

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
SISTEMINĖS ANALIZĖS KATEDRA

**DISKREČIOSIOS STRUKTŪROS  
KURSINIS DARBAS**

Studentas: Karolis Stašaitis IF-1/7

Vadovė: dr. Radvilė Krušinskienė

KAUNAS, 2012

## Užduotis

Naudojant paiešką su grįžimu (backtracking), sudaryti 8 valdovių, išdėstymo šachmatų lentoje taip, kad jos nekirstų viena kitos, procedūrą.

Išėjimo duomenys:

- numeriai langelių, į kuriuos statysime valdoves.

## Analizė

Kadangi dedame valdovę, šachmatų lentą galime susiskirstyti į atskirus stulpelius, tai vienam stulpelį gali egzistuoti tik viena valdovė. Toliau kadangi valdovę dėsime nuosekliai tik tolimesniuose stulpeliuose tikrinimą ar valdovę nekerta kitų valdovių galimą atlikti tik į tris kryptis (t.y. horizontaliai atgal, skersai į viršų atgal ir skersai į apačią atgal). Nuosekliai einant per stulpelius mes atliekam šiuos tikrinimus ir kiekvienoje to stulpelio eilutėje bandome padėti valdovę. Taip darome tol kol turime įmanomų dėjimų. Pasiekus akligatvį (t.y. nebėra daugiau galimybių padėti karalienę) mes užbaigiam rekursinę seką iki tos vietos kur dar yra nepatikrintų eilučių. Tokią seką vykdome tol kol sudedame visas turimas karalienes ir jei jas pavyksta visas išdėstyti - išspausdiname gautą sprendinį. Programa vykdoma tol kol nebėra įmanomų sprendinių.

## Tikrinimų mažinimas (optimizacija):

Aukščiau paminėtas sprendimo būdas yra gan neblogai optimizuotas. Vien tik nusprendžiant, kad tik viena karalienė gali egzistuoti vienam stulpelyje jau

$$\frac{(8 \times 8)!}{8! \times (8 \times 8 - 8)!} = \frac{64!}{8! \times 56!} = 4\,426\,165\,368$$

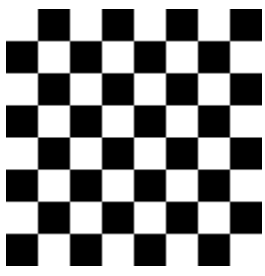
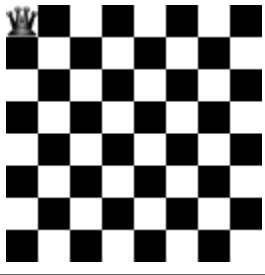
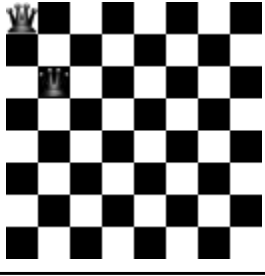
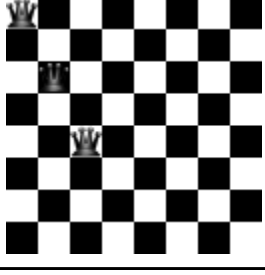
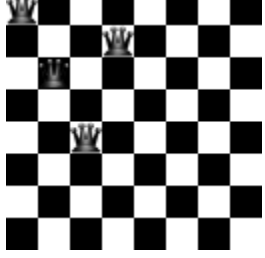
įmanomų išsidėstymo galimybių sumažinsim iki  $8! = 16\,777\,216$ . Kartu mes žinome, kad tik viena karalienė gali egzistuoti vienoje lentos eilutėje, iš to galime nuspresti, kad visus išsidėstymus būtų įmanoma išreikšti visom masyvo (1,2,3,4,5,6,7,8) permutacijom, taip dar labiau sumažinant galimus variantus iki  $8! = 40\,320$ .

