

## Horolezecký algoritmus – Hľadanie globálneho minima Hill Climbing Algorithm

### Obsah

<b>Úloha 1: Optimalizácia funkcie jednej premennej</b>	<b>2</b>
Cieľ úlohy . . . . .	2
Postup riešenia . . . . .	2
Bonusové úlohy . . . . .	4
<b>Odvzdanie a hodnotenie</b>	<b>4</b>
Dokumentácia výsledkov (PDF) . . . . .	4
Obhajoba riešenia . . . . .	4
<b>Odporučané nástroje a technická realizácia</b>	<b>5</b>
Matlab . . . . .	5
Python . . . . .	5

## Úloha 1: Optimalizácia funkcie jednej premennej (1b + 1b)

### Cieľ úlohy

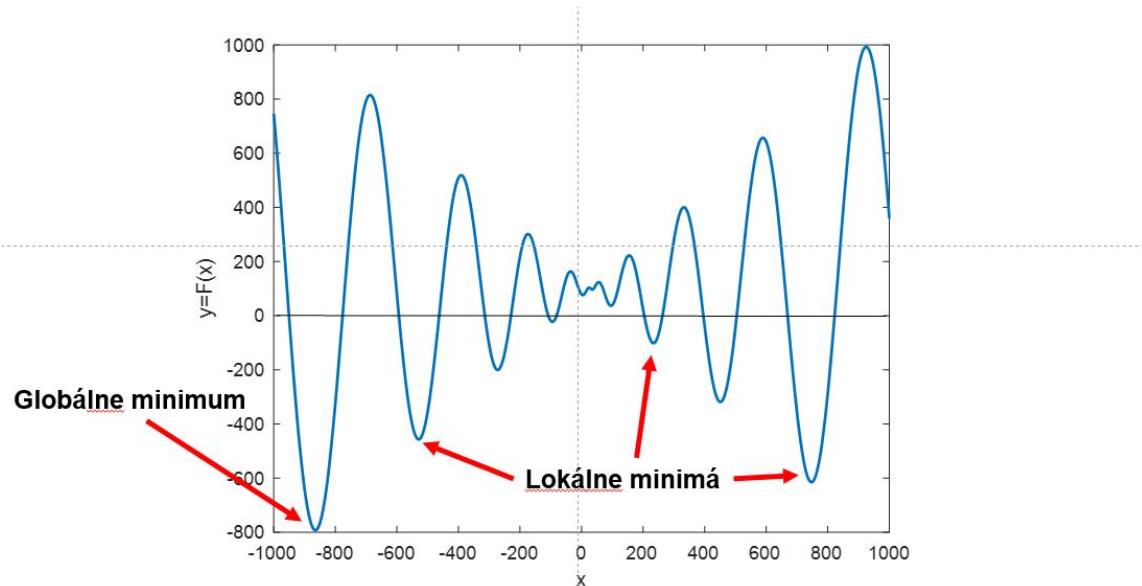
Najdite globálne minimum **Novej Schwefelovej funkcie** jednej premennej (súbor `testfn3c.m`) na definičnom obore  $-1000 < x < 1000$  pomocou **horolezeckého algoritmu** (Hill Climbing).

