

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA
Fakulta informatiky a informačných technológií
Ilkovičova 2, 842 16 Bratislava 4

Zadanie č. 2 f, - Riešenie problému Eulerovho koňa algoritmom slepého prehľadávania

Dávid Pent'a ID: 110871

Umelá inteligencia

FIIT STU 2021/2022

Zadanie

Algoritmom slepého prehľadávania (do hĺbky) je možné nájsť (všetky) riešenia (v bežných výpočtových – čas a pamäť – podmienkach PC) iba pri šachovniciach do veľkosti 6x6, max 7x7. Implementujte tento algoritmus pre šachovnice s rozmermi 5x5 a 6x6 a skúste nájsť prvých 5 riešení pre každú šachovnicu tak, že pre šachovnicu 5x5 aj 6x6 si vyberte náhodne 5 východných bodov (spolu teda 10 východných bodov) s tým, že jeden z týchto bodov je (pre každú šachovnicu) ľavý dolný roh a pre každý z týchto bodov nájdite (skúste nájsť) prvé riešenie. V prípade, že ho v stanovenom limite nenájdete, signalizujte neúspešné hľadanie. V diskusii potom analyzujte pozorované výsledky.

Riešenie

Šachovnicu si program pamätá ako dvojrozmerné pole a v ňom používa nasledovný súradnicový systém:

[0,0]	[1,0]	[2,0]	[3,0]	[4,0]	[5,0]
[0,1]	[1,1]	[2,1]	[3,1]	[4,1]	[5,1]
[0,2]	[1,2]	[2,2]	[3,2]	[4,2]	[5,2]
[0,3]	[1,3]	[2,3]	[3,3]	[4,3]	[5,3]
[0,4]	[1,4]	[2,4]	[3,4]	[4,4]	[5,4]
[0,5]	[1,5]	[2,5]	[3,5]	[4,5]	[5,5]

Vo všetkých políčkach je najprv uložená hodnota 0 a hodnota zvoleného počiatočného políčka sa zmení na hodnotu 1. Potom program rekurzívne používa funkciu solve, ktorou slepo do hĺbky prehľadáva všetky možné riešenia. Rekurzia sa zastaví, ak sa nájde požadovaný počet riešení. Osem možností skoku figúrky koňa si program pamätá pomocou polí x_operator a y_operator. Kôň môže skákať iba na políčka obsahujúce hodnotu 0 a nikdy nesmie vyskočiť mimo šachovnicu. Ak je každé políčko navštívené presne raz, tak sa šachovnica vypíše do konzoly. Ak program prejde všetky možnosti a nenájdje žiadne riešenie, tak do konzoly vypíše: Riešenie neexistuje. Ak program v stanovenom časovom limite nenájdje žiadne riešenie, do konzoly sa vypíše: V časovom limite sa nepodarilo nájsť riešenie. Takto napríklad vyzerá riešenie pre šachovnicu 6x6:

36	23	14	27	20	25
15	30	21	24	13	28
22	35	12	29	26	19
31	16	33	10	7	4
34	11	2	5	18	9
1	32	17	8	3	6

