

## **1.6 Príklady použitia genetického algoritmu (Matlab)**

## **Príklad GA:**

**Hľadanie globálneho minima  
Schwefelovej funkcie**

## Nová schwefelova funkcia (testfn3b.m)

$$f(x) = \sum_{i=1}^n -x_i \cdot \sin\left(\sqrt{|x_i|}\right)$$

$$-800 \leq x_i \leq 800$$

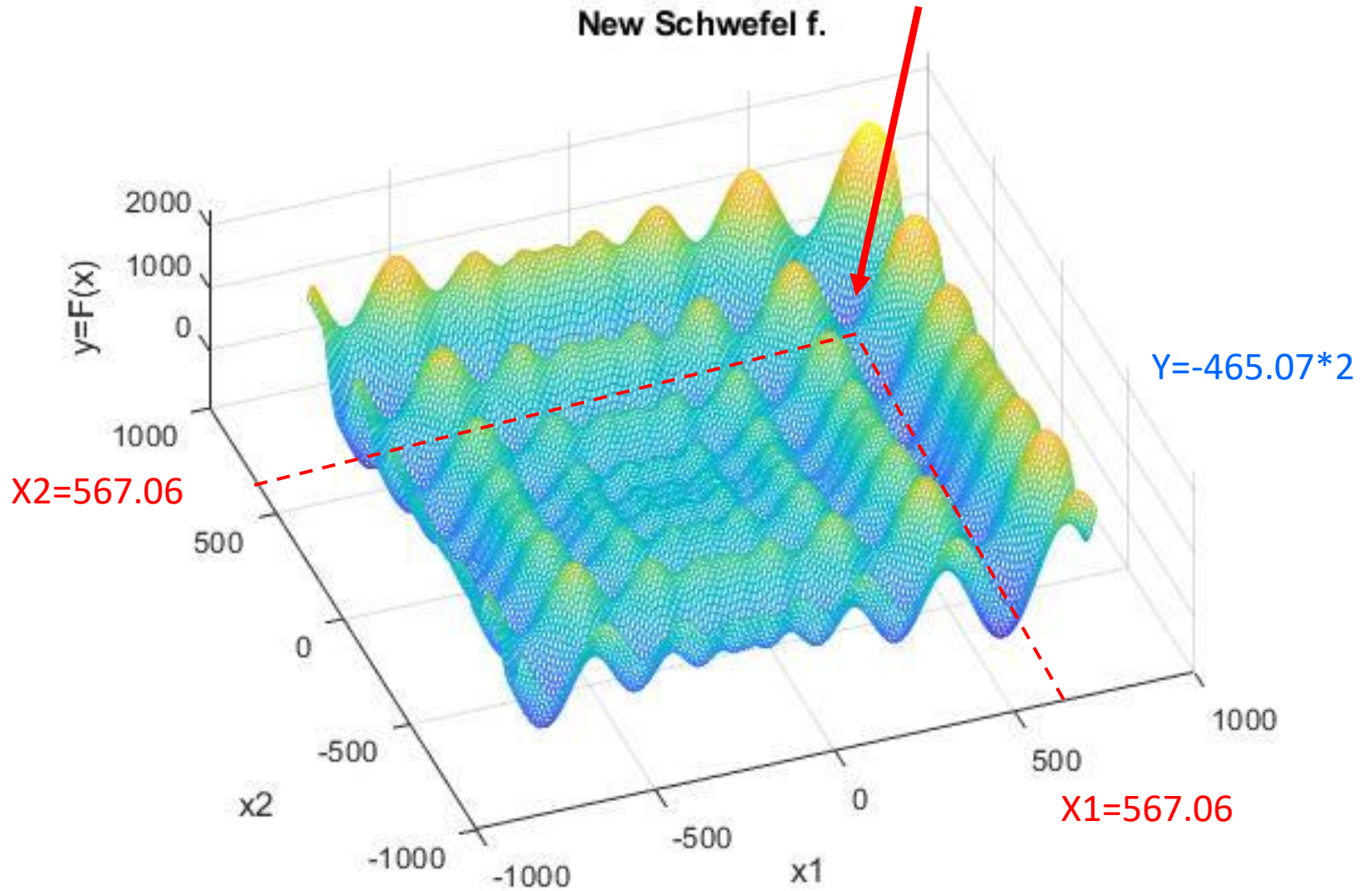
$$i = 1, 2, 3, \dots, 10$$

*Globálne minimum:*

$$f(x) = -n \cdot 465.07$$

$$x_i = 567.06 ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

# New Schwefel f.

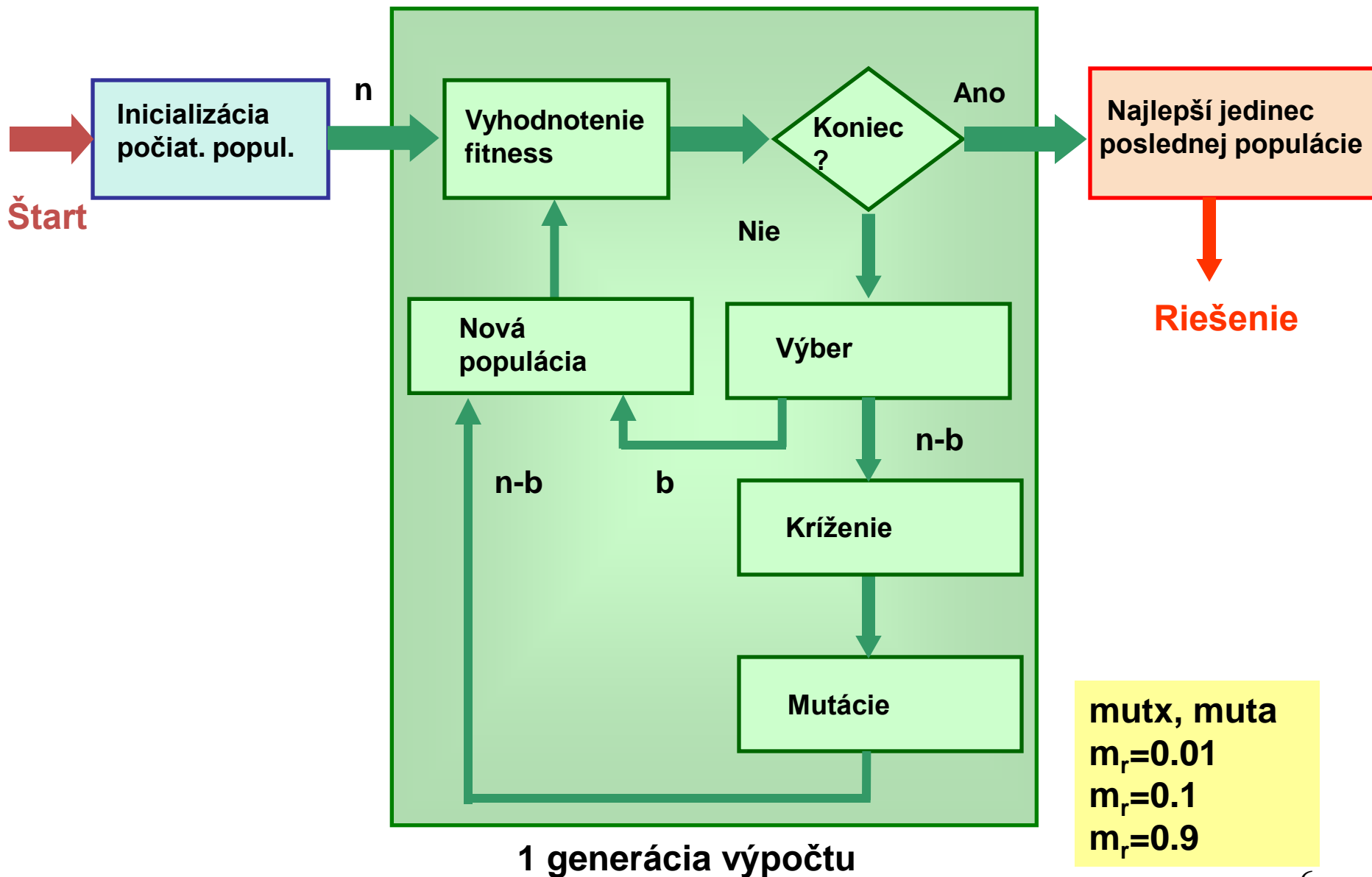


**Príklad:**

**Parametrizácia mutácie**

(Schwefel.f. , testfn3.m)

