



## ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Študentka: **Karolína Vallová**  
ID študenta: 105652  
Študijný program: matematicko-počítačové modelovanie  
Študijný odbor: matematika  
Vedúca práce: RNDr. Ľubica Staneková, PhD.  
Vedúci pracoviska: Ing. Marek Macák, PhD.

Názov práce: **Algoritmy a pomôcky na riešenie sudoku**

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský jazyk

Špecifikácia zadania:

Témou tejto práce sú algoritmy a pomôcky na riešenie sudoku. V práci bude uvedený prehľad voľne dostupných programov, ktoré ponúkajú pomôcky pri riešení sudoku. Takéto programy najčastejšie ponúkajú dve pomôcky (malú a veľkú) alebo namiesto riešiteľa vygenerujú všetky možnosti. Cieľom práce je urobiť program s viacerými pomôckami (kombinácia známych a vlastných pomôcok) a tiež popísať teóriu k pomôckam a algoritmy na riešenie sudoku.

Termín odovzdania bakalárskej práce: 05. 05. 2022  
Dátum schválenia zadania bakalárskej práce: 18. 02. 2022  
Zadanie bakalárskej práce schválil: prof. RNDr. Karol Mikula, DrSc. – garant študijného programu

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Hra Sudoku</b>	<b>4</b>
2.1	Princíp hry . . . . .	4
2.2	Zadania hry a ich úrovne . . . . .	5
2.2.1	Zadania hry . . . . .	5
2.2.2	Úroveň hry . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Pomôcky na riešenie hry Sudoku</b>	<b>8</b>
3.1	Lahké Pomôcky . . . . .	8
3.2	Pokročile Pomocky . . . . .	8
3.3	Náročné Pomôcky . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Dostupne programy</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Programovanie Pomocok a Alogoritmov</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Záver</b>	<b>11</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>12</b>

# Kapitola 1

## Úvod

Sudoku je logická doplňovacia hra pre jedného hráča, ktorá sa v dnešnej dobe pre svoje jednoduché pravidlá a množstvu stupňov obtiažnosti stala veľmi populárnou pre väčšinu vekových kategórií.

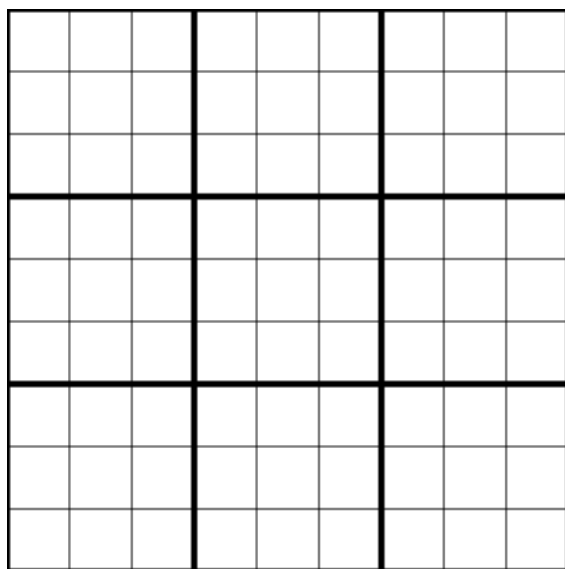
Prvá verzia Sudoku puzzle sa objavila vo francúzskych novinách na konci 19. storočia pod menom *Number Place*. A však jej popularitu si získala až v meste Manhattan, New York v 70. rokoch 20. storočia. Získala si ju vďaka pánovi z Nového Zélandu menom Wayne Gould, ktorý po 6. rokoch skonštruoval počítačový program na tvorenie zadaní Sudoku. Vďaka tomuto programu sa ľahko generovali zadania Sudoku, začali sa pravidelne a s úspechom publikovať do novín a táto logická hra sa rýchlo rozšírila do celého sveta. Neskôr táto hra bola publikovaná japonskou rébus firmou, ktorá ju pomenovala Sudoku, znamenajúc *jedno číslo práve raz* a tento názov jej zostal dodnes. [3]

# Kapitola 2

## Hra Sudoku

### 2.1 Princíp hry

Logickú hru Sudoku tvorí 81 políček po 9 riadkov a 9 stĺpoch. Celá šachovnica sa delí na 9  $3 \times 3$  štvorcov po 9 políček.



