

Počítačová verze hry Sudoku

Electronic version of game SUDOKU

Bc. Lukáš Hrančík

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav aplikované informatiky
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš HRANČÍK**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Počítačová verze hry Sudoku**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma. Bude obsahovat vývoj této hry, varianty a její pravidla.
2. Provedte návrh aplikace realizující Sudoku na počítači řady PC včetně grafického rozhraní.
3. Naprogramujte tuto hru v počtu polím 9x9 a 16x16. Použijte jazyk C/C++ a rozhraní vytvořte pomocí knihovny wxWidgets.
4. Program bude umět generovat vlastní zadání. Dále bude implementovat následující: práci se soubory (načítání/ukládání), tisk, volbu obtížnosti hry, automatické řešení, nápověda, čas řešení a hodnocení.
5. Modifikujte Vámi navržený program pro některou alternativní verzi Sudoku.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Liberty, J. **Naučte se C++ za 21 dní**, Computer Press, Praha 2002.
2. Prata, S. **Mistrovství v C++**, Computer Press, Praha 2000.
3. Petzold, Ch. **Programování ve windows**. Computer Press, Praha 1999.
4. <http://www.wxwidgets.org/> - domovská stránka grafického rozhraní.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Pokorný, Ph.D.

Ústav aplikované informatiky

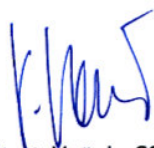
Datum zadání diplomové práce:

13. února 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

28. května 2007

Ve Zlíně dne 13. února 2007



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Ve své diplomové práci se čtenářům pokusím přiblížit celosvětově známou hru SUDOKU, její historii, pravidla a možnosti řešení. Zpracuji informace z dostupné literatury a článků. V další části se věnuji programování této hry a generování SUDOKU pro řešení.

Klíčová slova: SUDOKU, historie, pravidla, programování,

ABSTRACT

In my graduation theses I want to try approximate famous game SUDOKU, her his history, rules and possibilities of resolution. I will analyse informations from available literature and articles. In next part I describe programming of this game and generating SUDOKU for solution.

Keywords: Sudoku, history , rules, programming

Děkuji konzultantovi mé závěrečné práce Ing. Pavlovi Pokornému, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a podnětné připomínky, které mi poskytl při zpracovávání této práce.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE SUDOKU	11
2 PRAVIDLA SUDOKU	12
2.1 MINIMA PRO ŘEŠENÍ.....	13
3 METODY ŘEŠENÍ HRY	15
3.1 ZAČÁTKY V SUDOKU	15
3.1.1 <i>Doplnění prvního prázdného políčka</i>	16
3.1.2 <i>Kde bude osmička v horním čtverci?</i>	16
3.1.3 <i>Co dělat když není zcela jasné, kde může číslice být</i>	17
3.1.3.1 <i>K čemu nám tyto vpisky (poznámky) v Sudoku jsou?</i>	18
3.2 SLOŽITĚJŠÍ TECHNIKY V SUDOKU.....	18
3.2.1 <i>Využití vpisků - blokování polí</i>	18
3.2.1.1 <i>Jediná možnost</i>	20
3.2.1.2 <i>Sloupce a řádky</i>	21
3.2.2 <i>Metoda krájení</i>	23
3.2.3 <i>Zkusme doplnit čtyřku do levého čtverce ve středním řádku</i>	24
3.2.4 <i>Zkusme doplnit čtyřku do pravého čtverce ve středním řádku</i>	25
3.2.5 <i>Na co jsme tedy přišli?</i>	25
3.3 POSLEDNÍ FINTY.....	26
3.3.1 <i>Pětku v pravém horním čtverci lze doplnit</i>	26
3.3.2 <i>Jak jsme to zjistili?</i>	27
4 ALTERNATIVY SUDOKU	29
4.1 JIGSAW SUDOKU.....	29
4.2 KILLER SUDOKU	30
4.3 SAMURAI SUDOKU	30
4.4 MINI SUDOKU	31
5 VÝVOJOVÝ PROGRAM CODE::BLOCKS	32

6	PROGRAMOVACÍ JAZYK C++	33
7	MULTIPLATFORMNÍ KNIHOVNY WXWIDGETS	34
II. PRAKTICKÁ ČÁST		35
8	PROGRAMOVÁNÍ HRY SUDOKU	36
8.1	ALGORITMUS PRO GENEROVÁNÍ A ŘEŠENÍ SUDOKU	36
8.1.1	<i>Vývojový diagram řešitele</i>	<i>38</i>
8.1.2	<i>Vývojový diagram JEDNOZNAČNÉHO ALGORITMU</i>	<i>41</i>
8.1.3	<i>Vývojový diagram REKURZIVNÍHO ALGORITMU</i>	<i>42</i>
8.1.4	<i>Vývojový diagram GENERÁTORU SUDOKU</i>	<i>44</i>
8.2	BLOKOVÉ SCHÉMA PROGRAMOVANÉHO SUDOKU	45
8.3	POPIS GRAFICKÉHO VÝSTUPU HRY SUDOKU	46
8.4	POPIS JEDNOTLIVÝCH FUNKCÍ PROGRAMU	47
8.4.1	<i>Položky menu HRA</i>	<i>47</i>
8.4.1.1	<i>Nová hra</i>	<i>48</i>
8.4.1.2	<i>Vyčistit</i>	<i>48</i>
8.4.1.3	<i>Otevřít</i>	<i>48</i>
8.4.1.4	<i>Uložit</i>	<i>48</i>
8.4.1.5	<i>Konec</i>	<i>48</i>
8.4.2	<i>Položky menu POMOCNÍK</i>	<i>48</i>
8.4.2.1	<i>Napovědět možnost</i>	<i>49</i>
8.4.2.2	<i>Uzamknout aktuální stav</i>	<i>49</i>
8.4.2.3	<i>Zakázat špatné zadání</i>	<i>50</i>
8.4.2.4	<i>Zobrazovat nápovědu</i>	<i>51</i>
8.4.3	<i>Položky menu OBTÍŽNOST</i>	<i>52</i>
8.4.3.1	<i>Lehká</i>	<i>52</i>
8.4.3.2	<i>Střední</i>	<i>53</i>
8.4.3.3	<i>Těžká</i>	<i>53</i>
8.4.4	<i>Položky menu PODMÍNKY</i>	<i>54</i>
8.4.4.1	<i>Jedinečnost v řádcích</i>	<i>54</i>
8.4.4.2	<i>Jedinečnost ve sloupcích</i>	<i>55</i>
8.4.4.3	<i>Jedinečnost v oblastech</i>	<i>55</i>

8.4.4.4	Jedinečnost v úhlopříčkách.....	55
8.4.5	<i>Položky menu ŘEŠITEL</i>	55
8.4.5.1	Zjistit počty řešení	56
8.4.5.2	Vyřešit.....	56
8.4.5.3	Zastavit.....	56
8.4.5.4	Zobrazovat průběh řešení	57
8.4.6	<i>Položky menu VZHLED SUDOKU</i>	57
8.4.6.1	Barevné	57
8.4.6.2	Jednoduché.....	58
8.4.7	<i>Položky menu TYP HRY</i>	59
8.4.7.1	9x9	60
8.4.7.2	9x9cross	61
8.4.7.3	9x9rect	61
8.4.7.4	16x16	62
8.4.8	<i>Položky menu NÁPOVĚDA</i>	63
8.4.8.1	Napovědět možnost.....	64
8.4.8.2	Zobrazovat nápovědu.....	64
8.4.8.3	O aplikaci.....	65
8.4.9	<i>TISK</i>	66
8.4.10	<i>Vytvoření vlastního SUDOKU</i>	68
8.4.11	<i>Vkládání znaku do hracího pole</i>	68
8.4.11.1	Vložení symbolu pomocí položkové nabídky	69
8.4.11.2	Vložení symbolu pomocí rolovací kolečka myši.....	70
8.4.11.3	Vložení symbolu přímým stiskem klávesy	71
8.4.12	<i>Mazání znaku hracího pole</i>	71
8.5	STRUKTURA SOUBORŮ A ADRESÁŘŮ HRY SUDOKU	71
	ZÁVĚR	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77

ÚVOD

Již celou řadu let se nám na pultech novinových stánků či přímo na stránkách denního tisku objevuje celá řada rébusů, křížovek či her, které nám mají pomoci zahnat nudu ve volném čase a také částečně zaktivovat naše mozkové buňky na vyšší stupeň.

Před několika lety se na stránkách tisku začala objevovat velmi zajímavá hra s názvem SUDOKU. Za tímto pro nás nic neříkajícím názvem se skrývá velmi zajímavá logická hra, která svými pravidly či obsahem není nijak složitá a je vhodná pro všechny věkové kategorie. Tato hra se ve světě velmi rychle rozšířila a dnes se objevuje prakticky ve všech denících či časopisech. Svým potenciálem možností řešení a možnou volbou obtížnosti se SUDOKU na dlouhou dobu stává našim oblíbeným rébusem, který je v současnosti ve světě fenoménem.

Jelikož i mě uchvátila tato logická hra, vybral jsem si jako diplomovou práci právě SUDOKU, kde je mým úkolem podrobně rozebrat tuto hru a následně na základě získaných znalostí naprogramovat elektronickou aplikaci, která umí daný rébus vygenerovat, řešit a nabízí nám i další podpůrné funkce pro řešení.

Svoji práci jsem rozdělil na dvě části, teoretickou a praktickou. V teoretické části této práce se tedy zabývám historií této hry, základními pravidly, které jsou nutná pro řešení SUDOKU. Dále zde uvádím minima pro řešitelnost jednotlivých matic a na příkladu uvádím možné způsoby řešení dle obtížnosti daného SUDOKU. Jsou zde také psány základní informace o programovacím prostředí programu Code::Blocks a funkcích knihovny wxWidgets.

V praktické části uvádím postup při programování aplikace, která generuje SUDOKU, popisují jednotlivé funkce a možnosti nastavení této aplikace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE SUDOKU

Tuto hru vymyslel Howard Garns v Americe v roce 1979. Sudoku je zajímavá hra, která je náročná na logické myšlení řešitele. Název vznikl z japonského "Súdži wa dokušin ni kagiru," ale její původ není japonský.

Hra byla známa v osmdesátých letech 20.století pod názvem "Number Place" ("Umístí číslice") v americkém magazínu o hlavolamech. Japonci si ji rychle oblíbili a až v roce 2005 začali doceňovat její krásu a zdánlivou jednoduchost lidé ze západní civilizace. Ale až v roce 2005 se Sudoku stalo mezinárodním hitem. Začalo vycházet jako příloha novin jako jsou "The Times", "The Daily Telegraph", "The Independent", "The Guardian" a mnoha dalších novin a časopisů. V Česku sudoku vyšlo poprvé v Lidových novinách, poté se přidala řada dalších, včetně Deníku a MF Dnes.

Sudoku je bezesporu jedna z nejoblíbenějších logických her na světě, kterou hrají denně statisíce lidí po celém světě. Krása Sudoku tkví v jeho "jednoduchosti" a téměř nevyčerpatelném množství herních kombinací. Díky tomu, že jsou pravidla Sudoku tak jednoduchá a nepotřebujete k jeho hraní žádné speciální znalosti, je Sudoku vhodné pro všechny věkové generace.

Pokud byste měli strach, že nebudete mít za chvíli co hrát, tak na to rychle zapomeňte. Pokud se totiž na Sudoku podíváme z matematického hlediska tak nám vyjde, že jich je přesně 6 670 903 752 021 072 936 960. Jinak řečeno. Za předpokladu, že byste začali luštit v den vašeho narození a dožili se stovky let, tak byste museli každou sekundu vyluštit přibližně 2 113 881 838 930 Sudoku což asi nestihnete.¹

¹ <http://sudoku.hu.cz/o-sudoku.html>

2 PRAVIDLA SUDOKU

Ať už cestujete autobusem, vlakem, lodí či letadlem nebo čekáte např. v čekárně u lékaře, existuje společník, který vám dlouhou chvíli spolehlivě ukrátí. Je to logická hra jménem Sudoku. K jejímu hraní vám postačí obyčejná tužka a kousek papíru. A samozřejmě také chuť trochu potrápít své mozkové závity...

Cílem Sudoku je umístit čísla v rozsahu 1 až 9 do políček herní plochy, kterou tvoří čtverec obsahující 9 menších čtverců. Velmi důležité je, že se v žádném z 9 čtverců, řádku a ani sloupci nesmí opakovat žádné z čísel. Jinak řečeno v každém z řádků, sloupců a menších čtverců musí být všechny čísla 1 až 9.

Vaším úkolem je tedy dopsat do všech políček tabulky čísla od 1 do 9 tak, aby se žádné číslo neopakovalo v žádném řádku, v žádném sloupci ani v žádném z dílčích čtverců.

Připadá-li vám to jednoduché, není nic snazšího než to vyzkoušet – určitě to budete mít za pět minut hotové. Naopak, připadá-li vám to složité, vězte, že se nejedná o žádné hledání metodou pokus-omyl spojené se spoustou gumování a přepisování. V tabulce jsou skryty zákonitosti, které vás při troše přemýšlení a snahy je hledat povedou krůčkem za krůčkem, políčko po políčku, k cíli.

Na první pohled se zdá řešení lehké, ale opak je pravdou. Obtížnost hry Sudoku není dána pouze počtem skrytých políček, ale jejich vzájemnými vazbami, které mohou být velmi složité. Těžká Sudoku mohou průměrně zkušenému luštiteli zabrat kolem 15 – 60 minut.

2.1 Minima pro řešení

Aby měla hra Sudoku jen jedno řešení, musí mít zadaných **minimálně 17 čísel**. Sudoku s 16 zadanými čísly nejsou známy. Ovšem to, že hlavolam má předem zadáno pouze 17 čísel neznámá, že musí být těžší než některé s více předem zadanými čísly. Jako příklad můžeme použít 2 hlavolamy s 64 neznámými čísly: první Sudoku patří mezi jedny z nejlépeších, zatímco druhé Sudoku nelze vyloučit logicky (užitím dnes známých technik) a vyžaduje náhodné zkoušení možných hodnot.

Za boom hlavolamu, k jehož zkrácení potřebujete jen logické myšlení a kapku soustředění, může devětapadesátiletý Novozélandčan Wayne Gould. Tento bývalý soudce, nyní v důchodu, objevil Sudoku v roce 1997 na návštěvě japonského hlavního města Tokio. Hra jej uchvátila natolik, že vymyslel speciální počítačový program, který umí vygenerovat velké množství mřížek s několika vepsanými čísly, základ rébusu Sudoku.