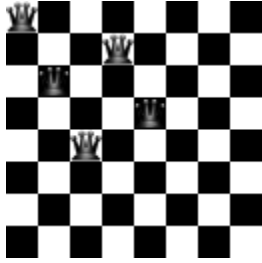
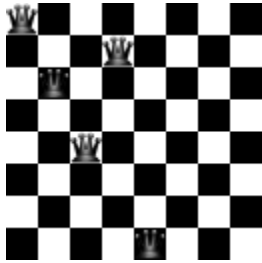
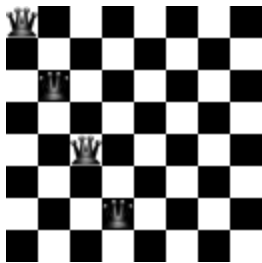
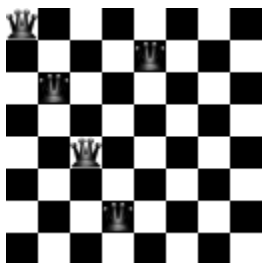
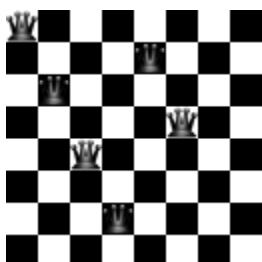
## Nesikirtimo tikrinimo mechanizmas:

Kadangi jau žinome, kad kirtimosi tikrinimą užtenka padaryti tik į tris puses, nesunku tokia implementacija optimizuoti neiteruojant per kiekvieną karalienę kelis kartus. Užtenka iteruoti per jau padėtas karalienes ir tikrinti ar jų eilutė nesutampa, taip patikrinant horizontalų

kirtimasį, o skersiniam kirtimuisi užtenka taikyti tokia formulę:  $|x_{v2} - x_{v1}| = |y_{v2} - y_{v1}|$  ( $v1$  - pirmosios karalienės koordinatės,  $v2$  - antrosios). Jei dviejų karalienių koordinatės tenkina šią lygybę vadinasi jos kertasi ir tose koordinatėse negalėsime padėti karalienės.

### Sprendimo pavyzdys:

1. Pradedame nuo tuščios lentos.	
2. Lenta visiškai tuščia, pradedam nuo pirmo stulpelio. Tikrinam pirmą eilutę ir randam, kad niekas mūsų nekludo padėti ten karalienę.	
3. Antras stulpelis - pirmoje eilutėje mus kliudo pirmoji karalienė horizontaliai, antroje - diagonaliai. Trečioje eilutėje niekas nekludo karalienės.	
4. Trečias stulpelis - tas pats atvėjis kaip ir antram žingnyje, tik 1 ir 3 eilutėje mus klido pirmoji karalienė, o 2, 3 ir 4 eilutėje - antroji. Dedam 5-oje eilutėje.	
5. Ketvirtas stulpelis - rastas nesikertantis tarpas antroje eilutėje.	

<p>6. Penktas Stulpelis - arčiausias nuo viršaus nesikertantis langelis - antra eilutė.</p>	
<p>7. Po šešto žingsnio nebuvo rąstas joks nesikertantis langelis sekančiame stulpelyje. Gryžtame vienu rekursijos lygiu ir paslenkam karalienę į kitą nesikertanti langelį tame pačiame stulpelyje.</p>	
<p>8. Po paskutinio žingsnio vėl neradome jokio galimo karalienės padėjimo varianto sekančiame stulpelyje todėl vėl sugryžom vienu rekursijos lygiu į praeitą stulpelį ir paslinkom karalienę į kitą galimą eilutę.</p>	
<p>9. Penktame stulpelyje - vėl suradom galimą karalienės padėjimo variantą antroje eilutėje.</p>	
<p>10. Tokia pat veiksmų seka bus vykdoma tol kol bus padėtos visos 8 (arba n) karalienių. Kai bus pasiektas norimas karalienių skaičius lentoje rezultatas bus išspausdinamas vatotojui, poto programa vyks toliau kol bus patikrintos visos masyvo (1:n) permutacijos ir išspausdinti visi galimi sprendimai.</p>	