Obr. 2.1: Prázdna sieť.

Cieľom hry je vyplniť týchto 81 políček číslicami od 1 – 9, pričom sa budú dodržiavať nasledovné tri základné pravidlá:

1. Každý riadok obsahovaje číslom 1 - 9 práve raz.
2. Každý stĺpec obsahovaje číslom 1 - 9 práve raz.
3. Každý  $3 \times 3$  štvorec obsahovaje číslom 1 - 9 práve raz.

Na obrázku [2.2](#) vidíme už vyplnenú sieť hry Sudoku. Zároveň môžeme vidieť, že takto vyplnená sieť dodržiava tri základné pravidlá hry a preto ju môžeme nazvať aj jedným z mnoha správnych riešení Sudoku.

2	7	4	1	5	9	3	6	8
1	8	5	3	2	6	7	9	4
3	6	9	4	7	8	1	5	2
7	5	8	6	4	1	9	2	3
6	2	3	9	8	5	4	7	1
9	4	1	2	3	7	5	8	6
8	3	6	7	9	4	2	1	5
4	1	7	5	6	2	8	3	9
5	9	2	8	1	3	6	4	7

Obr. 2.2: Vylúštená hra SUDOKU.

## 2.2 Zadania hry a ich úrovně

### 2.2.1 Zadania hry

Intuitívne akúkoľvek čiastočne nevyplnenú sieť hry Sudoku 2.3 sa dá považovať za jej zadanie. Nie však každé nevyplnené Sudoku sa dá považovať za plnohodnotné zadanie. Vďaka kombinatorike vieme, že existuje práve  $6.7 \times 10^{21}$  riešení. Toto číslo vypočítali pomocou počítačového programu dvaja páni a to B. Felgenhauer a F. Jarvis v roku 2005 ako jeden z viacerých enumeračných problémov Sudoku. [1]

Zároveň vďaka experimentu z University College Dublin [2] bol v roku 2013 overný minimálny počet už zadaných čísel, aby sa zadanie považovalo za plnohodnotné. Tým sa myslí, aby zadanie hry malo riešenie. Gary McGuire overil minimálny počet čísel a to 17 čísel. Pri nevyplnených hrách Sudoku, kde je daných len 16 čísel, hra nemá riešenie, teda má viac ako jediné riešenie a považuje sa za neplnohodnotné. Bežný počet čísel v zadaní hry pre začiatočníkov býva okolo 30 čísel.

čo nám naznačuje, že aj zadanie pre logickú hru Sudoku by malo mať svoje pravidlá alebo zásady. Avšak na takéto zásady sa prišlo potom ako sa hra predstavila verejnosti. Tieto tzv. nepísané pravidlá, ktorými by sa malo riadiť každé zadanie, aby sa považovalo za plnohodnotné, sú nasledovné:

1. Každé zadanie by malo mať práve jedno riešenie.
2. Každé zadanie by malo byť riešiteľné bez hádania alebo pomoci počítača.
3. Každé zadanie by malo byť minimálne, tzv. po odstránení jednej číslice by už nemalo mať riešenie.

2			1				6	
	8	5		2			9	
				7		1		2
					1			3
			9		5			
9			2					
8		6		9				
	1			6		8	3	
	9				3			7

Obr. 2.3: Vzor zadania.

### 2.2.2 Úroveň hry

Každé plnohodnotné zadanie má teda svoje jediné riešenie. Keď sa pozrieme na počet čísel v zadani, môžeme približne určiť alebo aspoň hráčovi môže dať približnú predstavu o leveli obtiažnosti. Avšak aj pri minimálnom počte čísel môžeme nájsť ľahšie alebo náročnejšie zadanie hry. Preto obtiažnosti hry by sa nemala určovať na základe počtu čísel v zadani, ale na základe istého systému, ktorý by určil úroveň obtiažnosti hry.

