **Modele problemów decyzyjnych:**

Modele teorio-decyzyjne:

- optymalizacyjny (badania operacyjne)
- wielokryterialny (wielokryterialne wspomaganie decyzji)

Modele sztucznej inteligencji:

- symboliczny (maszynowe uczenie się)
- neuronowy (sztuczne sieci neuronowe)

- **Modelowanie matematyczne**

Reprezentacja problemu decyzyjnego z użyciem funkcji i/lub relacji porządkujących.

Forma reprezentacji: programowanie matematyczne, relacja preferencji w zbiorze wariantów decyzyjnych.

- **Maszynowe uczenie się**

Budowanie reprezentacji problemu decyzyjnego na drodze analizy przykładów decyzji (przykładów uczących).

Forma reprezentacji: wyrażenia logiczne, reguły decyzyjne, drzewa decyzyjne, sieci semantyczne.

- **Modelowanie problemów decyzyjnych a niedoskonałość informacji**
  - **Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna** [Bernoulli, 1700] – niepewność wynikająca z przypadkowej zmienności parametrów (*werystyczna*).
  - **Teoria zbiorów rozmytych** [Zadeh, 1965] – niepewność natury subiektywnej (*posybilistyczna*).
  - **Teoria zbiorów przybliżonych** [Pawlak, 1982] – niepewność wynikająca z granularności informacji (*niespójność, dwuznaczność*).

- **Model programowania matematycznego:**
  - rozwiązanie (wariant decyzyjny):  $\mathbf{x}=[x_1, \dots, x_n]$
  - funkcja celu (kryterium):  $f(\mathbf{x})$
  - ograniczenia definiujące zbiór  $A$  rozwiązań dopuszczalnych (wariantów decyzyjnych):  $g_i(\mathbf{x}), i=1, \dots, m$

Problem programowania matematycznego:

Należy:  $z = f(\mathbf{x}) \rightarrow \mathbf{MIN}$  (lub  $\mathbf{MAX}$ )

przy ograniczeniach:  $g_i(\mathbf{x}) \leq$  (lub  $\geq$ )  $b_i$   $i=1, \dots, m$

# Problem programowania liniowego (PL)

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow MIN$$

przy ograniczeniach :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \{ \leq, =, \geq \} b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

# Wielokryterialny problem PL (WPL)

$$\left[ \begin{array}{c} z_1 = \sum_{j=1}^n c_j^1 x_j \\ \vdots \\ z_k = \sum_{j=1}^n c_j^k x_j \end{array} \right] \rightarrow MIN$$

przy ograniczeniach :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \{ \leq, =, \geq \} b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$



# Przykład: „problem diety”

- Opracować dietę złożoną z dwóch produktów,  $A$  i  $B$ , zawierających trzy składniki odżywcze,  $M_1, M_2, M_3$

Składnik odżywczy	Zawartość w produkcie $A$	Zawartość w produkcie $B$	Pożądane ilości składników
$M_1$	9	3	$\geq 45$
$M_2$	1	4	$\geq 16$
$M_3$	2	2	$\leq 20$
Cena jednostkowa	200	400	

- znaleźć dietę o minimalnym koszcie
- wariant decyzyjny (rozwiązanie) – ilość produktów  $A$  i  $B$  w diecie:  $x = [x_A, x_B]$