## Programos kodas (su išvedimu į konsolę)

### main.cpp

```
//Karolis Stašaitis IF-1/7
//7 Uždavinys: Valdovės

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int count = 0;

void print_barrier(int);
void solve(int, int, int*);
void print_board(int, int*);

int main()
{
    int n = 8;
    int queens[n];
    solve(n, 0, queens);
}

void print_barrier(int n)
{
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("+ -");
    }
    printf("+\n");
}

void print_board(int n, int *queens)
{
    printf("\nNr %d:\n", ++count);
    for (int y = 0; y < n; y++)
        printf(" %d", queens[y]+1);
    putchar('\n');

    print_barrier(n);
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
            printf("|%c", i == queens[j] ? 'Q' : ((i + j) & 1) ?
' ' : '#');
        printf("| \n");
    }
    print_barrier(n);
}
```

```

void solve(int n, int col, int *queens)
{
    if (col == n) {
        print_board(n, queens);
        return;
    }

    for (int i = 0, j = 0; i < n; i++) {
        for (j = 0; j < col && !(queens[j] == i || abs(queens[j] - i) ==
col - j); j++);

        if (j < col) continue;

        queens[col] = i;
        solve(n, col + 1, queens);
    }
}

```

## Programos kodas (su išvedimu į konsolę ir grafišku vaizdavimu)

Ispėjimas: programos kompiliacijai reikalinga SDL ir SDL\_image bibliotekos. <http://www.libsdl.org/>

### main.cpp

```

//Karolis Stasaitis IF-1/7
//7 Uždavinys: Valdoves

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <SDL/SDL.h>
#include <SDL/SDL_image.h>

int count = 0;
SDL_Surface* screen = NULL;
SDL_Surface* queen = NULL;

void print_barrier(int);
void solve(int, int, int*);
void print_board(int, int*);

int main(int argc, char* args[])
{
    int n = 8;
    int queens[n];

    for (int i=0; i<n; i++) queens[i]=-1;

    SDL_Init( SDL_INIT_EVERYTHING );

    screen = SDL_SetVideoMode( 16*n, 16*n, 32, SDL_SWSURFACE );
    queen = IMG_Load("queen.png");

```

```

        solve(n, 0, queens);

        SDL_FreeSurface(queen);
        SDL_Quit();

        return 0;
}

void print_barrier(int n)
{
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("+ -");
    }
    printf("+\n");
}

void print_board(int n, int *queens)
{
    printf("\nNr %d:\n", ++count);
    for (int y = 0; y < n; y++)
        printf(" %d", queens[y]+1);
    putchar('\n');

    print_barrier(n);
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            SDL_Rect block;
            block.x = 16*j;
            block.y = 16*i;
            block.w = 16;
            block.h = 16;
            printf("|%c", i == queens[j] ? 'Q' : ((i + j) & 1) ?
' ' : '#');
            SDL_FillRect(screen, &block, ((i + j) & 1) ? 0x000000FF :
0xFFFFFFFF);
            if (i == queens[j])
SDL_BlitSurface(queen, NULL, screen, &block);
        }
        printf("| \n");
    }
    print_barrier(n);

    SDL_Flip(screen);

    char filename[50];
    sprintf(filename, "queens-%d.bmp", count);
    SDL_SaveBMP(screen, filename);
}

void solve(int n, int col, int *queens)
{
    if (col == n) {
        print_board(n, queens);
        return;
    }

```

```
    }

    for (int i = 0, j = 0; i < n; i++) {
        for (j = 0; j < col && !(queens[j] == i || abs(queens[j] - i) ==
col - j); j++);

        if (j < col) continue;

        for (int y=col; y<n; y++) queens[y] = -1;

        queens[col] = i;
        solve(n, col + 1, queens);
    }
}
```



## Algoritmo Bandydas

n = 8

### Rezultatai:

<p>Nr 1:</p> <p>1 5 8 6 3 7 2 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 24:</p> <p>3 6 8 1 5 7 2 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 47:</p> <p>5 1 4 6 8 2 7 3</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 70:</p> <p>6 3 1 8 5 2 4 7</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>
<p>Nr 2:</p> <p>1 6 8 3 7 4 2 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 25:</p> <p>3 6 8 2 4 1 7 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 48:</p> <p>5 1 8 4 2 7 3 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 71:</p> <p>6 3 5 7 1 4 2 8</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   Q   #   #   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>
<p>Nr 3:</p> <p>1 7 4 6 8 2 5 3</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 26:</p> <p>3 7 2 8 5 1 4 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 49:</p> <p>5 1 8 6 3 7 2 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 72:</p> <p>6 3 5 8 1 4 2 7</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   Q   #   #   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>
<p>Nr 4:</p> <p>1 7 5 8 2 4 6 3</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 27:</p> <p>3 7 2 8 6 4 1 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 50:</p> <p>5 2 4 6 8 3 1 7</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>Nr 73:</p> <p>6 3 7 2 4 8 1 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p>