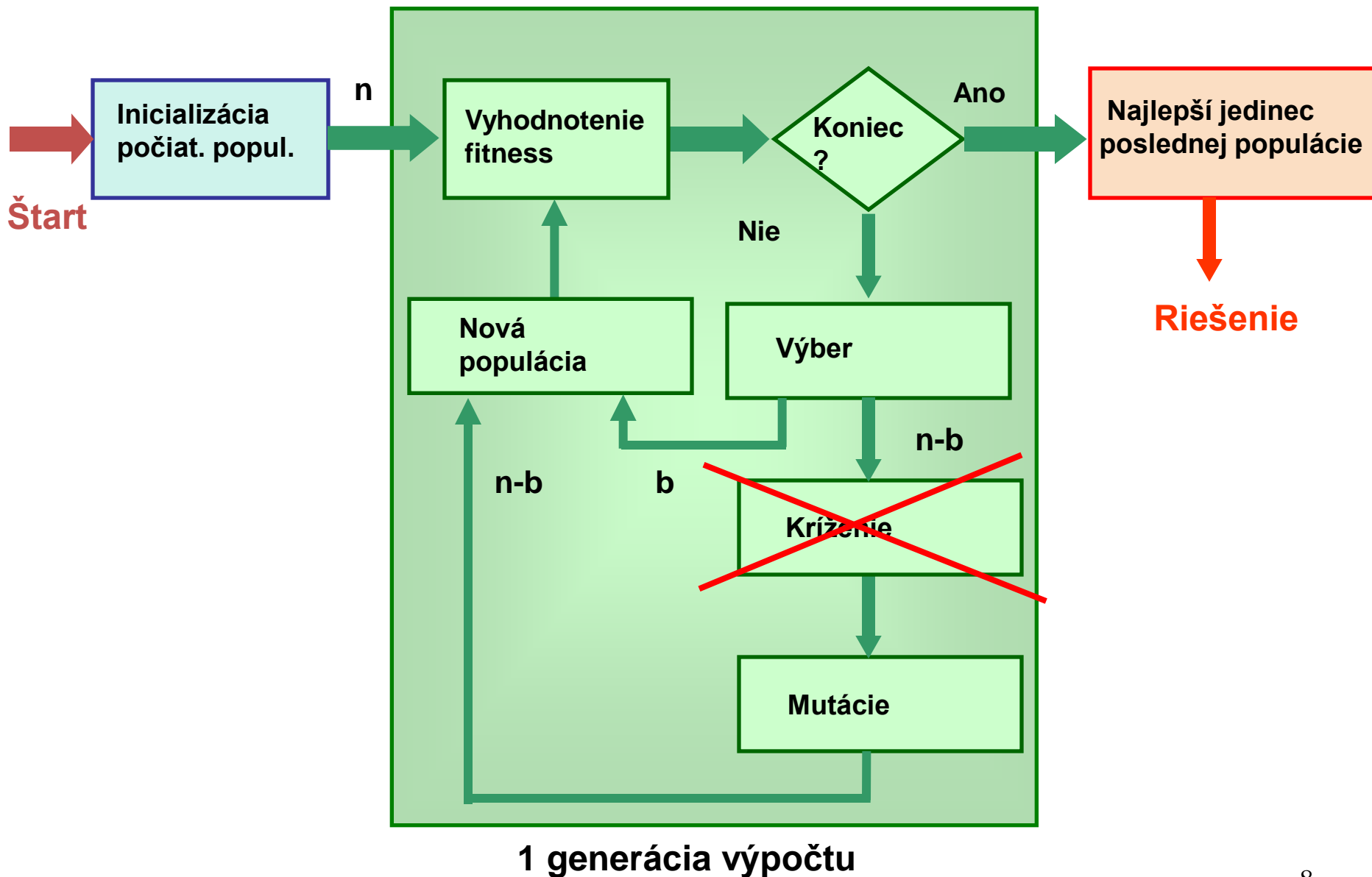
# Genetický algoritmus



**Príklad:**

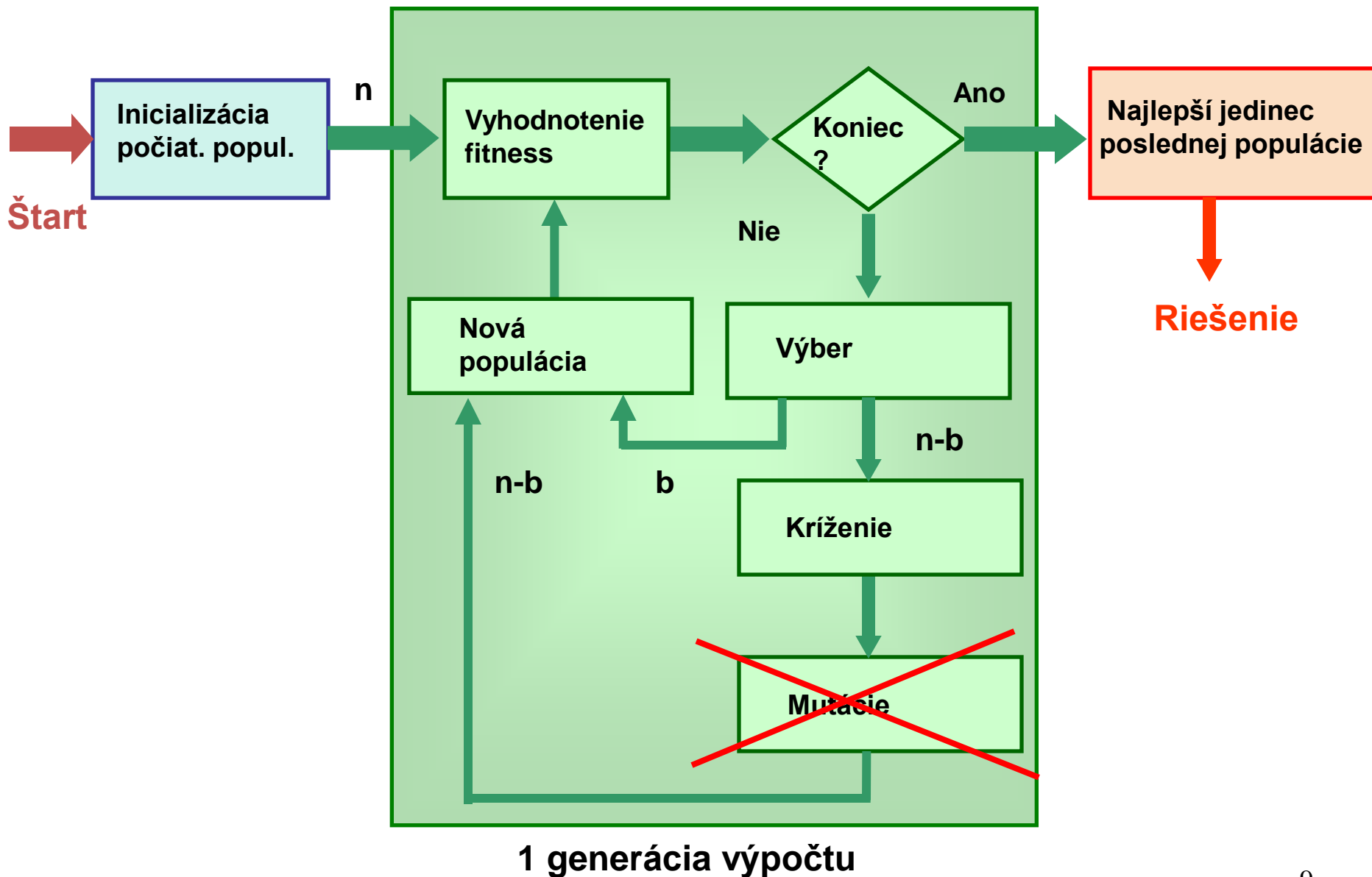
**Kríženie vs. mutácia**

# Genetický algoritmus





# Genetický algoritmus

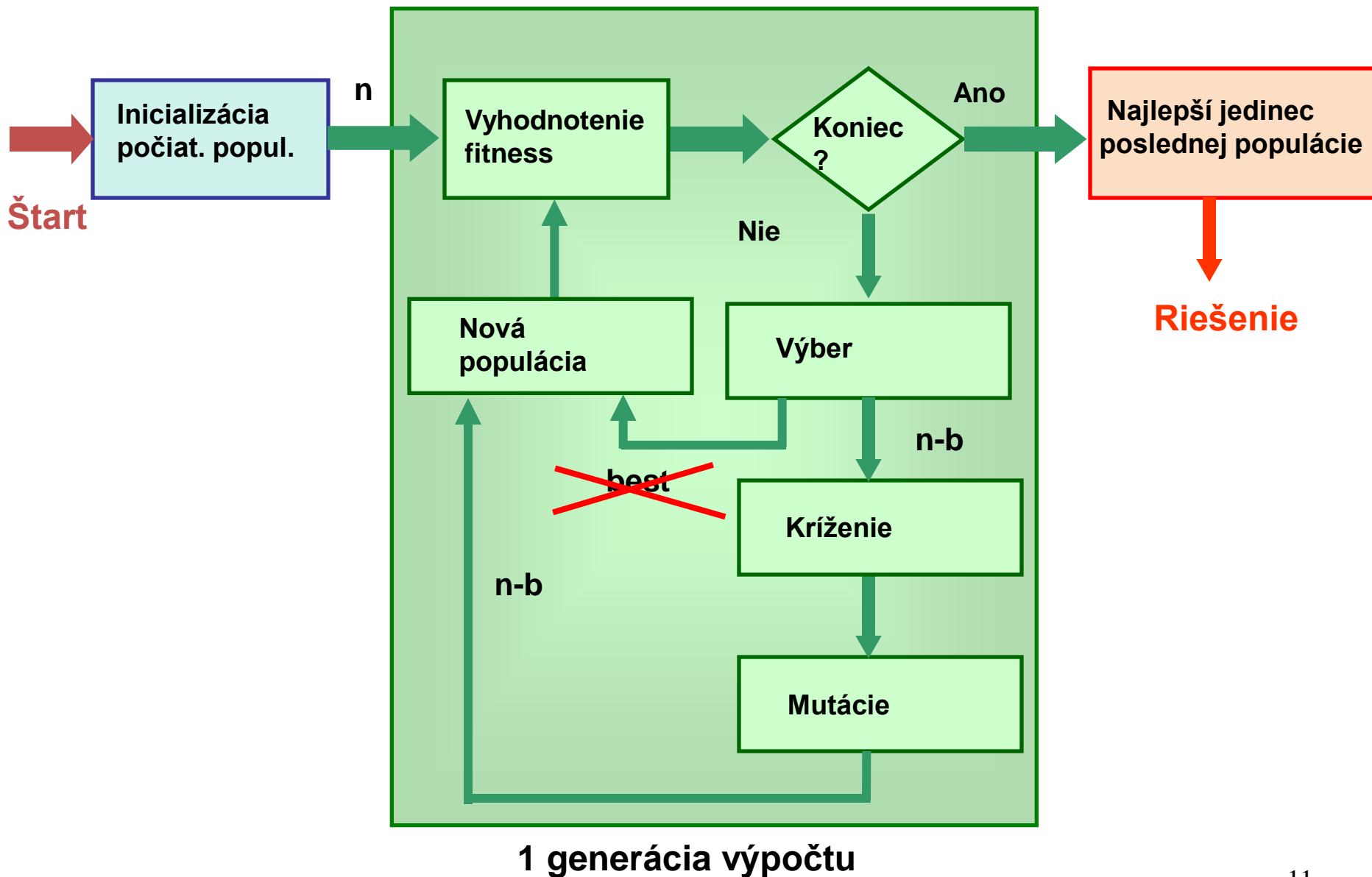


**Príklad:**

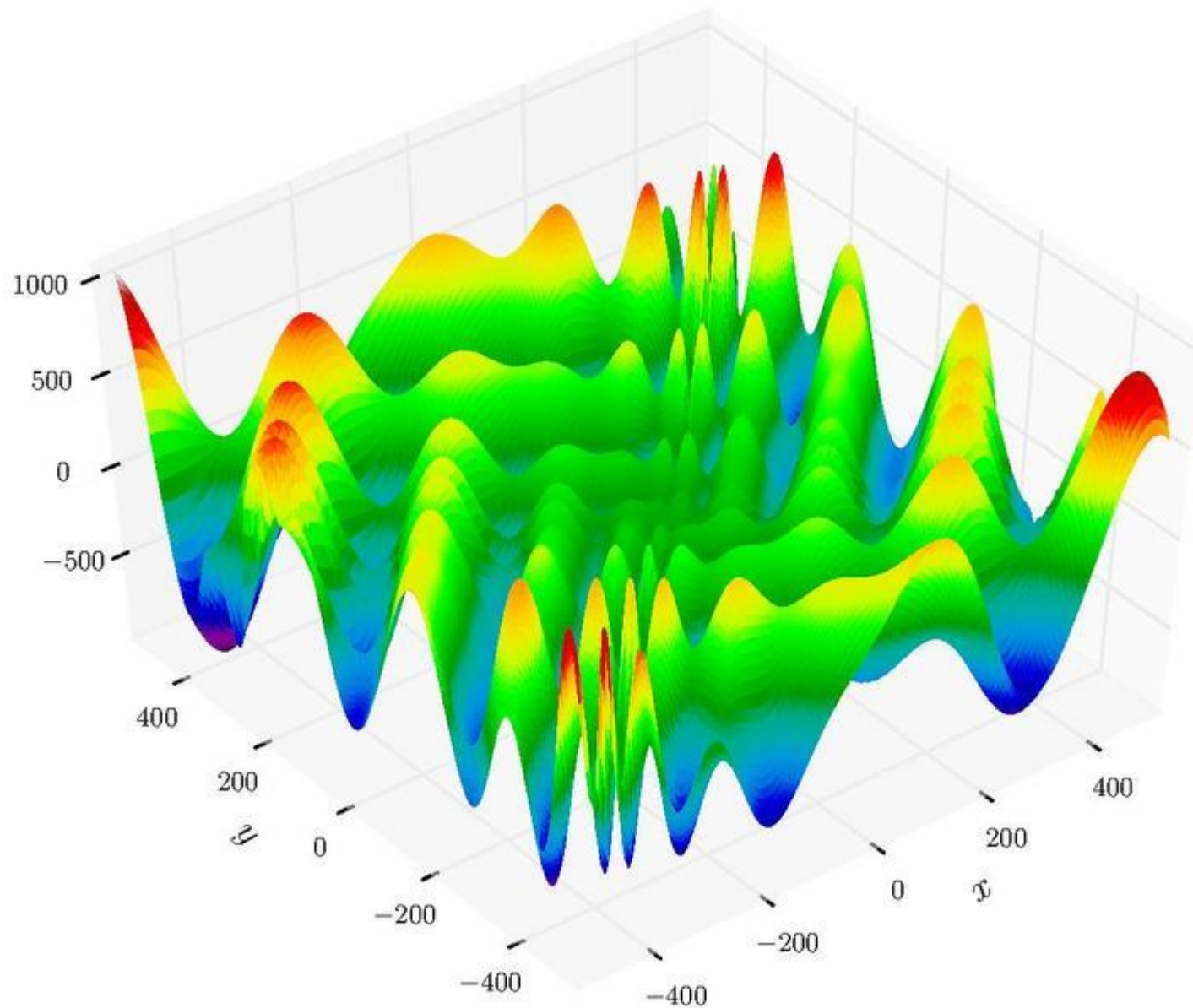
**Elitarizmus**

(Schwefel.f. , testfn3.m)

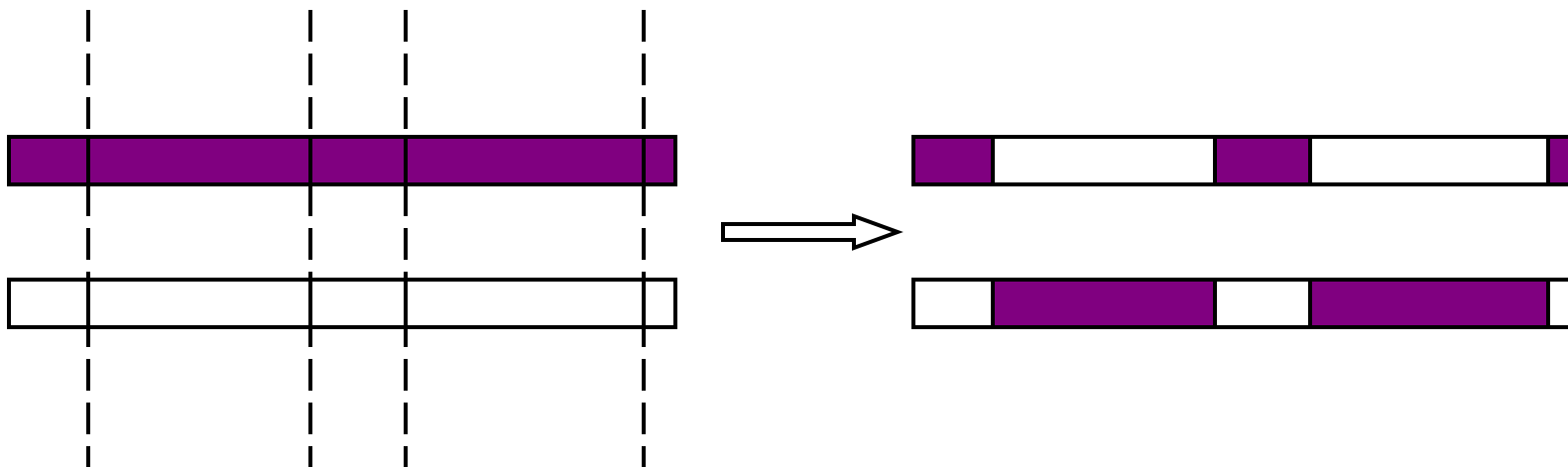
# Genetický algoritmus



## Eggholder fn. – těžší testovací optim. problém



## **1.7    Další možnosti genetických operací**



***Viacbodové kríženie (crossov.m)***

$$R_a = [a_1 \ a_2 \ a_3 \ a_4 \ a_5]$$