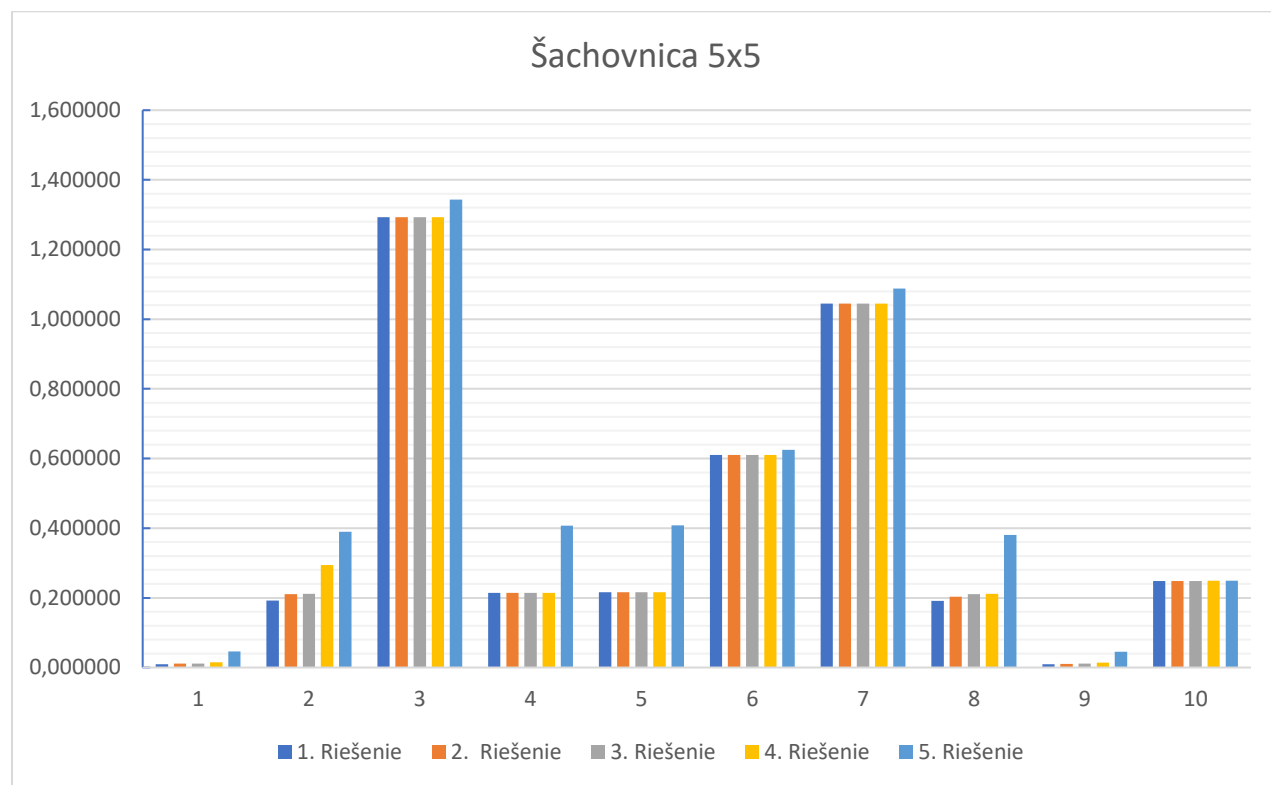
Algoritmus

Slepý algoritmus je jednoduché implementovať a je dostatočný pre menej zložité problémy, ako je napríklad problém Eulerovho koňa pre šachovnicu 5x5, pri ktorej dokáže prejsť všetky možné riešenia do 10 sekúnd. Ale už pri šachovnici 6x6, trvá nájst' riešenie niekedy vyše dvoch minút a pri ešte väčších šachovniciach je jeho použitie nemožné.

