

Evolučné algoritmy - Téma 15

(Peter Martinovič, peter@martinovic.sk)

Evolučné algoritmy - Téma 15	1
Zadanie	1
Poznámky k zadaniu	1
Popis programu	2
Cells2.exe parametre	2
Riešenie, časť A	4
Riešenie, časť B	4
Pravidlá zo zadania.....	4
Veľkosť populácie od 5 do 50 s krokom 1.....	5
Veľkosť populácie od 50 do 500 s krokom 10.....	6
Veľkosť populácie od 500 do 5000 s krokom 100.....	7
Iné pravidlá.....	8
Veľkosť populácie 5.....	9
Veľkosť populácie 10.....	10
Veľkosť populácie 15.....	11

Zadanie

Zobrazte sadu stavov jednorozmerného celulárneho automatu, kde sú bunky iba v jednom riadku (formálne spojenom do cyklu, t.j. začiatok riadku susedí s koncom) a možné stavy buniek 0 = biela, a 1 = čierna.

Prechodové pravidlá pre stav buniek berú do úvahy iba momentálny stav bunky (v prostriedku) a jej ľavého a pravého suseda. Pravidlá sú zadané takto: $1,1,1 \Rightarrow 1$; $1,1,0 \Rightarrow 1$; $1,0,1 \Rightarrow 1$; $1,0,0 \Rightarrow 0$; $0,1,1 \Rightarrow 1$; $0,1,0 \Rightarrow 0$; $0,0,1 \Rightarrow 0$; $0,0,0 \Rightarrow 1$ }.

Napr. pravidlo $1,1,0 \Rightarrow 1$ znamená, že čierna bunka s čiernym ľavým a bielym pravým susedom bude v ďalšom časovom kroku čierna.

Zobrazte sadu riadkov v časovej postupnosti, t.j. riadok v čase 0, pod ním riadok v čase 1 atď. Počiatočný stav riadku v čase 0 nech je generovaný náhodne. (viď riešenie A)

Zistite, po akej priemernej perióde sa riadky začínajú opakovať v závislosti od počtu buniek v jednom riadku. Vyskúšajte aj s inými sadami pravidiel. (viď riešenie B)

Poznámky k zadaniu

Stavy automatu, ktoré vzniknú otáčaním cyklickej pásky nepovažujem za identické. Aj keď to program, ktorým správanie automatu simulujem, umožňuje.

Zisťovať periódu pre dané pravidlá sa ukázalo ako málo zmysluplné, keďže táto bola stále 1, nezávisle na veľkosti kolónie. Preto zisťujem aj počet generácií od nulte po prvú, ktorá je začiatkom cyklu (aj keď toto bolo možno zadaním a ide tu len o terminologickú otázku).

Ak sa populácia zacyklí s periódou 1, budem o nej hovoriť, že sa stabilizovala.

Popis programu

Program som napísal v MS Visual C++, výpočet s pravidlami z príkladu pre veľkosť populácie 1000 zaberá v pamäti cca 600kB a 5000 náhodných populácií tejto veľkosti sa odsimuluje v priebehu rádovo niekoľkých sekúnd (Pentium-PRO 200 MHz).

Použitie:

Cells2.exe *parametre*

Parametre:

populacia_min
populacia_max
populacia_krok
pocet_testov
max_iteracii
pravidla
prepinace

Program simuluje postupne populácie od veľkosti *populacia_min* vrátane, po *populacia_max* vrátane, s krokom *populacia_krok*, pričom pri každej veľkosti odsimuluje *pocet_testov* náhodných populácií.

Simulácia jednej populácie končí ak sa populácia stabilizuje alebo zacyklí, najneskôr však po *max_iteracii* generáciách.

Pravidlá sa zadávajú binárne zakódované do jedného bajtu *pravidla*, tie z príkladu majú hodnotu 233. Pravidlo 011 => 1 sa prejaví nastavením 1 na treťom bite (číslujeme sprava od nuly) v bajte pravidiel.

Bity v čísle *prepinace* určujú, ako sa budú vypisovať výsledky. Spodné tri bity určujú výpis na *stderr* - teda na obrazovku a ďalšie tri bity určujú výpisy na *stdout*, ktorý, ak sa použije, je vhodné presmerovať do súboru.