$$R_b = [b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5]$$

$$M = [0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1]$$

$$P_1 = [a_1 \ b_2 \ b_3 \ a_4 \ b_5]$$

$$P_2 = [b_1 \ a_2 \ a_3 \ b_4 \ a_5]$$

*maskované kríženie*

$$R_a = [a_1 \ a_2 \ a_3 \ a_4 \ a_5]$$

$$R_b = [b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5]$$

$$R_c = [c_1 \ c_2 \ c_3 \ c_4 \ c_5]$$

$$M_1 = [1 \ 1 \ 3 \ 2 \ 2] \rightarrow P_1 = [a_1 \ a_2 \ c_3 \ b_4 \ b_5]$$

$$M_2 = [2 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2] \rightarrow P_2 = [b_1 \ a_2 \ a_3 \ a_4 \ b_5]$$

$$M_3 = [3 \ 3 \ 2 \ 2 \ 1] \rightarrow P_3 = [c_1 \ c_2 \ b_3 \ b_4 \ a_5]$$

*diskrétne kríženie (s viacerými rodičmi, crosgrp.m)*

# Rôzne typy mutácie

$$r = [r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n] \rightarrow r' = [r_1, r_2, \dots, \rho, \dots, r_n]$$

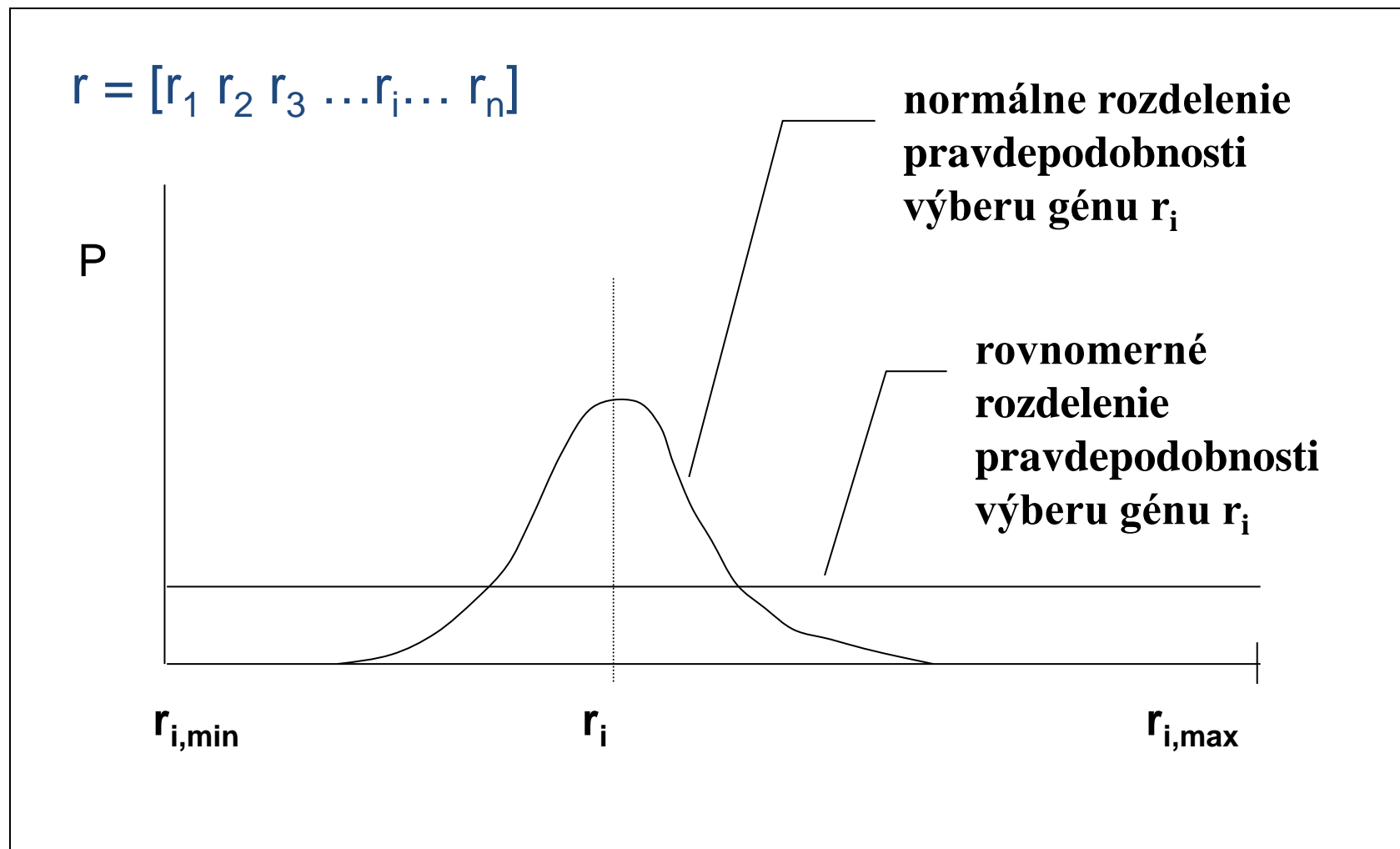
**a) obyčajná m.**  $\rho \in (r_{i,\min} ; r_{i,\max})$   
 *$\rho$  - náhodné číslo z celého dovoleného rozsahu (*mutx.m*)*