<p>  #   Q   #   #        #   #   # Q #    # Q #   #   #        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 5:  2 4 6 8 3 1 7 5  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   # Q #      Q #   #   #   #      #   #   Q   #        Q   #   #   #      #   #   #   # Q        # Q #   #   #      #   #   #   Q        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 6:  2 5 7 1 3 8 6 4  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   # Q #   #      Q #   #   #   #      #   #   Q   #        #   #   #   Q      # Q #   #   #        #   #   # Q #      #   Q   #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 7:  2 5 7 4 1 8 6 3  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   Q   #      Q #   #   #   #      #   #   #   # Q        #   Q   #   #      # Q #   #   #        #   #   # Q #      #   Q   #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 8:  2 6 1 7 4 8 3 5  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   Q   #   #      Q #   #   #   #      #   #   #   Q        #   # Q #   #      #   #   #   # Q        Q   #   #   #      #   # Q #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p>	<p>  #   #   #   # Q        #   # Q #   #      # Q #   #   #        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 28:  3 8 4 7 1 6 2 5  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   Q   #        #   #   # Q #      Q   #   #   #        # Q #   #   #      #   #   #   # Q        #   #   Q   #      #   # Q #   #        Q   #   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 29:  4 1 5 8 2 7 3 6  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  # Q #   #   #        #   # Q #   #      #   #   #   Q      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   #   #   Q      #   #   # Q #        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 30:  4 1 5 8 6 3 7 2  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  # Q #   #   #        #   #   #   Q      #   #   # Q #      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   # Q #   #      #   #   #   Q        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 31:  4 2 5 8 6 1 3 7  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   # Q #        Q   #   #   #      #   #   #   Q      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   # Q #   #      #   #   #   # Q        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p>	<p>  Q   #   #   #        #   Q   #   #      #   #   #   # Q        #   # Q #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 51:  5 2 4 7 3 8 6 1  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   #   # Q        Q   #   #   #      #   #   Q   #        # Q #   #   #      Q   #   #   #        #   #   # Q #      #   # Q #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 52:  5 2 6 1 7 4 8 3  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   # Q #   #        Q   #   #   #      #   #   #   # Q        #   #   Q   #      Q   #   #   #        # Q #   #   #      #   #   Q   #        #   #   # Q #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 53:  5 2 8 1 4 7 3 6  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   # Q #   #        Q   #   #   #      #   #   #   Q        #   # Q #   #      Q   #   #   #        #   #   #   Q      #   #   # Q #        # Q #   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 54:  5 3 1 6 8 2 4 7  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   Q   #   #        #   #   Q   #      # Q #   #   #        #   #   # Q #      Q   #   #   #        #   Q   #   #      #   #   #   # Q        #   # Q #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p>	<p>  #   #   #   # Q      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 74:  6 3 7 2 8 5 1 4  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   #   Q        #   Q   #   #      # Q #   #   #        #   #   #   Q      #   #   # Q #      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   # Q #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 75:  6 3 7 4 1 8 2 5  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   Q   #        #   #   # Q #      # Q #   #   #        #   Q   #   #      #   #   #   # Q      Q #   #   #   #      #   Q   #   #        #   #   Q   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 76:  6 4 1 5 8 2 7 3  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   Q   #   #        #   #   Q   #      #   #   #   # Q        Q   #   #   #      #   # Q #   #      Q #   #   #   #      #   #   #   Q        #   # Q #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p> Nr 77:  6 4 2 8 5 7 1 3  +--+--+--+--+--+--+--+ </p> <p>  #   #   #   Q        # Q #   #   #      #   #   #   # Q        Q   #   #   #      #   #   Q   #      Q #   #   #   #      #   #   # Q #        #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+ </p>
---	---	---	---