0. bit - vypisovať zhrnutie pre všetky simulácie pri jednej veľkosti populácie (*stderr*)
1. bit - vypisovať výsledky jednotlivých simulácií (*stderr*)
2. bit - vypisovať jednotlivé generácie (*stderr*)

3. bit - vypisovať zhrnutie pre všetky simulácie pri jednej veľkosti populácie (*stdout*)
4. bit - vypisovať výsledky jednotlivých simulácií (*stdout*)
5. bit - vypisovať jednotlivé generácie (*stdout*)

Nastavenie 7. bitu zapína upravovanie populácie do „normálnej formy“, kde sa rotované vzory považujú za identické.

Všetky parametre sú povinné.

Výstupy, interpretácia:

Spustenie 5 simulácií populácie veľkosti 20, detailný výpis.

```
>cells2 20 20 1 5 25 233 7
  0 01101000000001100011
  1 11110011111101101011
  2 11110011111111110111
```

```

3 11110011111111111111111111
4 11110011111111111111111111
start: 3 period: 1
0 11010001111101000011
1 11100101111110011011
2 11100011111110011111
3 11101011111110011111
4 11110111111110011111
5 11111111111110011111
6 11111111111110011111
start: 5 period: 1
0 11110110110011110001
1 11111111110011110101
2 1111111111001111011
3 11111111110011111111
4 11111111110011111111
start: 3 period: 1
0 10100001100110011101
1 11001101100110011111
2 11001111100110011111
3 11001111100110011111
start: 2 period: 1
0 00011111011101111010
1 11011111111111111100
2 11111111111111111100
3 11111111111111111100
start: 2 period: 1
size: 20 avsta: 3.00 avperd: 1.00 per/all: 5/ 5

```

V priemernom prípade sa náhodná populácia veľkosti 20 stabilizuje po 3 generáciách.

Údaj *per/all*, určuje koľko zo simulovaných populácií sa do vyčerpania limitného času (parameter *max_iteracii*) zacyklilo.

Pre potreby tejto úlohy pri postupnom zvyšovaní veľkosti populácie používam najzhrňujúcejší výpis, v nasledujúcom príklade aj s výstupom do súboru.

```

>cells2 50 1000 50 500 25 233 9 >vypis.txt
size: 50 avsta: 5.24 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 100 avsta: 5.91 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 150 avsta: 6.38 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 200 avsta: 6.45 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 250 avsta: 6.71 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 300 avsta: 6.80 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 350 avsta: 7.00 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 400 avsta: 7.12 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 450 avsta: 7.18 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 500 avsta: 7.21 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 550 avsta: 7.36 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 600 avsta: 7.42 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 650 avsta: 7.46 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 700 avsta: 7.54 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 750 avsta: 7.64 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 800 avsta: 7.64 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 850 avsta: 7.61 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 900 avsta: 7.81 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 950 avsta: 7.78 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1000 avsta: 7.79 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500

```

Riešenie, časť A

Toto je výpis simulácie 5 náhodných populácií veľkosti 80, s každou sa vykoná maximálne 25 krokov, nebolo to však nikde potrebné.