**b) aditívna m.**  $\rho = r_i + \delta$   
 *$\delta$  - náhodné číslo zo zvoleného rozsahu (*muta.m*)*

**c) multiplikatívna m.**  $\rho = r_i * \alpha$   
 *$\alpha$  - náhodné číslo zo zvoleného rozsahu (*mutm.m*)*



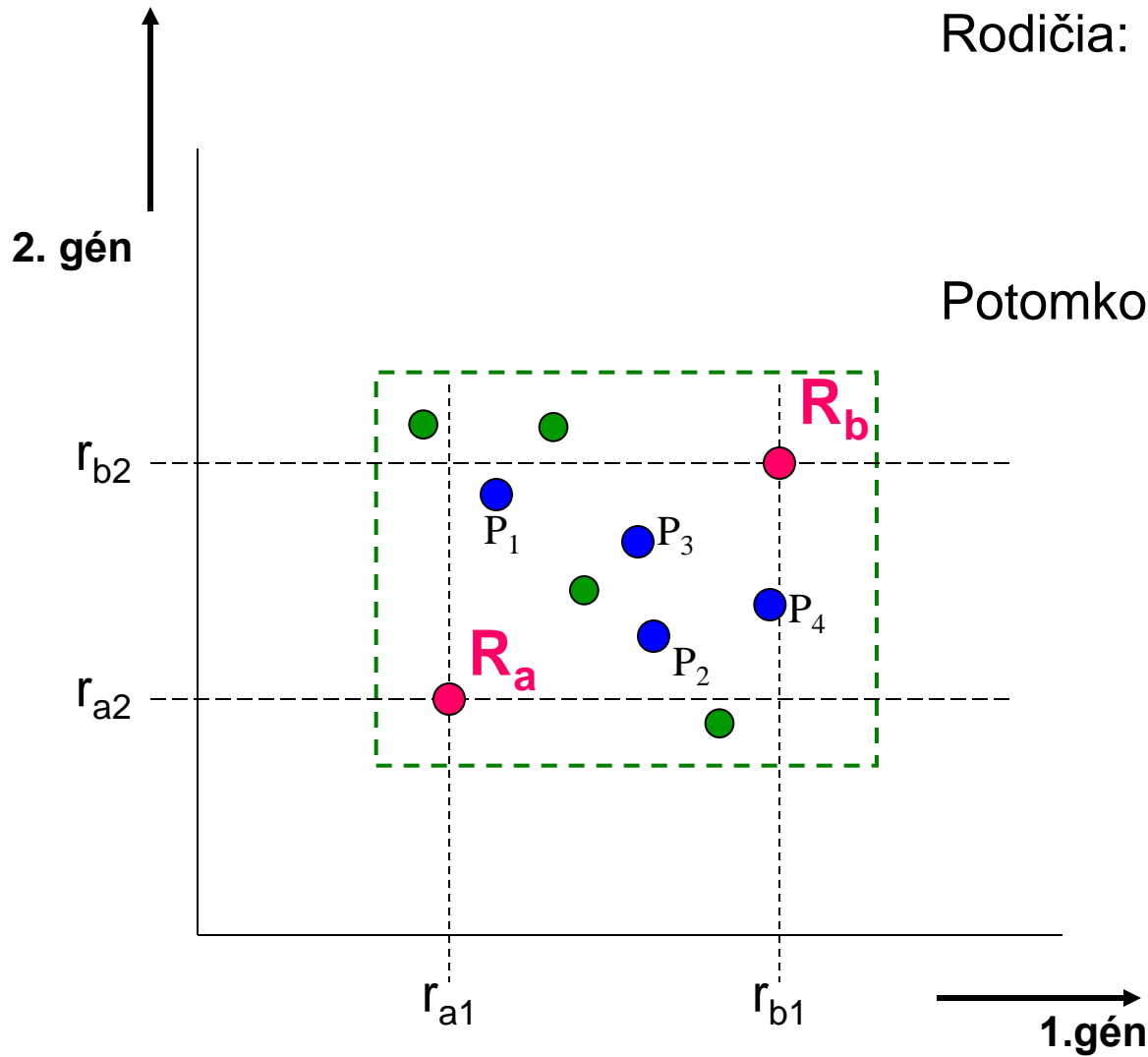
## *Rozloženie pravdepodobnosti výberu mutovaného génu (pri aditívnej alebo multiplikatívnej mutácii)*