# „Problem diety” jako problem PL

$$z = 200x_A + 400x_B \rightarrow MIN$$

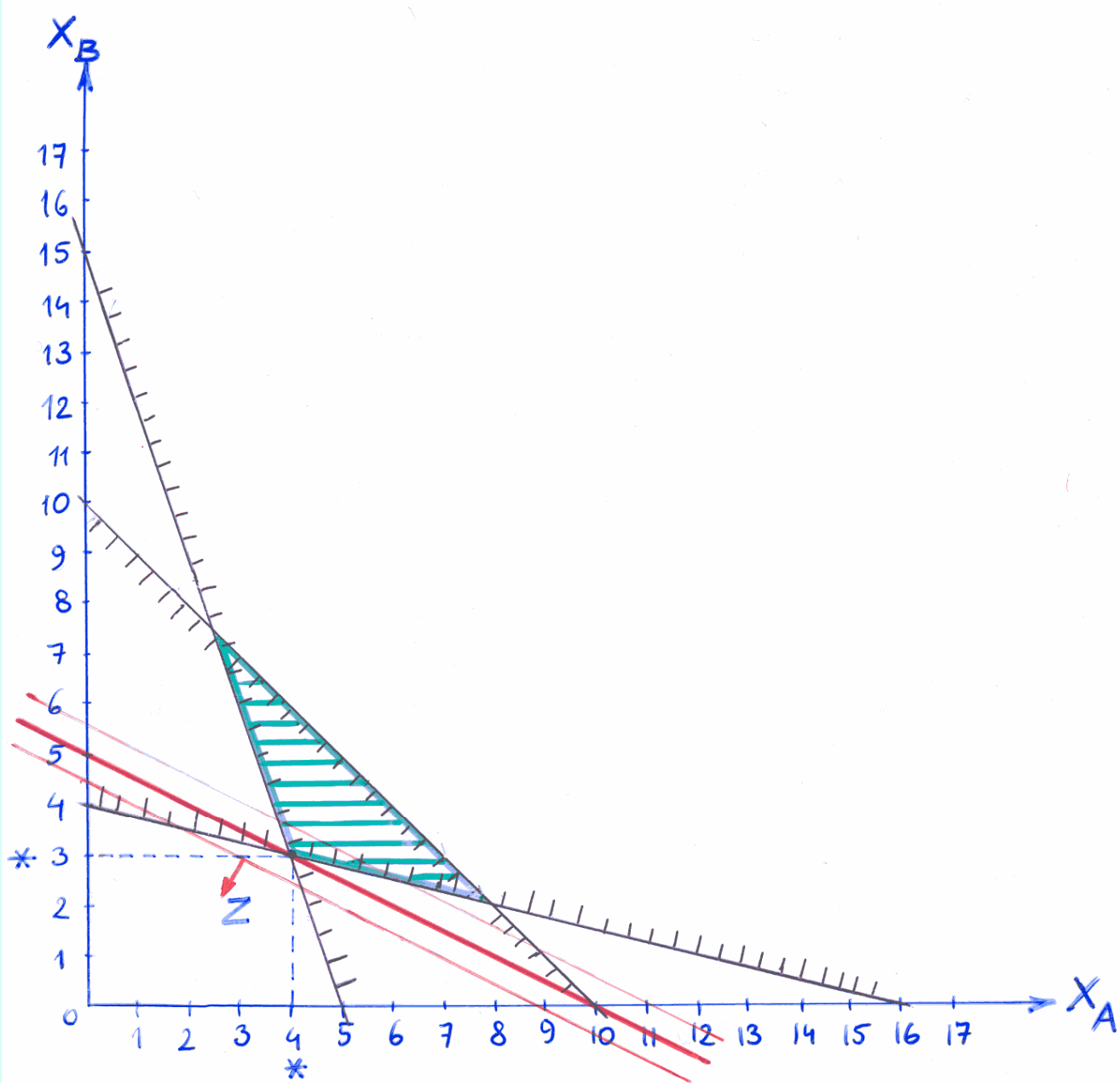
przy ograniczeniach :