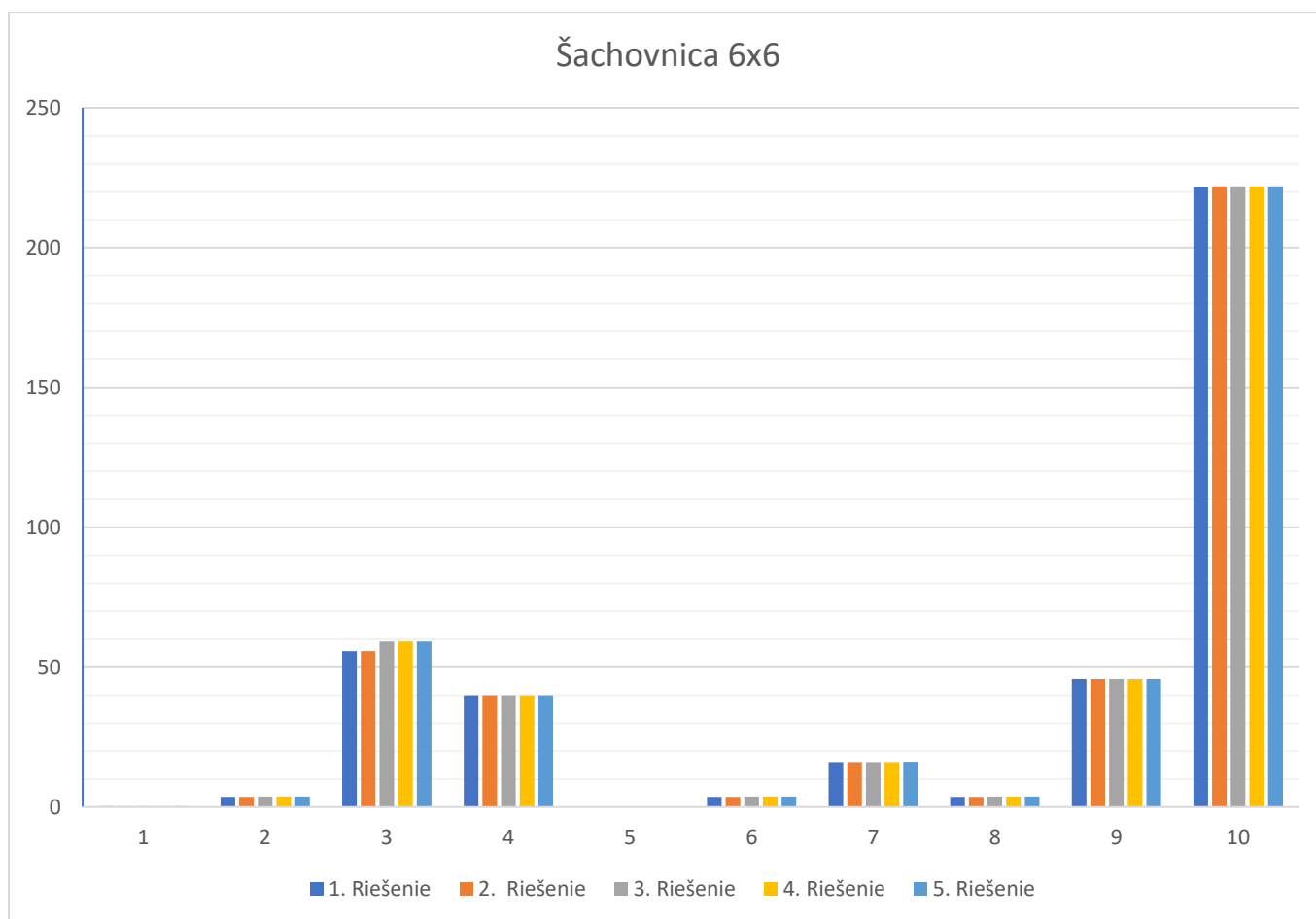
Testovanie

Ak si používateľ zvolí možnosť testovanie, tak sa do konzoly vypíše 5 riešení pre každú šachovnicu tak, že pre šachovnicu 5x5 aj 6x6 si vyberte náhodne 5 východzích bodov s tým, že jeden z týchto bodov je ľavý dolný roh a pre každý z týchto bodov nájde prvých päť riešení. Na nájdenie riešenia má vymedzený čas 15 sekúnd, ale testoval som aj bez vymedzeného času, aby som zistil, aké sú najhoršie možné prípady.

Pri šachovnici 5x5 je väčšinou čas nájdenia piatich riešení pod 1 sekundu a maximálne je okolo 2 sekúnd, takže nikdy neprekročí stanovenú hranicu 15 sekúnd.