# Medziľahlé kríženie (intmedx.m, around.m)

Rodičia:  $R_a = [r_{a1}, r_{a2}]$   
 $R_b = [r_{b1}, r_{b2}]$

Potomkovia:  $P_1, P_2, P_3, P_4$



$$P = R_1 + a(R_2 - R_1)$$

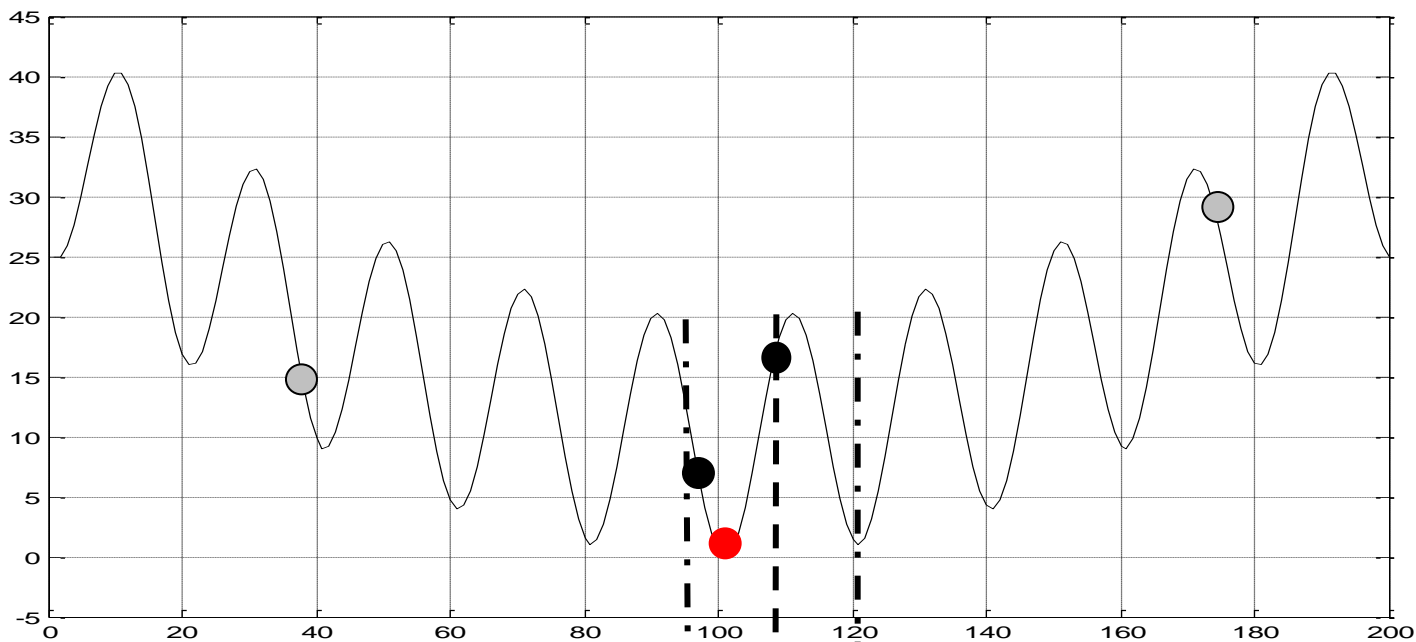
$$0 < a < 1$$

$$-0.25 < a < 1.25$$

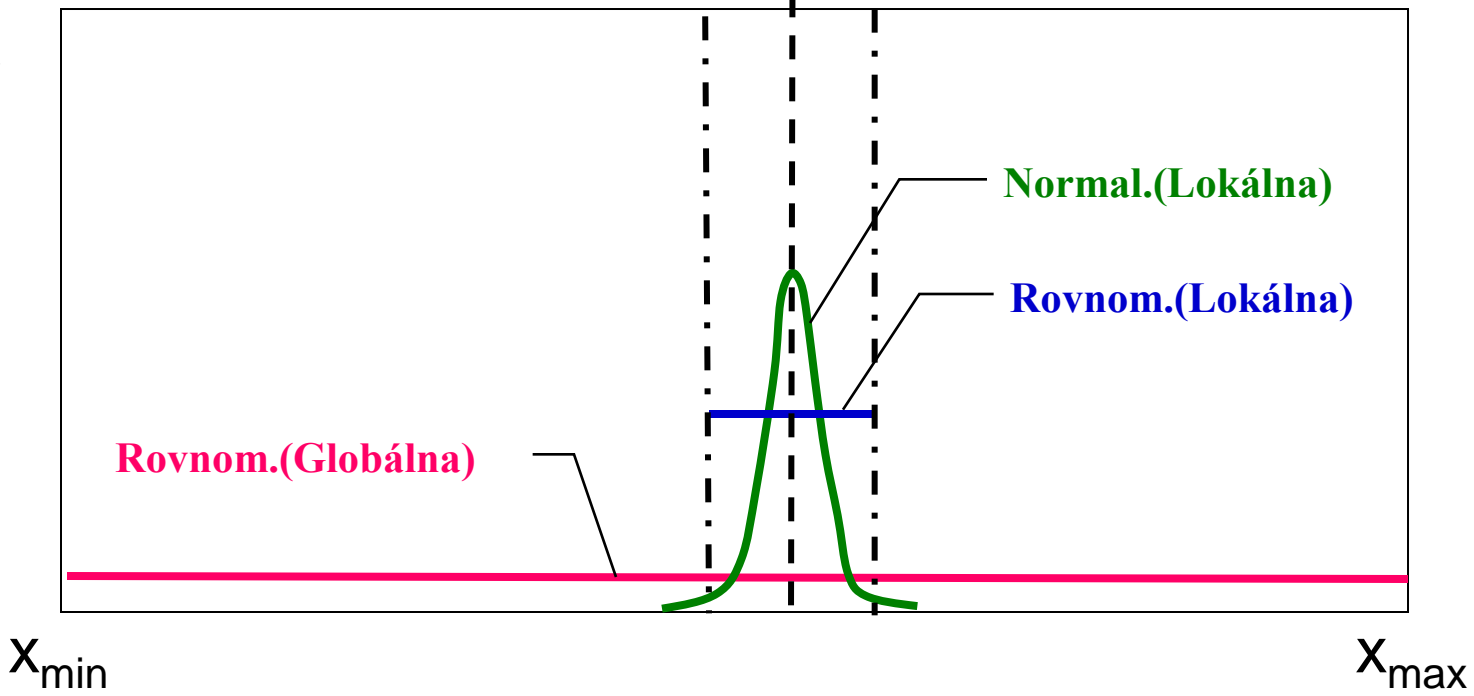
*Geometrická interpretácia medziľahlého kríženia*

