

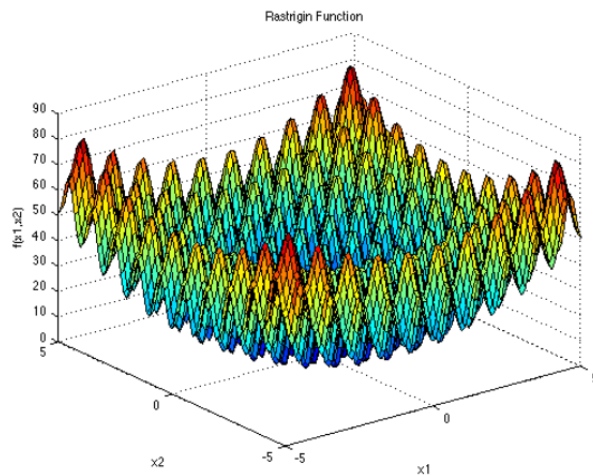
# VBC – Biologický inspirované výpočty – TASK 4

ZS 2021/2022

Petr Šemora, 192026

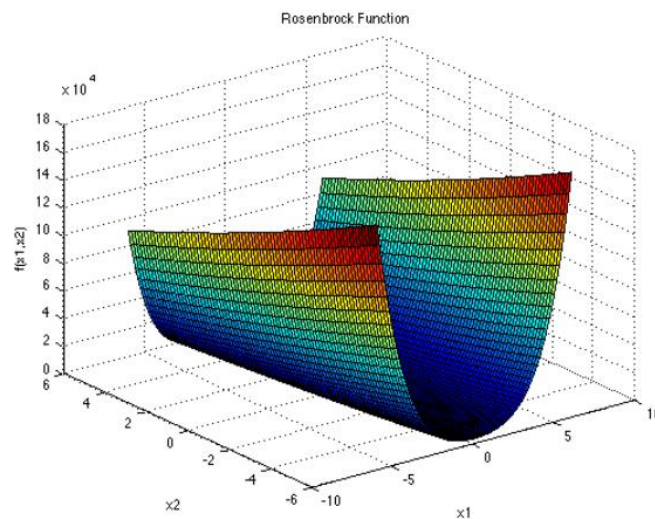
## Definované úlohy:

- Rastrigin's Function: 2D, 5D, 10D, 50D, 100D
  - Funkce je pro 2D definována na intervalu  $[-5.12, 5.12]$ . Optimální minimum se nachází v bodě  $[0, 0]$  s funkční hodnotou 0.



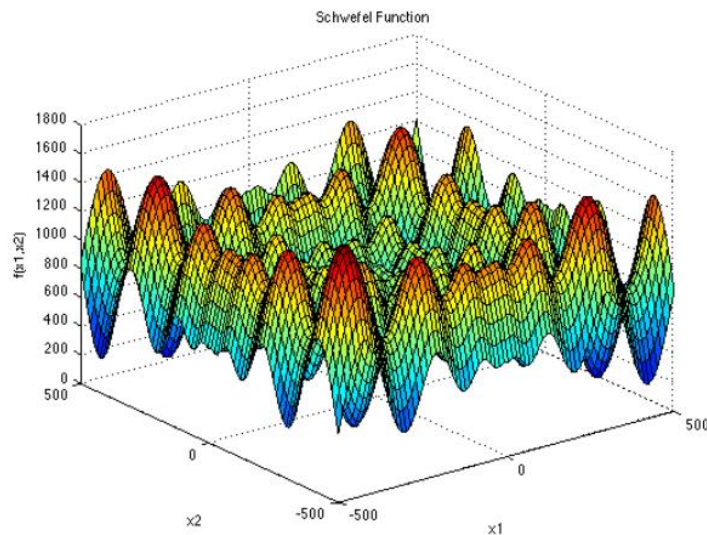
$$f(\mathbf{x}) = 10d + \sum_{i=1}^d [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$$