$$9x_A + 3x_B \geq 45$$

$$x_A + 4x_B \geq 16$$

$$2x_A + 2x_B \leq 20$$

$$x_A, x_B \geq 0$$



$$X^* = [4, 3]$$

$$z^* = 2000$$

# „Problem diety” jako problem WPL

$$\begin{bmatrix} z_1 = x_A \\ z_2 = x_B \end{bmatrix} \rightarrow MIN$$

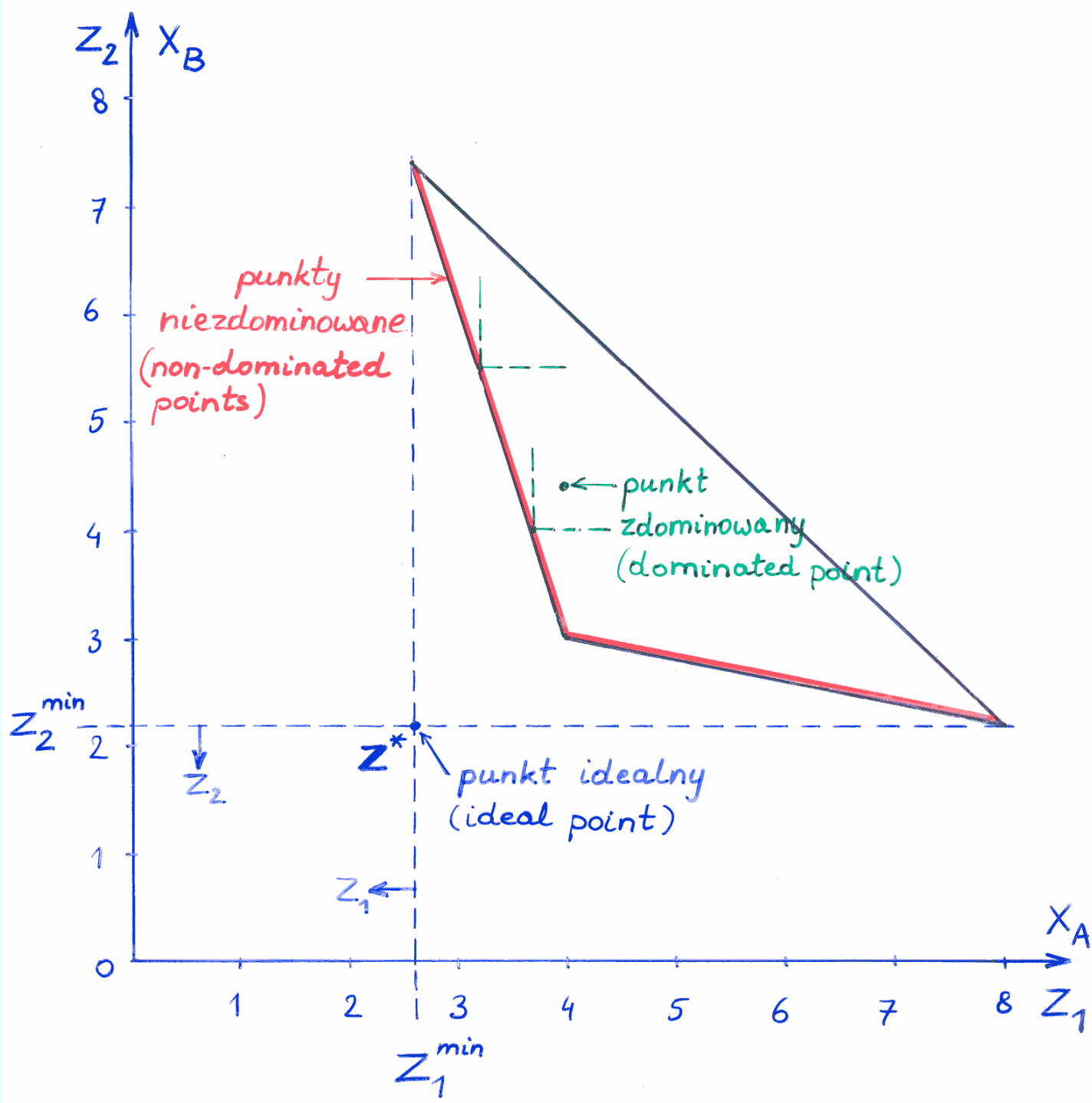
przy ograniczeniach :