# **Globálne / Lokálne hľadanie**

$F(x)$



$P$

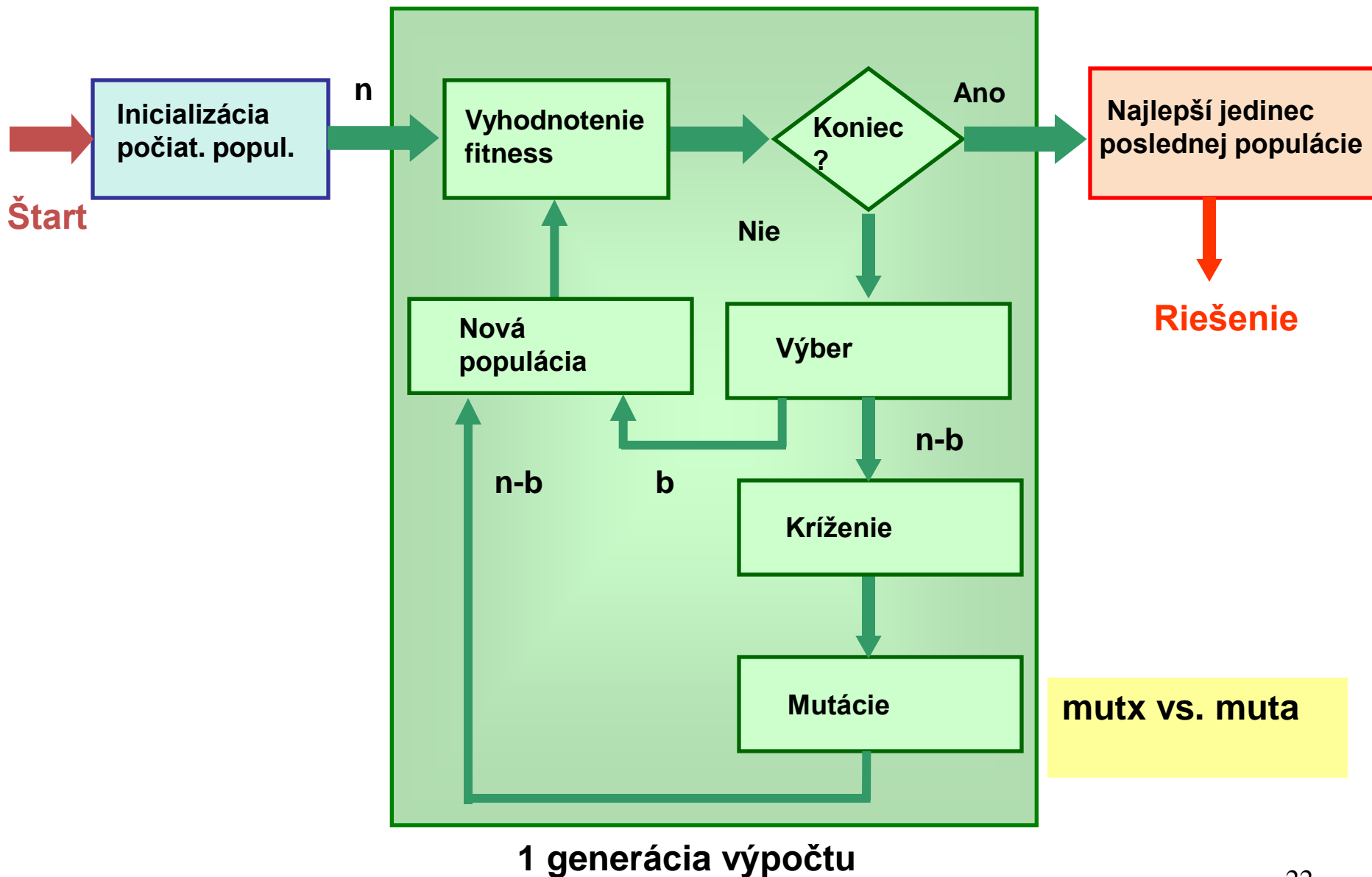


**Príklad:**

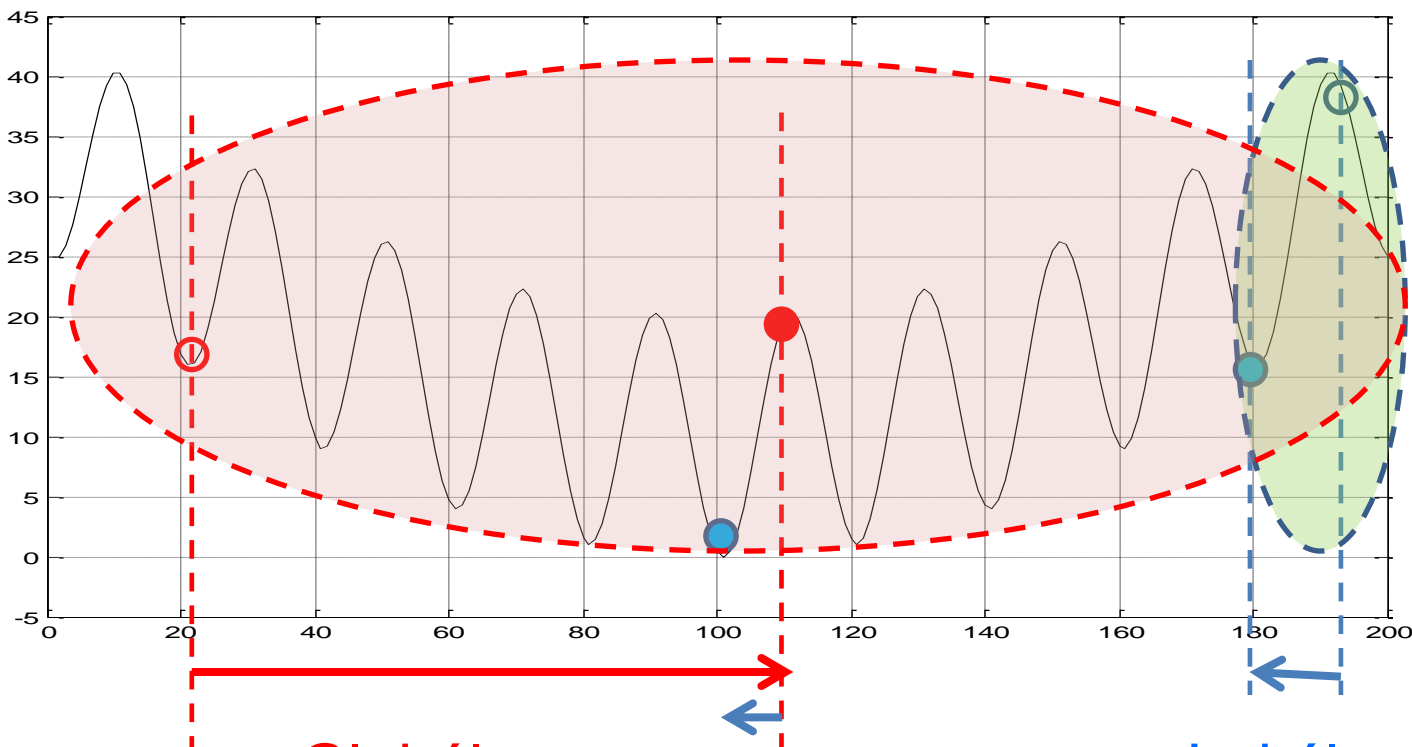
**Globálna / lokálna mutácia**

**(Schwefel.f. , testfn3.m)**

# Genetický algoritmus



$F(x)$



Globálna  
mutácia  
(mutx)

Lokálna  
mutácia  
(muta, mutn,  
mutm...)

***globálne a lokálne hľadanie je vhodné v GA v priebehu celého behu riešenia kombinovať***

# **Metódy výberu** reťazcov do novej populácie (selekcia)

- **Výber na základe úspešnosti / fitness** (selbest.m)
- **Náhodný výber** (selrand.m)
- **Výber pomocou váhovaného ruletového kola** (selsus.m)
- **Turnajový výber** (seltourn.m)
- **Výber podľa maximálnej miery diverzity** (seldiv.m)
- **iné ...**



## **Výber na základe miery úspešnosti** - deterministicky („elitársky výber“, selbest.m)

*vyber 6*  $\rightarrow$  [3 2 1]

**Pop = [ R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> ]**

**Fit = [ 2.1 , 7.8 , 1.7, 4.9 , 9.1 , 0.2 , 7.6 , 0.0 , 2.1 , 2.9 ]**

**Vyb = [ R<sub>5</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>7</sub> ].**

## Náhodný výběr (selrand.m)

*vyber 6*

**Pop = [ R<sub>1</sub> , R<sub>2</sub> , R<sub>3</sub> , R<sub>4</sub> , R<sub>5</sub> , R<sub>6</sub> , R<sub>7</sub> , R<sub>8</sub> , R<sub>9</sub> , R<sub>10</sub> ]**

**Fit = [ 2.1 , 7.8 , 1.7 , 4.9 , 9.1 , 0.2 , 7.6 , 0.0 , 2.1 , 2.9 ]**

**Vyb = [ R<sub>8</sub> , R<sub>4</sub> , R<sub>2</sub> , R<sub>1</sub> , R<sub>4</sub> , R<sub>9</sub> ]**

## Turnajový výber (seltourn.m)

1. Z danej skupiny sa vyberie náhodná dvojica jedincov
2. Lepší z dvojice ide medzi vybrané jedince
3. Oba jedince sa vrátia naspäť do pôvodnej skupiny
4. Ak je vybraný už požadovaný počet tak koniec  
inak skok na bod 1