Priemerne sa populácie začali cykliť po 5.6 krokoch, s periódou vždy rovnou 1.0. Bunky sa buď stabilizovali ako jednotky alebo vytvárali pásy núl šírky 2.

```
>cells2 80 80 1 5 25 233 7
 0 00010101100011000110110110010001100111001100101111111011101110111110011100000011
 1 01001011110101101011111111000010110011100110001111111111111111111111111001110111011
 2 100001111101111011111111111101100111001110011010111111111111111111111111001111111111
 3 101101111111111111111111111111001110011100111011111111111111111111111111100111111111
 4 111111111111111111111111111111001110011100111111111111111111111111111111100111111111
 5 111111111111111111111111111111001110011100111111111111111111111111111111100111111111
start: 4 period: 1
 0 100010110011000110001011110110111001101110100101011000101111111010111
 1 101001110011010110100111111110110111110111100111111100001011101001111111101111
 2 1100011100111011110001111111111111111111111111110011111101100111110001111111111111
 3 1101011100111111101011111111111111111111111111110011111111100111110101111111111111
 4 111000111111111111111111111111011111111111111111111111111111110011111111100111111111
 5 1111111001111111111111111111111111111111111111110011111111110011111111111111111111
 6 1111111001111111111111111111111111111111111111110011111111110011111111111111111111
start: 5 period: 1
 0 11001010010010111110110110100011001000000100000010110010100101000010010000110111
 1 110001000000011111111111111111001011000011110001111001110001000010011000000110111111
 2 11010001111101111111111111111100011101101111010111100111010001100001101110111111111
 3 1110010111111111111111111111110101111111111111111100111100101101101111111111111111
 4 1110001111111111111111111111111011111111111111111111111111111100111111111111111111
 5 1110101111111111111111111111111111111111111111111001111010111111111111111111111111
 6 1111011111111111111111111111111111111111111111111100111101111111111111111111111111
 7 1111111111111111111111111111111111111111111111111100111111111111111111111111111111
 8 1111111111111111111111111111111111111111111111111100111111111111111111111111111111
start: 7 period: 1
 0 00100011110000010000110110001010010001000011010100010101110100010000111011000100
 1 10001011110111000110111110100100000100011011101001001011111001000110111111010001
 2 10100111111111010111111111000001110001011111100000001111110000101111111111100101
 3 1100011111111110111111111110111011010011111110111111011111101100111111111100011
 4 1101011111111111111111111111111100011111111111111111111111111111111111111001111111101011
 5 1110111111111111111111111111111111010111111111111111111111111111111111111001111111110111
 6 111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
 7 11111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111110011111111111111
 8 111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111100111111111111111
start: 7 period: 1
 0 01010110101111011011101001001010010110101111101000110001100001111011000110110010
 1 0010111101111111111111111000000100001111011111110010110101101101111111010111110000
 2 10011111111111111111111111011111000110111111111100011110111111111111111110111110111
 3 100111111111111111111111111111101011111111111111111111111111111111111111111111111111
 4 100111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
 5 100111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
 6 100111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111111
start: 5 period: 1
size: 80 avsta: 5.60 avperd: 1.00 per/all: 5/ 5
```

Riešenie, časť B

Pravidlá zo zadania

Pre pravidlá zo zadania uvádzam niekoľko postupností veľkosti populácie. Pre každú veľkosť sa vykonáva 500 náhodných pokusov a maximálny počet generácií pre jednu náhodnú populáciu je 25 (nikde nie je prekročený - všetky sa zacyklia skôr).

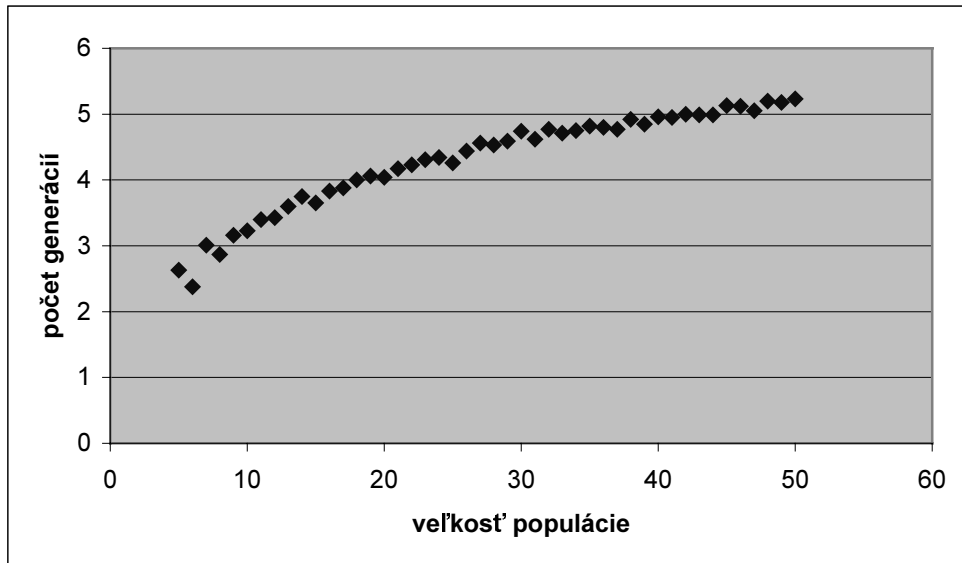
Veľkosť populácie:

1. od 5 do 50 s krokom 1 (čas behu niekoľko sekúnd)
2. od 50 do 500 s krokom 10 (čas behu niekoľko sekúnd)
3. od 500 do 5000 s krokom 100 (čas behu cca 2 minúty)

Absolútna väčšina pokusov skončila zacyklením s periódou 1, počet generácií potrebných na zacyklenie je veľmi malý (pre veľkosť 5000 nedosahuje 9). Počet generácií sa javí byť priamo úmerný veľkosti populácie.

