

1.6 Príklady použitia genetického algoritmu (Matlab)

Príklady GA:

**Hľadanie globálneho minima
Schwefelovej funkcie**

Nová schwefelova funkcia (testfn3c.m)

$$F(X) = \sum_{i=0}^n -x_i \cdot \sin \left(\sqrt{|x_i - x_0|} + y_0 \right)$$

$$x_0 = 30; y_0 = 100$$

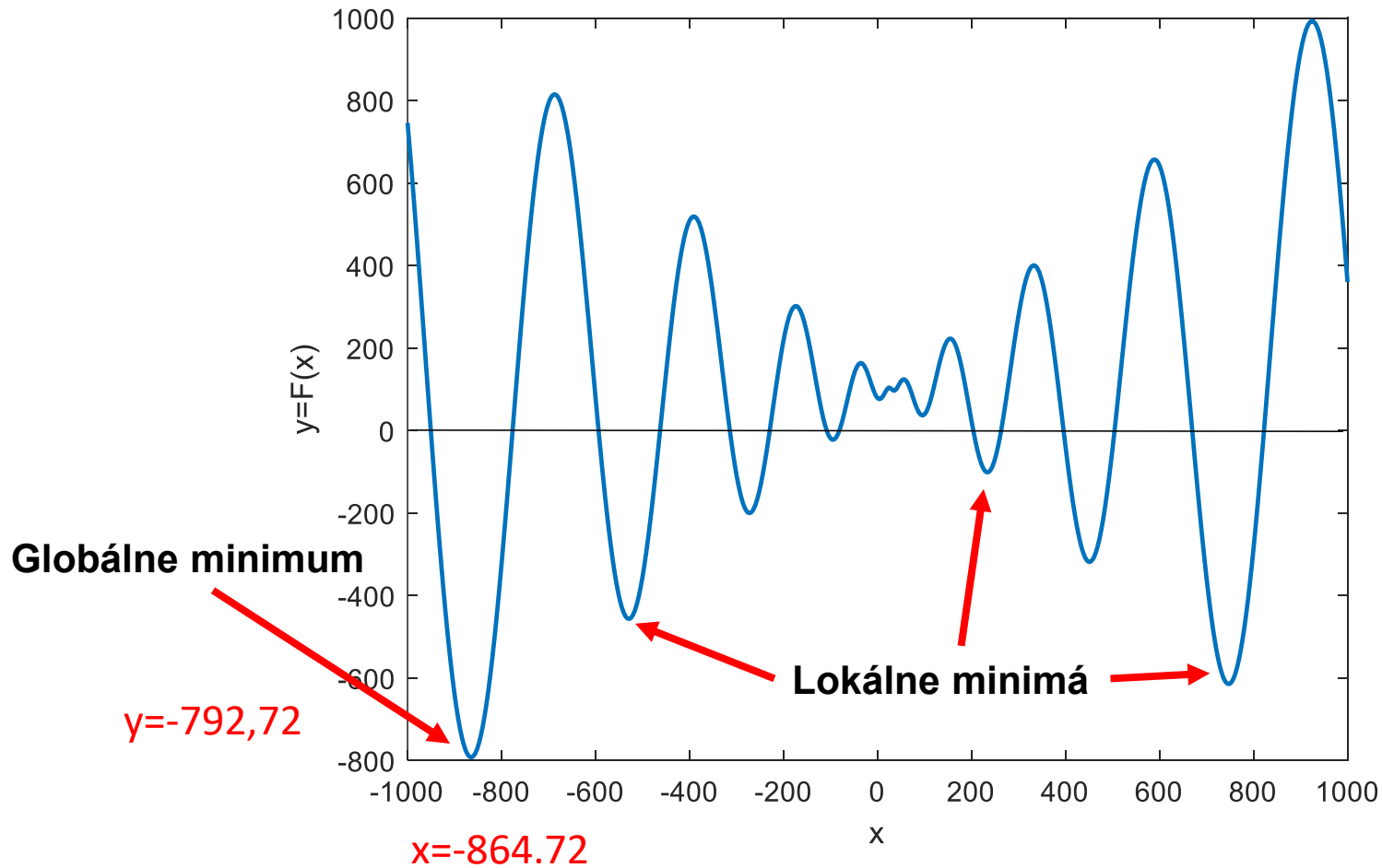
$$-1000 \leq x_i \leq 1000; i = 1 \dots n; n = 10$$

Globálne minimum:

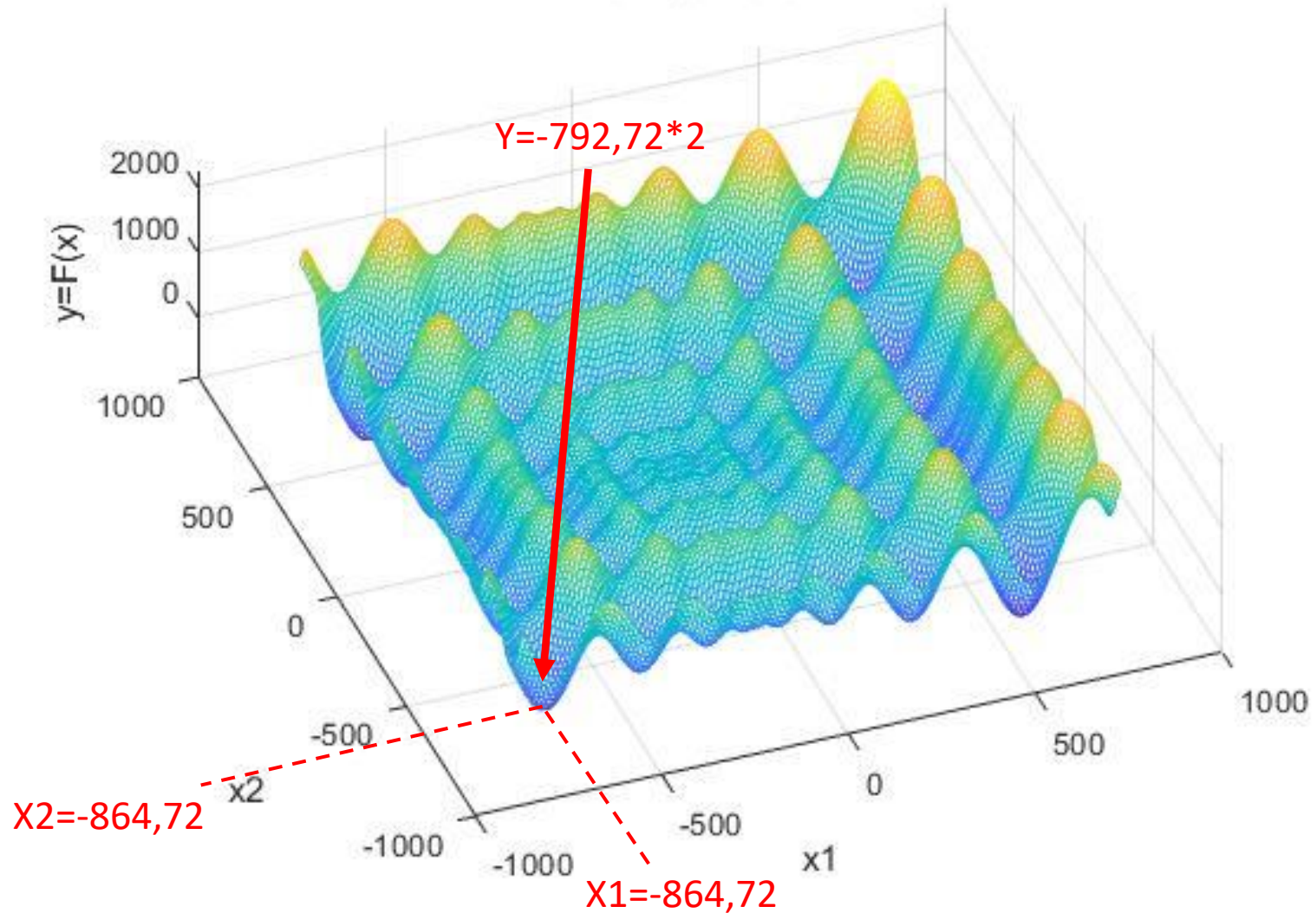
$$f(x) = -792.72 n$$

$$x_i = -864.72; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Nová schwefelova funkcia (testfn3c.m)