Program nabídl Gould zdarma britským Timesům – v tomto deníku vyšel hlavolam poprvé loni v listopadu. Ve Velké Británii má dnes Sudoku desetitisíce fanoušků, kteří vedle návštěv specializovaných stránek investují čas (a samozřejmě i peníze) také do Gouldových knih o hlavolamu.

Další světová periodika se nechtěla nechat zahanbit a tento rébus dnes můžeme najít například v německém listu Die Zeit, britském The Guardian, The Independent nebo The Daily Telegraph. Od 20. června Sudoku najdete také v Lidových novinách.²

² <http://martasdusek.blog.cz/0702/jak-lustit-sudoku>

A zde je příklad jak může takové vyřešené Sudoku vypadat:³

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

Obr. 1. Ukázka vyřešeného SUDOKU

³ <http://sudoku.hu.cz/o-sudoku.html>

⁴ http://sladeczek.bloguje.cz/166154_item.php

3 METODY ŘEŠENÍ HRY

Základní metodou řešení, jak je již výše uvedeno, je vyhledání vhodných čísel (variant) pro jednotlivé pole tak, že postupně pro každé prázdné pole vezmeme čísla od 1 do 9 a prohledáme vždy příslušný sloupec, řádek a čtverec, zda už tam číslo není. Pokud není, zapíšeme si ho jako možnou variantu do pole (malým písmem, aby se to nespletlo s řešením). Pokud pro pole vyjde jako varianta jen jedno číslo, doplníme ho jako řešení do pole a proškrtáme toto číslo ve variantách v polích ve stejném sloupci, řádku a čtverci. Takto můžeme přijít na další jednoznačně vhodná čísla do buněk. Provádíme dokola dokud nám vychází nějaké jednoznačné varianty.

Touto metodou jdou vyřešit jen lehké hlavolamy, obtížnější vyžadují kombinaci více metod řešení.

Pokud už nám nevycházejí jednoznačné varianty, lze najít další vhodná čísla tak, že budeme prohledávat varianty v řádcích, sloupcích a sektorech a hledat tam jedinečná čísla. Např. pokud pro některý řádek jsou varianty 123, 128, 1238 a 125, tak jedinečné číslo je 5 v poslední variantě (nevyskytuje se v žádné další variantě ve stejném řádku). To můžeme doplnit do pole jako řešení. Pak si proškrtáme varianty o nalezenou hodnotu (zde číslo 5) v příslušném řádku, sloupci a čtverci a pokračujeme buď v hledání dalších jedinečných čísel ve variantách nebo se nám tím objeví další jednoznačné varianty (viz předchozí odstavec).

Ani tato metoda nemusí stačit na obtížnější hlavolamy, ty pak vyžadují další metody.

3.1 Začátky v Sudoku

Kde začít? Neexistuje nejlepší ani nejhorší možnost, začneme tam, kde to jde.

3.1.1 Doplnění prvního prázdného políčka

		4		9	7			
7	1						9	
8		2				6		

Obr. 2. Doplnění prvního políčka

Podívejte se na obrázek. V prostředním a pravém čtverci je číslice 9. V levém zatím není, avšak lze ji snadno doplnit. Z pravidla "v žádném řádku nesmí být stejná číslice" vyplývá, že devítka v levém čtverečku musí být v jednom ze spodních tří čtverečků. Volný je jen jeden, takže devítka musí být právě v něm.

3.1.2 Kde bude osmička v horním čtverci?

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

Obr. 3. Doplnění dalšího pole

Podívejte se na obrázek. V horním čtverci může být 8 jen v pravém sloupečku, pokud jsme pozorní, zjistíme, že osmička může být jen na jednom místě. V levém horním čtverci je 8 v spodním řádku, takže v středním horním čtverci může být jen v horním čtverečku pravého sloupečku.

3.1.3 Co dělat když není zcela jasné, kde může číslice být

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

Obr. 4. Doplnění dalšího pole

Občas se stane, že nemůžeme s naprostou jistotou říct, kde daná číslice bude. Podívejme se na obrázek: v pravém horním čtverci může být osmička jen v horním řádku, když najedete myší na obrázek zjistíte, že ve skutečnosti jsou možnosti jen dvě (v pravém nebo levém sloupečku horního řádku).

Pokud řešíte Sudoku na papíře nebo na našem webu, je dobré nad pole čtverečku udělat malou osmičku (jak vidíte na obrázku), pokud řešíte Sudoku někde jinde, může se stát, že nemáte tuto možnost. Můžete se snažit aspoň si to zapamatovat.

3.1.3.1 K čemu nám tyto vpisky (poznámky) v Sudoku jsou?

Když doplníme jedno z možných míst kterýmkoli jiným číslem, nezapomeneme doplnit osmičku. Existuje víc možností, jak využívat vpisky, některé z nich se naučíme v dalších částech návodu. I když mohou být vpisky velmi užitečné, platí i zde pravidlo všeho moc škodí. Hlavoлам Sudoku pak ztrácí na přehlednosti a vpisky jsou víc ke škodě než k užitku. Zkrátka, všeho s mírou.

3.2 Složitější techniky v Sudoku

V této části se budeme snažit doplnit čtyřky do čtverců ve středním řádku a ukážeme si, jak lze pracovat s vpiskami. Je to jednoduchá metoda, pomocí které vylustíte většinu středně těžkých **SUDOKU**, a někdy i ty těžší. Během předcházejícího postupu procházíte čtverce 3×3 a hledáte, kde může být nějaká číslice. Pokud vám ale nevyjde jediná možnost, kde číslo může být, co s tím? V případě, že možnosti jsou dvě, poznamenejte si je tužkou někde nahoru. Je možné dělat vpisky i pro více čísel, ale dvě jsou podle mne ideální.

3.2.1 Využití vpisků - blokování polí

Pokud se nám sejdou dvojice vpisky ve stejných polích, můžeme je „zablokovat“ - přeškrtneme si je tužkou. Nevíme sice, které z čísel kde přesně je, ale víme, že jiné číslo zde už být nemůže. To nám pak zmenší počet volných polí v daném čtverci a většinou tak umožní zapsat jiná čísla.



Obr. 5. Využití vpisků 1

Příklad: v tomto čtverci jsme si zapsali vpisky pro dvojku a devítku. Protože obě dvě čísla jsou jen ve dvou polích, je jasné, že zde jiné číslo být nemůže. Přeškrtneme si je. Počet volných polí v tomto čtverci se nám tak z šesti zmenšil na čtyři (zeleně podbarvené).



Obr. 6. Využití vpisků 2

„Blokovat“ můžeme i více polí najednou, než dvě. Pokud se nám sejdou 3 čísla a všechny možnosti, kde tato čísla mohou být jsou ve třech stejných polích, můžeme tyto tři pole zablokovat.

Vpisky rovnou během luštění používáme dál. Pokud jsou naše vpisky v jednom řádku a v jednom čtverci, je to to samé, jako by v onom řádku byla tato číslice již napsaná.

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

Obr. 7. Blokování políčka

Příklad: V horním prostředním čtverci 3×3 chybí číslice 8. Pomocí dalších osmiček (žlutě orámované) zjistíme oblasti, kde už osmička být nemůže (zeleně podbarvené). Zbudou dvě možnosti (červeně orámované) a tak do těchto polí nahoru napíšeme osmičku. Protože ale obě možné varianty leží v jednom řádku, je jasné, že už jinde v tomto řádku (červeně podbarvený) osmička být nemůže. Toho využijeme u dalšího čtverce (žlutě orámovaný). Červená a zelená oblast nám ukazuje, kde osmička být nemůže. Je tak jediná možnost (žlutě přeškrtnuté pole), kam osmičku v tomto čtverci umístit.

3.2.1.1 Jediná možnost

Tyto postupy pak můžeme průběžně kombinovat s dalšími. Třeba místo toho, abychom hledali kde čísla mohou být, se můžeme podívat na jedno konkrétní pole a zjistit, jaké číslice tam mohou být. Snažíme se najít takové, kde může být pouze jediná číslice. Proto si vybíráme pole, v jehož řádce a sloupci je co nejvíce různých číslic.

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

Obr. 8. Jediná možnost

Příklad: Zvolíme si jedno pole (žlutě přeškrtnuté). Červeně podbarvená oblast určuje, kde všude se nesmí objevit číslice, která má být v tomto poli. Jinak řečeno, číslice, které v této oblasti už jsou, v našem poli být nemohou. Rychle zjistíme, že jediná číslice, která zde není, je dvojka.

3.2.1.2 Sloupce a řádky

Místo čtverců se můžeme také soustředit na sloupce nebo řádky. Stejné postupy jako na čtverce 3×3 aplikujeme na ně. Nejlepší je to použít v případě, kdy už nám ve čtvercích nezbyvá další postup a nevíme jak dál, zkusit kombinovat právě se sloupci nebo řádky.

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

Obr. 9. Sloupce a řádky

Příklad: V dolním prostředním čtverci chceme umístit sedmičku. Možností je ale několik. Podíváme se tedy na řádek (zeleně podbarvený), který tímto čtvercem prochází.

V něm jsou tři volná pole a v jednom z nich musí být sedmička.

Červeně přeškrtnutá pole ukazují, kde být nemůže, protože těmito poli prochází sloupce (červeně podbarvené), kde už sedmička je. V tomto řádku máme tedy jedinou možnost, kam sedmičku umístit.

Doplnili jsme ji tak do čtverce, kam bychom ji jen kombinací okolních čtverců nikdy nedoplnili.

3.2.2 Metoda krájení

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

Obr. 10. Metoda krájení v řešení Sudoku

Ukázka doplnění čísla 8 (červeně). Na žádné barevné pole není možné umístit 8 (brání tomu 8 se stejnou barvou).

Podívejte se na osmičky v dolních čtvrcích vyobrazeného příkladu. Nezapomínejte, že osmička v pravém dolním čtvrci náleží celému řádku a osmička v dolním prostředním čtvrci náleží celému spodnímu řádku. Logicky tedy v levém spodním čtvrci může být osmička pouze v prostředním řádku.

Stále máme tři místa, kam můžeme osmičku umístit. Ale všimněte si čtvrců nad levým dolním čtvrcem. V prostředním čtvrci je osmička v levém sloupci a v tomto

sloupci opět může být sama. Horní čtverec zobrazuje osmičku v posledním sloupci dílčího čtverce.

Zbývá nám pouze jediné místo, kam můžeme osmičku v levém dolním čtverci umístit. Je to přímo doprostřed.

3.2.3 Zkusme doplnit čtyřku do levého čtverce ve středním řádku

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

Obr. 11. Doplnění prázdného pole

Ve čtverci uprostřed je čtyřka v prostředním řádku, a v levém horním čtverci je čtyřka vpravo. Bohužel, čtyřku do levého čtverce ve středním řádku doplnit nemůžeme, tak si alespoň označme, kde může být.

3.2.4 Zkusme doplnit čtyřku do pravého čtverce ve středním řádku

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

Obr. 12. Doplnění dalšího prázdného pole

Bohužel, ani zde 4 doplnit nemůžeme, tak si alespoň vpiskami označme, kde může být. Pokud si myslíte, že jsem se zbytečně zdržovali a na nic jsme nepřišli, mýlíte se. Víte víc, než si myslíte, že víte.⁵

3.2.5 Na co jsme tedy přišli?

						4		
2	3		8					
			2	4	9			
4	4					4		
					3		6	1

Obr. 13. Možnosti doplnění čísla

⁵ <http://sudokuonline.cz/navod/4.html>

Podívejme se zpět na vpisky, které jsme doplnili: V levém čtverci čtyřka může být jen v spodním řádku, v pravém může být v spodním nebo v horním. Ať bude 4 v levém čtverci kdekoli, bude v dolním řádku. "V žádném řádku nemůžou být 2 číslice stejné," takže v čtverci vpravo čtyřka nemůže být v spodním řádku. Jediné místo, kde čtyřka z pravého čtverce může být, je čtvereček vlevo nahoře.

Abyste uměli vyřešit Sudoku, musíte kombinovat informace z čtverců, řádků a sloupců. Tato "nikdy nekončící" souhra podmínek je jednou z věcí, které činí Sudoku tak populárním, lákavým a zábavným.

3.3 Poslední finty

3.3.1 Pětku v pravém horním čtverci lze doplnit

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

Obr. 14. Poslední finty

Opravdu, pětka v levém horním čtverci může být jen nahoře v středním sloupečku! Jak to můžeme vědět? Vždyť v celé Sudoku tabulce je jediná pětka!

3.3.2 Jak jsme to zjistili?

		4
7	1	
8	9	2
2	3	
		7
	6	

Obr. 15. Pokračování řešení 1

Musíme se podívat, kde můžou být ostatní číslice. Šestka nemůže být v prostředním sloupečku, protože tam už je v spodním čtverci.

		4
7	1	
8	9	2
2	3	
		7
	6	

Obr. 16. Pokračování řešení 2

Ani trojka nemůže být v prostředním sloupečku, protože tam už je v středním čtverci.

36		
		4
		36
7	1	
8	9	2

Obr. 17. Pokračování řešení 3

Šestka ani trojka nemůžou být v prostředním sloupečku. V čtverci chybí kromě 6 a 3 ještě pětka, a protože 6 ani 3 nemůžou být v prostředním sloupečku, musí tam být právě pětka.⁶

⁶ <http://sudokuonline.cz/navod/4.html>

4 ALTERNATIVY SUDOKU

Po celém světě existuje několik dalších obdobných her jako SUDOKU. V podstatě se jedná o jakési alternativy SUDOKU, které se liší zejména výchozím tvarem hracího pole. Uvádím zde několik příkladů, které jsou ve světě nejrozšířenější. Sudoku však z těchto her jasně zaujímá první pozici.

4.1 JigSaw Sudoku

Jedná se o alternativní verzi SUDOKU, kde hlavním rozdílem je jiný tvar jednotlivých oblastí hracího pole.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A				5		4			
B		9				2		6	
C					1				
D		4						1	5
E		6		7		5		9	
F		7						3	8
G					6				
H		1		3				4	
J				8					

Obr. 18. JigSaw SUDOKU

4.2 Killer SUDOKU

Jedná se o prakticky stejnou verzi jako je klasické SUDOKU, ale na rozdíl od něj v této verzi je nutno, aby nám souhlasily i součty čísel v jednotlivých vymezených oblastech hracího pole.

14	10	8	22	13		21	14
14					5		
	14		12				
24	9			7			13
9	10	13				10	
	10		5	17			
12		12	24		20		13
				4	17		
	13					3	

Obr. 19. Killer SUDOKU

4.3 Samurai SUDOKU

Tato alternativa klasického sudoku je rozdílná zejména v tom, že její hrací pole se skládá z několika klasických SUDOKU, které se částečně prolínají. Tato verze je tedy svým herním rozsahem mnohem větší než klasické SUDOKU.