- Rosenbrock Function: 2D, 5D, 10D, 50D, 100D
  - Funkce je pro 2D definována na intervalu  $[-10, 10]$ . Optimální minimum se nachází v bodě  $[1, 1]$  s funkční hodnotou 0.



$$f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{d-1} [100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2]$$

- Schwefel Function: 2D, 5D, 10D, 50D, 100D
  - Funkce je pro 2D definována na intervalu [-500, 500]. Optimální minimum se nachází v bodě [-420.9687, 420.9687] s funkční hodnotou 0.



$$f(\mathbf{x}) = 418.9829d - \sum_{i=1}^d x_i \sin(\sqrt{|x_i|})$$

#### Použité metaheuristiky:

- Bat algorithm (Yang, 2010)

#### 1) Bat Algorithm

Netopýří algoritmus je metaheuristický algoritmus pro globální optimalizaci. Byl inspirován echolokačním chováním netopýřů s různou rychlostí a hlasitostí vysílání pulzů. Tento algoritmus vyvinul Xin-She Yang v roce 2010.

Echolokace funguje jako druh sonaru: netopýři vydávají hlasité a krátké zvukové impulzy. Když narazí na nějaký objekt, během krátké doby se ozvěna vrátí zpět k jejich uším. Netopýr tímto způsobem přijímá a zjišťuje polohu kořisti. Tento orientační mechanismus navíc netopýřům umožňuje rozlišit překážku od kořisti a umožňuje jim lovit v úplné tmě.

V rámci experimentování s tímto algoritmem jsem pro všechny testovací funkce a jejich dimenze 2D, 5D, 10D, 50D, 100D měnil následující parametry:

NP – velikost populace

RUNs – počet běhů algoritmu

N\_gen – ukončovací limit dle počtu generací

A\_min – minimální hlasitost

A\_max – maximální hlasitost

F\_min – minimální frekvence

F\_max – maximální frekvence

dodParam – hodnoty byly nastaveny fixně podle definičních intervalů zadaných funkcí

Pro všechny zadané funkce byla spočítána maximální hodnota (MAX), minimální hodnota (MIN), průměrná hodnota (MEAN) a medián (MED). Vzhledem k vysokému počtu různých kombinací jsou do tabulek vypsány výsledky pouze pro vybrané parametry, které jsem získal kompromisem mezi přesností výsledků a výpočetní náročností.

#### Použité optimalizační parametry:

	2D	5D	10D	50D	100D
<b>RUNs</b>	20	20	20	10	10
<b>NP</b>	100	100	100	100	100
<b>N_gen</b>	200	500	1000	2000	2000
<b>A_min</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>A_max</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>F_min</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>F_max</b>	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

#### 2D:

		Rastrigin	Schwefel	Rosenbrock
<b>Y</b>	MAX	0.667085	6.071376	0.155684
	MIN	0.043113	0.141344	0.023375
	MEAN	0.271877	2.020371	0.056452
	MED	0.220466	2.194238	0.023375
<b>t[s]</b>	MAX	4.99	5.43	4.87
	MIN	2.16	2.06	2.34
	MEAN	2.83	3.10	2.67
	MED	2.65	2.69	2.50

#### 5D:

		Rastrigin	Schwefel	Rosenbrock
<b>Y</b>	MAX	22.342953	664.493054	703.606801
	MIN	8.684862	367.780544	121.762380
	MEAN	11.189051	390.141585	241.151042
	MED	10.034865	367.780544	121.762380
<b>t[s]</b>	MAX	5.37	4.94	6.51
	MIN	2.60	2.48	2.83
	MEAN	2.92	2.86	4.37
	MED	2.73	2.61	4.41

**10D:**

		Rastrigin	Schwefel	Rosenbrock
<b>Y</b>	MAX	86.879	2109.428	13158.645
	MIN	49.830	1646.681	13126.674
	MEAN	59.522	1736.445	13137.525
	MED	58.355	1646.681	13134.544
<b>t[s]</b>	MAX	6.68	6.57	8.04
	MIN	3.71	3.59	3.99
	MEAN	4.47	4.13	4.44
	MED	4.24	3.73	4.13