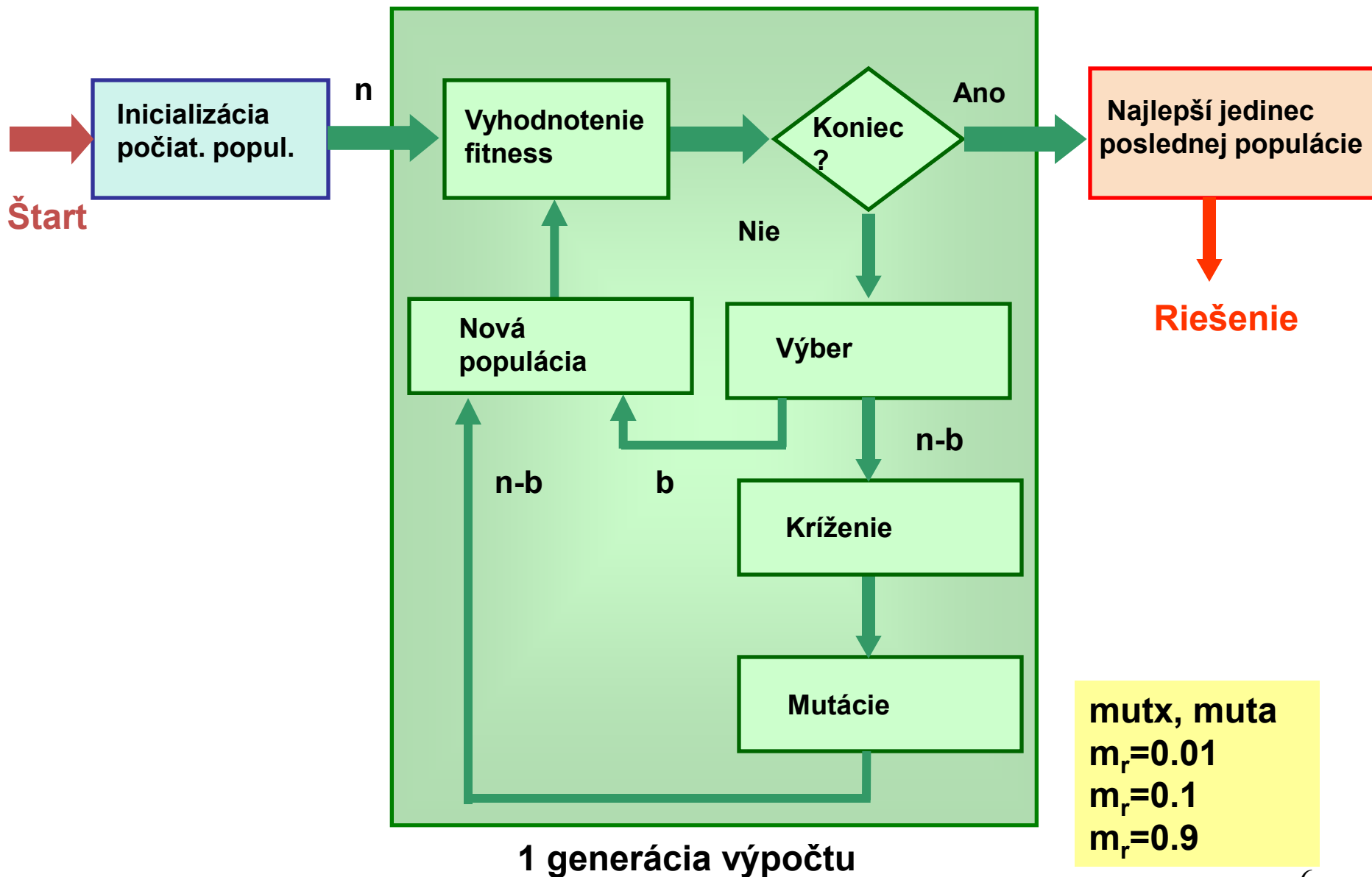


New Schwefel f.



Genetický algoritmus pre funkciu 10 premenných:
 $X = [x_1, x_2, \dots, x_{10}]; x_i = -864,72; F(X^*) = -792,72 \cdot 10$

Genetický algoritmus



Príklad 1:

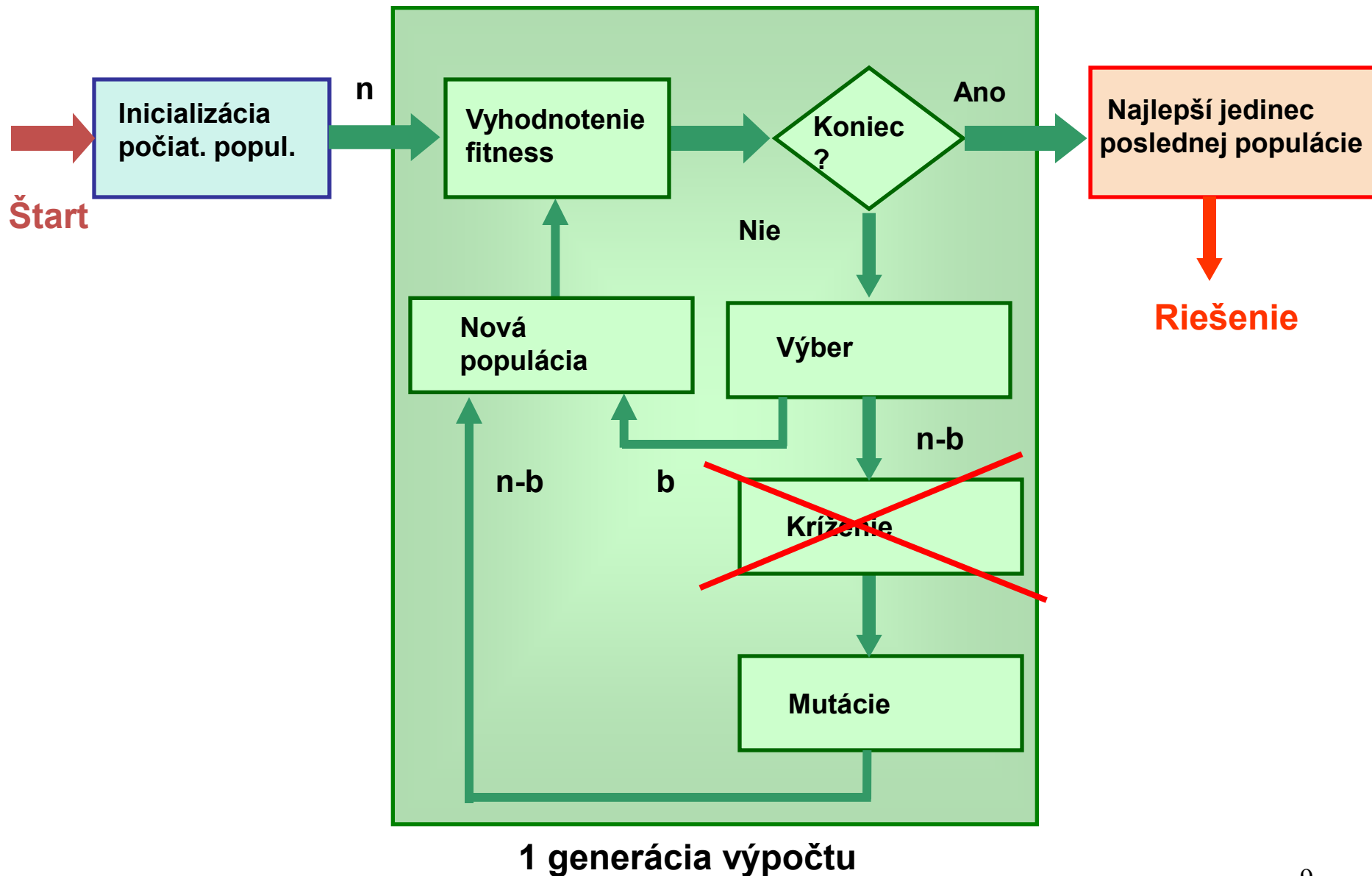
Parametrizácia mutácie

(Schwefel.f. , testfn3c.m)

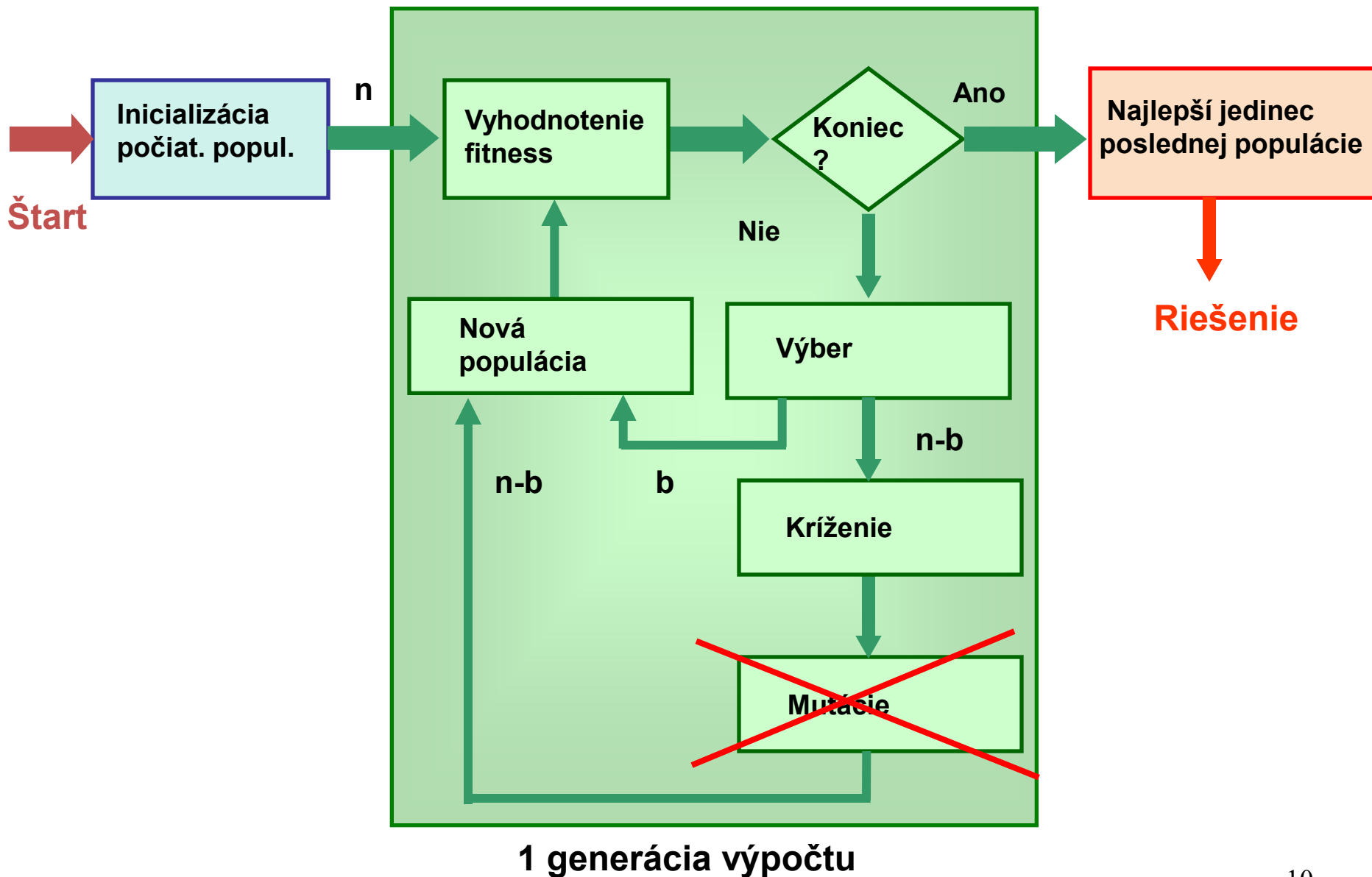
Príklad 2:

Kríženie vs. mutácia

Genetický algoritmus



Genetický algoritmus

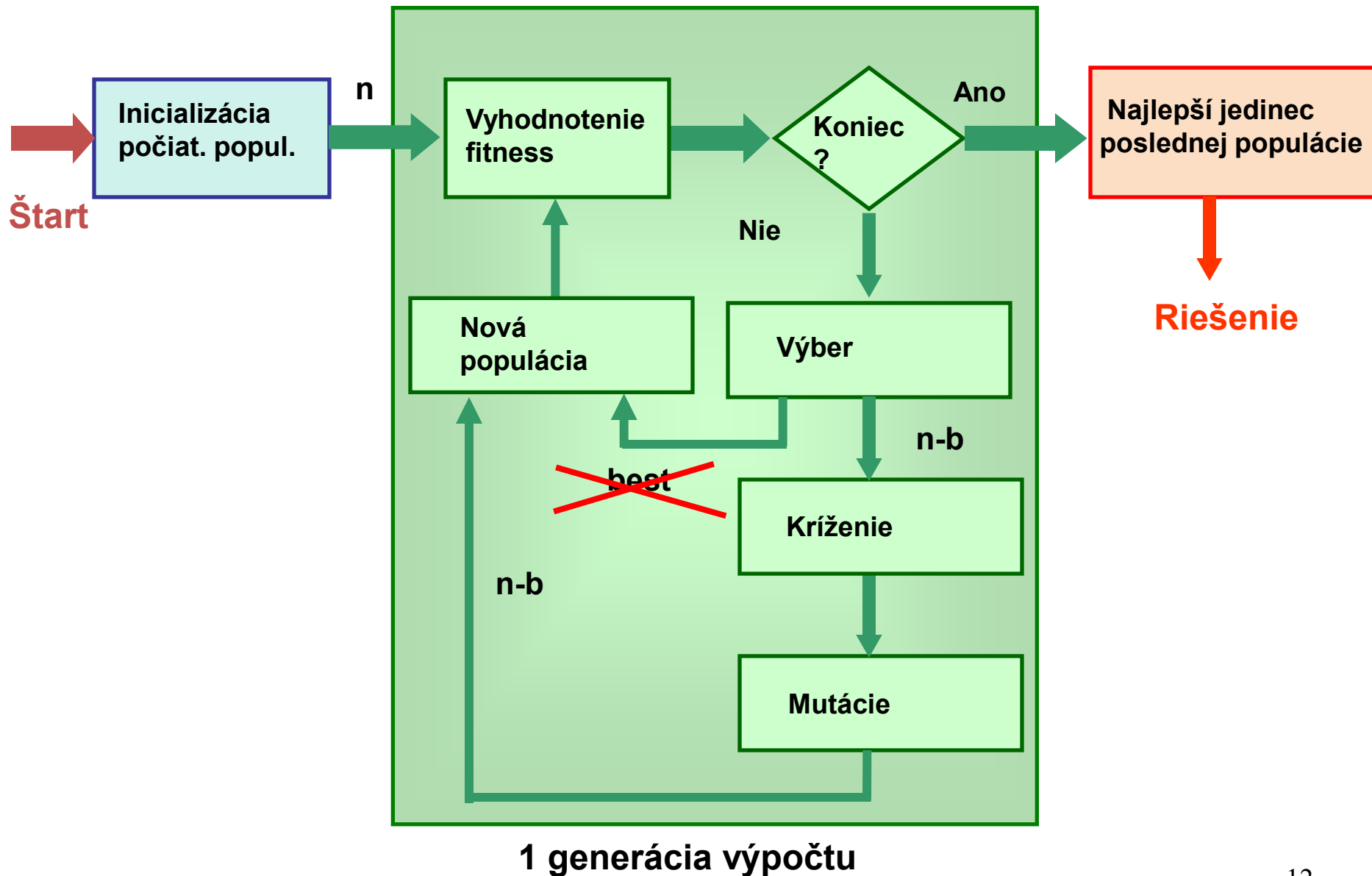


Príklad 3:

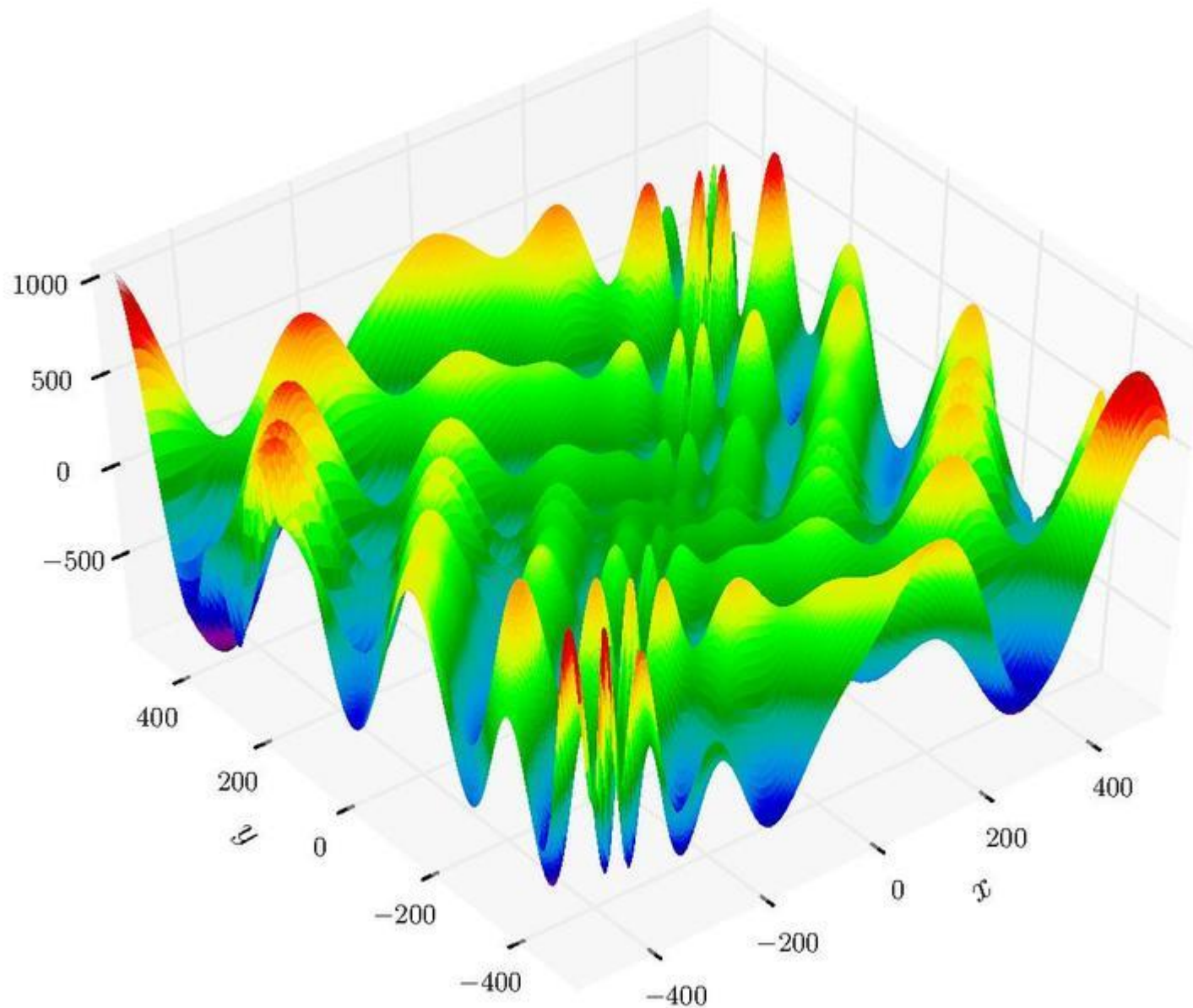
Elitarizmus

(Schwefel.f. , testfn3.m)

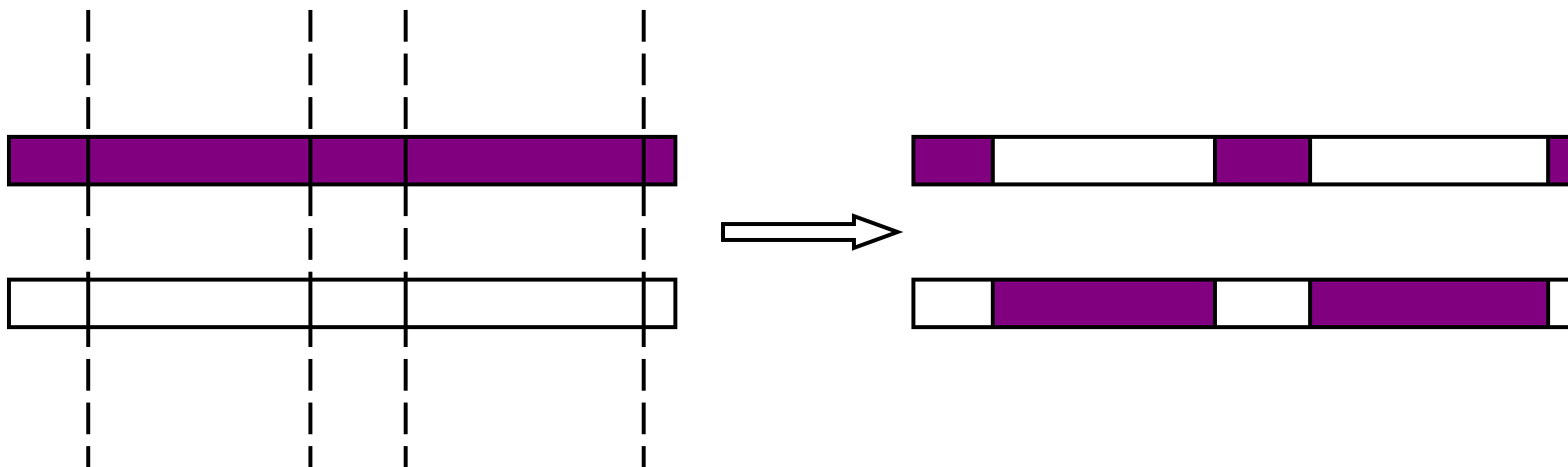
Genetický algoritmus



Eggholder fn. – těžký 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

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n] \rightarrow X' = [x_1, x_2, \dots, \rho, \dots, x_n]$$

a) obyčajná m. $\rho \in (x_{i,\min} ; x_{i,\max})$

ρ - náhodné číslo z celého dovoleného rozsahu (*mutx.m*)