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

Obr. 20. Samurai SUDOKU

4.4 Mini SUDOKU

Tahle alternativní verze SUDOKU je vytvořena zejména pro děti. Nemá příliš velký hrací rozsah a je snazší pochopit vazby mezi jednotlivými oblastmi hracího pole. Hrací pole je vytvořeno maticí prvků 6x6.

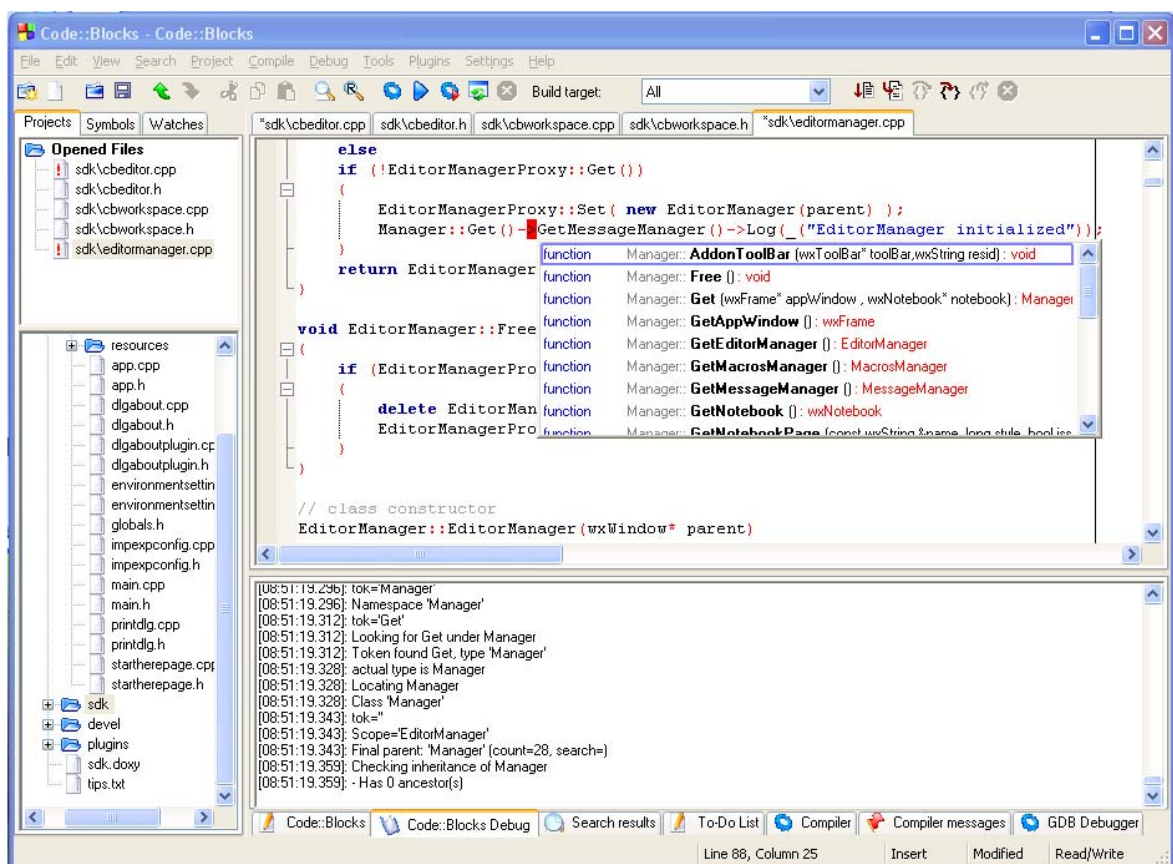
3			6		
				2	
5	3				6
				3	
	4				
		1			2

Obr. 21. Mini SUDOKU

5 VÝVOJOVÝ PROGRAM CODE::BLOCKS

Code::Blocks je open source C++ IDE vytvořen pro pokrytí nejžádanějších potřeb jeho uživatelů. Je zkonstruován být rozšiřitelný a plně konfigurovatelný. Rozšiřitelný je díky frameworku pluginů. Dokonce obsahuje i průvodce pro vytváření vlastních pluginů.

Prostředí programu CODE::BLOCKS :



Obr. 22. Prostředí programu CODE::BLOCKS

Výhoda tohoto programu je taková, že lze programovat jak v OS Microsoft Windows, tak i v OS Linux.

Poslední verze tohoto programu je 1.0 RC2, avšak tato verze má každodenní úpravy, které je možno jako podporu stáhnout z internetu a mít tedy vždy možnost používat co možná nejvíce aktuálních funkcí.

6 Programovací jazyk C++

V současné době je asi nejoblíbenějším programovacím jazykem C++. Nejenom že je nezávislý na operačním systému, ale poskytuje také dokonalé možnosti, jak ovlivnit fungování výsledného programu. Než zvládnete všechny přednosti jeho objektového přístupu, tak to chvíli trvá, ale už po osvojení základů budete mít v ruce velmi schopný nástroj. Přestože by se mohlo zdát, že s uvedením nového, plně objektového jazyka C#, který z C++ ve velké míře vychází, přestanou velcí výrobci vývojových nástrojů tento jazyk podporovat, není tomu tak. Navíc počáteční euforie, kdy se všechno psalo pro .NET a v jazyce C#, pomalu opadá, a programátoři se pozvolna vrací k osvědčeným metodám práce s jazykem C++. Ten samozřejmě také můžete využít i k tvorbě .NET aplikací.

Chcete-li začít s tvorbou programů v C++, nemusíte si nutně pořizovat komerční vývojové nástroje. Postačí vám volně dostupná vývojářská sada od Microsoftu, která poskytuje funkce k aplikačnímu rozhraní Windows. S její pomocí a například s programem Dev-C++ můžete bez problémů programovat. Dev-C++ lze rozšířit o celou řadu balíčků. Výborné jsou multiplatformní knihovny wxWidgets, které lze použít k vývoji programů určených jak pro Windows, tak pro Linux. Byly použity i při tvorbě takových projektů jako klientská část 602SQL Serveru nebo antivirového programu AVG. Zajímavým řešením jsou nyní nově uvolněné Express edice vývojových nástrojů od Microsoftu – můžete je používat zcela zdarma bez omezení.

C++ podporuje také další velký výrobce programátorských nástrojů, společnost Borland. Její C++ Builder je znám především jako nástroj, se kterým zvládnete vytvořit co nejvíce kódu pomocí myši.

7 Multiplatformní knihovny wxWidgets

Za pomoci knihoven wxWidgets mohou vývojáři tvořit aplikace pro Win32, Mac OS X, GTK+, X11, Motif, WinCE, a další. Používají jeden kódový základ. Mohou využívat programovacích jazyků jako jsou C++, Python, Perl, C#/.NET. Na rozdíl od ostatních multi platformových souborových nástrojů, wxWidgets aplikace vypadají a fungují přirozeně. To protože wxWidgets používají vlastní funkční platformy a raději je regulují než aby je napodobovali. Aplikace jsou pak vyzrálé, volné a open source.

Zpočátku startovali wxWidgets jako projekt pro tvorbu aplikací přenositelných mezi UNIX a Windows, následovala podpora platformy MAC, Win CE a mnoho dalších. Počet vývojářů pracujících na projektu wxWidgets jsou nyní tucty a soubory nástrojů mají vysokou uživatelskou základnu.

WxWidgets nám dávají možnost jednoduchého použití API pro zápis GUI aplikacím na vícenásobných platformách, které stále využívají vlastní kontrolní platformy a nástroje. Spojení s příslušnou knihovnou dané platformy, překladače, nám osvojí aplikaci příslušné platformě. WxWidgets nám poskytují také online pomoc, síťové programování, používání vláken nebo ukládání a načítání mnoha rozličných formátů. Dále také třeba HTML prohlížení, tiskové funkce a mnoho dalších.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PROGRAMOVÁNÍ HRY SUDOKU

Hlavní částí této práce má být návrh aplikace realizující hru SUDOKU a následné naprogramování této aplikace s jistými požadavky na možnosti hry a funkce aplikace.

Nejprve bylo důležité si uvědomit jak tato hra pracuje a pomocí jakého postupu by jsme došli k vygenerování a rozmístění polí, aby hra byla řešitelná a také aby tento postup generování nebyl příliš časově náročný. Následně tento postup generování naprogramovat. Dále bylo potřeba naprogramovat požadované funkce aplikace hry SUDOKU.

V neposlední řadě bylo nutné navrhnout vhodný grafický výstup programu, který by byl pro uživatele přívětivý a umožňoval mu jistá nastavení aplikace, kterými by si přizpůsobil hru k obrazu svému.

8.1 Algoritmus pro generování a řešení SUDOKU

Jelikož v aplikaci se generování a řešení SUDOKU vzájemně prolíná, budu tedy princip popisovat dohromady.

Oba tyto procesy jsou naprogramovány v jednom vlákne a to z důvodu snadného zrušení celého vlákna v případě kolize systému aplikace, či při příliš časově náročném generování a řešení hracího pole.

Generování znaků hracího pole probíhá principiálně následovně. Nejprve je hrací pole vymazáno. Máme dáno rozmezí počtu vygenerovaných znaků dle požadované obtížnosti. Z toho rozmezí je náhodně vybrána hodnota, která je následně uložena do proměnné. Tato hodnota je nejdůležitější pro samotný systém generování znaků, jelikož nám určuje kolik znaků musí aplikace mít v hracím poli.

Následně začne program dosazovat znaky do hracího pole a testuje, zda po dosazení znaku jsou splněny podmínky jednoznačnosti v oblastech dle pravidel SUDOKU. Pokud ano, dosadí do pole další znak. Pokud ne, smaže vložený znak a vloží znak jiný, který náhodně vybere, po té opět testuje jednoznačnost v oblastech. Dosazuje tak znaky do hracího pole do té doby, než pole není zcela zaplněno.

Jakmile je hrací pole zaplněno znaky, začne aplikace ubírat jednotlivé políčka hracího pole a vždy po odebrání testuje následnou řešitelnost. Pokud je po odkrytí políčko hracího pole řešitelná, odkryje další políčko hracího pole. V opačném případě políčko opět zaplní původním znakem a odkryje jiné políčko. Toto se opakuje až do doby, kdy v hracím poli zůstane pouze požadovaný počet znaků dle dané obtížnosti.

Po odkrytí posledního políčka a následného testování řešitelnosti si aplikace uloží počet možných řešení hracího pole, na které přijde při testování řešitelnosti.

Jak lze tedy vidět, tak samotné generování v sobě zahrnuje i řešitele SUDOKU, kterým kontroluje řešitelnost při dosazování a odebírání znaků hracího pole. Řešitel je tedy částí generovacího algoritmu SUDOKU.

Samostatný algoritmus řešení je používán u funkcí DOŘEŠIT či NAPOVĚDĚT. U těchto funkcí pracuje řešitel následovně.

Mamě-li rozehrané hrací pole a již si nevíme rady, máme možnost využít funkci NAPOVĚDĚT. Tato funkce nám nejprve náhodně vybere jedno z prázdných polí. Následně celé hrací pole na pozadí aplikace dořeší. Program si projde celé hrací pole a zapamatuje si poslední pole, které má nejméně možných symbolů ke správnému vložení.

Pokud je možno do daného pole dosadit reálně pouze jeden ze znaků, pak se jedná o jednoznačné řešení daného políčka program znovu prochází celé hrací pole a proces

opakuje. Pokud je do daného pole možno dosadit více jak jeden znak, pak je nutno pomocí rekurze zvolit jednu z možností a testovat řešitelnost. V případě správného typu je políčko vyřešeno a program přechází na další poslední pole s nejmenším možným počtem znaků. Tento proces se opakuje až do dořešení celého hracího pole.

Jakmile je celé hrací pole na pozadí vyřešeno, pak dosadí do předem vybraného políčka již známý znak. Je podstatné říci, že tato nápověda nám tedy nedosadí nejsnadněji řešitelné políčko jako tomu bývá u jiných verzí SUDOKU, které jsou na internetu, ale dosazuje zcela náhodné políčko.

Stejný proces je i v případě možnosti vyřešení konkrétního políčka. Zde pouze nedochází k náhodnému výběru pole, které má být vyřešeno, ale řešené políčko je již předem identifikováno hráčem.

Je zřejmé, že pokud tedy použijeme funkci DOŘEŠIT, pak je proces naprosto stejný jako u funkce napovědět s tím rozdílem, že program nedoplňuje již pouze jedno stanovené políčko, ale celé hrací pole, políčko po políčku.

8.1.1 Vývojový diagram řešitele

Na následujícím obrázku jsem se pokusil pomocí zjednodušeného vývojového diagramu vysvětlit funkci řešitele SUDOKU.