Existujú už rôzne systémy, ktoré ohodnotia úroveň zadania hry, jedným z týchto systémov môžeme nájsť na stránke [Difficulty of Sudoku puzzle](#). Na tejto stránke sa každé zadanie hry ohodnotí pomocou metódy, ktorá je na základe týchto troch vecí:

1. Počet nevyplnených (prázdnych) políček.
2. Koľko rôznych pomôcok treba použiť.
3. Ako často každú z týchto pomôcok treba zopakovať na vyriešenie hry.

Tento konkrétny systém, ktorý každej použitej pomôcke pridelí istú hodnotu (cenu) sa riadi nasledujúcou tabuľkou:

Tabuľka 2.1: Tabuľka hodnôt pre pomôcky.

Pomôcka	Cena za 1. použitie	Cena za ďalšie použitie
Jeden kandidát	100	100
Jedna pozícia	100	100
Jedna úroveň kandidátov	350	200
Dva páry	500	250
Viacere úrovne kandidátov	700	400
Zjavný pár	750	500
Skrýty pár	1500	1200
Zjavná trojica	2000	1400
Skytá trojica	2400	1600
X-Wing a XY-Wing	2800	1600
Retazová reakcia	4200	2100
Zjavná štvorica	5000	4000
Skrýta štvorica	7000	5000
Swordfish	8000	6000

S veľkým množstvom zadaní, ich úrovne sa príležitostne môžu málo líšiť, jedno riešenie môže byť o trochu ľahšie ako ďalšie, ktoré je len o menšiu hodnotu náročnejšie a to len preto koľko pomôcok je potrebných na vyriešenie hry. Preto sa zoskupili úrovne zadaní, ktoré mali podobné ohodnotenie na základe vyššie pomenutej tabuľky do šesť kategórií:

Tabuľka 2.2: Tabuľka úrovní hry Sudoku.

úroveň	Dolná hranica	Horná hranica
Začiatočník	3600	4500
Lahká	4300	5500
Stredne ťažká	5300	6900
Náročná	6500	9300
Čertovská	8300	14000
Diabolská	11000	25000

# Kapitola 3

## Pomôcky na riešenie hry Sudoku

Č o sú pomôcky a čo su algoritmy.

### 3.1 Lahké Pomôcky

Základné tri pravidlá - rozdiel pre rovno doplnanie a pre vypis kandidatov

### 3.2 Pokrocile Pomocky

Naked/Hidden Pairs/Triplets/Quatlets,

### 3.3 Náročné Pomôcky

Single Digit Patterns ako X-wings, XY-wings a tak dalej



# Kapitola 4

## Dostupne programy

Popis a komentare k dostupnym programom

# Kapitola 5

## Programovanie Pomocok a Alogoritmov

Ako som programovala, co som programovala, interakcia

# Kapitola 6

## Záver

V závere zhrniete, čomu sa venovala vaša práca, ako sa vám podarilo naplniť stanovené ciele a k akým výsledkom ste prišli. Môžete zhodnotiť váš postup riešenia problému, jeho výhody/nevýhody. V závere je vhodné aj naznačiť, akými smermi by sa dalo v práci pokračovať, aké zostali nevyriešené otázky, kde vidíte možnosti vylepšenia a podobne.

# Bibliografia

1. FELGENHAUER, B.; JARVIS, F. *Summary of method and results*. 2005. Dostupné tiež z: <http://www.afjarvis.staff.shef.ac.uk/sudoku/ed44.html>. Online; zverejnené 17-jún-2005.
2. MCGUIRE, G. *There is no 16-Clue Sudoku: Solving the Sudoku - Minimum Number of Clues Problem*. Ed. UNIVERSITY COLLEGE DUBLIN Dublin, I. 2012. Dostupné tiež z: [http://www.math.ie/McGuire\\_V1.pdf](http://www.math.ie/McGuire_V1.pdf). Online; zverejnené 1-januára-2012.
3. SMITH, D. *So you thought Sudoku came from the Land of the Rising Sun...* Ed. GUARDIAN, T. 2005. Dostupné tiež z: <https://www.theguardian.com/media/2005/may/15/pressandpublishing.usnews>. Online; zverejnené 15-Máj-2005.