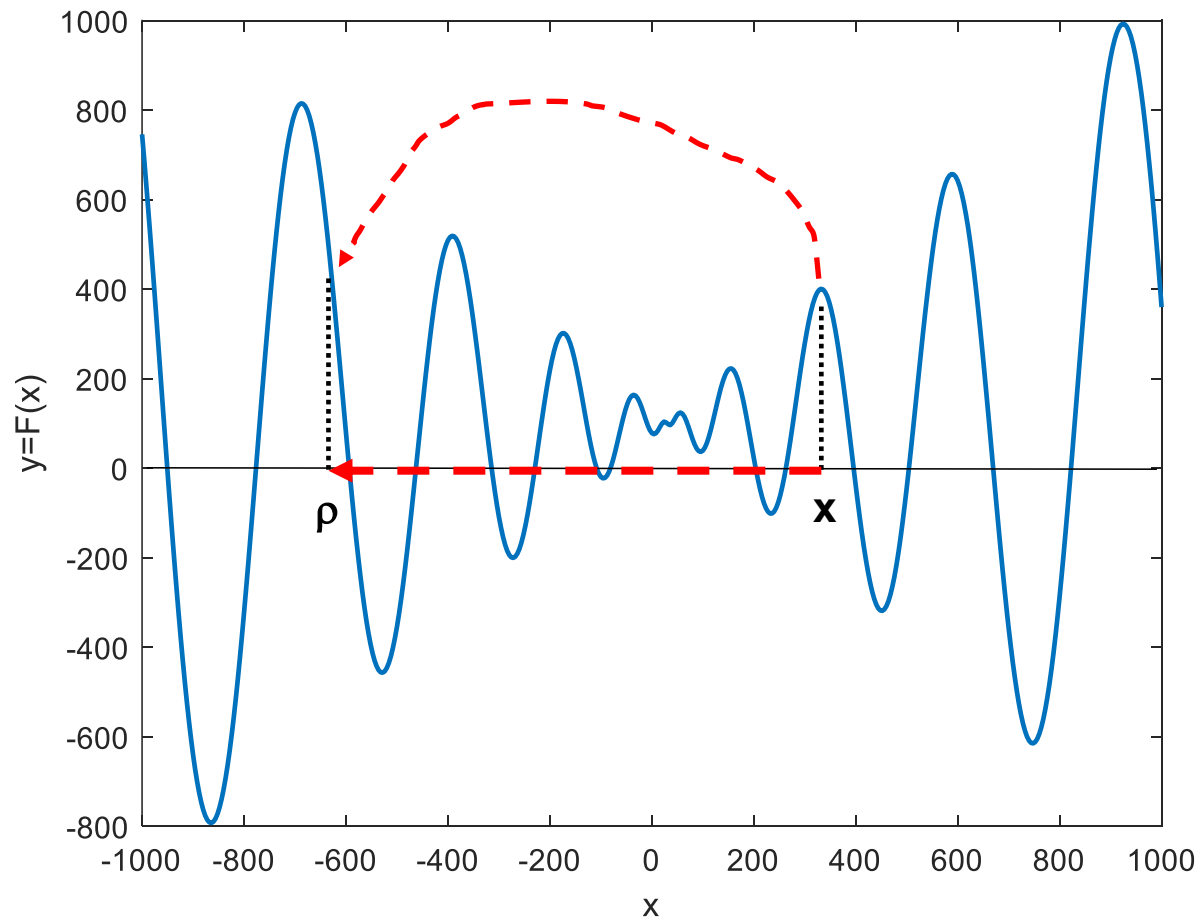
b) aditívna m. $\rho = x_i + \delta$

δ - náhodné číslo zo zvoleného rozsahu (*muta.m*)

c) multiplikatívna m. $\rho = x_i * \alpha$

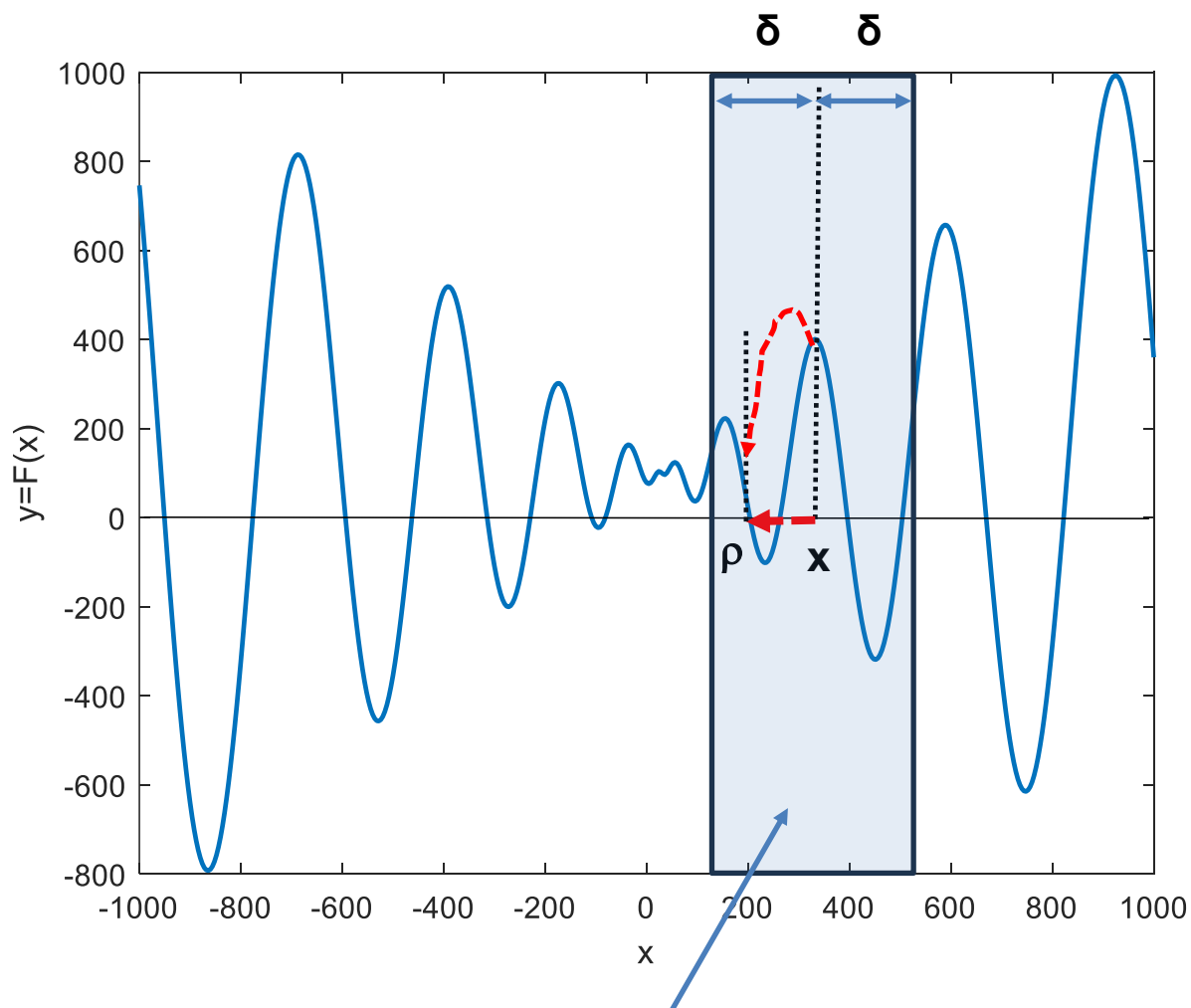
α - náhodné číslo zo zvoleného rozsahu (*mutm.m*)

a) Obyčajná mutácia („globálna“)