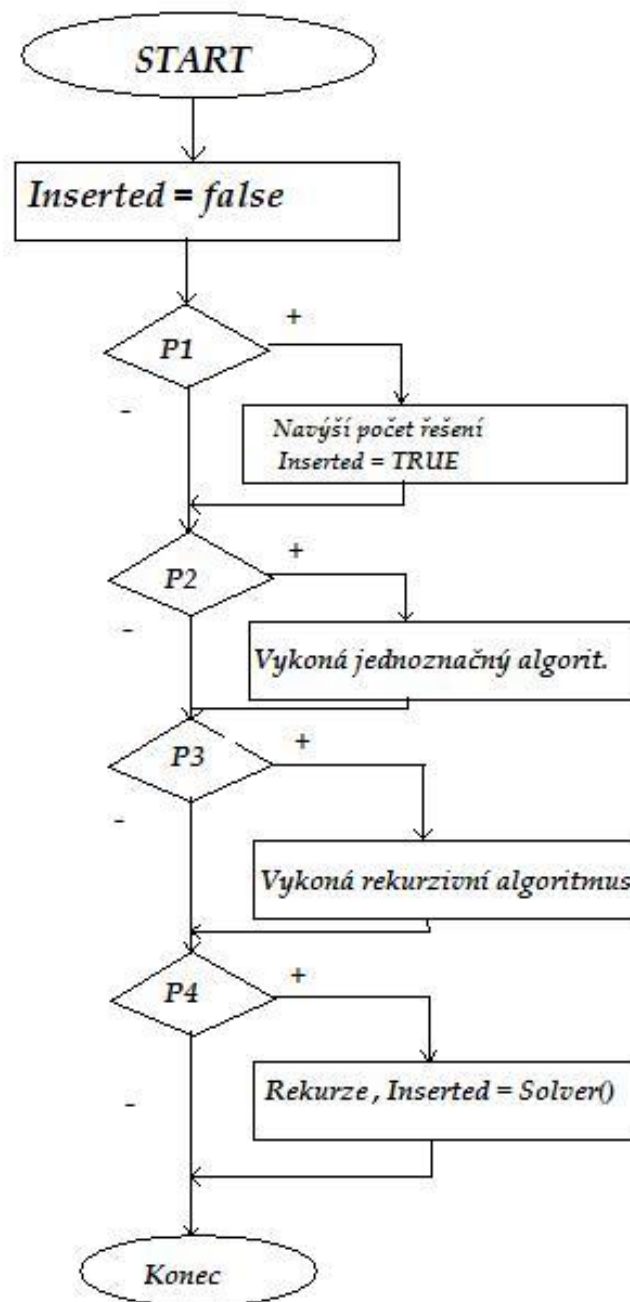
Podmínky v diagramu:

P1 – Pokud vyřešeno nebo překročen počet rekurzí

P2 – Pokud není Inserted = TRUE

P3 – Pokud není Inserted = TRUE

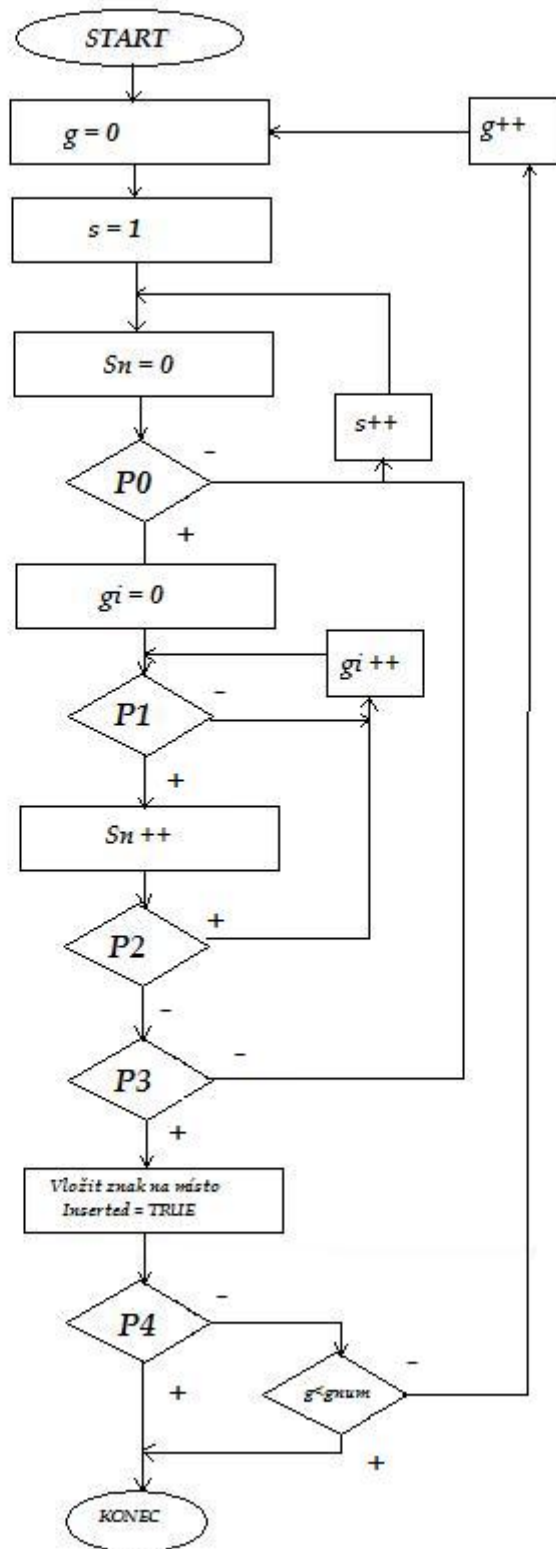
P4 – Pokud je Inserted = TRUE



Obr. 23. Vývojový diagram řešitele

Funkce bloku JEDNOZNAČNÉHO ALGORITMU a REKURZIVNÍHO ALGORITMU bude vysvětlena a názorně ukázána pomocí vlastních vývojových diagramů.

8.1.2 Vývojový diagram JEDNOZNAČNÉHO ALGORITMU



Obr. 24. Vývojový diagram jednoznačného algoritmu

Podmínky ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

P0 – pokud oblast znak již neobsahuje

P1 – pokud položka patří do dané oblasti

P2 – pokud $g_i < huge$

P3 – pokud $S_n == 1$

P4 – pokud $Inserted = TRUE$

Proměnné ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

g – oblast

s – znak

S_n – četnost znaku v možnostech oblasti

g_i – hrací pole – položka

huge – velikost pole

gNum – počet symbolů

8.1.3 Vývojový diagram REKURZIVNÍHO ALGORITMU

Podmínky ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

P1 – pokud položka je 0

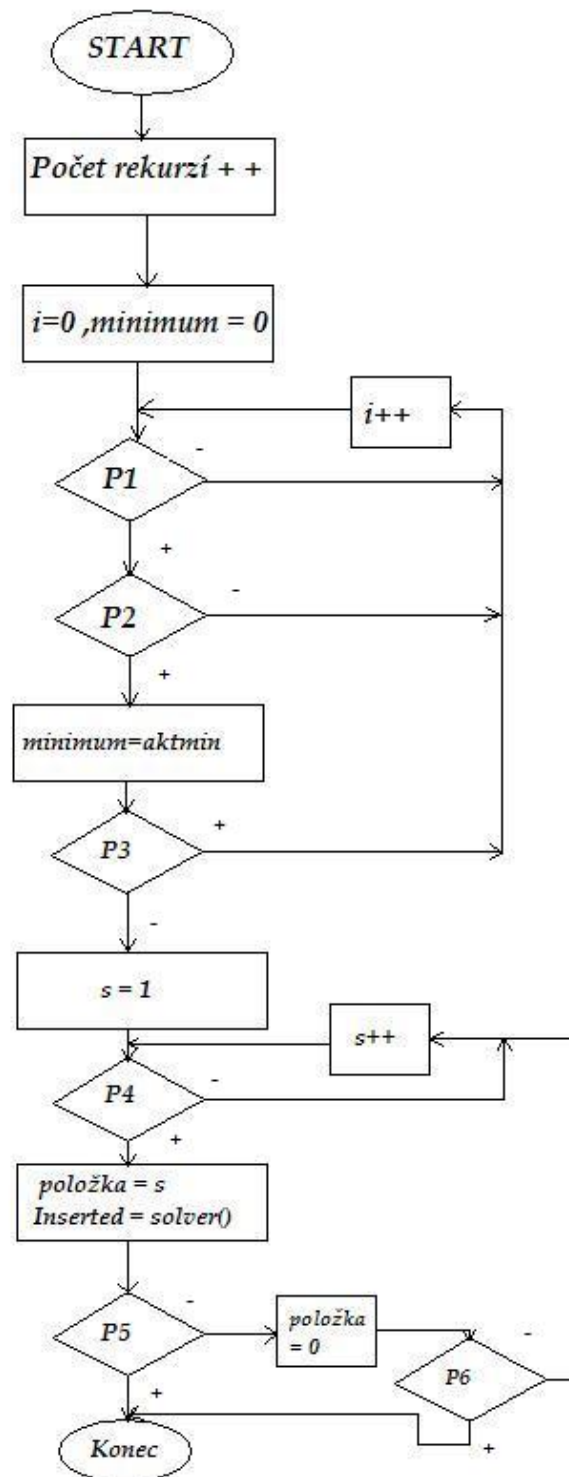
P2 – pokud aktuální minimum < minimum

P3 – pokud $i < huge$

P4 – pokud znak na položce může být

P5 – pokud je vložen znak

P6 – pokud $s < S_{num}$



Obr. 25. Vývojový diagram rekurzivního

Proměnné ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

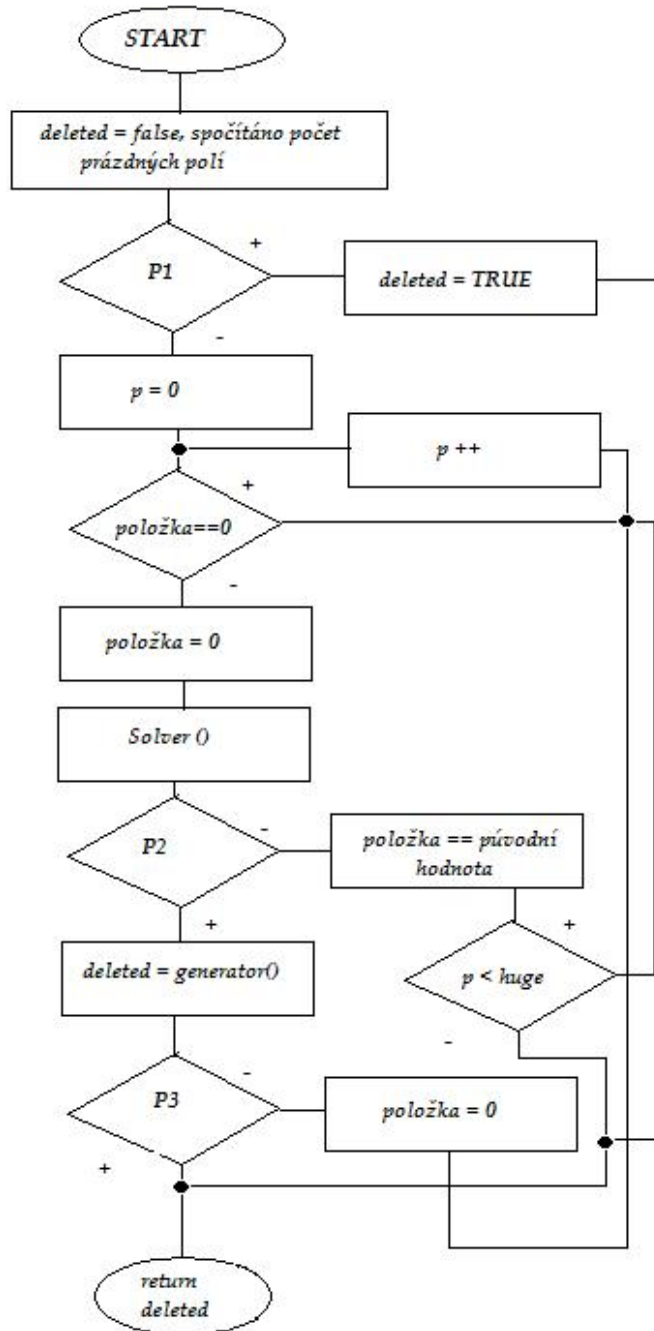
i – index položky hracího pole

minimum – index položky s minimální možností volby

s – symbol

huge – velikost pole

8.1.4 Vývojový diagram GENERÁTORU SUDOKU



Obr. 26. Vývojový diagram generátoru SUDOKU

Podmínky ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

P1 – pokud prázdné > počet k vyprázdnění

P2 – pokud počet řešení > 0 a nepřekročeny limity

P3 – pokud deleted = true a nepřekročeny limity

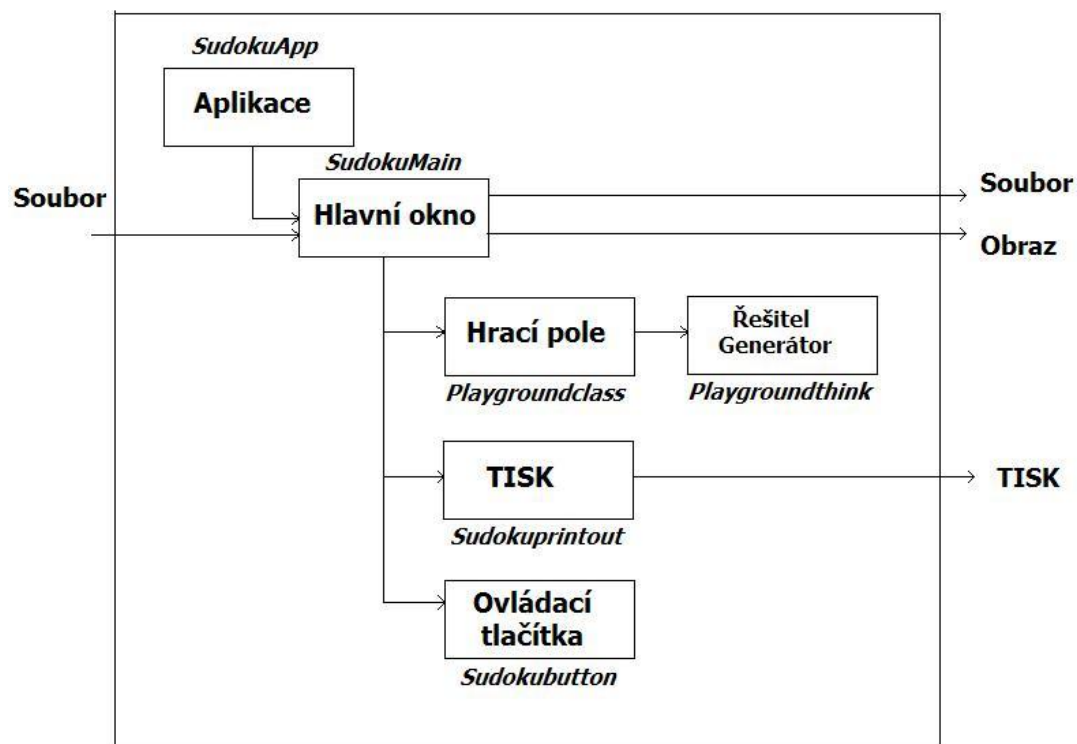
Proměnné ve vývojovém diagramu jednoznačného algoritmu:

p – index položky

8.2 Blokové schéma programovaného SUDOKU

Na základě stanovených funkcí aplikace jako je tisk, načtení ze souboru, uložení do souboru atd. zde uvádím blokové schéma jednotlivých částí systému aplikace. Jsou zde uvedeny jak vstupy, tak i výstupy programu. Jednotlivé části blokového schématu mají vždy u sebe uveden také název třídy, která reprezentuje danou část systému aplikace.