Pri šachovnici 6x6 sa maximálne trvanie výpočtu programu rapídne zvýšilo, v najhorších prípadoch je až cez dve minúty. Väčšinou sa riešenie nájde do 20 sekúnd.



Zisťoval som aj ktoré počiatočné políčka majú riešenie. Zistil som, že na šachovnici 5x5 je možné nájsť riešenie iba zo zelených políčok. Program vždy dokázal prehľadať všetky možnosti v stanovenom časovom limite 15 sekúnd.

[0,0]	[1,0]	[2,0]	[3,0]	[4,0]
[0,1]	[1,1]	[2,1]	[3,1]	[4,1]
[0,2]	[1,2]	[2,2]	[3,2]	[4,2]
[0,3]	[1,3]	[2,3]	[3,3]	[4,3]
[0,4]	[1,4]	[2,4]	[3,4]	[4,4]

Pri šachovnici 6x6 som zistil, že je možné pre každé východzie políčko nájsť riešenie. Pre väčšinu políčk program našiel aspoň jedno riešenie do 15 sekúnd, ale pre niektoré riešenia trvalo hľadanie vyše dvoch minút. Všetky riešenia nájdené mojím programom sú na konci dokumentácie.

[0,0]	[1,0]	[2,0]	[3,0]	[4,0]	[5,0]
[0,1]	[1,1]	[2,1]	[3,1]	[4,1]	[5,1]
[0,2]	[1,2]	[2,2]	[3,2]	[4,2]	[5,2]
[0,3]	[1,3]	[2,3]	[3,3]	[4,3]	[5,3]
[0,4]	[1,4]	[2,4]	[3,4]	[4,4]	[5,4]
[0,5]	[1,5]	[2,5]	[3,5]	[4,5]	[5,5]

Zhodnotenie

Slepé prehľadávanie do hĺbky nie je ideálne riešenie tohto problému, pretože sa dá použiť iba pri šachovnici menšej ako 8x8. Pri šachovnici väčšej ako 7x7, trvá hľadanie riešenia niekoľko minút a aj pre šachovnicu 6x6, trvá hľadanie riešenia niekedy veľmi dlho. Mohlo by pomôcť aj použitie iného programovacieho jazyka, ktorý je rýchlejší ako Python, aj keď by to nebol zásadný rozdiel. Preto by pre riešenie tohto konkrétneho problému bolo vhodné použiť heuristiku, ako napríklad Warnsdorffove pravidlo.

Príklad výpisu testovania:

Pociatocna pozicia: 0 4

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.010001s

23	20	15	8	25
14	9	24	21	16
19	22	13	4	7
10	5	2	17	12
1	18	11	6	3

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.011997s

23	14	21	8	25
20	9	24	13	18
15	22	19	4	7
10	5	2	17	12
1	16	11	6	3

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.011997s

23	14	19	8	25
18	9	24	13	20
15	22	17	4	7
10	5	2	21	12
1	16	11	6	3

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.014988s

23	18	13	8	25
12	9	24	19	14
17	22	11	4	7
10	5	2	15	20
1	16	21	6	3

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.045905s

23	16	21	10	25
6	11	24	15	20
17	22	7	4	9
12	5	2	19	14
1	18	13	8	3

Pociatocna pozicia: 4 0

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.19049s

25	14	19	8	1
6	9	2	13	18
15	24	7	20	3
10	5	22	17	12
23	16	11	4	21

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.208442s

25	12	7	18	1
6	19	2	13	8
11	24	17	20	3
16	5	22	9	14
23	10	15	4	21

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.209412s

25	12	7	16	1
6	17	2	13	8
11	24	15	20	3
18	5	22	9	14
23	10	19	4	21

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.290223s

25	12	17	6	1
18	7	2	11	16
13	24	5	20	3
8	19	22	15	10
23	14	9	4	21

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.38497s

25	10	19	4	1
18	5	2	9	14
11	24	15	20	3
6	17	22	13	8
23	12	7	16	21

Pociatocna pozicia: 2 3

Riesenie neexistuje

Pociatocna pozicia: 2 1

Riesenie neexistuje

Pociatocna pozicia: 0 0

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.188496s

1	14	19	8	25
6	9	2	13	18
15	20	7	24	3
10	5	22	17	12
21	16	11	4	23

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.199466s

1	16	7	10	25
6	11	2	15	8
17	20	9	24	3
12	5	22	19	14
21	18	13	4	23

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.207445s

1	12	7	16	25
6	17	2	13	8
11	20	15	24	3
18	5	22	9	14
21	10	19	4	23

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.208442s

1	12	7	14	25
6	15	2	19	8
11	20	13	24	3
16	5	22	9	18
21	10	17	4	23

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.37001s

1	18	13	4	25
12	5	2	19	14
17	20	9	24	3
6	11	22	15	8
21	16	7	10	23

Pociatocna pozicia: 3 1

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.813796s

23	6	11	16	25
12	17	24	1	10
7	22	5	18	15
4	13	20	9	2
21	8	3	14	19

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.813796s

21	6	11	16	19
12	17	20	1	10
7	22	5	18	15
4	13	24	9	2
23	8	3	14	25

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.813796s

23	6	11	16	21
12	17	22	1	10
7	24	5	20	15
4	13	18	9	2
25	8	3	14	19

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.813796s

21	6	11	16	23
12	17	22	1	10
7	20	5	24	15
4	13	18	9	2
19	8	3	14	25

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.974367s

23	12	17	6	25
10	5	24	1	16
13	22	11	18	7
4	9	20	15	2
21	14	3	8	19

Pociatocna pozicia: 0 5

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.245372s

36	23	14	27	20	25
15	30	21	24	13	28
22	35	12	29	26	19
31	16	33	10	7	4
34	11	2	5	18	9
1	32	17	8	3	6

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.24637s

22	35	14	31	20	33
15	28	21	34	13	30
36	23	12	29	32	19
27	16	25	10	7	4
24	11	2	5	18	9
1	26	17	8	3	6

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.24637s

22	27	14	31	20	29
15	34	21	28	13	32
26	23	12	33	30	19
35	16	25	10	7	4
24	11	2	5	18	9
1	36	17	8	3	6

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.247366s

30	35	14	23	20	33
15	24	31	34	13	22
36	29	12	21	32	19
25	16	27	10	7	4
28	11	2	5	18	9
1	26	17	8	3	6

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.247366s

30	33	14	23	20	35
15	24	31	34	13	22
32	29	12	21	36	19
25	16	27	10	7	4
28	11	2	5	18	9
1	26	17	8	3	6

Pociatocna pozicia: 4 2

V casovom limite sa
nepodarilo najst riesenie

Pociatocna pozicia: 5 4

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.169547s

36	27	14	19	30	25
13	20	29	26	15	18
28	35	12	17	24	31
21	8	23	4	11	16
34	3	6	9	32	1
7	22	33	2	5	10

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.169547s

30	27	14	19	36	25
13	20	29	26	15	18
28	31	12	17	24	35
21	8	23	4	11	16
32	3	6	9	34	1
7	22	33	2	5	10

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.169547s

36	25	14	19	30	27
13	20	29	26	15	18
24	35	12	17	28	31
21	8	23	4	11	16
34	3	6	9	32	1
7	22	33	2	5	10

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.169547s

30	25	14	19	36	27
13	20	29	26	15	18
24	31	12	17	28	35
21	8	23	4	11	16
32	3	6	9	34	1
7	22	33	2	5	10

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.180517s

24	29	14	35	18	27
13	34	25	28	15	36
30	23	12	17	26	19
33	8	31	4	11	16
22	3	6	9	20	1
7	32	21	2	5	10