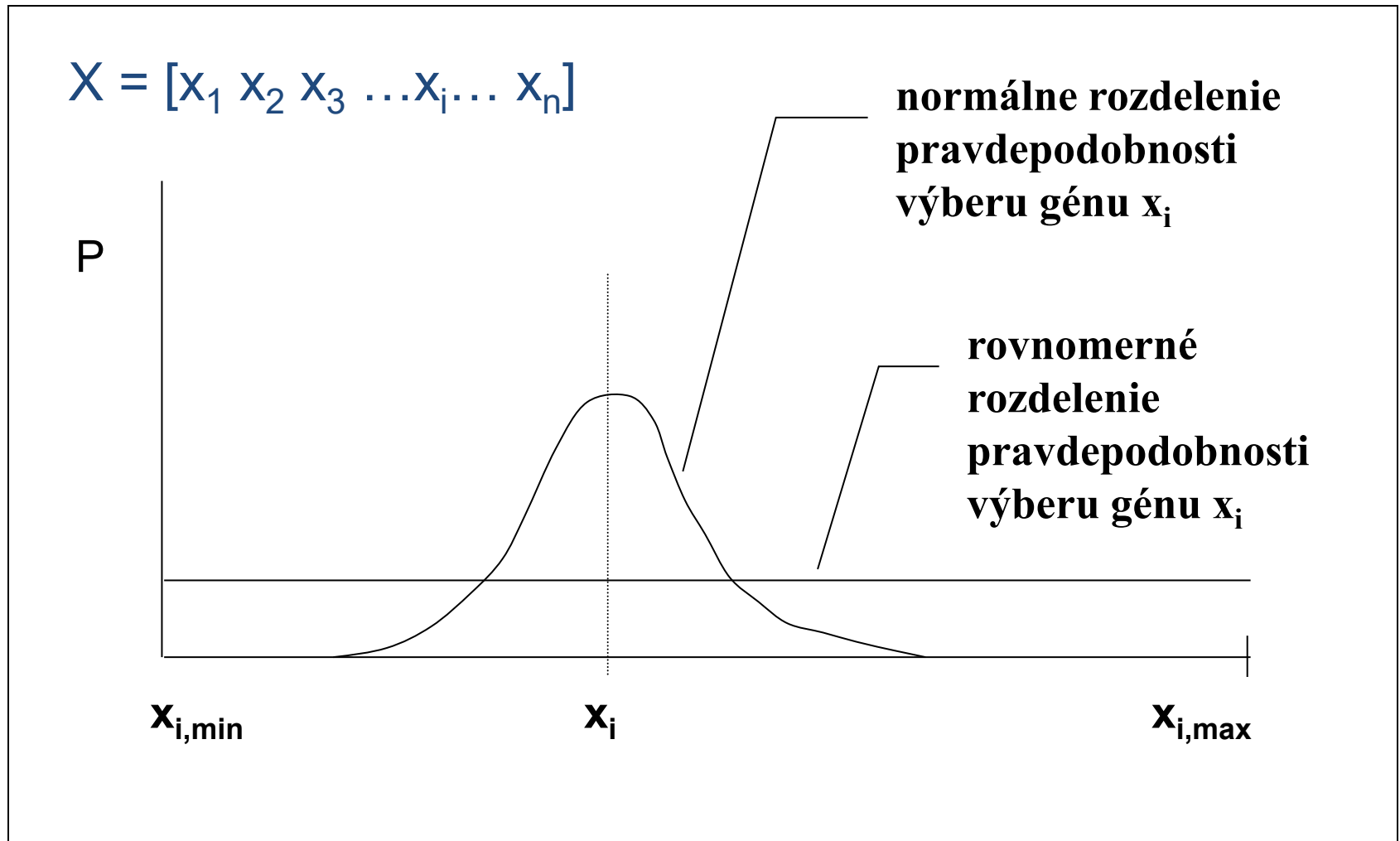
Mutácia v celom prehľadávanom priestore

b) Aditívna v malom rozsahu zmeny („lokálna“)



Mutácia v malom okolí pôvodného riešenia

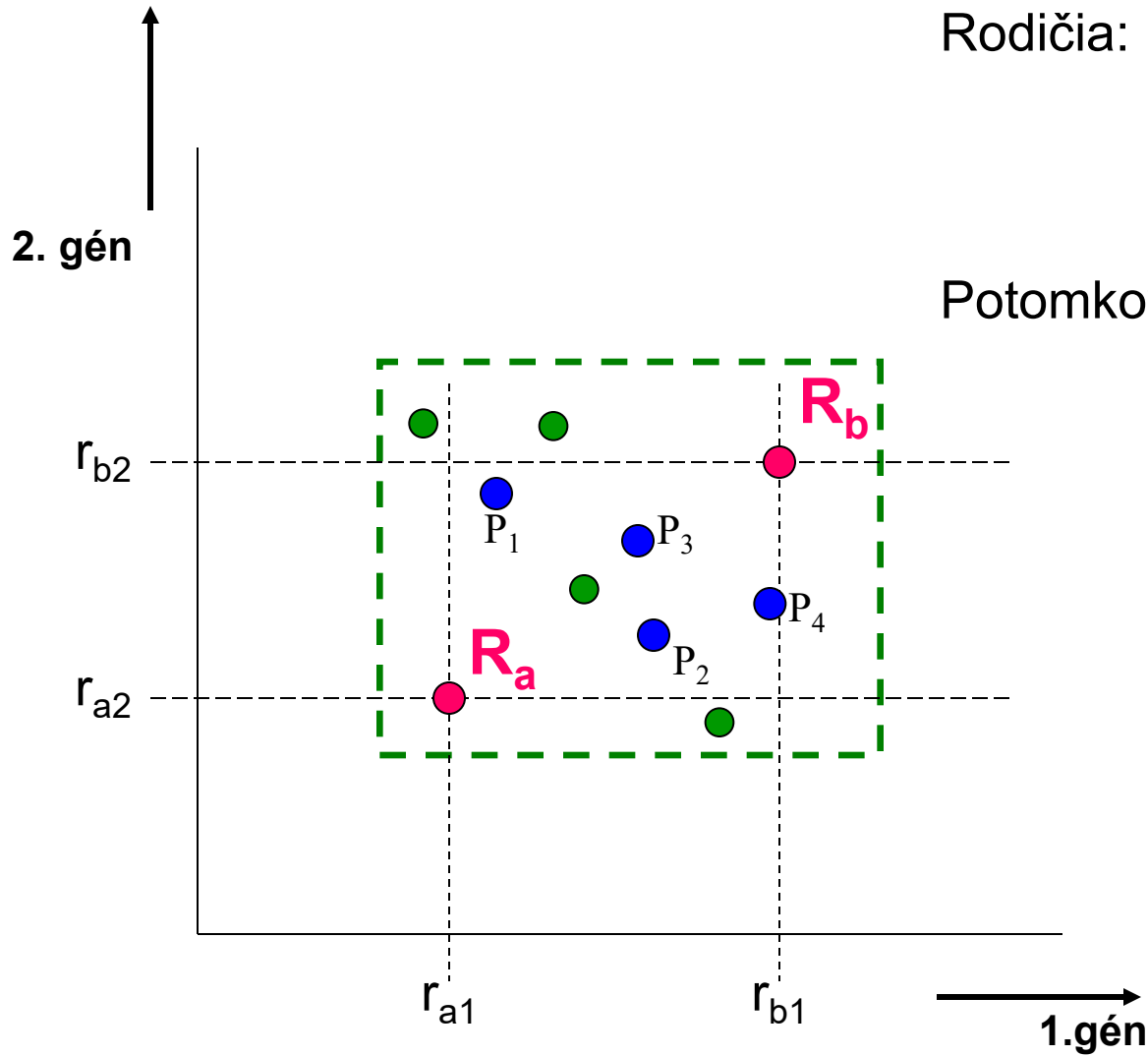
Rozloženie pravdepodobnosti výberu mutovaného génu



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

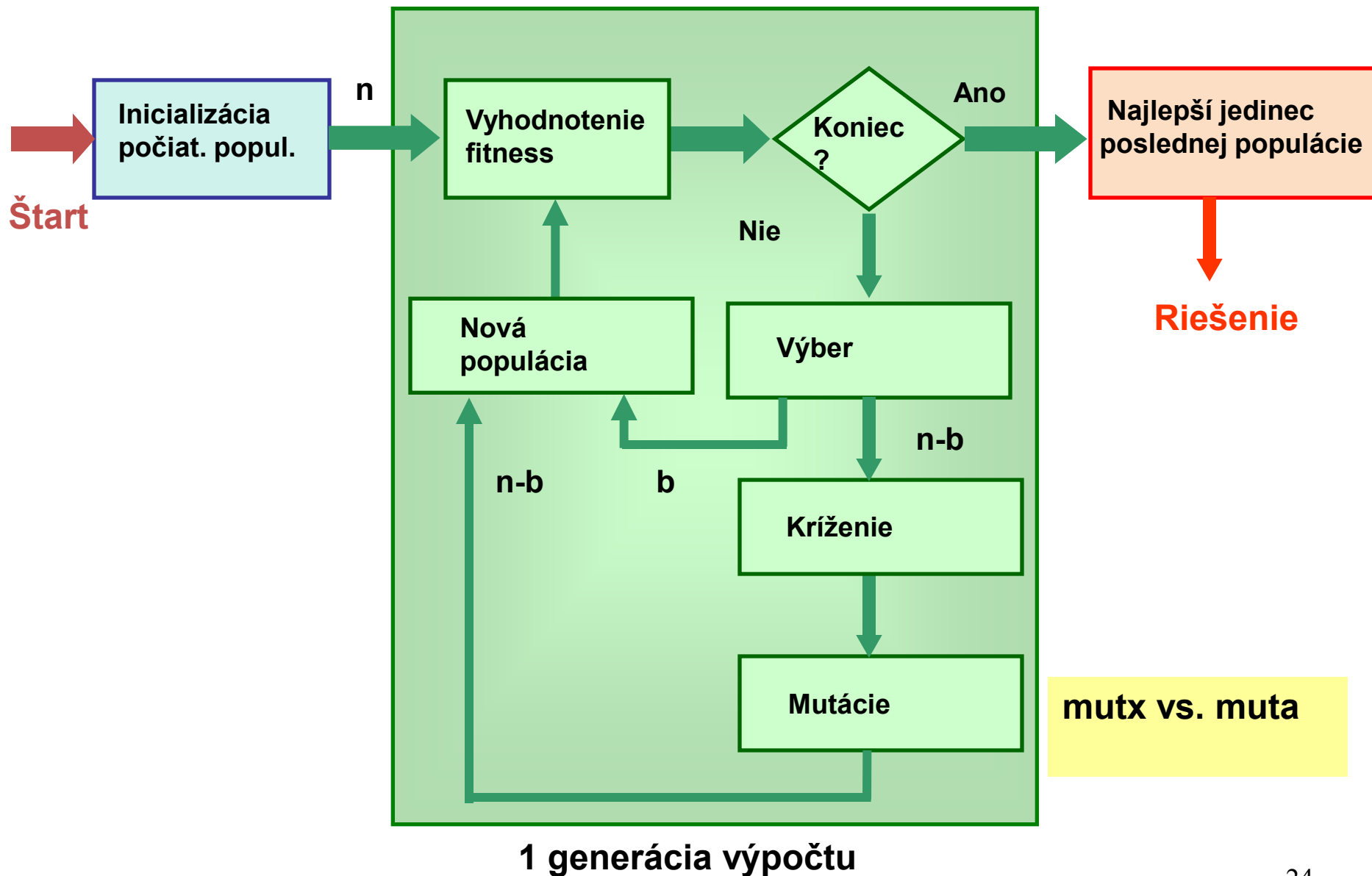
Globálne / Lokálne hľadanie

Príklad 4:

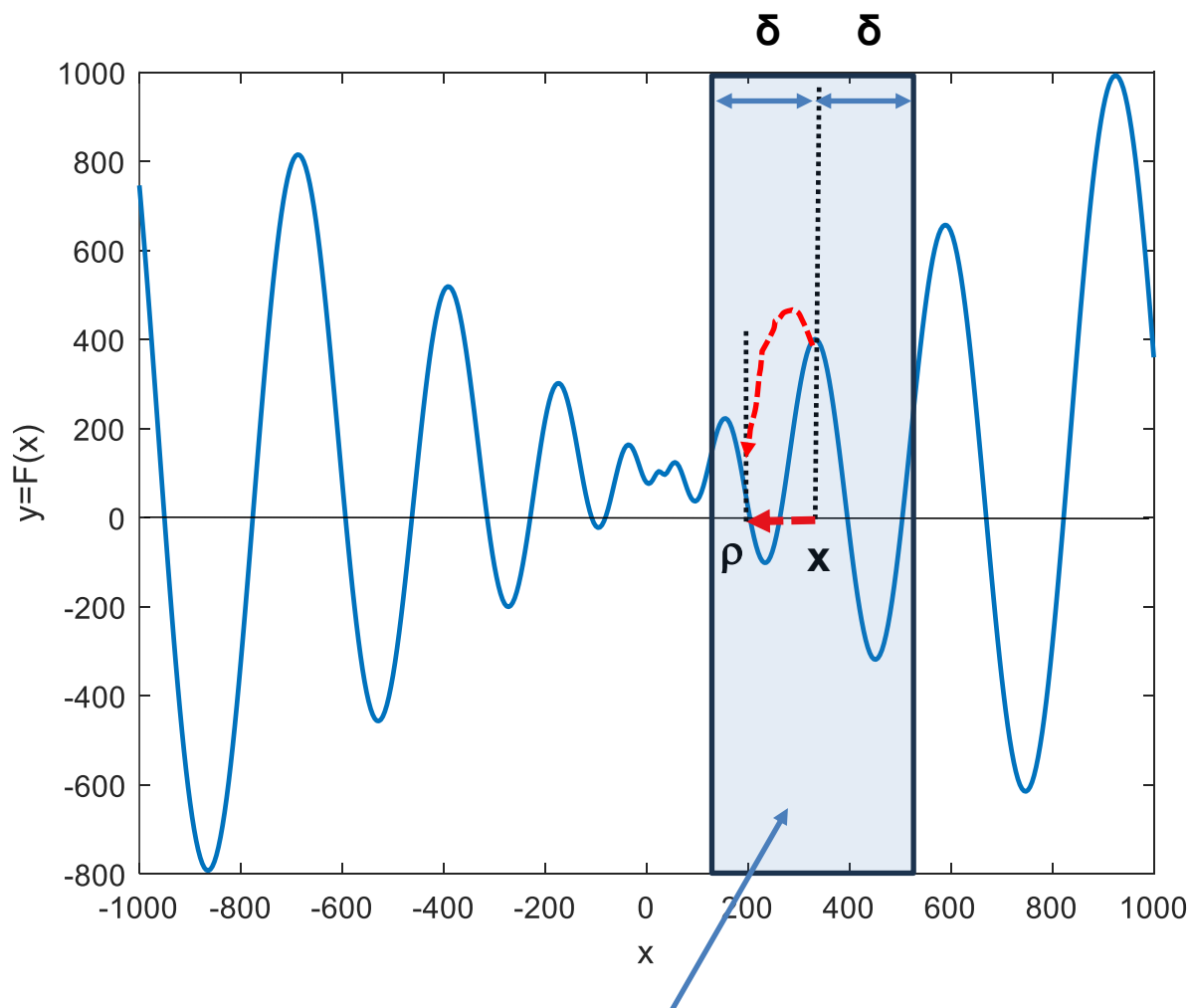
Globálna / lokálna mutácia

(Schwefel.f. , testfn3.m)

Genetický algoritmus

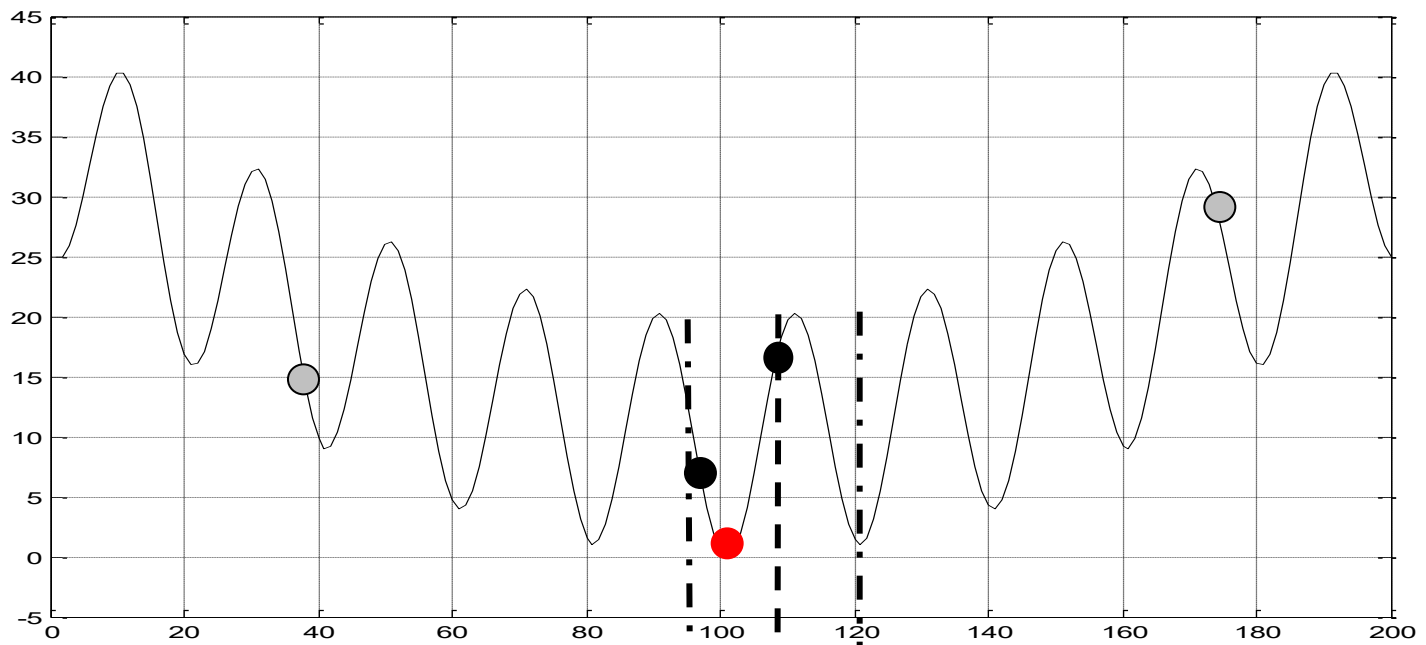


b) Aditívna v malom rozsahu zmeny („lokálna“)