$$9x_A + 3x_B \geq 45$$

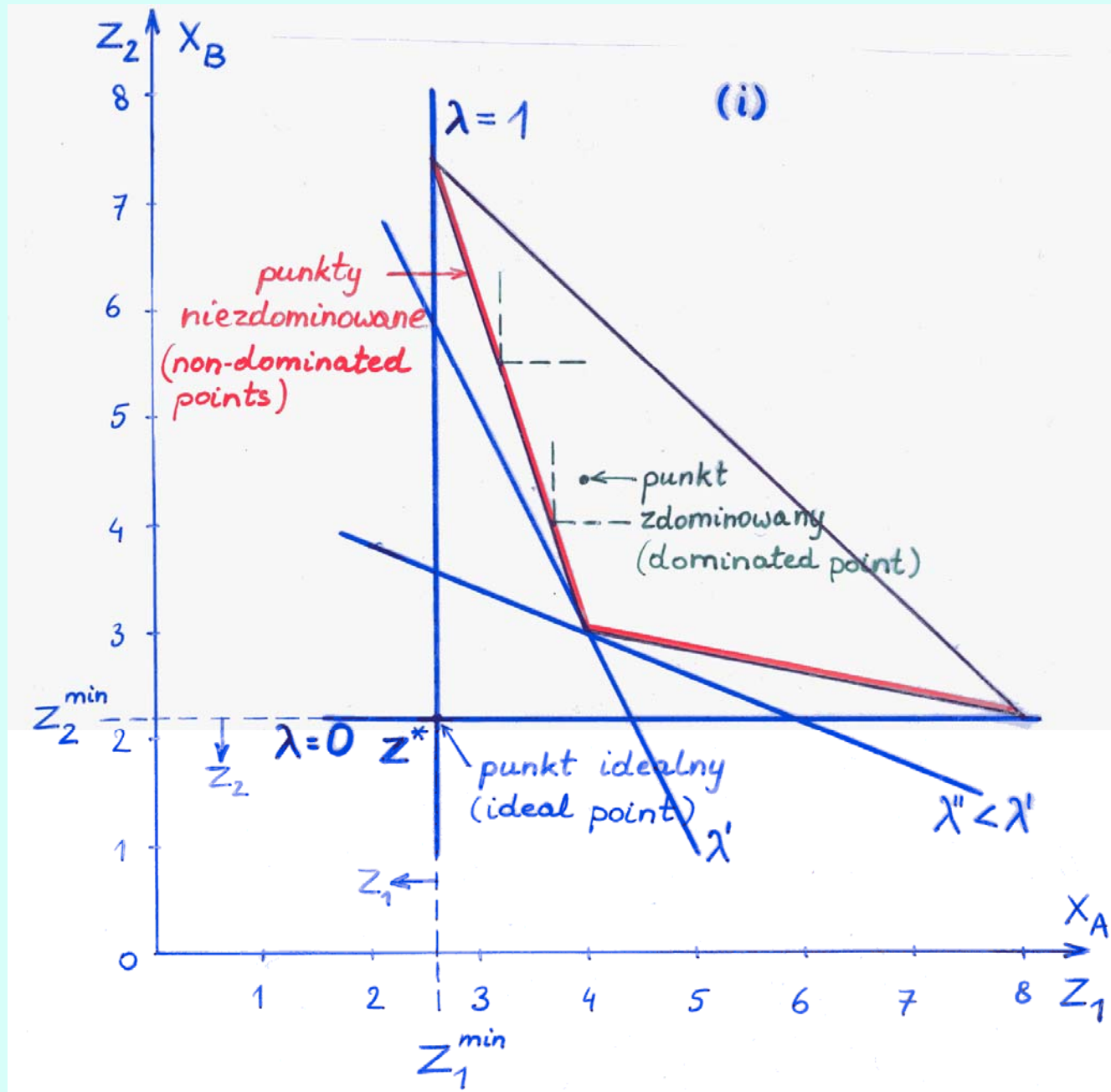
$$x_A + 4x_B \geq 16$$

$$2x_A + 2x_B \leq 20$$

$$x_A, x_B \geq 0$$

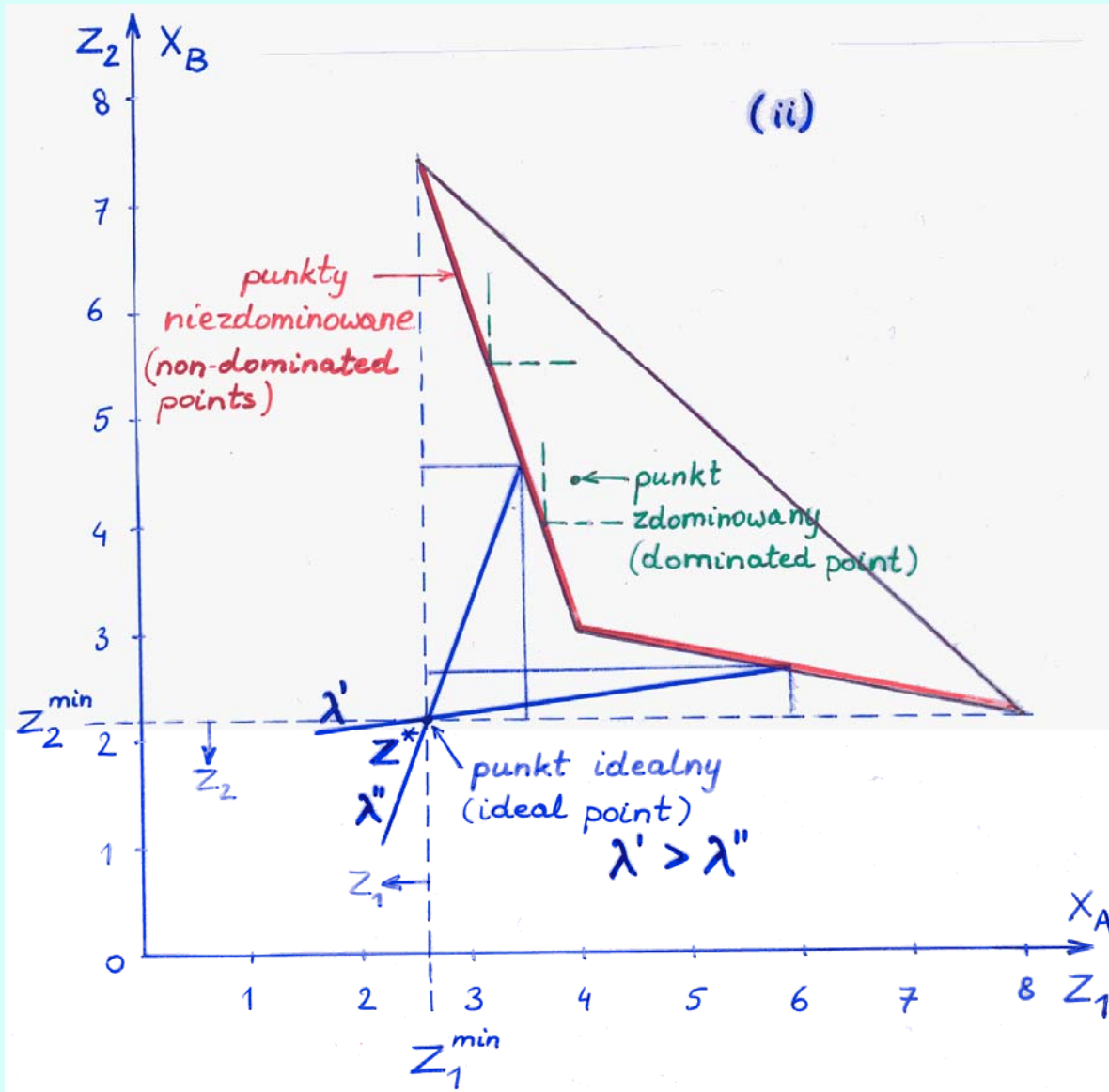