Pociatocna pozicia: 2 3

Riesenie cislo: 1

Cas: 3.460774s

36	11	20	29	34	31
19	28	35	32	13	22
10	5	12	21	30	33
27	18	1	6	23	14
4	9	16	25	2	7
17	26	3	8	15	24

Riesenie cislo: 2

Cas: 3.460774s

36	11	20	29	34	31
19	22	35	32	13	28
10	5	12	21	30	33
23	18	1	6	27	14
4	9	16	25	2	7
17	24	3	8	15	26

Riesenie cislo: 3

Cas: 3.500667s

36	11	14	29	34	31
15	28	35	32	13	22
10	5	12	21	30	33
27	16	1	6	23	20
4	9	18	25	2	7
17	26	3	8	19	24

Riesenie cislo: 4

Cas: 3.500667s

36	11	14	29	34	31
15	22	35	32	13	28
10	5	12	21	30	33
23	16	1	6	27	20
4	9	18	25	2	7
17	24	3	8	19	26

Riesenie cislo: 5

Cas: 3.558512s

36	11	20	29	34	31
13	28	35	32	19	22
10	5	12	21	30	33
27	14	1	6	23	18
4	9	16	25	2	7
15	26	3	8	17	24

Pociatocna pozicia: 4 5

Riesenie cislo: 1

Cas: 0.169547s

36	27	14	19	30	25
13	20	29	26	15	18
28	35	12	17	24	31
21	4	23	10	7	16
34	11	2	5	32	9
3	22	33	8	1	6

Riesenie cislo: 2

Cas: 0.169547s

30	27	14	19	36	25
13	20	29	26	15	18
28	31	12	17	24	35
21	4	23	10	7	16
32	11	2	5	34	9
3	22	33	8	1	6

Riesenie cislo: 3

Cas: 0.170544s

36	25	14	19	30	27
13	20	29	26	15	18
24	35	12	17	28	31
21	4	23	10	7	16
34	11	2	5	32	9
3	22	33	8	1	6

Riesenie cislo: 4

Cas: 0.170544s

30	25	14	19	36	27
13	20	29	26	15	18
24	31	12	17	28	35
21	4	23	10	7	16
32	11	2	5	34	9
3	22	33	8	1	6

Riesenie cislo: 5

Cas: 0.182513s

24	29	14	35	18	27
13	34	25	28	15	36
30	23	12	17	26	19
33	4	31	10	7	16
22	11	2	5	20	9
3	32	21	8	1	6

Pociatocna pozicia: 3 3

Riesenie cislo: 1

Cas: 7.045161s

17	14	33	26	23	12
34	27	16	13	32	25

15	18	5	24	11	22
28	35	10	1	6	31
19	4	29	8	21	2
36	9	20	3	30	7

Riesenie cislo: 2
Cas: 7.046159s

17	14	33	26	23	12
32	27	16	13	34	25
15	18	5	24	11	22
28	31	10	1	6	35
19	4	29	8	21	2
30	9	20	3	36	7

Riesenie cislo: 3
Cas: 7.213711s

17	12	33	26	23	14
34	27	16	13	32	25
11	18	5	24	15	22
28	35	10	1	6	31
19	4	29	8	21	2
36	9	20	3	30	7

Riesenie cislo: 4
Cas: 7.213711s

17	12	33	26	23	14
32	27	16	13	34	25
11	18	5	24	15	22

28	31	10	1	6	35
19	4	29	8	21	2
30	9	20	3	36	7

Riesenie cislo: 5
Cas: 8.229002s

25	18	35	14	23	16
36	11	24	17	34	13
19	26	5	12	15	22
10	29	20	1	6	33
27	4	31	8	21	2
30	9	28	3	32	7

Riesenie pre všetky počiatočné políčka šachovnice 6x6

Pociatocna pozicia: 0 0

1	22	13	30	33	36
12	29	2	35	14	31
21	8	23	32	3	34
28	11	4	17	24	15
7	20	9	26	5	18
10	27	6	19	16	25