Veľkosť populácie od 5 do 50 s krokom 1

```
>cells2 5 50 1 500 25 233 1
size:  5 avsta:  2.54 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size:  6 avsta:  2.45 avperd:  1.03 per/all: 500/ 500
size:  7 avsta:  2.99 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size:  8 avsta:  2.91 avperd:  1.02 per/all: 500/ 500
size:  9 avsta:  3.14 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 10 avsta:  3.11 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 11 avsta:  3.35 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 12 avsta:  3.54 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 13 avsta:  3.61 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 14 avsta:  3.56 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 15 avsta:  3.84 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 16 avsta:  3.86 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 17 avsta:  3.91 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 18 avsta:  4.05 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 19 avsta:  3.99 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 20 avsta:  4.07 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 21 avsta:  4.25 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 22 avsta:  4.21 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 23 avsta:  4.22 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 24 avsta:  4.45 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 25 avsta:  4.42 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 26 avsta:  4.33 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 27 avsta:  4.45 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 28 avsta:  4.57 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 29 avsta:  4.65 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 30 avsta:  4.56 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 31 avsta:  4.63 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 32 avsta:  4.69 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 33 avsta:  4.81 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 34 avsta:  4.77 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 35 avsta:  4.95 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 36 avsta:  4.87 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 37 avsta:  4.79 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 38 avsta:  4.82 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 39 avsta:  4.94 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 40 avsta:  4.85 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 41 avsta:  4.95 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 42 avsta:  4.93 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 43 avsta:  5.00 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 44 avsta:  4.94 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 45 avsta:  5.05 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 46 avsta:  5.08 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 47 avsta:  5.06 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 48 avsta:  5.21 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 49 avsta:  5.07 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
size: 50 avsta:  5.11 avperd:  1.00 per/all: 500/ 500
```



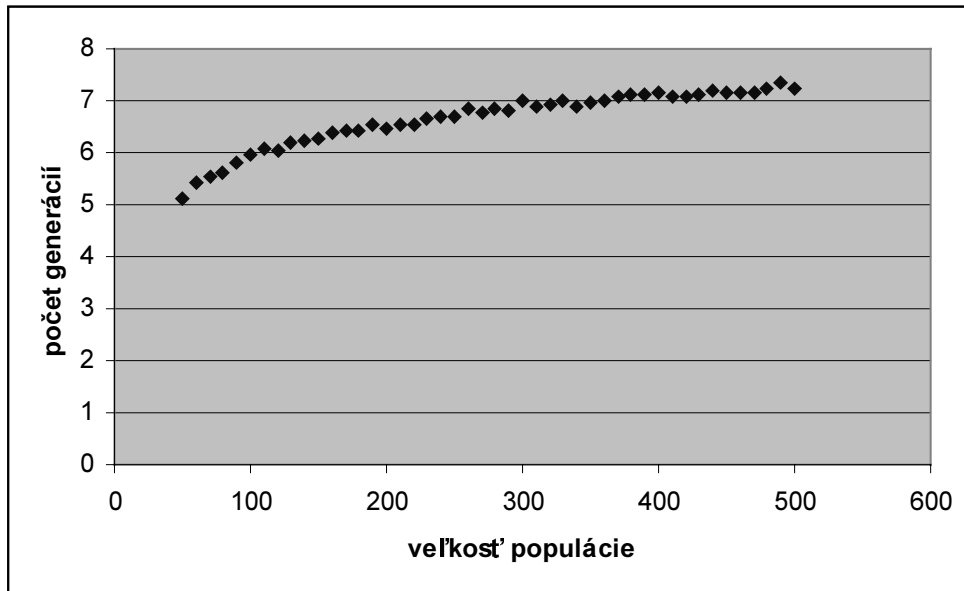
Veľkosť populácie od 50 do 500 s krokom 10

```
>cells2 50 500 10 500 25 233 1
size: 50 avsta: 5.11 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 60 avsta: 5.41 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 70 avsta: 5.54 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 80 avsta: 5.62 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 90 avsta: 5.80 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 100 avsta: 5.98 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 110 avsta: 6.07 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 120 avsta: 6.05 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 130 avsta: 6.21 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 140 avsta: 6.24 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 150 avsta: 6.26 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 160 avsta: 6.39 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 170 avsta: 6.43 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 180 avsta: 6.42 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 190 avsta: 6.54 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 200 avsta: 6.48 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 210 avsta: 6.54 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 220 avsta: 6.53 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 230 avsta: 6.65 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 240 avsta: 6.71 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 250 avsta: 6.70 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 260 avsta: 6.85 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 270 avsta: 6.76 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 280 avsta: 6.83 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 290 avsta: 6.80 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 300 avsta: 6.99 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 310 avsta: 6.90 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 320 avsta: 6.93 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 330 avsta: 6.99 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 340 avsta: 6.89 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 350 avsta: 6.96 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 360 avsta: 6.99 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 370 avsta: 7.06 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 380 avsta: 7.11 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 390 avsta: 7.12 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 400 avsta: 7.14 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 410 avsta: 7.09 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
```

```

size: 420 avsta: 7.09 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 430 avsta: 7.11 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 440 avsta: 7.21 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 450 avsta: 7.15 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 460 avsta: 7.15 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 470 avsta: 7.15 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 480 avsta: 7.22 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 490 avsta: 7.33 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 500 avsta: 7.25 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500