Blokové schéma hry SUDOKU

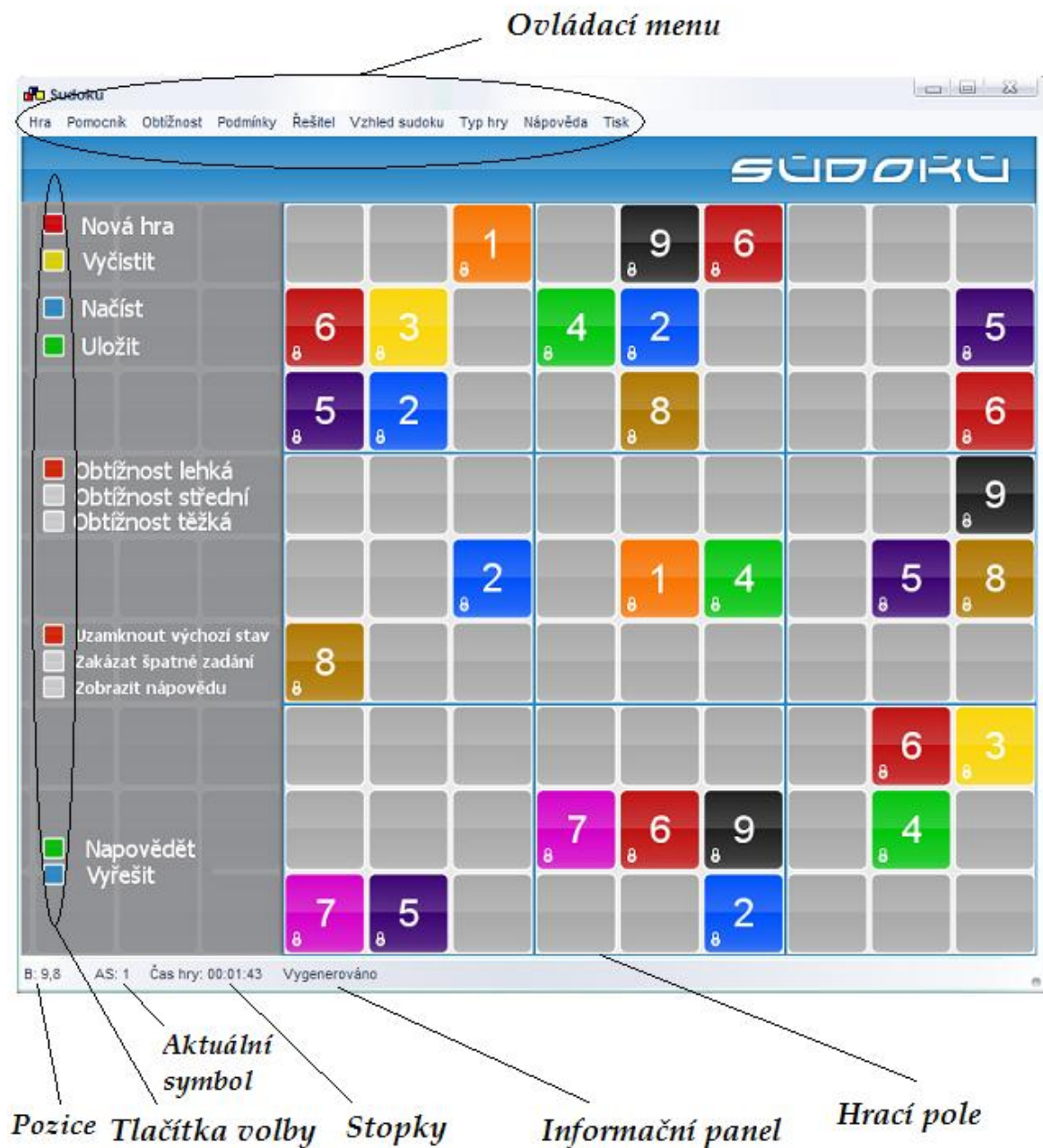


Obr. 27. Blokové schéma hry SUDOKU

8.3 Popis grafického výstupu hry SUDOKU

Po té co byla aplikace naprogramována, byl vytvořen vhodný grafický výstup programu, který nám umožňuje plnohodnotně a pohodlně za pomoci různých rozšířených funkcí a možností hrát hru SUDOKU,

Zde je uveden obrázek okna aplikace s popisem jednotlivých prvků:



Obr. 28. Popis grafického výstupu aplikace

Na obrázku máme již vygenerovanou aplikaci SUDOKU s patřičnými znaky. Jak je z obrázku vidět, jsou jednotlivé okna znaku od sebe barevně rozlišeny pro lepší orientaci v hracím poli.

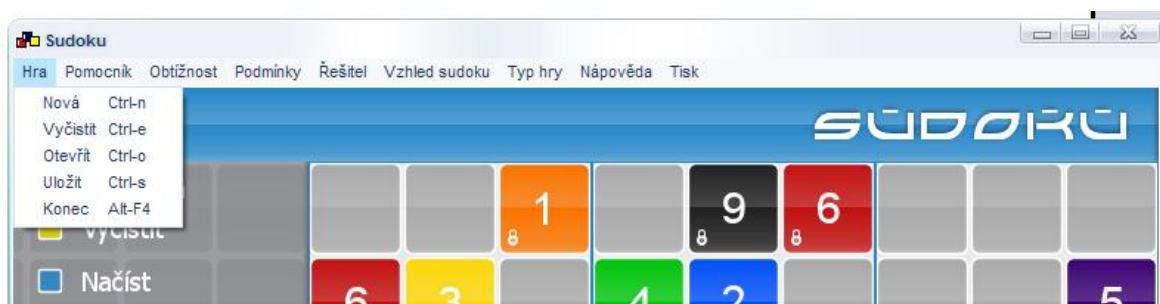
8.4 Popis jednotlivých funkcí programu

Nyní přistoupíme k popisu jednotlivých položek a částí aplikace hry SUDOKU. Postupně projdeme jednotlivé položky menu a jejich funkce a následně uvedeme a popíšeme další součásti aplikace.

Některé položky menu, jsou také přímo zobrazeny na levém bočním panelu aplikace. Jsou to zpravidla ty nejpoužívanější a nejdůležitější pro ovládání hracího pole.

8.4.1 Položky menu HRA

První položka menu, kterou si představíme je HRA. V nabídce kolonky hra je celkem pět funkcí jejichž funkce si následně uvedeme a důkladně popíšeme.



Obr. 29. Položky menu HRA

8.4.1.1 Nová hra

Funkce, která nám nejprve vymaže všechny znaky z hracího pole a následně v hracím poli vygeneruje nové znaky určitého počtu a rozmístění dle požadované obtížnosti. Automaticky je zde aktivována volba UZAMKNOUT VÝCHOZÍ STAV, jejichž funkci si popíšeme dále.

8.4.1.2 Vyčistit

Tato funkce nám vymaže všechny znaky hracího pole, zůstane nám tak pouze pole prázdných políček, kde je následně možno navolit si vlastní SUDOKU.

8.4.1.3 Otevřít

Naše aplikace podporuje také načítání nového či rozehraného SUDOKU ze souboru. Načítání dat je možné ze souborů s názvem *.sud.

8.4.1.4 Uložit

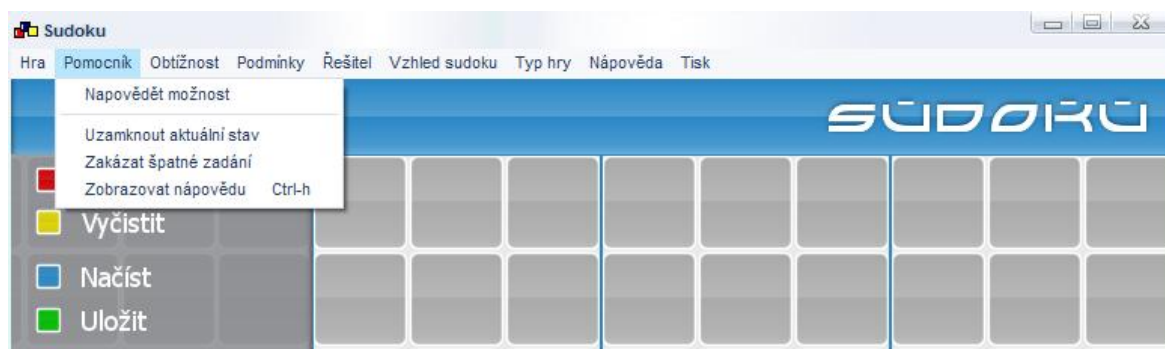
Funkce, která nám umožňuje uložit nově vygenerované či rozehrané SUDOKU. Data se ukládají do textového souboru jako pole znaků s názvem *.sud.

8.4.1.5 Konec

Funkce, která nám ukončí práci aplikace a uzavře ji. V případě, že si chceme rozehranou hru uložit, je nutné provést uložení před ukončením, jelikož při samotném ukončení se již aplikace na uložení nedotazuje.

8.4.2 Položky menu POMOCNÍK

Nyní si uvedeme položky menu pomocník. V této položce jsou obsaženy funkce, které nám slouží k nastavení vlastností hracího pole.



Obr. 30. Položky menu POMOCNÍK

8.4.2.1 *Napovědět možnost*

Funkce, která nám slouží pro případ, že si již s řešením nevíme rady. Po aktivaci této funkce nám bude vyřešeno jeden z dosud neodkrytých znaků hracího pole.

Tato funkce využívá k odkrytí znaku funkci řešitele, která je popsána výše. Nejprve si funkce náhodně zvolí z prázdných polí jedno, které nám chce odkryt. Následně si aniž bychom něco zpozorovali vyřeší celé hrací pole dle funkce řešitele, aby odkrytý znak byl správný a dosadí ho do hracího pole.

Aplikace nám také nabízí přímo si zvolit políčko hracího pole, které by jsme chtěli odkryt. K tomu nám již neslouží kolonka daného menu. Stačí najet kurzorem myši na požadované políčko a stisknout pravé tlačítko myši. Tím otevřeme okno, ke kterému se ještě vrátíme níže. V tomto okně je kolonka NAPOVĚDĚT. Po potvrzení nám políčko odkryje svůj znak. Tento znak je získán stejně jako náhodně vygenerovaný znak, tedy využívá funkci řešitele.

8.4.2.2 *Uzamknout aktuální stav*

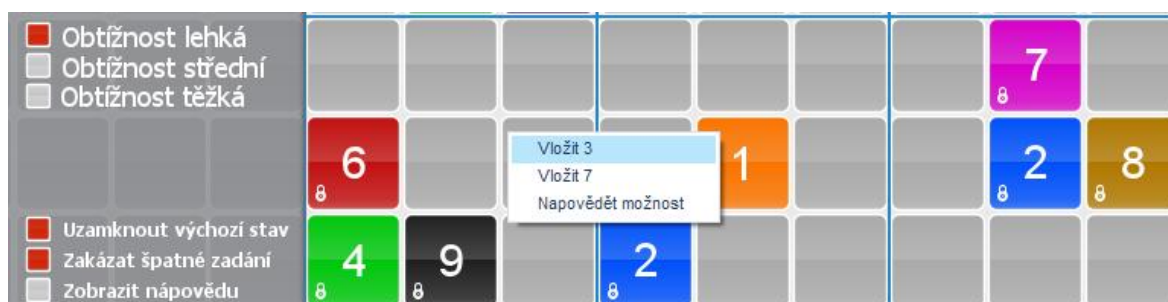
Tato funkce je automaticky aktivována při nově vygenerované hře. Slouží nám k uzamknutí vygenerovaných znaků, nelze je tedy mazat. Tato funkce lze následně vypnout a lze tedy i v průběhu hry mazat znaky hracího pole. Lze ji taky opětovně zapnout a tato funkce nám vždy uzamkne aktuální stav, což znamená, že nezamyká pouze prvotní vygenerovaný stav, ale je možno uzamknout libovolný počet znaků, vždy aktuálně vyřešených. Aktuální stav funkce poznáme jednat ze zaškrtnutého tlačítka, ale také podle toho, že u každého uzamčeného symbolu je zobrazen malý zámek, který nám tuto funkci reprezentuje.



Obr. 31. Zámek políčka

8.4.2.3 Zakázat špatné zadání

Funkce, která nám zamezuje možnost vkládání znaku do daného políčka jenž již nemůže být na základě kritérií oblastí vložen. Značně nám tedy usnadňuje způsob řešení hry, jelikož nám vždy nabízí pouze znaky, které lze za současného stavu reálně vložit.



Obr. 32. Zakázat špatné zadání

Jak je z obrázku vidět, funkce je aktivní jelikož tlačítko na levé straně aplikace je zaškrtnuté. V požadovaném políčku jsou nám tedy nabídnuty pouze znaky 3 a 7, které je možno do tohoto políčka vložit.

Tuto funkci lze však vypnout a následně nám aplikace umožňuje vložit do políčka hracího pole jakýkoliv s nabízených znaků, i když vložený znak nebude správný pro dané políčko.

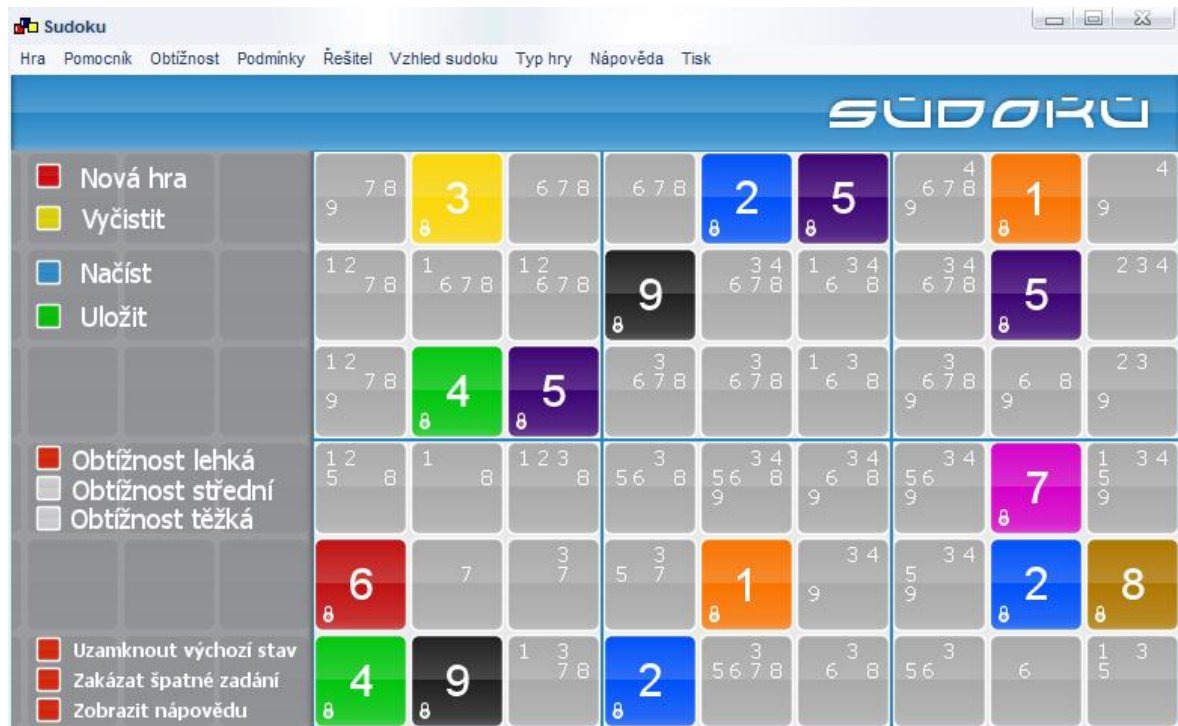


Obr. 33. povolit špatné zadání

Jak je z obrázku vidět, již nemáme pouze omezenou nabídku pro vložení znaku, ale nabízí se nám veškeré znaky, které v této hře používáme. Funkce je tedy nyní neaktivní, tlačítko na levé straně aplikace již není zaškrtnuté.