### Kontrolné hodnoty pre rok 2026:

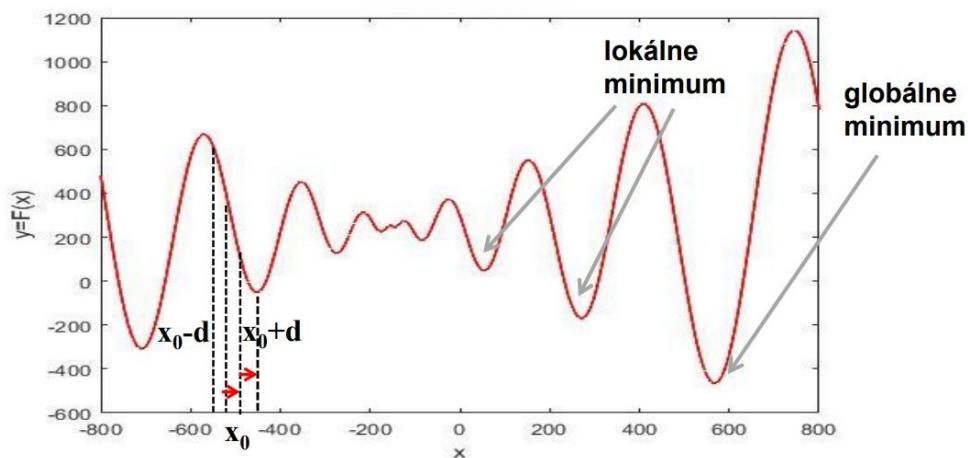
- Očakávané globálne minimum funkcie:  $f(x) \approx -792.72$ .
- Poloha globálneho minima:  $x \approx -864.72$ .

### Postup riešenia

1. **Inicializácia a vizualizácia:** Na začiatku vykreslite priebeh funkcie v celom definičnom obore do grafu. Hľadanie začnite v **náhodne vygenerovanom bode**  $x_0$  na osi  $x$ . Zvoľte vhodný krok prehľadávania  $d$  (podľa výkladu na prednáške).
2. **Implementácia algoritmu:** Algoritmus pracuje iteračne podľa nasledujúcej schémy (viď Obrázok 2):
  1. Začnite v náhodnom bode  $x_0$  definičného oboru na osi  $x$  a vyhodnoťte funkciu  $y = F(x_0)$ .
  2. Prehľadajte susedov naľavo a napravo vo vzdialosti 1 kroku  $d$ . Vyhodnoťte funkciu v bodoch:
$$y_{\text{lavo}} = F(x_0 - d) \quad \text{a} \quad y_{\text{pravo}} = F(x_0 + d)$$
Veľkosť  $d$  zvoľte vhodne, aby ste nepreskočili hľadaný extrém, ale aby algoritmus nebol príliš pomalý.
  3. Ak je hodnota funkcie v niektorom z týchto bodov menšia (lepšia) ako v aktuálnom bode, premiestnite aktuálne riešenie do tejto novej pozície (aktualizujte  $x_0$ ).
  4. Ak bol uskutočnený požadovaný počet krokov (napr. max 1000 steps) alebo už v okolí nie je nájdená menšia hodnota  $y$  (sme v lokálnom minime), skončite. Inak pokračujte krokom 2.

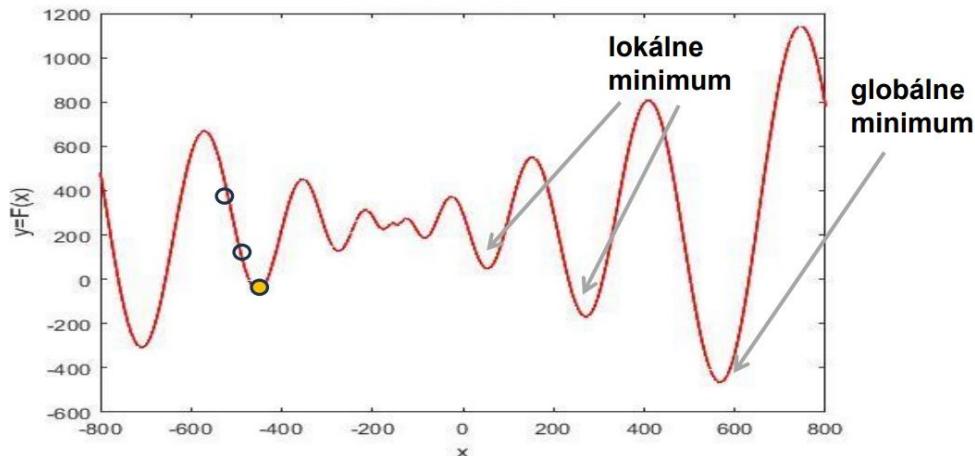


Obr. 1: Nová schwefelova funkcia (`testfn3c.m`)



Obr. 2: Princíp prehľadávania okolia bodu  $x_0$  a rozdiel medzi lokálnym a globálnym minimom.