```



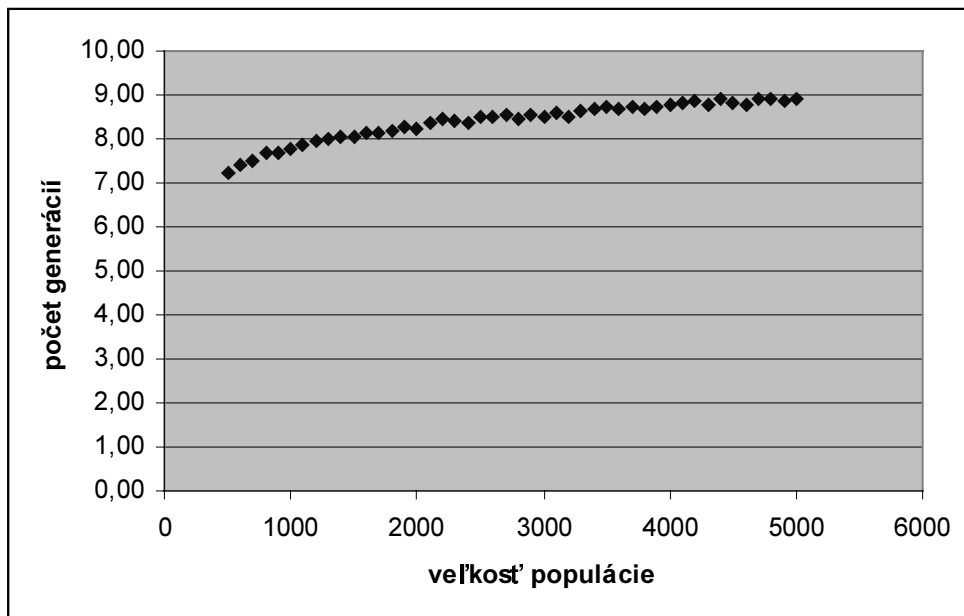
Veľkosť populácie od 500 do 5000 s krokom 100

```

>cells2 500 5000 100 500 25 233 1
size: 500 avsta: 7.25 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 600 avsta: 7.41 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 700 avsta: 7.48 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 800 avsta: 7.69 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size: 900 avsta: 7.69 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1000 avsta: 7.79 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1100 avsta: 7.86 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1200 avsta: 7.94 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1300 avsta: 7.98 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1400 avsta: 8.03 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1500 avsta: 8.03 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1600 avsta: 8.13 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1700 avsta: 8.13 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1800 avsta: 8.19 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:1900 avsta: 8.26 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2000 avsta: 8.24 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2100 avsta: 8.35 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2200 avsta: 8.47 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2300 avsta: 8.41 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2400 avsta: 8.38 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2500 avsta: 8.51 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2600 avsta: 8.49 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2700 avsta: 8.53 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2800 avsta: 8.45 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:2900 avsta: 8.55 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500
size:3000 avsta: 8.52 avperd: 1.00 per/all: 500/ 500

```

size:3100	avsta:	8.60	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3200	avsta:	8.52	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3300	avsta:	8.64	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3400	avsta:	8.66	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3500	avsta:	8.71	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3600	avsta:	8.67	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3700	avsta:	8.74	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3800	avsta:	8.69	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:3900	avsta:	8.75	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4000	avsta:	8.79	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4100	avsta:	8.82	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4200	avsta:	8.85	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4300	avsta:	8.79	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4400	avsta:	8.90	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4500	avsta:	8.84	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4600	avsta:	8.79	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4700	avsta:	8.90	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4800	avsta:	8.92	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:4900	avsta:	8.88	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500
size:5000	avsta:	8.92	avperd:	1.00	per/all:	500/ 500