Pociatocna pozicia: 0 1

12	1	22	33	14	5
21	32	13	6	23	34
28	11	2	15	4	7
31	20	29	24	35	16
10	27	18	3	8	25
19	30	9	26	17	36

Pociatocna pozicia: 0 2

15	24	1	28	17	26
36	9	16	25	2	29
23	14	3	30	27	18
8	35	10	19	4	31
13	22	33	6	11	20
34	7	12	21	32	5

Pociatocna pozicia: 0 3

26	13	24	1	28	11
21	36	27	12	23	2
14	25	22	3	10	29
35	20	33	16	7	4
32	15	18	5	30	9
19	34	31	8	17	6

Pociatocna pozicia: 0 4

19	16	21	32	1	14
22	33	18	15	8	31
17	20	9	4	13	2

34	23	26	7	30	5
25	10	35	28	3	12
36	27	24	11	6	29

Pociatocna pozicia: 0 5

34	9	18	27	36	1
17	26	35	2	11	20
8	33	10	19	28	3
25	16	29	4	21	12
32	7	14	23	30	5
15	24	31	6	13	22

Pociatocna pozicia: 1 0

12	21	28	31	10	19
1	32	11	20	27	30
22	13	2	29	18	9
33	6	15	24	3	26
14	23	4	35	8	17
5	34	7	16	25	36

Pociatocna pozicia: 1 1

15	30	33	8	13	10
34	1	14	11	32	7
29	16	31	2	9	12
22	35	20	25	6	3
17	28	23	4	19	26
36	21	18	27	24	5

Pociatocna pozicia: 1 2

36	13	28	21	30	11
27	22	1	12	5	20
14	35	6	29	10	31
23	26	15	2	19	4
34	7	24	17	32	9
25	16	33	8	3	18

Pociatocna pozicia: 1 3

21	8	17	30	19	36
16	29	20	1	10	31
7	22	9	18	35	2
28	15	26	3	32	11
23	6	13	34	25	4
14	27	24	5	12	33

Pociatocna pozicia: 1 4

10	23	8	31	12	21
7	32	11	22	1	30
24	9	2	29	20	13
33	6	17	26	3	28
16	25	4	35	14	19
5	34	15	18	27	36

Pociatocna pozicia: 1 5

29	14	31	18	27	16
34	19	28	15	32	1
13	30	33	2	17	26
20	35	22	9	6	3
23	12	7	4	25	10
36	21	24	11	8	5

Pociatocna pozicia: 2 0

15	36	23	8	13	34
24	9	14	35	22	7
1	16	3	10	33	12
28	25	30	19	6	21
17	2	27	4	11	32
26	29	18	31	20	5

Pociatocna pozicia: 2 1

36	27	14	23	34	25
13	22	35	26	7	16
28	1	6	15	24	33
21	12	29	2	17	8

30 5 10 19 32 3
11 20 31 4 9 18

Pociatocna pozicia: 2 2

11 26 35 22 9 24
36 21 10 25 34 5
27 12 1 6 23 8
20 15 18 31 4 33
17 28 13 2 7 30
14 19 16 29 32 3

Pociatocna pozicia: 2 3

24 11 22 35 26 9
19 34 25 10 21 36
12 23 20 1 8 27
33 18 31 14 5 2
30 13 16 3 28 7
17 32 29 6 15 4

Pociatocna pozicia: 2 4

7 10 19 30 33 36
20 29 8 35 18 31
9 6 11 32 1 34
28 21 2 15 24 17
5 12 23 26 3 14
22 27 4 13 16 25

Pociatocna pozicia: 2 5

34 27 14 23 36 25
13 22 35 26 7 16
28 33 6 15 24 1
21 12 29 2 17 8
32 5 10 19 30 3
11 20 31 4 9 18