- Funkcja skalaryzująca:  $s(\lambda, z_1, z_2) = \lambda z_1 + (1 - \lambda)z_2$ ,  $0 \leq \lambda \leq 1$



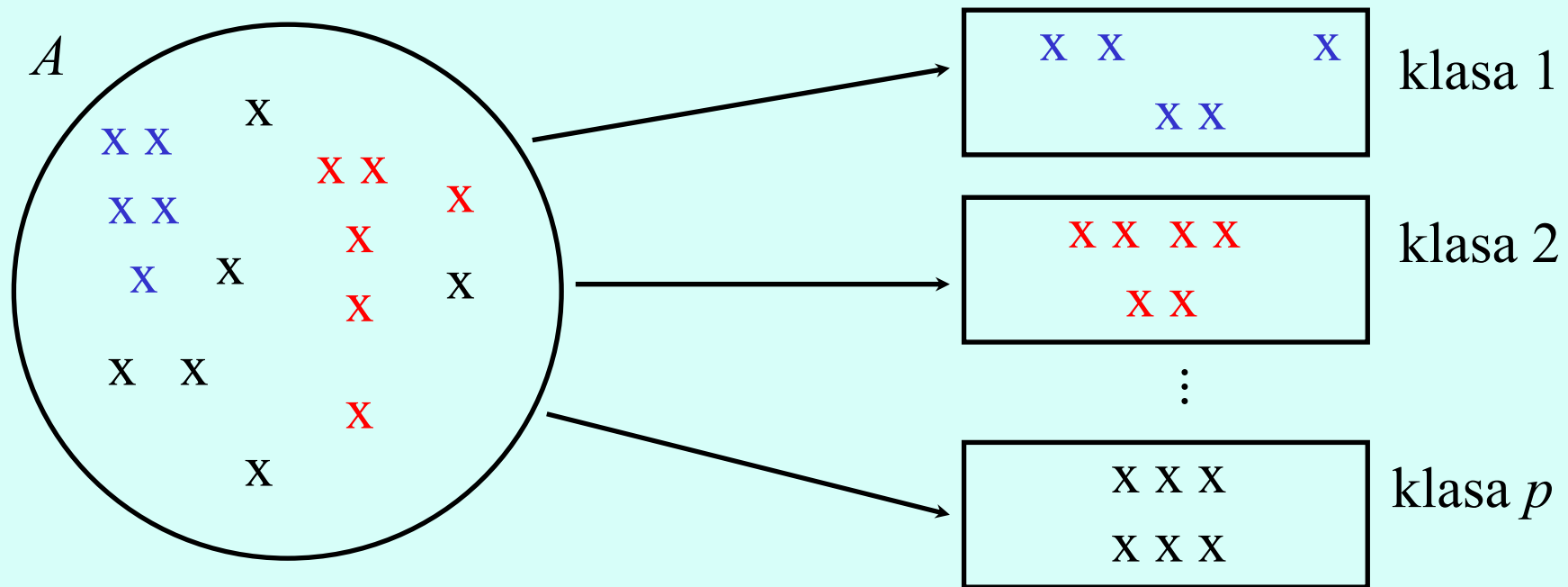
- Funkcja skalaryzująca:

$$s(\lambda, z_1, z_2, z_1^*, z_2^*) = \max \left\{ \lambda [z_1(\mathbf{x}) - z_1^*], (1 - \lambda) [z_2(\mathbf{x}) - z_2^*] \right\}, \quad 0 \leq \lambda \leq 1$$



- **Podstawowe kategorie problemów decyzyjnych**  
w odniesieniu do zbioru wariantów decyzyjnych  $A$

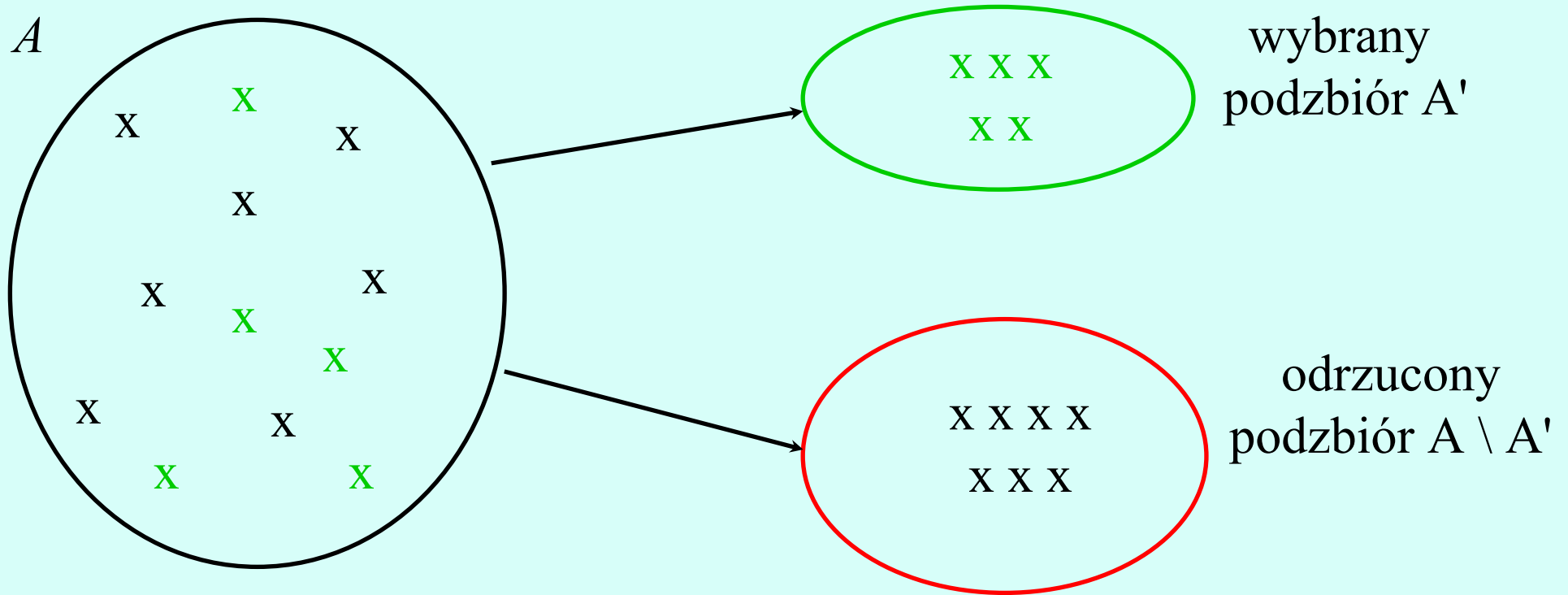
## Klasyfikacja lub sortowanie



klasa 1  $\succ$  klasa 2  $\succ$  ...  $\succ$  klasa  $p$



# Wybór lub optymalizacja



# Porządkowanie wg. malejących preferencji