Iné pravidlá

Zaujali ma tieto pravidlá (správajú sa inak):

```

000 => 1
001 => 0
010 => 1
011 => 1
100 => 0
101 => 1
110 => 0
111 => 0

```

Už pri malých veľkostiach populácie je vidno, že počet generácií nezávisí (priamo úmerne) na veľkosti. Preto nasledovné priemerné hodnoty nám nič nepovedia.

size:	5	avsta:	1.00	avperd:	27.98	per/all:	500/ 500
-------	---	--------	------	---------	-------	----------	----------


```

start: 1    period: 2
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
start: 1    period: 30
size: 5 avsta: 1.00 avperd: 28.32 per/all: 50/ 50

```

Populácia veľkosti 5 sa zacyklí s periódou 30 alebo 2 (priemer 28.32), hneď po prvej generácii.

Veľkosť populácie 10

```

>cells2 10 10 1 50 100000 45 3
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 6    period: 430
start: 5    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 430
start: 1    period: 15
start: 1    period: 430
start: 5    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 30
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 10   period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 14   period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 7    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 60
start: 1    period: 60
start: 16   period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 4    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430

```

```
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 430
start: 1    period: 60
start: 1    period: 430
start: 1    period: 430
size: 10 avsta: 2.18 avperd: 332.30 per/all: 50/ 50
```

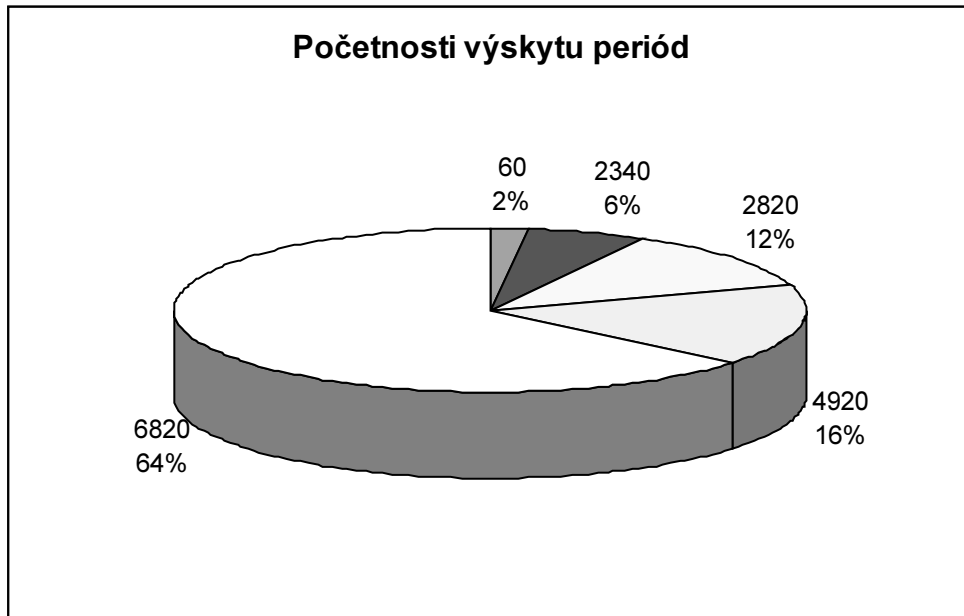
Populácia veľkosti 10 sa zacyklí s periódou 430 alebo 60 (priemer 332.30).

Veľkosť populácie 15

```
>cells2 15 15 1 50 100000 45 3
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:2820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:4920
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:4920
start: 1    period:2820
start: 1    period:2340
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:2820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:4920
start: 1    period:4920
start: 1    period:4920
start: 1    period:2820
start: 1    period:4920
start: 1    period:6820
start: 1    period:4920
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:4920
start: 1    period:2820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:2340
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:2340
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
```

```
start: 1    period:2820
start: 1    period:6820
start: 1    period: 60
start: 1    period:6820
start: 1    period:6820
size: 15 avsta: 1.00 avperd:5632.00 per/all: 50/ 50
```

Populácia veľkosti 15 sa zacyklí s periódou 60, 2340, 2820, 4920 alebo 6820 (priemer 5632.00).



Vykonanie týchto 50 testov trvalo zhruba 30 minút. Pre populáciu 20, kde tieto testy bežali súčasne s testami pre populáciu 15, sa za ten istý čas nevykonala ani jeden celý test.