8.4.2.4 Zobrazovat nápovědu

Další z funkcí, která nám nabízí ulehčení k řešení hry. Po aktivaci této funkce se nám ve všech prázdných polích zobrazí znaky, které je možno vložit do jednotlivých políček. Po vložení znaku do políčka, se nám vždy nabídka znaků omezí dle kritérií oblastí.



Obr. 34. Zobrazení nápovědy

Jak je z obrázku vidět, funkce je aktivní, jelikož je zaškrtnutá na levé straně aplikace a v jednotlivých políčkách máme nabídku znaků, které je možno se správností kritéria oblastí vložit.

8.4.3 Položky menu OBTÍŽNOST

Pomocí této nabídky si volíme obtížnost naší hry. Je nutné nejprve zaškrtnout požadovanou obtížnost a následně nechat vygenerovat hrací pole dle stanovené obtížnosti. Tuto volbu můžeme učinit jednak přes menu aplikace nebo je nám k dispozici na levé straně aplikace nabídka, kde požadovanou obtížnost zaškrtneme. Aktuální obtížnost tedy vždy svítí červeně.



Obr. 35. Položky menu OBTÍŽNOST

Na obrázku jsou znázorněny obě nabídky pro volbu obtížnosti hracího pole, které jsou nám k dispozici.

8.4.3.1 Lehká

Lehká obtížnost je určena pouze pro opravdové začátečníky. Je zde vygenerováno takové SUDOKU, které je jednoznačně řešitelné a v případě správného postupu řešení bychom se neměli dostat do situace, kde již není ani jedno pole jednoznačně určitelné.

Vygenerované SUDOKU s lehkou obtížností má pak vždy pouze jedno možné konečné řešení.

Pro lehkou obtížnost bylo zvoleno, že počet vygenerovaných znaků pro hru je v rozmezí 28-32 znaků, což odpovídá pokrytí 34-39% hracího pole.

8.4.3.2 Střední

Střední obtížnost je určena pro hráče, kteří již mají zkušenost s řešením některých SUDOKU. Hráč se zde však již dostává do situace, kde je potřeba se rozhodnout, jelikož řešení není jednoznačné. Rozhodnutí však nemusí být správné a v tom případě je nutno se vrátit a zvolit jiný znak pro další řešení.

Vygenerované SUDOKU střední obtížnosti, již nemá pouze jedno řešení, ale je jich více a jejich počet je ovlivněn tím, kde dojde k situaci, kde je potřeba znak nejednoznačně volit.

Pro střední obtížnost bylo zvoleno, že počet vygenerovaných znaků pro hru je v rozmezí 24-27 znaků, což odpovídá pokrytí 29-33% hracího pole.

8.4.3.3 Těžká

Těžká obtížnost je určena pouze pro hráče s velkými zkušenostmi s touto hrou a také s velkou dávkou trpělivosti. Ve hře se hráč dostane mnohokrát do situace kde je nutno volit znak a samozřejmě ne vždy je volba správná. Je tedy potřeba se několikrát vracet zpět a volit jinak.

Vygenerované SUDOKU těžké obtížnosti má již mnoho řešení, kde konečný počet řešení může být v řádu až několika stovek.

Pro těžkou obtížnost bylo zvoleno, že počet vygenerovaných znaků pro hru je v rozmezí 20-23 znaků, což odpovídá pokrytí 25-28% hracího pole.

Je důležité říci, že počet vygenerovaných znaků, který je uveden u každé obtížnosti je stanoven pro verzi hry 9x9, která je nejrozšířenější. Pokud budeme brát v potaz

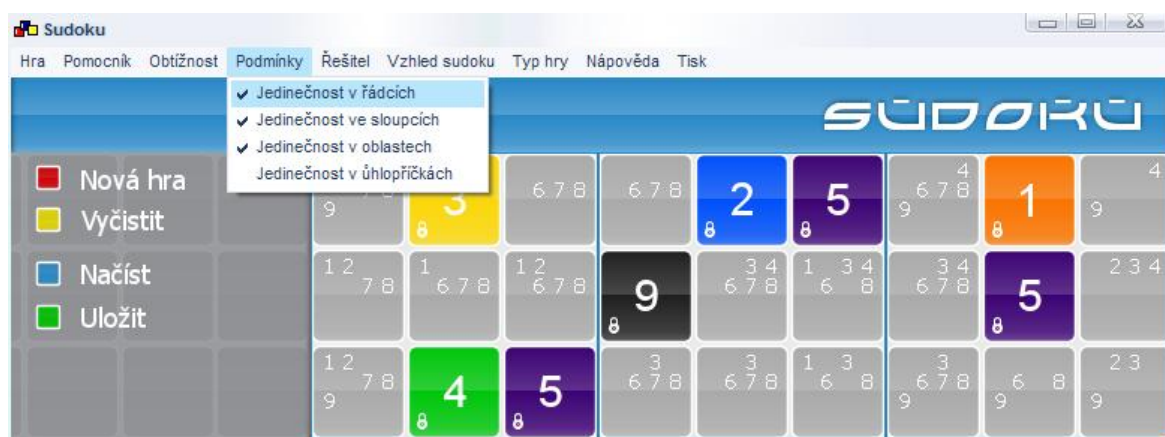
alternativní verze jako 16x16 atd. pak za každých dalších 17 políček hracího pole se zvýší pokrytí vygenerovaných políček o 1%.

8.4.4 Položky menu PODMÍNKY

Mezi položky menu PODMÍNKY patří v podstatě nastavení kontroly jedinečnosti v daném prostoru. Rozlišujeme v SUDOKU celkem 4 druhy prostorů : řádky, sloupce, úhlopříčky a oblasti.

Pro správnou funkčnost SUDOKU tak jak ho známe je nutno mít zaškrtnuty tři základní kontroly jedinečnosti a to : řádky, sloupce, oblasti.

V případě, že by jedna z těchto kontrol nebyla zaškrtnuta, byla by hra funkční, ale již by se jednalo o jakousi mutaci hry SUDOKU, kde by např. v jednom řádku či sloupci mohly být dva stejné znaky.



Obr. 36. Položky menu PODMÍNKY

Na obrázku je ukázáno správné nastavení hry SUDOKU z pohledu kontroly jedinečnosti v určitých prostorech.

8.4.4.1 Jedinečnost v řádcích

Je-li zaškrtnuta tato volba pak v každém řádku může být každý znak obsažen pouze jedenkrát.

8.4.4.2 *Jedinečnost ve sloupcích*

Je-li zaškrtnuta tato volba pak v každém sloupci může být každý znak obsažen pouze jedenkrát.

8.4.4.3 *Jedinečnost v oblastech*

Je-li zaškrtnuta tato volba pak v každé oblasti (3x3) může být každý znak obsažen pouze jedenkrát.

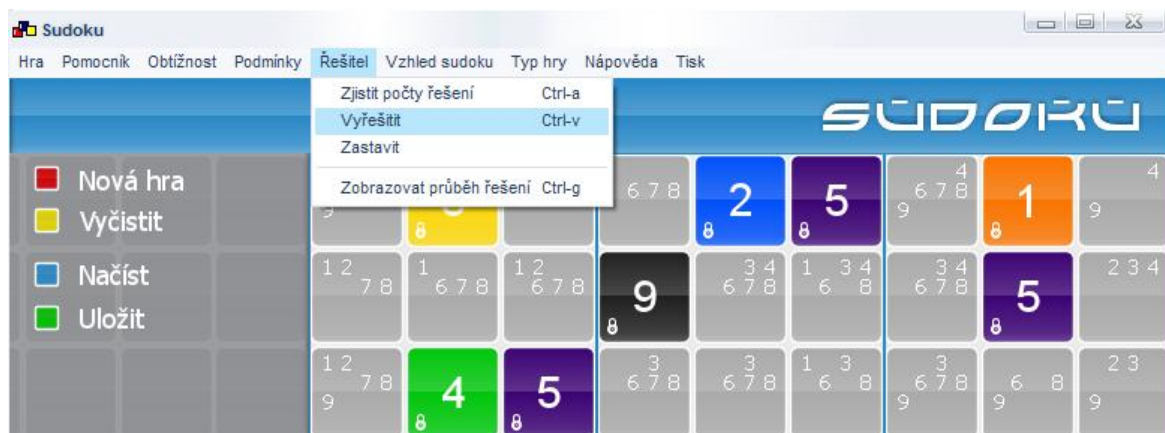
8.4.4.4 *Jedinečnost v úhlopříčkách*

Je-li zaškrtnuta tato volba pak v obou úhlopříčkách může být každý znak obsažen pouze jedenkrát.

Tato funkce je nadstandardní a její zapnutí nám pouze rozšíří možnosti řešení hry SUDOKU, hra je pak pestřejší a zajímavější.

8.4.5 Položky menu ŘEŠITEL

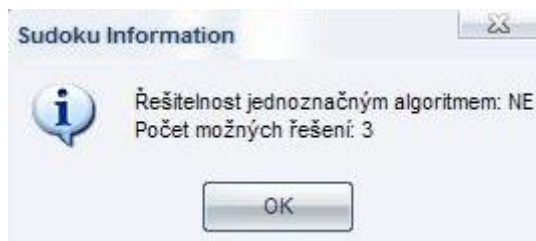
Mezi položky menu ŘEŠITEL patří funkce aplikace, které využívají ke své činnosti řešícího algoritmu. Tyto funkce nám zjistí např. počty řešení dané hry nebo si můžeme nechat hru vyřešit.



Obr. 37. Položky menu ŘEŠITEL

8.4.5.1 Zjistit počty řešení

Pomocí této funkce si můžeme zjistit kolik řešení má naše vygenerované či rozehrané SUDOKU.



Obr. 38. Zjistit počet řešení

Po aktivaci funkce se nám objeví okno, ve kterém je uvedeno zda je řešení jednoznačné a kolik řešení má vygenerované SUDOKU.

Aby řešení bylo jednoznačné, musel by počet řešení byl pouze jeden a to nastává pouze u lehké obtížnosti. Uvedené okno je výsledkem střední obtížnosti.

Pokud by byl počet řešení v průběhu hry roven nula, pak během řešení hráč udělal někde chybu a hra již není řešitelná.

8.4.5.2 Vyřešit

Pomocí této funkce můžeme aktuální hru vyřešit. Funkce využívá řešícího algoritmu, který je popsán v úvodu praktické části. Pokud by rozehraná hra neměla řešení, pak se dole v informačním panelu aplikace objeví nápis: ÚSPĚŠNÉ ŘEŠENÍ NENALEZENO.

8.4.5.3 Zastavit

Tato funkce nám slouží k zastavení procesu generování a řešení v případě, že proces trvá již příliš dlouhou dobu. I když jsou procesy ošetřeny maximálním počtem rekurzí a následným zastavením procesu, tak je někdy jednodušší zastavit proces manuálně.

K tomuto problému většinou dochází u SUDOKU verze 16x16, jelikož zde je mnohem více kombinací řešení a generování než u SUDOKU verze 9x9.

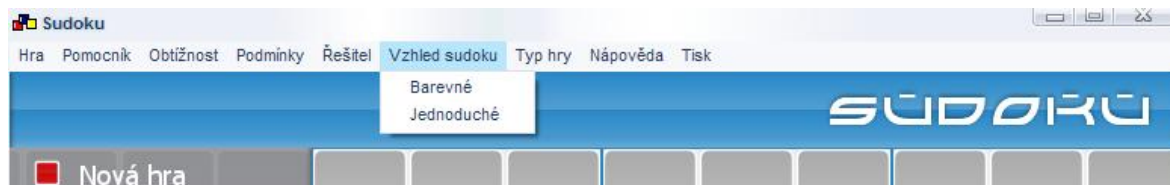
8.4.5.4 Zobrazovat průběh řešení

Tato funkce zde byla vytvořena spíše pro tvůrce aplikace, aby bylo možno lépe sledovat postup algoritmu řešitele. Pro hráče není nijak důležitá ani zajímavá. Standardně tento proces řešitele probíhá na pozadí, za pomoci této funkce však používá i načítání obrázků znaků atd. čímž se čas řešení prodlouží a je možno tento děj částečně pozorovat.

Pokud je aktivní tato funkce, je možno pozorovat i algoritmus generování, avšak zde se čas na vygenerování může pohybovat i v řádu minut než nalezne vhodnou kombinaci pozic a znaků.

8.4.6 Položky menu VZHLED SUDOKU

Pro vylepšení programu byly vytvořeny témata vzhledu celé aplikace. Hráč má možnost si vybrat jednu ze dvou možností vzhledu.



Obr. 39. Položky menu VZHLED SUDOKU

8.4.6.1 Barevné

Toto téma nám umožňuje zobrazit aplikaci v barevném provedení. Je zde kladen důraz na barevnost a výraznou grafickou stránku aplikace.

Bohužel z důvodu příliš velkých obrázků jednotlivých znaků, je toto téma použitelné pouze pro verzi SUDOKU 9x9.



Obr. 40. Barevné téma hry SUDOKU

Na obrázku je ukázka barevného tématu aplikace s vygenerovanými znaky, zapnutou nápovědou a tlačítky pro ovládání hry.

8.4.6.2 Jednoduché

Jednoduché téma lze použít jak pro verzi SUDOKU 9x9, tak i pro verzi 16x16. Je zde kladen důraz na jednoduchost provedení.



Obr. 41. Jednoduché téma hry SUDOKU

Na obrázku je jasně vidět jednoduchost provedení daného tématu, bez nadbytečných postraních tlačítek pro ovládání a dalších prvků, které jsou viditelné u barevného tématu.

8.4.7 Položky menu TYP HRÝ

V těchto položkách si vybíráme typ SUDOKU, který chceme hrát. Volba typu hry je zde přímo spjata s daným tématem aplikace. Jednoduše řešeno, každé téma nabízí různé typy her.