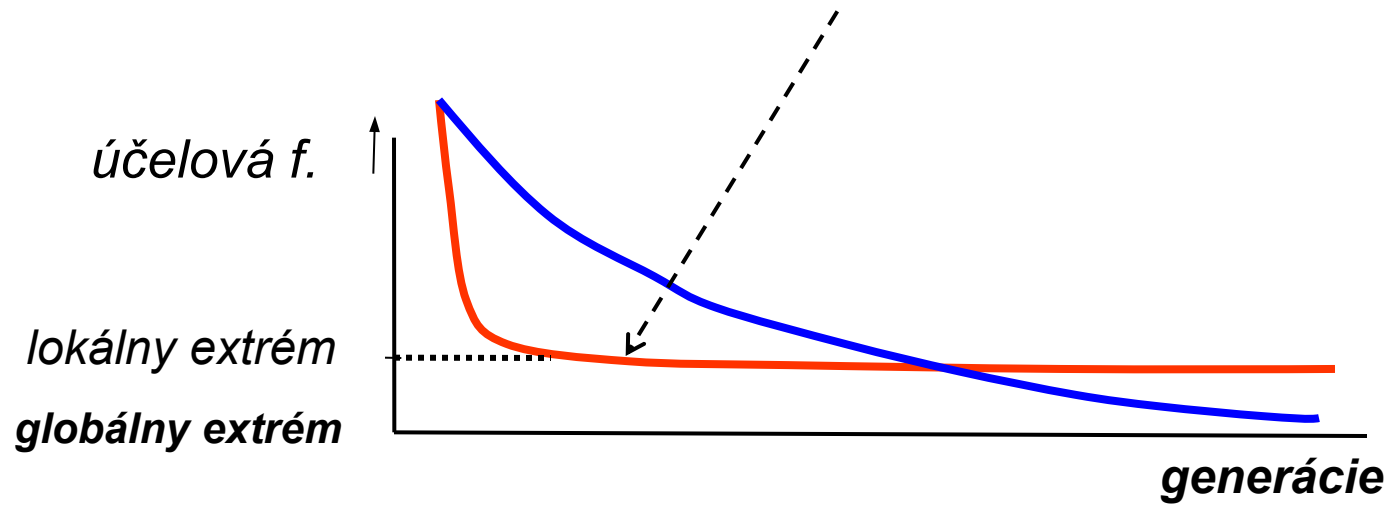
# Príklad konkrétného GA

1. Náhodná inicializácia počiatočnej populácie  $P$  o počte 20 reťazcov.
2. Vyhodnotenie vektora účelových funkcií resp. fitness pre všetky reťazce populácie.
3. Výber skupiny  $A$  ako 2 najúspešnejších reťazcov z populácie  $P$  (s najvyššou hodnotou fitness).
4. Výber skupiny  $B$  ako 4 najúspešnejších reťazcov z populácie  $P$  (zahrňujú aj reťazce skupiny  $A$ ).
5. Výber 14 reťazcov skupiny  $C$  pomocou turnajového výberu z populácie  $P$ .
6. Zjednotením reťazcov skupín  $B$  a  $C$  sa vytvorí pracovná skupina 18 reťazcov  $D$ .
7. V skupine  $D$  sa vytvoria náhodné dvojice, s ktorými sa uskutoční kríženie.
8. Vybrané gény niektorých reťazcov skupiny  $D$  sa zmutujú globálne alebo lokálne.
9. Vytvorí sa nová generácia populácie  $P$  ako zjednotenie skupín  $A$  a  $D$ .
10. Ak sa dosiahol predpísaný počet cyklov (generácií) vyberie sa najúspešnejší reťazec ako konečné riešenie. Inak sa pokračuje bodom 2.

# Selektívny tlak

- **Selektívny tlak =  $P_{\text{best}}/P_{\text{mean}}$**   
 $P_{\text{best}}$  - pravdepodobnosť výberu najlepšieho jedinca  
 $P_{\text{mean}}$  - priemerná pravdepodobnosť výberu jedincov
- **je to miera konkrétneho GA (metódy výberu) uprednostňovať aktuálne lepšie jedince z populácie pred aktuálne horšími jedincami**
- **GA s vysokým selektívnym tlakom rýchlo konvergujú k najbližšiemu lokálnemu extrému a ťažko ho opúšťajú**
- **zvyšovanie sel. tlaku: elitársky výber (*selbest*) na úkor náhodného výberu (*selrand*) a turnajového výberu (*seltourn*), ruletový výber (*slesus*) má vyšší sel. tlak než *seltourn***

**Predčasná konvergencia riešenia GA  
(uviaznutie riešenia v lokálnom extrém)**



# Diverzita v populácii

- Diverzita, rozptyl, rôznorodosť génov
- dá sa vyjadriť pomocou euklidovskej vzdialenosti voči vzťažnému reťazcu alebo rozptylom hodnôt reťazcov (génov)
- v GA, ktorý zabezpečuje vysokú diverzitu sa v populácii neustále vytvárajú reťazce s rôznorodou genetickou informáciou
- zvýšenie diverzity - šanca opustiť lokálny extrém, nové perspektívne smery hľadania
- zvýšenie diverzity ale spomaľuje rýchlosť konvergenzie, príliš vysoká diverzita môže úplne zablokovat' konvergenciu
- diverzitu zvyšuje: vyššia miera mutácie, náhodný výber, resetovanie jedincov alebo časti populácie, veľkosť populácie

**Selektívny tlak a diverzita pôsobia proti sebe**

**Ich vhodným vyvážením možno docieľiť optimálnu konvergenciu GA**

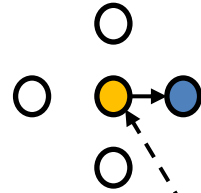


## **Príklad:**

# **Schwefelova funkcia 100 premenných**

**(Schwefel.f. , testfn3b.m)**

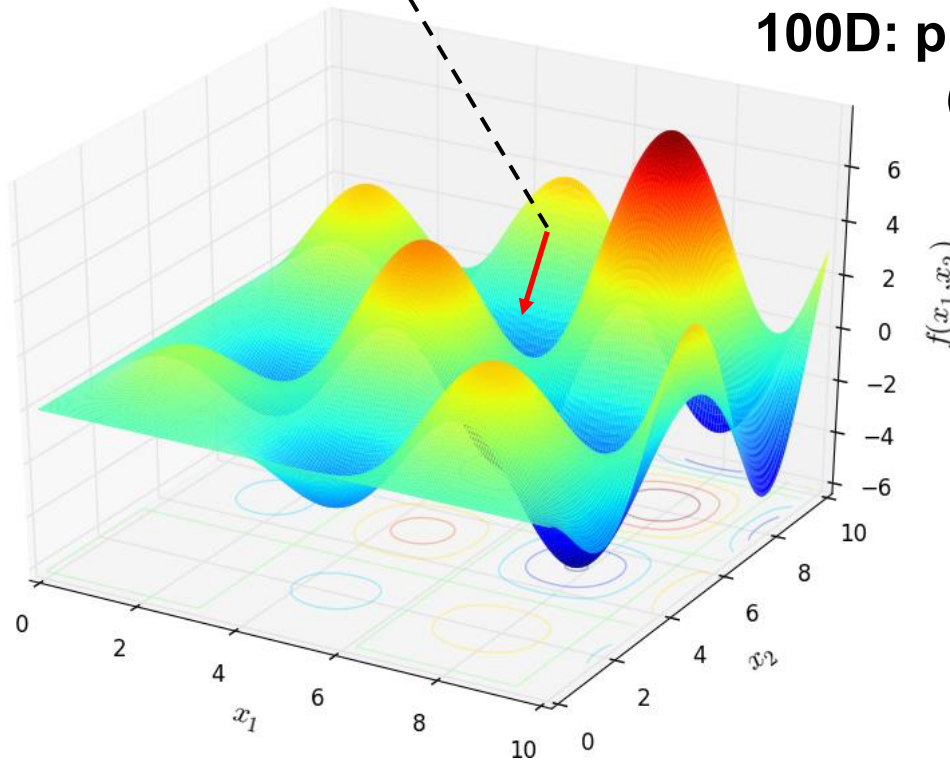
# Horolezecký algoritmus - 2D úloha



**2D: prehľadanie  $2^2$  susedov**

**ND: prehľadanie  $2^N$  susedov**

**100D: prehľadanie  $2^{100}$  susedov**  
( $2^{100} = 1.2677\text{e}+30$ )



**Horolezecký algoritmus uviazne v najbližšom lokálnom extrém.**