**50D:**

		Rastrigin	Schwefel	Rosenbrock
<b>Y</b>	MAX	683.083	15615.236	3 662 353.488
	MIN	624.301	14853.499	3 458 530.424
	MEAN	643.919	15168.163	3 525 328.125
	MED	631.895	15094.359	3 505 128.795
<b>t[s]</b>	MAX	65.90	51.61	84.52
	MIN	27.35	31.78	59.39
	MEAN	38.72	40.24	69.25
	MED	33.70	40.05	68.05

**100D:**

		Rastrigin	Schwefel	Rosenbrock
<b>Y</b>	MAX	657.335	15 820.38	3 857 242.21
	MIN	620.759	14 769.88	3 737 126.99
	MEAN	642.629	15 125.45	3 821 129.25
	MED	645.016	15 134.79	3 820 854.35
<b>t[s]</b>	MAX	36.98	85.72	47.03
	MIN	32.27	26.73	30.69
	MEAN	34.74	38.95	34.75
	MED	34.93	27.46	31.88

Pro všechny zadané **2D** funkce bylo pomocí **Bat algorithm** nalezeno optimální minimum.

Pro **Rastrigin** Function bylo nalezeno optimální minimum v bodě:

**X1** = 0.004532

**X2** = - 0.000505

s hodnotou funkce **Y** = 0.004126

Pro **Schwefel** Function bylo nalezeno optimální minimum v bodě:

**X1** = 420.296632

**X2** = 420.664567

s hodnotou funkce **Y** = 0.025266

Pro **Rosenbrock** Function bylo nalezeno optimální minimum v bodě:

**X1** = 0.997241

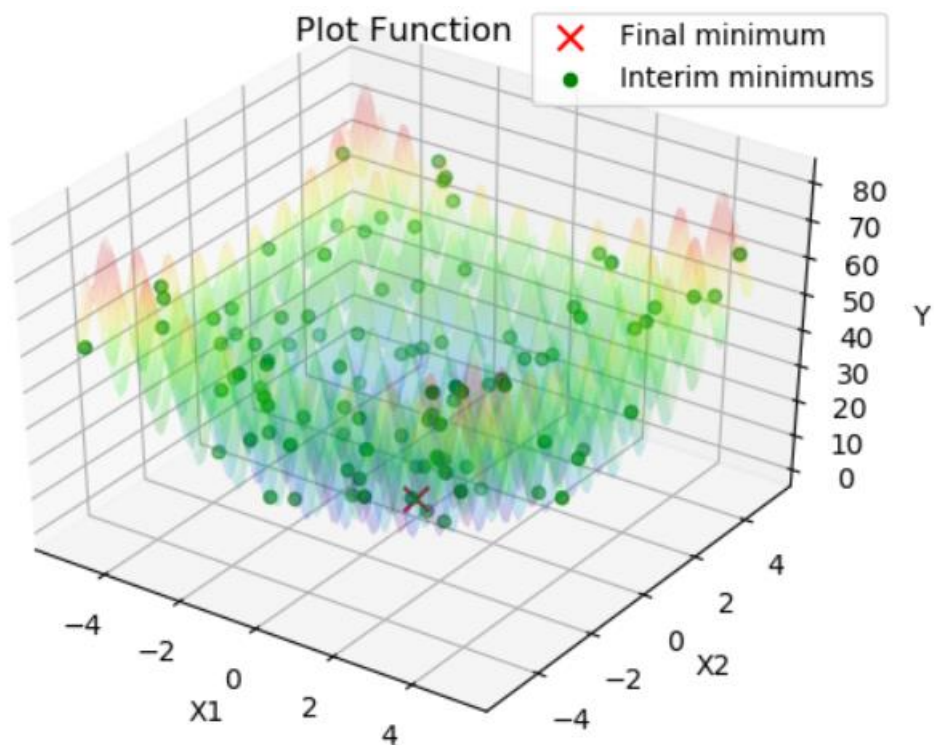
**X2** = 0.987881

s hodnotou funkce **Y** = 0.004376

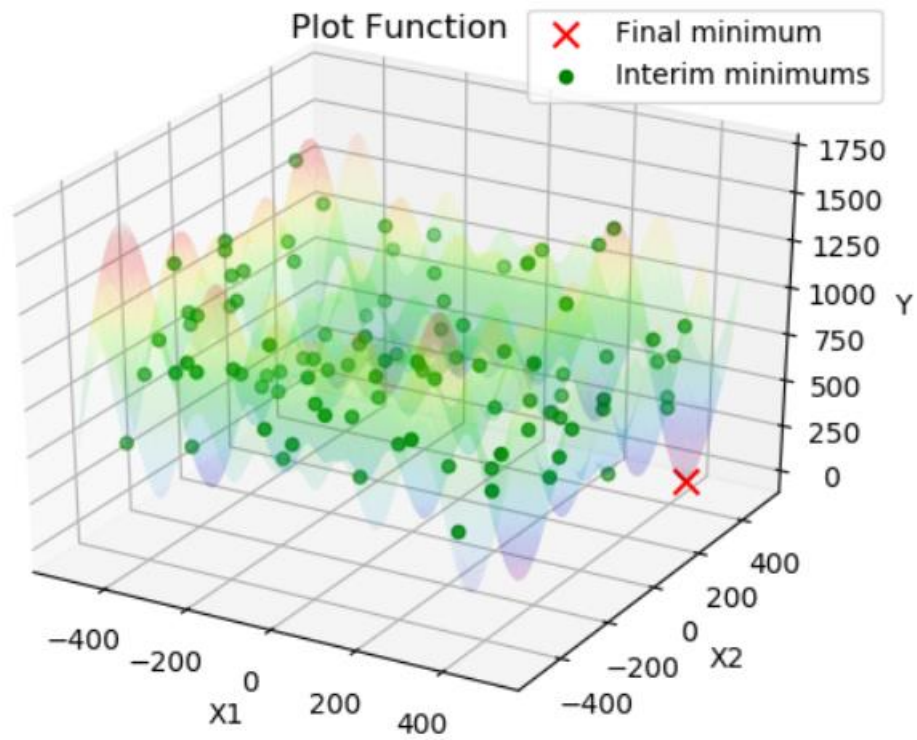
### GRAFY

1) Průběh optimalizace pro jeden běh (RUN) programu:

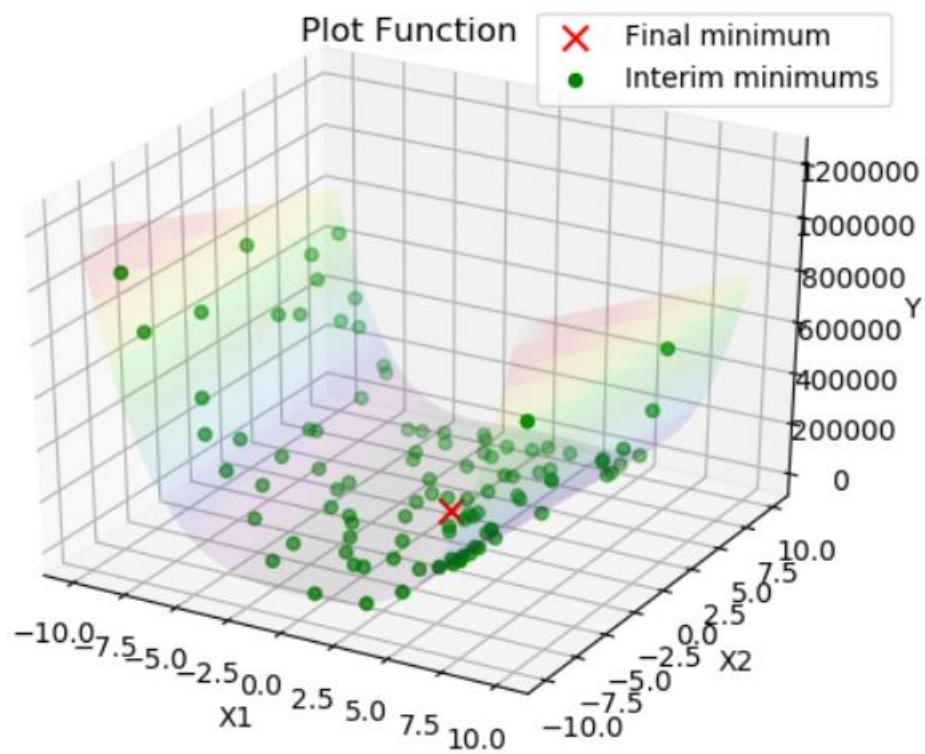
A) Rastrigin:



B) Schwefel:



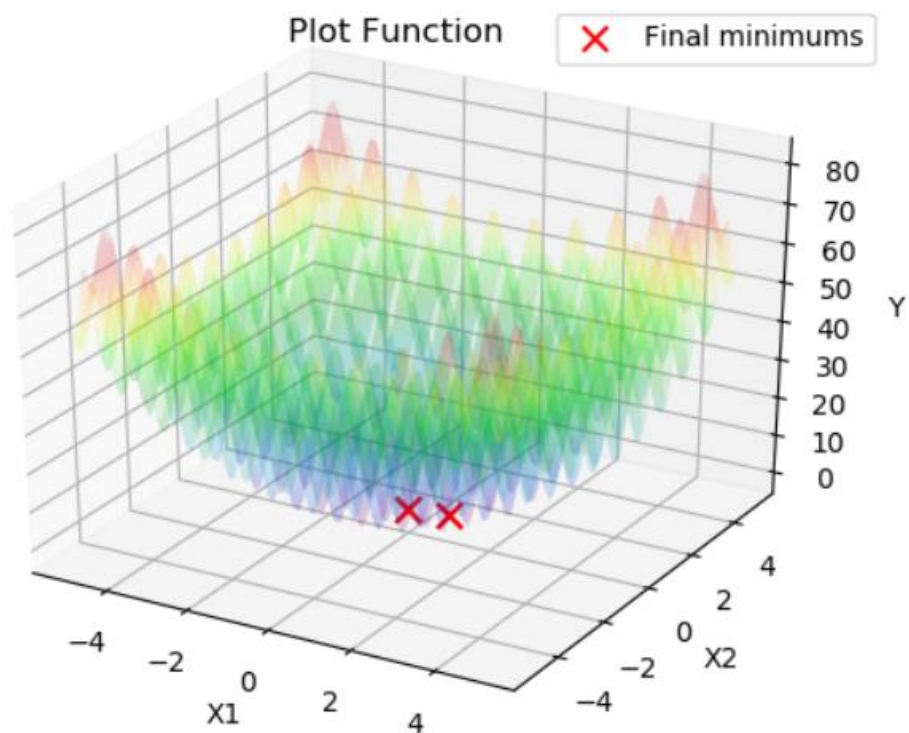
C) Rosenbrock:



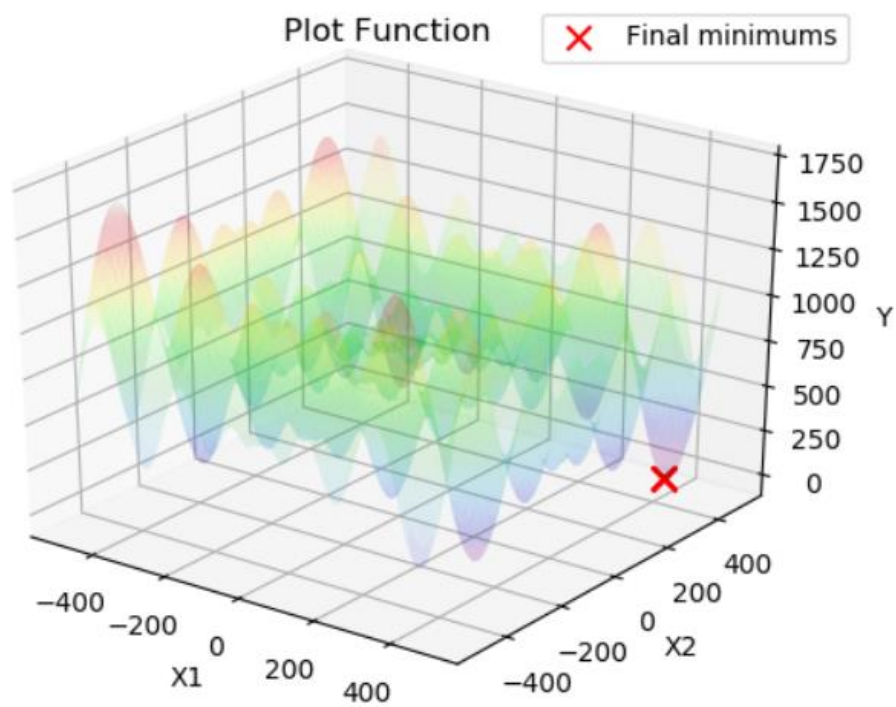


2) Nalezená minima pro 10 běhů programu (RUNs):

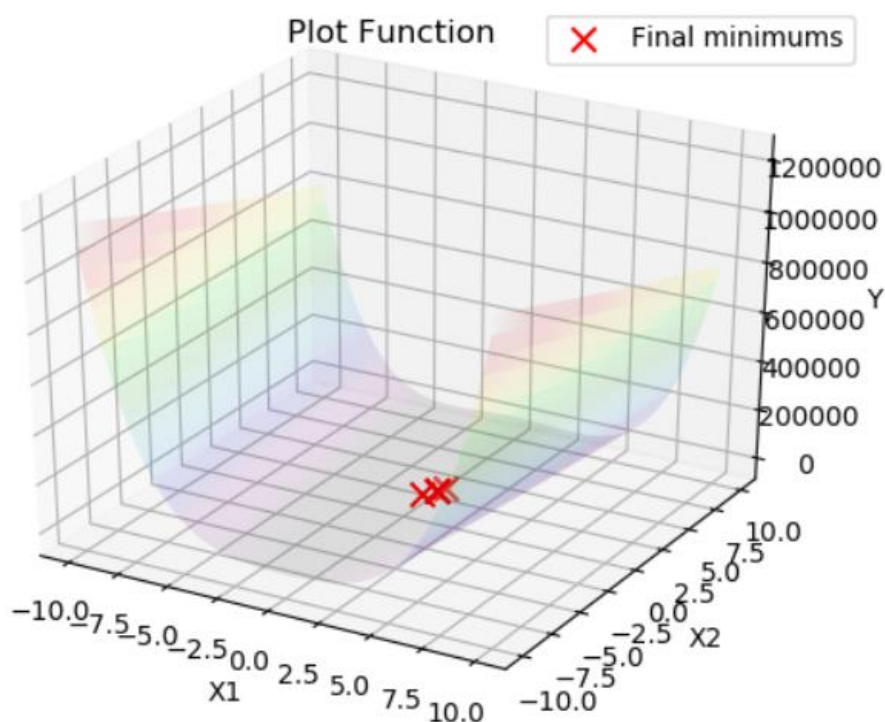
A) Rastrigin:



B) Schwefel:



### C) Rosenbrock:



#### Závěr

Při výběru parametrů pro optimalizaci jsem prováděl kompromis mezi přesností nalezeného minima a výpočetní náročností experimentů. V případě 2D všech zadaných úloh jsou výsledky relativně blízké teoretické optimální hodnotě. Se zvyšující se dimenzí úloh přesnost výsledků výrazně klesá. Pokud bych optimalizoval parametry i pro problémy vyšších dimenzí bez ohledu na výpočetní náročnost, funkční hodnoty by pak byly mnohem přesnější. Tato možnost však k omezeným výpočetním a časovým možnostem nepřicházela v úvahu.