Zatímco jednoduché téma nám nabízí buďto klasickou verzi SUDOKU 9x9 nebo alternativní verzi 16x16, barevné téma nám nabízí pouze SUDOKU 9x9, ale v různých alternativách, a to 9x9rect, 9x9cross a samozřejmě standardní verzi 9x9.

Nyní si postupně popíšeme jednotlivé typy her zastoupené v každém z tématu této aplikace.

8.4.7.1 9x9

Klasická a nejhranější verze SUDOKU. Máme ji v provedení pro barevné téma, tak i v provedení pro téma jednoduché.

SUDOKU typu 9x9 – barevné téma:



Obr. 42. Typ hry 9x9 – barevné téma

SUDOKU typu 9x9 – jednoduché téma:



Obr. 43. Typ hry 9x9 – jednoduché téma

8.4.7.2 9x9cross

Tato verze hry je možná pouze u barevného tématu aplikace a liší se od standardní verze tím, že má pouze pět oblastí hracího pole uspořádaných do tvaru křížovky.. Pravidla jsou zde naprosto stejná.



Obr. 44. Typ hry 9x9cross

Na obrázku je vygenerovaná hra typu 9x9cross se zapnutou nápovědou. Jak lze vidět tvar je značně odlišný od klasického typu hry 9x9.

8.4.7.3 9x9rect

Tato verze hry je možná pouze u barevného tématu aplikace a liší se od standardní verze tím, že má pouze osm oblastí hracího pole, oproti klasické verzi 9x9 má tento typ vynechané prostřední hrací pole. Pravidla jsou zde naprosto stejná.

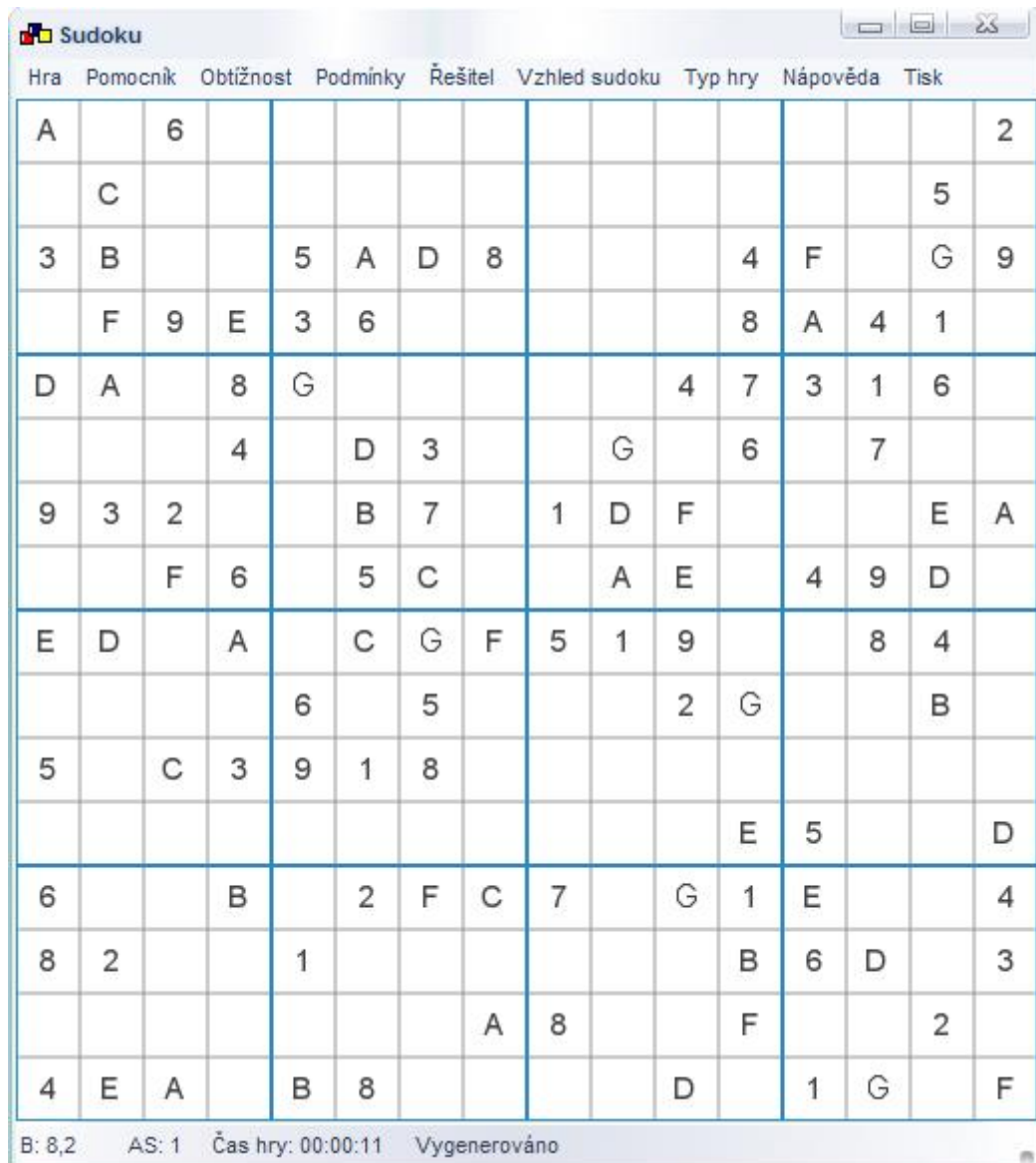


Obr. 45. Typ hry 9x9rect

Na obrázku je vygenerovaná hra typu 9x9rect se zapnutou nápovědou. Jak lze vidět tvar hracího pole je mírně odlišný od klasického typu hry 9x9.

8.4.7.4 16x16

Typ hry 16x16 je možný pouze u jednoduchého tématu z důvodu značné velikosti a množství políček hracího pole. Jedná se o typ hry kde kromě znaků 1-9 jsou používány i znaky abecedy a-g. Pravidla jsou naprosto stejná jako u všech předchozích verzí SUDOKU, které byly uvedeny. Samotné generování či řešení hry z hlediska aplikace je však mnohem náročnější než u verze 9x9 a to vzhledem k vysokému počtu kombinací znaků hracího pole.



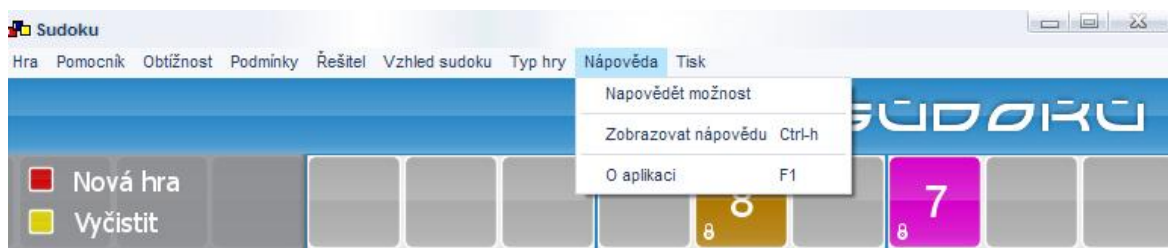
Obr. 46. Typ hry 16x16

Jak je z obrázku vidět, tak počet políček je již dosti vysoký a je tedy nutno pro zachování rozumného rozměru hracího pole pracovat s poměrně malými znaky, což může vézt k nepřehlednosti.

8.4.8 Položky menu NÁPOVĚDA

Položky menu NÁPOVĚDA jsou určeny pro práci s nápovědou v programu. Stejně funkce jsou však použity již v menu POMOCNÍK. To, že jsou zde tyto funkce zdvojeny, je

pouze kvůli jednodušší orientaci hráče. Jelikož slova jako pomocník a nápověda jsou významově podobné a obě bylo potřeba v aplikaci použít, je lepší tyto hlavní funkce dát do obou menu, aby hráč nemusel tyto často používané funkce hledat.



Obr. 47. Položky menu NÁPOVĚDA

8.4.8.1 *Napovědět možnost*

Funkce, která nám slouží pro případ, že si již s řešením nevíme rady. Po aktivaci této funkce nám bude vyřešeno jeden z dosud neodkrytých znaků hracího pole.

Tato funkce využívá k odkrytí znaku funkci řešitele, která je popsána výše. Nejprve si funkce náhodně zvolí z prázdných polí jedno, které nám chce odkryt. Následně si aniž bychom něco zpozorovali vyřeší celé hrací pole dle funkce řešitele, aby odkrytý znak byl správný a dosadí ho do hracího pole.

Aplikace nám také nabízí přímo si zvolit políčko hracího pole, které by jsme chtěli odkryt. K tomu nám již neslouží kolonka daného menu. Stačí najet kurzorem myši na požadované políčko a stisknout pravé tlačítko myši. Tím otevřeme okno, ke kterému se ještě vrátíme níže. V tomto okně je kolonka NAPOVĚDĚT. Po potvrzení nám políčko odkryje svůj znak. Tento znak je získán stejně jako náhodně vygenerovaný znak, tedy využívá funkci řešitele.

8.4.8.2 *Zobrazovat nápovědu*

Další z funkcí, která nám nabízí ulehčení k řešení hry. Po aktivaci této funkce se nám ve všech prázdných polích zobrazí znaky, které je možno vložit do jednotlivých

políček. Po vložení znaku do políčka, se nám vždy nabídka znaků omezí dle kritérií oblastí.



Obr. 48. Ukázka zobrazení nápovědy

Jak je z obrázku vidět, funkce je aktivní, jelikož je zaškrtnutá na levé straně aplikace a v jednotlivých políčkách máme nabídku znaků, které je možno se správností kritéria oblastí vložit.

8.4.8.3 O aplikaci

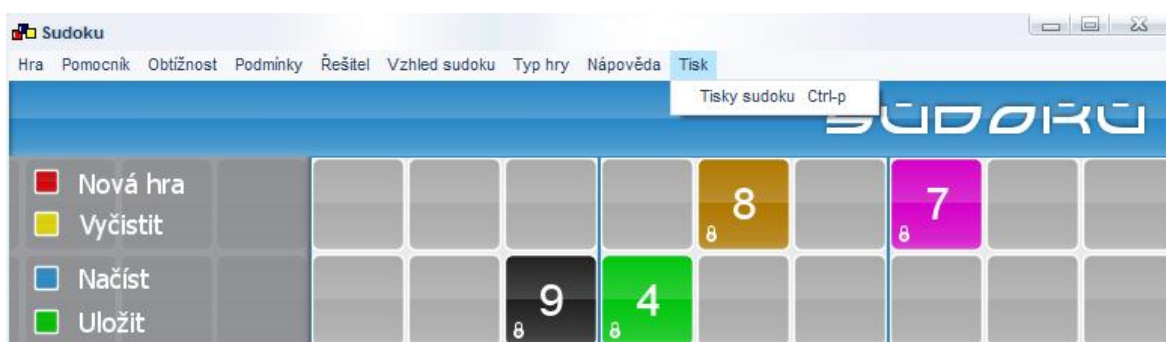
Tato položka menu NÁPOVĚDA je nejméně používaná a má ve své podstatě pouze informační charakter o autorovi aplikace.



Obr. 49. O aplikaci

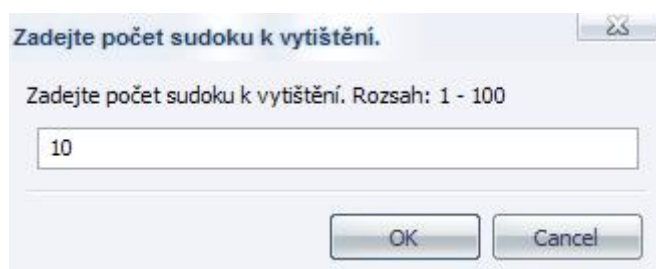
8.4.9 TISK

Součástí programu je také tisková aplikace, která nám umožňuje vytisknout vygenerované SUDOKU. Tato aplikace nás vede nastavením tisku SUDOKU, volíme zde několik parametrů jako počet SUDOKU, které chceme vytisknout a počet SUDOKU na stránku.



Obr. 50. Tisk SUDOKU- menu

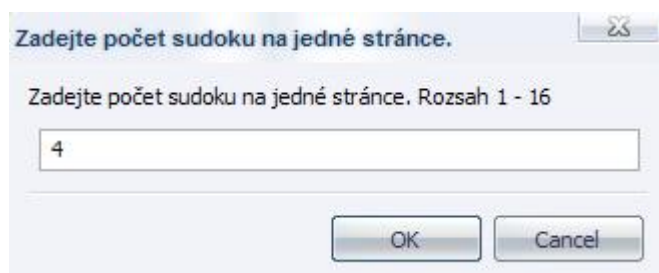
Po aktivaci funkce TISKY SUDOKU se nám otevře okno, které nás vyzývá k napsání počtu SUDOKU, který chceme vytisknout.



Obr. 51. Tisk SUDOKU – nastavení 1

Jak lze z okna vyčíst, tak maximální počet tištěných SUDOKU je 100. Můžeme si vše rozmyslet a tisk zrušit pomocí tlačítka CANCEL nebo pokračovat v nastavení tisku tlačítkem OK.

Po stisku tlačítka OK se nám otevře další okno, ve kterém je potřeba nastavit kolik SUDOKU má být vytištěno na jednu stránku.