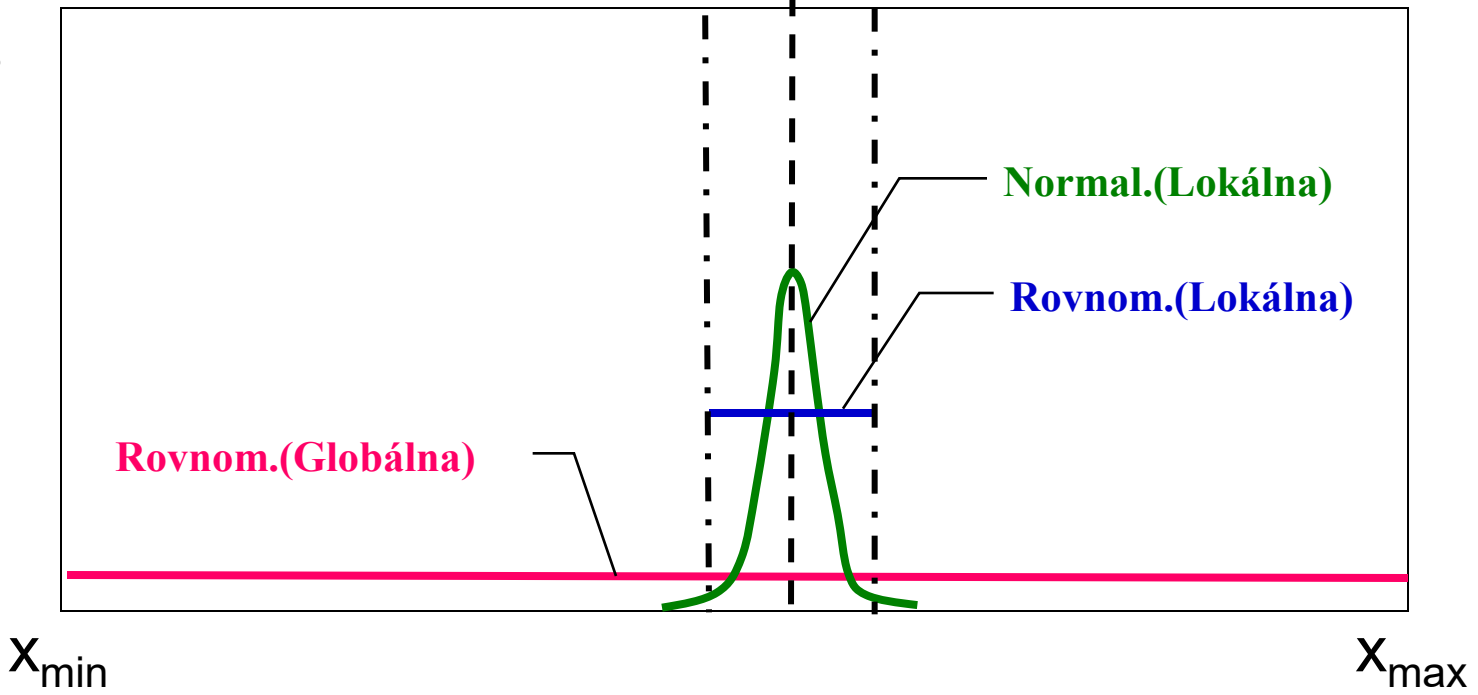


Mutácia v malom okolí pôvodného riešenia

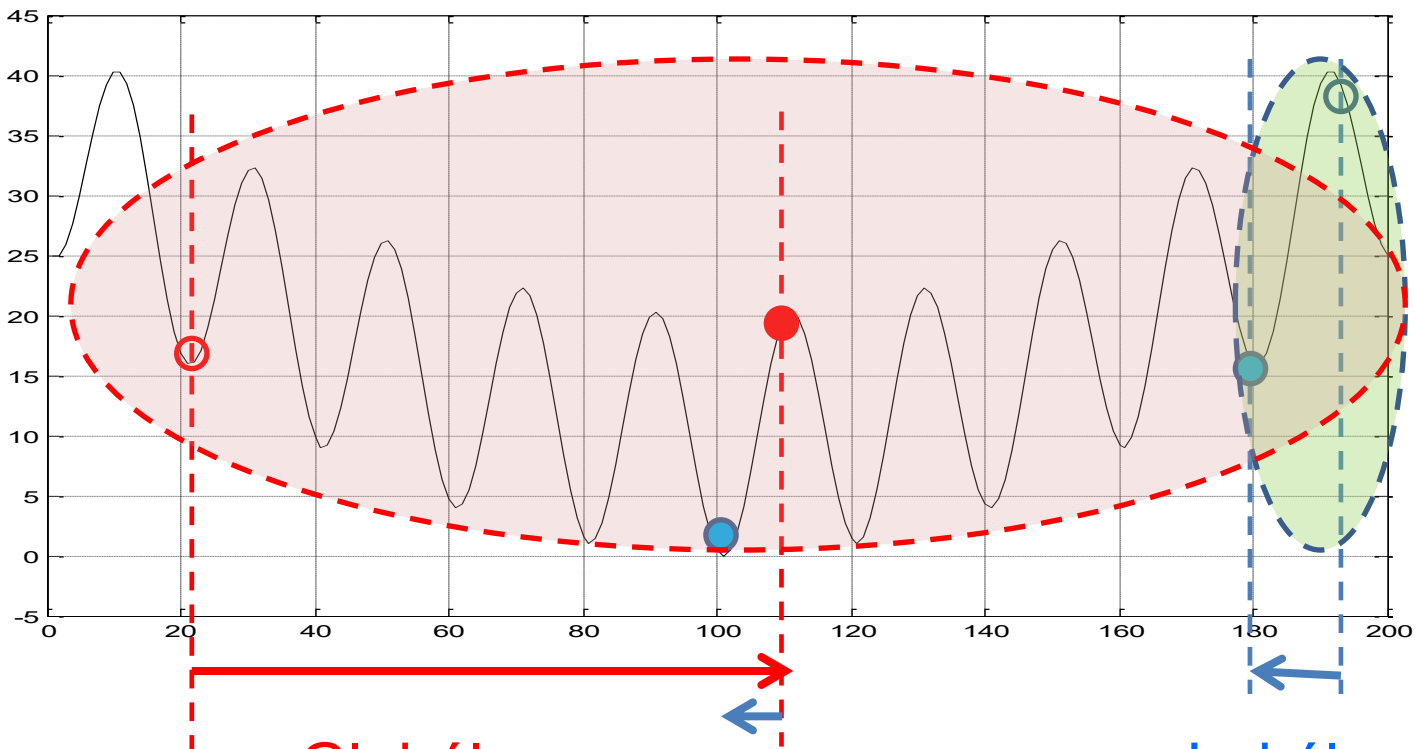
$F(x)$



P



$F(x)$



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 → [3 2 1]

Pop = [R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀]

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

Vyb = [R₅, R₅, R₅, R₂, R₂, R₇].

Náhodný výběr (selrand.m)

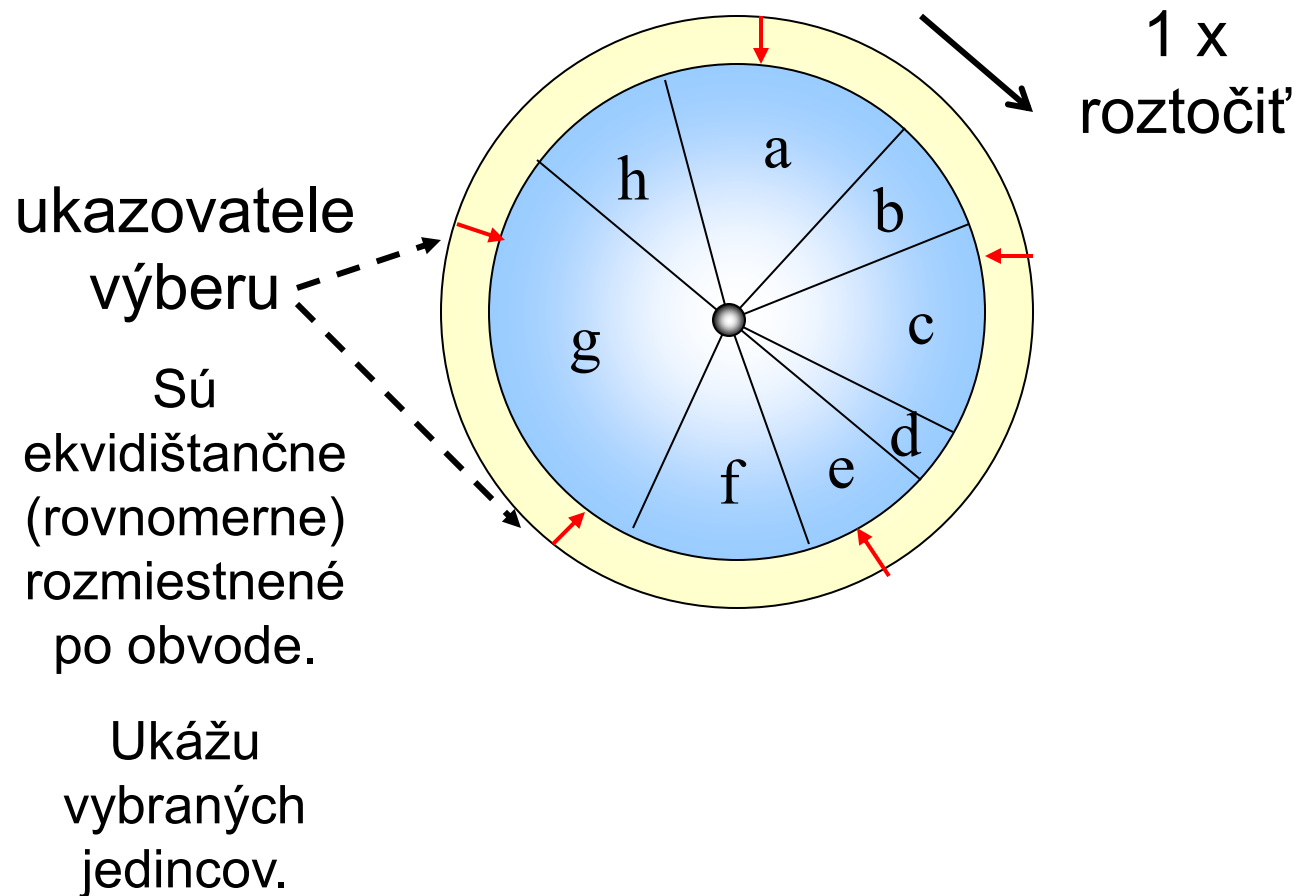
vyber 6

Pop = [R₁ , R₂ , R₃ , R₄ , R₅ , R₆ , R₇ , R₈ , R₉ , R₁₀]

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

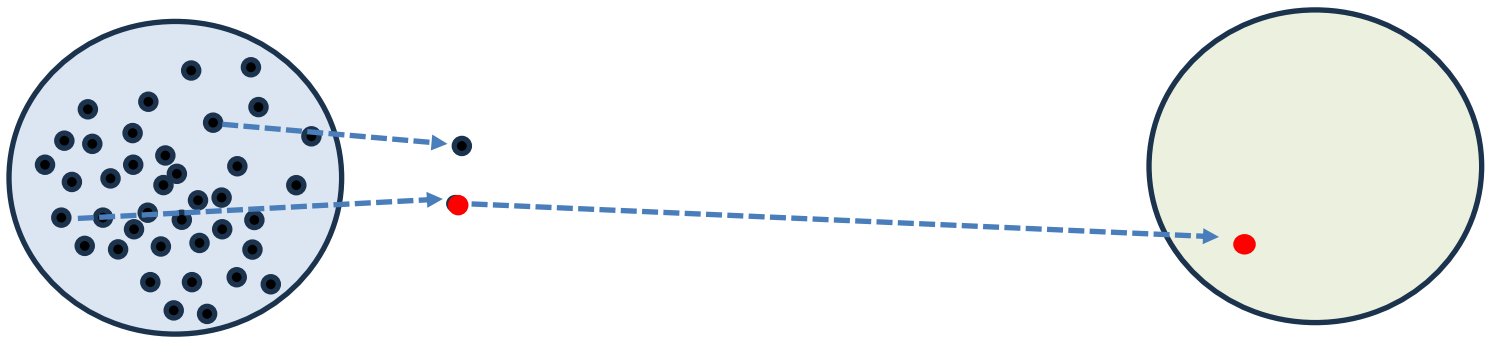
Vyb = [R₈ , R₄ , R₂ , R₁ , R₄ , R₉]