<p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 9: 2 6 8 3 1 4 7 5</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #     Q #   #   #   #   #   # Q #   #       #   #   Q   #   #   #   #   # Q     Q   #   #   #   #   #   #   Q       # Q #   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 10: 2 7 3 6 8 5 1 4</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   Q     Q #   #   #   #   #   Q   #   #       #   #   #   Q   #   #   # Q #       #   Q   #   #   # Q #   #   #       #   # Q #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 11: 2 7 5 8 1 4 6 3</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #     Q #   #   #   #   #   #   #   # Q     #   #   Q   #   #   Q   #   #       #   #   # Q #   # Q #   #   #       #   Q   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 12: 2 8 6 1 3 5 7 4</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #     Q #   #   #   #   #   #   Q   #       #   #   #   Q   #   #   # Q #       # Q #   #   #   #   #   #   Q       Q   #   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 13: 3 1 7 5 8 2 4 6</p>	<p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 32: 4 2 7 3 6 8 1 5</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   Q       Q   #   #   #   #   # Q #   #     Q #   #   #   #   #   #   #   # Q     #   # Q #   #   #   Q   #   #       #   #   Q   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 33: 4 2 7 3 6 8 5 1</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   # Q     Q   #   #   #   #   # Q #   #     Q #   #   #   #   #   #   #   Q       #   # Q #   #   #   Q   #   #       #   #   Q   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 34: 4 2 7 5 1 8 6 3</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #       Q   #   #   #   #   #   #   # Q   Q #   #   #   #   #   # Q #   #       #   #   # Q #   #   Q   #   #       #   #   Q   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 35: 4 2 8 5 7 1 3 6</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #       Q   #   #   #   #   #   #   Q     Q #   #   #   #   #   # Q #   #       #   #   #   Q   #   #   Q   #       # Q #   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 36: 4 2 8 6 1 3 5 7</p>	<p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 55: 5 3 1 7 2 8 6 4</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #       #   # Q #   #   # Q #   #   #       #   #   #   Q   Q   #   #   #       #   #   # Q #   #   # Q #   #       #   #   Q   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 56: 5 3 8 4 7 1 6 2</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #       #   #   #   Q   # Q #   #   #       #   Q   #   #   Q   #   #   #       #   #   # Q #   #   #   Q   #       # Q #   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 57: 5 7 1 3 8 6 4 2</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #       #   #   #   Q   #   # Q #   #       #   #   # Q #   Q   #   #   #       #   #   Q   #   # Q #   #   #       #   # Q #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 58: 5 7 1 4 2 8 6 3</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #       #   # Q #   #   #   #   #   # Q     #   Q   #   #   Q   #   #   #       #   #   # Q #   # Q #   #   #       #   #   Q   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 59: 5 7 2 4 8 1 3 6</p>	<p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 78: 6 4 7 1 3 5 2 8</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #       #   #   # Q #   #   #   Q   #       Q   #   #   #   #   #   # Q #     Q #   #   #   #   #   Q   #   #       #   #   #   Q </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 79: 6 4 7 1 8 2 5 3</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #       #   #   Q   #   #   #   #   # Q     Q   #   #   #   #   #   #   Q     Q #   #   #   #   #   Q   #   #       #   # Q #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 80: 6 8 2 4 1 7 5 3</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #       # Q #   #   #   #   #   #   # Q     #   Q   #   #   #   #   #   Q     Q #   #   #   #   #   #   # Q #       Q   #   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 81: 7 1 3 8 6 4 2 5</p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p> # Q #   #   #       #   #   # Q #   #   Q   #   #       #   #   Q   #   #   #   #   # Q     #   # Q #   #   Q   #   #   #       #   Q   #   # </p> <p>+-+-+--+--+--+--+</p> <p>Nr 82: 7 2 4 1 8 5 3 6</p>
---	--	--	--

