

## Optymalizacja wielokryterialna

### 1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z problematyką optymalizacji wielokryterialnej i wyznaczenie rozwiązań minimalnych w sensie Pareto.

### 2. Testowa funkcje celu.

Funkcje celu dane są wzorami:

$$f_1(x_1, x_2) = a((x_1 - 5)^2 + (x_2 - 5)^2)$$

$$f_2(x_1, x_2) = 1/a((x_1 + 5)^2 + (x_2 + 5)^2)$$

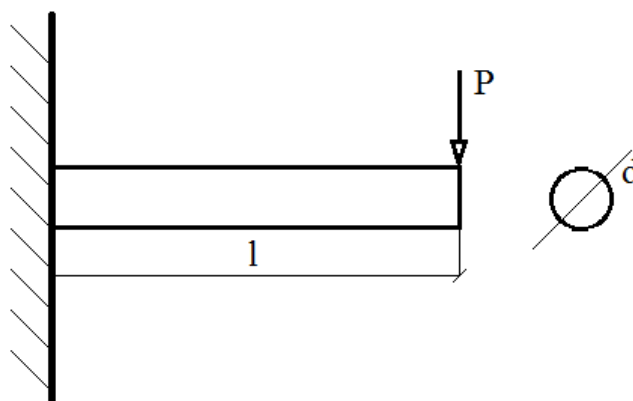
gdzie:  $a$  jest parametrem, którego wartość należy przyjąć równą:

- $a = 1$ ,
- $a = 10$ ,
- $a = 100$ .

Punkt startowy powinien należeć do przedziału  $x_1^{(0)} \in [-10, 10]$ ,  $x_2^{(0)} \in [-10, 10]$ .

### 3. Problem rzeczywisty.

Belka o długości  $l$  i przekroju kołowym o średnicy  $d$  jest obciążona siłą  $P$ .



Ugięcie belki pod wpływem działania siły wynosi:

$$u = \frac{64 \cdot P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot \pi \cdot d^4}$$

występujące naprężenie wynosi:

$$\sigma = \frac{32 \cdot P \cdot l}{\pi \cdot d^3}$$

gdzie:

$P = 1$  kN – działająca siła,

$E = 207$  GPa - moduł Young,

Pierwszym kryterium optymalizacji jest masa belki ( $f_1$ ), drugim jej ugięcie ( $f_2$ ). Gęstość materiału z którego wykonana jest belka wynosi  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ . Jako zmienne optymalizacji należy przyjąć

zmienne  $l$  oraz  $d$  ( $l \in [200 \text{ mm}, 1000 \text{ mm}]$ ,  $d \in [10 \text{ mm}, 50 \text{ mm}]$ ). Dodatkowymi ograniczeniami są maksymalne ugięcie belki równe  $u_{max} = 5 \text{ mm}$  oraz maksymalne naprężenie  $\sigma_{max} = 300 \text{ MPa}$ .

#### 4. Algorytmy optymalizacji.

Problem wielokryterialny należy zamienić na problem jednokryterialny stosując metodę kryterium ważonego, tj. przyjąć:

$$f(\mathbf{x}) = w \cdot f_1(\mathbf{x}) + (1 - w) \cdot f_2(\mathbf{x})$$

gdzie:  $w \in [0,1]$ .

Do wyznaczenia minimum funkcji celu należy zastosować metodę Powella. Minimalizację na kierunku należy przeprowadzić metodą złotego podziału, a dodatkowe ograniczenia występujące w problemie rzeczywistym (maksymalne ugięcie belki oraz maksymalne naprężenie) należy uwzględnić stosując zewnętrzną funkcję kary.

#### 5. Zadanie do samodzielnego wykonania.

##### a. Testowa funkcja celu.

Zadanie polega na przeprowadzeniu 101 optymalizacji (dla  $w = \{0, 0.01, 0.02, \dots, 1\}$ ) dla każdej wartości parametru  $a$  startując z losowego punktu początkowego. Wyniki należy zestawić w pliku xlsx w tabeli 1. Dla każdej wartości parametru  $a$  należy narysować wykres przedstawiający rozwiązania minimalne w sensie Pareto.

##### b. Problem rzeczywisty.

Zadanie polega na przeprowadzeniu 101 optymalizacji (dla  $w = \{0, 0.01, 0.02, \dots, 1\}$ ) startując z losowego punktu początkowego. Wyniki należy zestawić w pliku xlsx w tabeli 2. Dodatkowo, należy narysować wykres przedstawiający rozwiązania minimalne w sensie Pareto.

#### 6. Sprawozdanie.

Sprawozdanie powinno zostać przygotowane w formacie docx (lub doc) albo pdf i powinno zawierać parametry poszczególnych algorytmów, dyskusję wyników oraz wnioski. Dodatkowo, w sprawozdaniu należy umieścić kod zaimplementowanych metod oraz funkcje main i fit\_fun. Wyniki optymalizacji należy przygotować w formacie xlsx (lub xls).