Rovnomerný váhovaný ruletový výber (selsus.m)



Turnajový výber (seltourn.m)

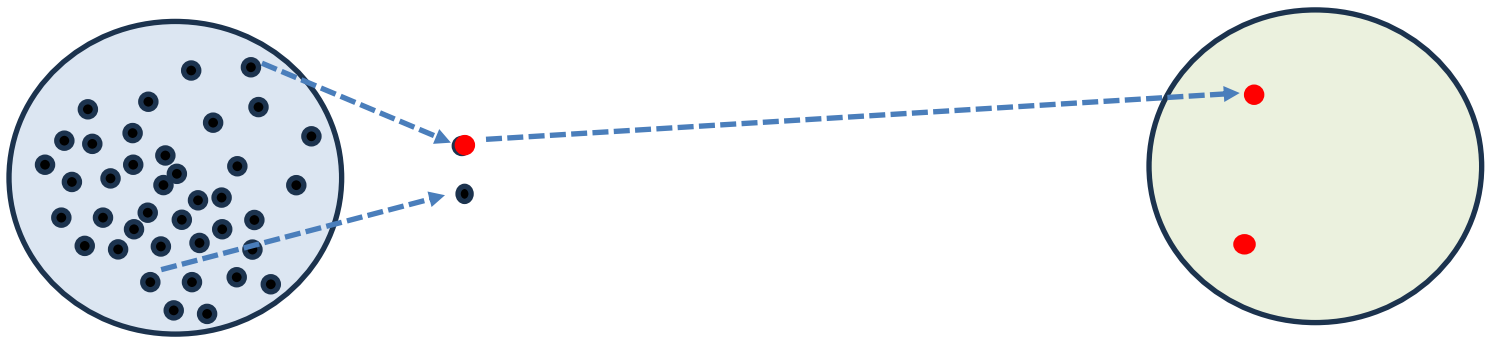
1. Z populácie sa skopíruje náhodná dvojica jedincov.
2. Lepší z dvojice sa zapíše medzi vybrané jedince.
Oba jedince zostanú stále v pôvodnej populácii.
3. Opakuj 1-2, kým nie je vybraný už požadovaný počet jedincov.



Vyber 15 z 35

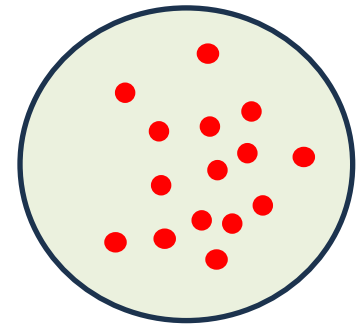
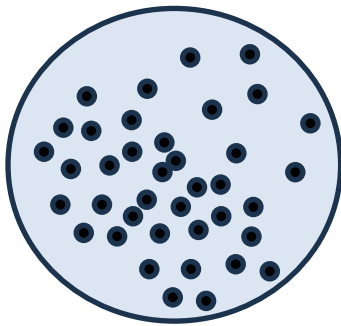
Turnajový výber (seltourn.m)

1. Z populácie sa skopíruje náhodná dvojica jedincov.
2. Lepší z dvojice sa zapíše medzi vybrané jedince.
Oba jedince zostanú stále v pôvodnej populácii.
3. Opakuj 1-2, kým nie je vybraný už požadovaný počet jedincov.



Turnajový výber (seltourn.m)

1. Z populácie sa skopíruje náhodná dvojica jedincov.
2. Lepší z dvojice sa zapíše medzi vybrané jedince.
Oba jedince zostanú stále v pôvodnej populácii.
3. Opakuj 1-2, kým nie je vybraný už požadovaný počet jedincov.



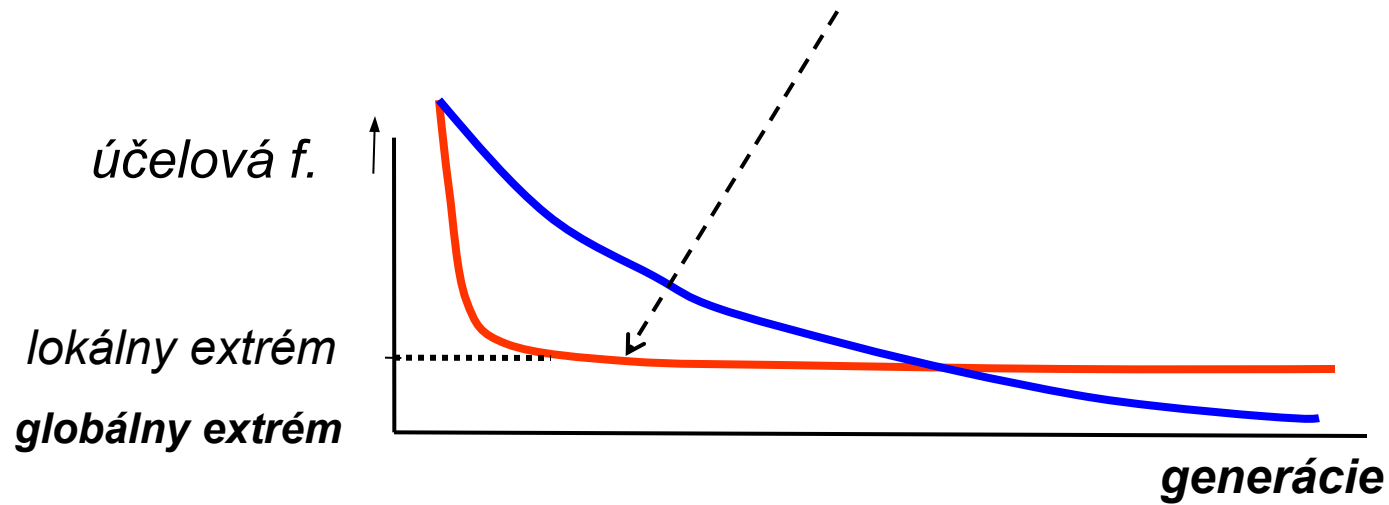
Príklad konkrétného GA

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_{best} - pravdepodobnosť výberu najlepšieho jedinca
 P_{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 konverencie, 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

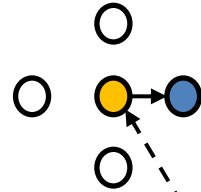
Ich vhodným vyvážením možno docieľiť optimálnu konvergenciu GA

Príklad 5:

Schwefelova funkcia 100 premenných

(Schwefel.f. , testfn3c.m)

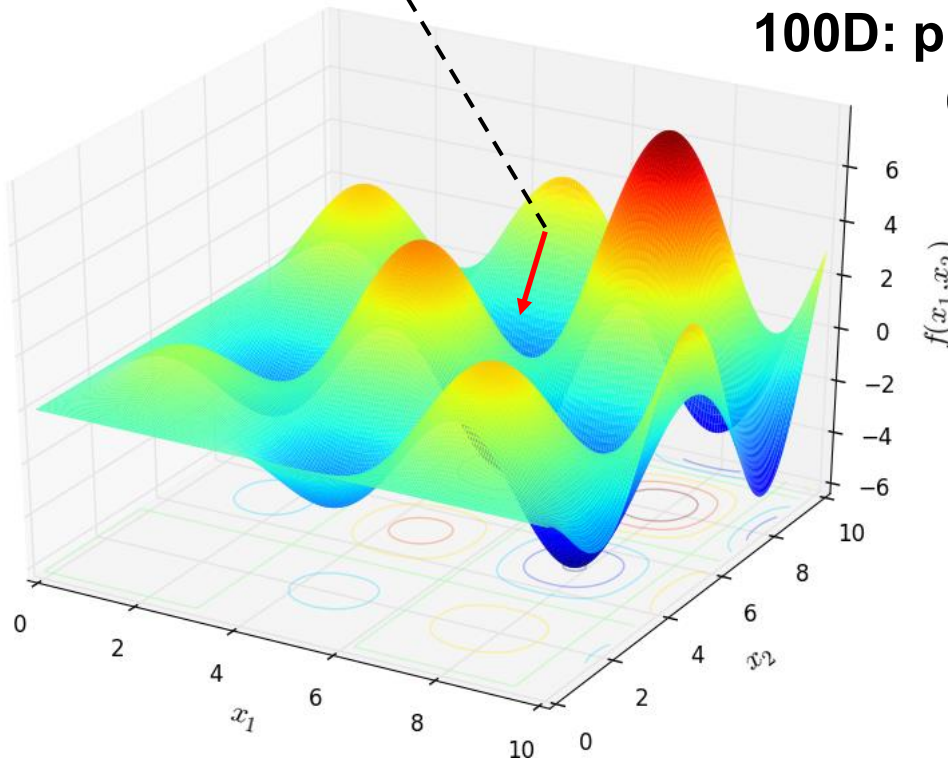
Horolezecký algoritmus - 2D úloha



2D: prehľadanie 2^2 susedov

ND: prehľadanie 2^N susedov

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



Horolezecký algoritmus uviazne v najbližšom lokálnom extrémе.