<p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 14:</p> <p>3 5 2 8 1 7 4 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 15:</p> <p>3 5 2 8 6 4 7 1</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 16:</p> <p>3 5 7 1 4 2 8 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 17:</p> <p>3 5 8 4 1 7 2 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> Q   #   #   #   </p>	<p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 37:</p> <p>4 6 1 5 2 8 3 7</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 38:</p> <p>4 6 8 2 7 1 3 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   #   #   # Q </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 39:</p> <p>4 6 8 3 1 7 5 2</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p> Q #   #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 40:</p> <p>4 7 1 8 5 2 6 3</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p> #   #   #   # Q </p>	<p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 60:</p> <p>5 7 2 6 3 1 4 8</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 61:</p> <p>5 7 2 6 3 1 8 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 62:</p> <p>5 7 4 1 3 8 6 2</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 63:</p> <p>5 8 4 1 3 6 2 7</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> #   #   Q   #   </p>	<p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 83:</p> <p>7 2 6 3 1 4 8 5</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   Q   #   #   # </p> <p> #   # Q #   #   </p> <p>   #   #   Q   # </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 84:</p> <p>7 3 1 6 8 5 2 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   Q   #   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   #   # Q #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 85:</p> <p>7 3 8 2 5 1 6 4</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   #   Q   #   # </p> <p> # Q #   #   #   </p> <p>   #   #   #   Q </p> <p> #   #   Q   #   </p> <p>   #   #   # Q # </p> <p> Q   #   #   #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 86:</p> <p>7 4 2 5 8 1 3 6</p> <p>+--+--+--+--+--+--+--+</p> <p> #   #   # Q #   </p> <p>   # Q #   #   # </p> <p> #   #   #   Q   </p>
--	--	---	---

<p>  #   Q   #   #     # Q #   #   #        #   #   #   Q     #   #   # Q #        # Q #   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 18:  3 6 2 5 8 1 7 4  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   # Q #        # Q #   #   #    Q   #   #   #        #   #   #   Q     #   # Q #   #        Q   #   #   #     #   #   #   Q        #   # Q #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 19:  3 6 2 7 1 4 8 5  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   Q   #        # Q #   #   #    Q   #   #   #        #   #   Q   #     #   #   #   # Q      Q   #   #   #     #   # Q #   #        #   #   # Q #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 20:  3 6 2 7 5 1 8 4  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   # Q #        # Q #   #   #    Q   #   #   #        #   #   #   Q     #   #   Q   #        Q   #   #   #     #   # Q #   #        #   #   # Q #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 21:  3 6 4 1 8 5 7 2  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        #   #   #   Q    Q   #   #   #        # Q #   #   #     #   #   # Q #        Q   #   #   #     #   #   #   Q       #   #   #   Q     +--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p> Q #   #   #   #     #   #   Q   #        #   #   # Q #     # Q #   #   #        #   Q   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 41:  4 7 3 8 2 5 1 6  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   #   Q        #   # Q #   #     #   Q   #   #      Q #   #   #   #     #   #   # Q #        #   #   #   Q     # Q #   #   #        #   Q   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 42:  4 7 5 2 6 1 3 8  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   # Q #        #   Q   #   #     #   #   #   Q      Q #   #   #   #     #   Q   #   #        #   # Q #   #     # Q #   #   #        #   #   #   Q   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 43:  4 7 5 3 1 6 8 2  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   Q   #        #   #   #   Q     #   # Q #   #      Q #   #   #   #     #   Q   #   #        #   #   Q   #     # Q #   #   #        #   #   # Q #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 44:  4 8 1 3 6 2 7 5  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   Q   #   #        #   #   Q   #     #   # Q #   #      Q #   #   #   #     #   #   #   # Q      #   # Q #   #     #   #   #   Q       #   #   #   Q     +--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>   # Q #   #   #    Q   #   #   #        #   #   Q   #     #   #   #   # Q      Q   #   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 64:  5 8 4 1 7 2 6 3  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        #   #   Q   #     #   #   #   # Q      # Q #   #   #    Q   #   #   #        #   #   # Q #     #   #   Q   #        Q   #   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 65:  6 1 5 2 8 3 7 4  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  # Q #   #   #        #   Q   #   #     #   #   # Q #        #   #   #   Q     #   Q   #   #      Q #   #   #   #     #   #   #   Q        #   # Q #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 66:  6 2 7 1 3 5 8 4  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        Q   #   #   #     #   #   Q   #        #   #   #   Q     #   #   # Q #      Q #   #   #   #     #   Q   #   #        #   #   # Q #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 67:  6 2 7 1 4 8 5 3  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        Q   #   #   #     #   #   #   # Q      #   # Q #   #     #   #   #   Q      Q #   #   #   #     #   Q   #   #       #   Q   #   #     +--+--+--+--+--+--+--+</p>	<p>   Q   #   #   #     #   # Q #   #        #   #   #   Q    Q   #   #   #        #   # Q #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 87:  7 4 2 8 6 1 3 5  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   # Q #        # Q #   #   #     #   #   #   Q        Q   #   #   #     #   #   #   # Q      #   # Q #   #    Q   #   #   #        #   Q   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 88:  7 5 3 1 6 8 2 4  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        #   #   # Q #     #   Q   #   #        #   #   #   Q     # Q #   #   #        #   # Q #   #    Q   #   #   #        #   #   Q   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 89:  8 2 4 1 7 5 3 6  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   # Q #   #        Q   #   #   #     #   #   #   Q        # Q #   #   #     #   #   # Q #        #   #   #   Q     #   #   Q   #      Q #   #   #   #   +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>Nr 90:  8 2 5 3 1 7 4 6  +--+--+--+--+--+--+--+</p> <p>  #   #   Q   #        Q   #   #   #     #   # Q #   #        #   #   # Q #     #   Q   #   #        #   #   #   Q     #   #   # Q #       #   #   # Q #     +--+--+--+--+--+--+--+</p>
--	---	---	--