Pociatocna pozicia: 3 0

26 21 14 35 32 19
13 36 25 20 15 34
24 27 22 33 18 31
1 12 3 16 5 8
28 23 10 7 30 17
11 2 29 4 9 6

Pociatocna pozicia: 3 1

21 16 7 28 23 14
8 29 22 15 6 27
17 20 9 26 13 24
30 1 18 3 34 5
19 10 35 32 25 12
36 31 2 11 4 33

Pociatocna pozicia: 3 2

36 11 20 29 34 31
19 28 35 32 13 22

10 5 12 21 30 33
27 18 1 6 23 14
4 9 16 25 2 7
17 26 3 8 15 24

Pociatocna pozicia: 3 3

17 14 33 26 23 12
34 27 16 13 32 25
15 18 5 24 11 22
28 35 10 1 6 31
19 4 29 8 21 2
36 9 20 3 30 7

Pociatocna pozicia: 3 4

12 23 14 35 10 5
21 34 11 6 15 36
24 13 22 9 4 7
33 20 31 28 1 16
30 25 18 3 8 27
19 32 29 26 17 2

Pociatocna pozicia: 3 5

25 30 33 16 19 28
34 15 26 29 32 17
11 24 31 18 27 20
14 35 12 7 4 1
23 10 5 2 21 8
36 13 22 9 6 3

Pociatocna pozicia: 4 0

19 22 17 34 25 36
16 33 20 23 10 27
21 18 9 26 35 24
32 15 4 7 28 11
1 8 13 30 3 6
14 31 2 5 12 29

Pociatocna pozicia: 4 1

36 27 14 19 30 25
13 20 29 26 15 18
28 35 12 17 24 31
21 8 23 4 11 16
34 1 6 9 32 3
7 22 33 2 5 10

Pociatocna pozicia: 4 2

25 30 33 16 19 28
34 15 26 29 32 17
11 24 31 18 27 20
14 35 12 9 6 3
23 10 1 4 21 8
36 13 22 7 2 5

Pociatocna pozicia: 4 3

12 21 24 33 30 19
23 34 13 20 25 32
14 11 22 31 18 29
35 6 9 28 3 26
10 15 4 1 8 17
5 36 7 16 27 2

Pociatocna pozicia: 4 4

19 22 17 34 25 36
16 33 20 23 10 27
21 18 9 26 35 24
32 15 4 7 28 11
3 8 13 30 1 6
14 31 2 5 12 29

Pociatocna pozicia: 4 5

36 27 14 19 30 25
13 20 29 26 15 18
28 35 12 17 24 31
21 8 23 4 11 16
34 3 6 9 32 1
7 22 33 2 5 10

Pociatocna pozicia: 5 0

36 23 14 27 20 25
15 30 21 24 13 28
22 35 12 29 26 19
31 16 33 10 7 4
34 11 2 5 18 9
1 32 17 8 3 6

Pociatocna pozicia: 5 1

27 20 33 10 29 18
34 11 28 19 32 9
21 26 13 8 17 30
12 35 22 31 4 7
25 14 5 2 23 16
36 1 24 15 6 3

Pociatocna pozicia: 5 2

36 11 20 29 34 31
19 28 35 32 13 22
10 5 12 21 30 33
27 18 3 6 23 14
4 9 16 25 2 7
17 26 1 8 15 24

Pociatocna pozicia: 5 3

17 14 33 26 23 12
34 27 16 13 32 25
15 18 5 24 11 22
28 35 10 3 6 31
19 4 29 8 21 2
36 9 20 1 30 7

Pociatocna pozicia: 5 4

36	27	14	19	30	25
13	20	29	26	15	18
28	35	12	17	24	31
21	4	23	10	7	16
34	11	2	5	32	9
3	22	33	8	1	6

Pociatocna pozicia: 5 5

9	16	27	20	33	36
26	21	10	35	28	19
15	8	17	32	11	34
22	25	4	29	18	31
7	14	23	2	5	12
24	3	6	13	30	1