3. **Výstup a vizualizácia krokov:** Jednotlivé kroky vyhľadávania zobrazujte **farebnými značkami** priamo na grafe funkcie. Výsledný nájdený bod (minimum) označte inou značkou a inou farbou, aby bol jasne rozlíšiteľný od priebežných krokov (viď ukážka na Obrázku 3).



Obr. 3: Ukážka vizualizácie postupu algoritmu (farebné body) smerom k minimu.

## Bonusové úlohy

### a) Stochastický horolezecký algoritmus (+0,5 b)

Rozšírite deterministický horolezecký algoritmus o stochastický prvok tak, aby výber nasledujúceho kroku nebol striktne deterministický. V správe stručne popíšte, akým spôsobom ste zaviedli náhodnosť (napr. výber suseda, generovanie kandidátov, reštarty) a uveďte, ako sa zmenilo správanie algoritmu v porovnaní s pôvodnou verziou.

### b) Rozšírenie z 1D na 2D a 3D optimalizáciu (+ 0,5 b)

Rozšírite úlohu z optimalizácie jednej premennej na optimalizáciu funkcie:

- dvoch premenných  $F(x, y)$  (2D vyhľadávací priestor),
- troch premenných  $F(x, y, z)$  (3D vyhľadávací priestor).

**Poznámka k terminológii:** „2D/3D“ v tomto bode znamená počet optimalizovaných premenných (dimenzia vyhľadávacieho priestoru), nie rozmer grafu. Zvoľte vhodný spôsob vizualizácie výsledkov (napr. 2D/3D graf, kontúry, projekcie alebo priebeh hodnoty funkcie v iteráciách)

---

## Odobovzdanie a hodnotenie

Hodnotenie zadania prebieha formou osobnej konzultácie. Odovzdanie (obhajoba) prebieha individuálne pred vyučujúcim nasledujúci týždeň bez penalizácie alebo ďalší týždeň s penalizáciou 50%.

## Dokumentácia výsledkov (PDF)

Pripriavte si stručnú správu (napr. MS Word / PDF), ktorá obsahuje grafy z viacerých spustení a analýzu vplyvu parametrov (krok  $d$ , štartovací bod  $x_0$ ). Dokument slúži ako podklad pre diskusiu, aby nebolo nutné čakať na opakované výpočty počas obhajoby zadania.

## Obhajoba riešenia

Súčasťou hodnotenia je demonštrácia funkčného kódu a vysvetlenie implementácie. Body sa udeľujú najmä za porozumenie princípu algoritmu a schopnosť zdôvodniť dosiahnuté výsledky, nie iba za spustiteľný program.

## Odporúčané nástroje a technická realizácia

Zadanie je možné vypracovať v prostredí **Matlab** alebo v jazyku **Python**.

### Matlab

Použite dodaný súbor **testfn3c.m**, ktorý obsahuje definíciu funkcie.

- Pre vizualizáciu v cykle využite príkazy **plot**, **hold on** a **drawnow** (resp. **pause**), aby bola animácia hľadania plynulá.
- **Genetic Toolbox:** Pre ďalšie úlohy budete potrebovať toolbox, ktorý je dostupný v AIS.

### Python

Ak sa rozhodnete pre Python, odporúčame využiť knižnice **NumPy** a **Matplotlib**. Funkciu implementujte podľa nasledujúceho predpisu (pozor na posuny, skontrolujte si ich v **testfn3c.m**):

$$f(x) = -x \cdot \sin(\sqrt{|x|})$$

**Dôležité – Genetic Toolbox pre Python:** Okrem štandardných knižníc si pre potreby tohto predmetu (najmä pre ďalšie úlohy s genetickými algoritmami) stiahnite nasledujúce repozitáre:

- **Genetic Toolbox:** <https://github.com/STU-FEI-OUI/Genetic-toolbox>
- **Dodatočné súbory pre GA:** <https://github.com/STU-FEI-OUI/UMINT-GA>