#   # Q #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	Q   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   #   Q   #  +--+--+--+--+--+--+--+	Q #   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+
Nr 22: 3 6 4 2 8 5 7 1 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 45: 4 8 1 5 7 2 6 3 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 68: 6 3 1 7 5 8 2 4 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 91: 8 3 1 6 2 5 7 4 +--+--+--+--+--+--+--+
#   #   #   # Q     #   Q   #   #   Q   #   #   #       # Q #   #   #   #   #   # Q #       Q   #   #   #   #   #   #   Q       #   # Q #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   Q   #   #       #   #   Q   #   #   #   #   # Q   Q #   #   #   #   #   # Q #   #       #   #   # Q #   #   #   Q   #       Q   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   Q   #   #       #   #   # Q #   # Q #   #   #       #   #   #   Q   #   #   Q   #     Q #   #   #   #   #   # Q #   #       #   #   Q   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   Q   #   #       #   # Q #   #   # Q #   #   #       #   #   #   Q   #   #   # Q #       #   Q   #   #   #   #   #   Q     Q #   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+
Nr 23: 3 6 8 1 4 7 5 2 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 46: 4 8 5 3 1 7 2 6 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 69: 6 3 1 8 4 2 7 5 +--+--+--+--+--+--+--+	Nr 92: 8 4 1 3 6 2 7 5 +--+--+--+--+--+--+--+
#   # Q #   #       #   #   #   Q   Q   #   #   #       #   # Q #   #   #   #   #   Q       Q   #   #   #   #   #   # Q #       # Q #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   #   Q   #       #   #   # Q #   #   # Q #   #     Q #   #   #   #   #   Q   #   #       #   #   #   Q   #   #   # Q #       Q   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   Q   #   #       #   #   Q   #   # Q #   #   #       #   # Q #   #   #   #   #   # Q   Q #   #   #   #   #   #   #   Q       #   Q   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+	#   Q   #   #       #   #   Q   #   #   # Q #   #       Q   #   #   #   #   #   #   # Q     #   # Q #   #   #   #   #   Q     Q #   #   #   #  +--+--+--+--+--+--+--+

## Išvados

Algoritmas veikia teisingai, nes suranda visus įmanomus valdovių išsidėstymus bet kokioje šachmatų lentoje. Svarbu paminėti, kad didelė dalis sprendimų yra iš esmės pasikartojantys jeigu neskaitytumėm skirtingų lentos pusių. Ištikrųjų yra tik 12 unikalių sprendimų vietoje 92.

## Literatūra

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Eight\\_queens\\_puzzle](http://en.wikipedia.org/wiki/Eight_queens_puzzle)