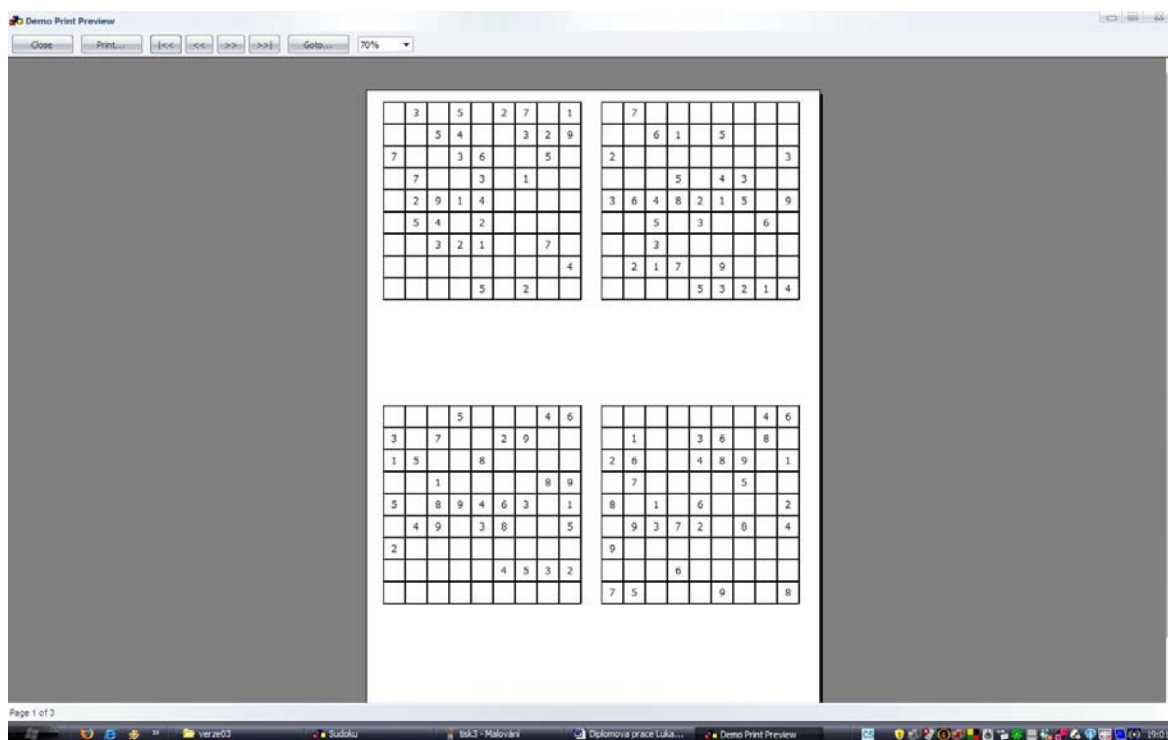


Obr. 52. Tisk SUDOKU – nastavení 2

Opět jsme omezeni určitým rozsahem a to 1-16 her na stránku. Omezení je způsobeno zajištěním potřebné velikosti hracího pole.

Můžeme si opět vše rozmyslet a tisk zrušit pomocí tlačítka CANCEL nebo pokračovat tlačítkem OK.

Po stisku tlačítka OK se nám otevře náhled tisku, kde je již přesně vidět jak jsou reálně jednotlivé herní pole rozmístěny a jak jsou velké.



Obr. 53. Tisk SUDOKU - náhled

Jak lze vidět tak rozmístění herních polí je dostatečné pro bezproblémové řešení SUDOKU. K vytištění nám tedy stačí nyní pouze stisk tlačítka PRINT který je umístěn v horní části tiskové aplikace.

8.4.10 Vytvoření vlastního SUDOKU

Jedná z nadstandardních funkcí vytvořené aplikace je možnost navolit si vlastní hru SUDOKU a ověřit si její řešitelnost. Navolenou hru si pak můžeme případně uložit do souboru a pracovat s ní kdy se nám zlíbí.

Tvorba vlastního SUDOKU je vesměs velice jednoduchá. Nejprve vyprázdníme celé hrací pole pomocí funkce VYČISTIT, která se nachází v menu HRA, nebo je také tlačítko této funkce umístěno na levé straně aplikace. Jakmile máme prázdné pole, můžeme si vkládáním znaků do jednotlivých políček vytvořit výchozí stav pro hru. Jakmile jsou všechny znaky rozmístěny a navoleny, stačí již pouze ověřit řešitelnost pomocí funkce ZJISTIT POČTY ŘEŠENÍ. Tato funkce je ukryto v položce menu ŘEŠITEL.

Pokud výsledek této funkce bude mít jedno jediné řešení, pak se nám podařilo vytvořit SUDOKU jednoduché obtížnosti. Pokud má hra řešení více cca v rozmezí 2- 10, pak se jedná o obtížnost střední. V případě, že má hra více jak cca 10 řešení, někdy to může být více jak 100, pak se jedná o obtížnost těžkou. Je také možné, že hra nebude vůbec řešitelná, v tom případě nám funkce napíše hlášku, kde bude psáno, že počet řešení je roven 0. Pak nezbyvá než navolit jiné znaky tak, aby naše hra byla řešitelná.

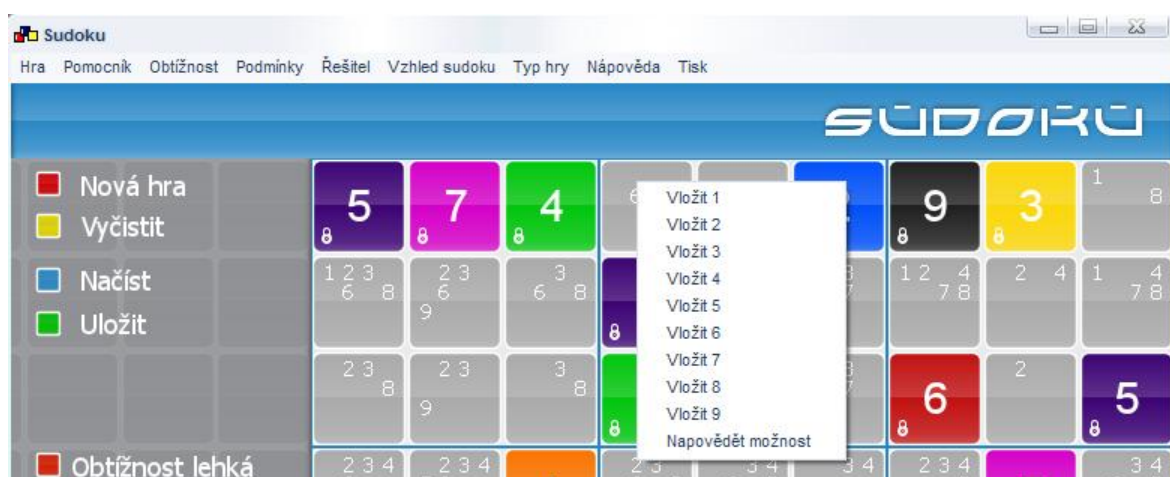
Vymyslet však řešitelné SUDOKU z hlavy by bylo asi značně obtížné, atak tuto funkci budeme pravděpodobně využívat v tom případě, že si chceme SUDOKU v písemné podobě, které již bylo vytvořeno, přepsat do naší aplikace a následně toto SUDOKU řešit například za pomoci aktivní nápovědy, která samozřejmě v papírové podobě není možná.

8.4.11 Vkládání znaku do hracího pole

Zcela zásadní funkce pro hraní SUDOKU je vkládání symbolu do hracího pole aplikace. Jelikož každému vyhovuje jiný způsob vkládání symbolu, byly vytvořeny celkem tři varianty jak symbol do hracího pole umístit.

8.4.11.1 Vložení symbolu pomocí položkové nabídky

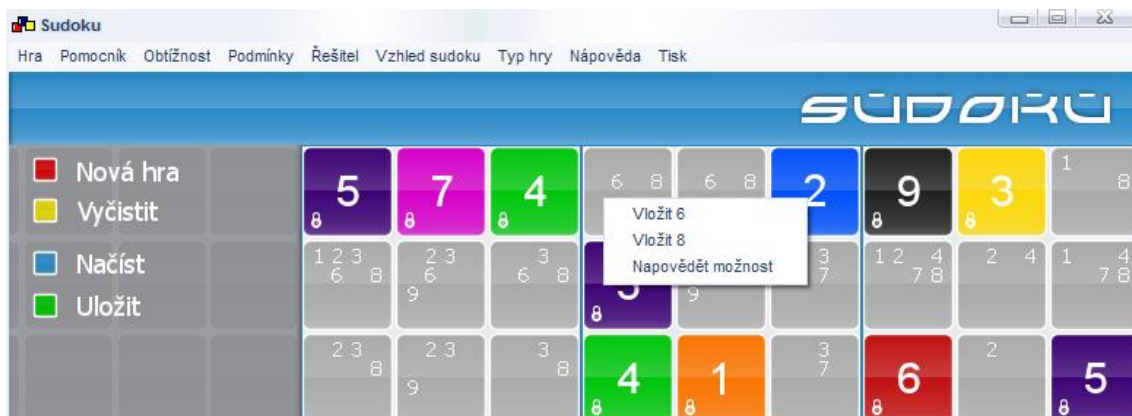
Vložení symbolu pomocí položkové nabídky je zřejmě ze všech možností nejsnadnější, nejpřehlednější a nejoblíbenější. Chceme-li vložit symbol do hracího pole, najedeme myší na požadované políčko a stiskem pravého tlačítka myši otevřeme okno, ve kterém je nabídka symbolů pro vložení.



Obr. 54. Vložení znaku pomocí nabídky 1

Jak lze na obrázku vidět, tak otevřená nabídka obsahuje všechny možné symboly hracího pole. Nyní tedy stačí pouze zvolit myší jednu z možností a symbol se nám vloží do hracího pole.

Pokud by jsme měli zapnutou funkci ZAKÁZAT ŠPATNÉ ZADÁNÍ, pak by se nabídka okna omezila pouze na znaky, které je možno reálně do hracího pole vložit tak, aby hra byla řešitelná.



Obr. 55. Vložení znaku pomocí nabídky 2

Jak je na obrázku vidět, nabídka se po aktivaci funkce ZAKÁZAT ŠPATNÉ ZADÁNÍ značně omezila.

8.4.11.2 Vložení symbolu pomocí rolovací kolečka myši

Další způsob jak vložit do hracího pole symbol je využít výběr za použití rolovacího kolečka myši. K tomuto způsobu vkládání nám slouží kolonka AKTUÁLNÍ SYMBOL, která je umístěna na spodní liště aplikace pod zkratkou AS. Aktuální symbol měníme právě pohybem rolovacího kolečka myši. Jakmile máme vybrán symbol který chceme vložit, stačí už jen na požadované pole najet myší a zmačknout levé tlačítko myši, následně se nám symbol umístí do hracího pole aplikace.



Obr. 56. Vložení znaku pomocí rolovacího kolečka myši

Tento způsob je spíše vhodný k vícenásobnému vložení stejného znaku do hracího pole aplikace. Jinak je sice tento způsob přehledný, ale mírně zdlouhavý. Pokud je zapnuta

funkce ZAKÁZAT ŠPATNÉ ZADÁNÍ, pak nelze nereálnou hodnotu do daného políčka vložit.

8.4.11.3 Vložení symbolu přímým stiskem klávesy

Poslední způsob vložení symbolu do hracího pole aplikace je využití klávesnice. Postup je takový, že nejprve je nutno zmačknout požadovaný znak na klávesnici a následně klikneme levým tlačítkem myši na pozici, na kterou chceme tento symbol umístit.

Tento způsob je jednoduchý a poměrně rychlý, ale je nutno u tohoto způsobu využívat obě ruce, což může být mírně matoucí. Pokud je zapnuta funkce ZAKÁZAT ŠPATNÉ ZADÁNÍ, pak nelze nereálnou hodnotu do daného políčka vložit.

8.4.12 Mazání znaku hracího pole

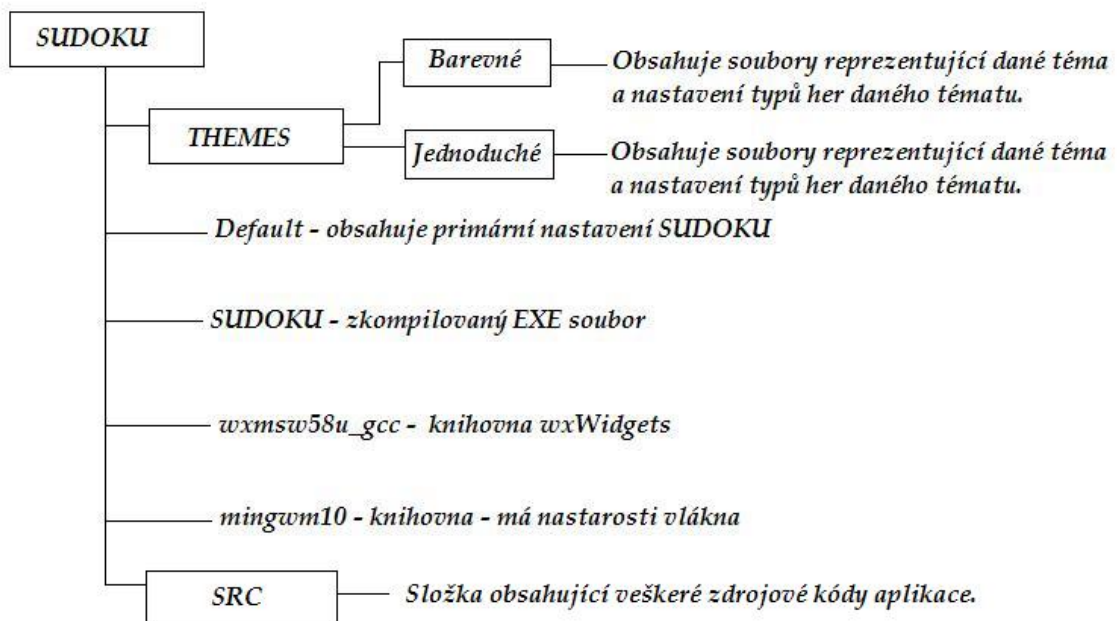
Pokud se dostaneme do situace, že SUDOKU již není řešitelné a je potřeba vymazat některé z navolených znaků, slouží nám k tomu funkce, kterou aktivujeme pomocí pravého tlačítka myši.

Stačí tedy pouze najet na znak, který má být smazán a následně stisknout pravé tlačítko myši. Tím nám znak zmizí z hracího pole.

Pokud není zapnuta funkce UZAMKNOUT VÝCHOZÍ STAV, pak je možno mazat jakékoliv navolené znaky hracího pole včetně znaků vygenerovaných programem.

Pokud je zapnuta funkce UZAMKNOUT VÝCHOZÍ STAV, pak je možno mazat pouze znaky, které nemají ve své kolonce zaznačen zámek, který symbolizuje funkci uzamknutí znaku. Nelze tedy mazat znaky, které byly vygenerovány programem.

8.5 Struktura souborů a adresářů hry SUDOKU



Obr. 57. Struktura souborů a adresářů

ZÁVĚR

Úkolem této práce bylo podrobně rozebrat celosvětově známou hru SUDOKU, seznámit se z pravidly a variantami této hry. Pro lepší pochopení SUDOKU jsem v teoretické části uvedl příklad postupu při řešení této hry a také jsem zde popsal jednotlivé pokyny, které předcházeli řešení matice.

Dále z dostupných zdrojů získat potřebné informace, aby bylo možné na základě těchto znalostí navrhnout elektronickou aplikaci hry SUDOKU.

Tuto aplikaci následně naprogramovat za pomoci programovacího jazyka C/C++ a knihovny wxWidgets do takové podoby, aby svým grafickým výstupem byla přívětivá pro hráče této hry a nabízela širokou škálu možností nastavení a funkcí souvisejícími s generováním či řešením SUDOKU. Bylo naprosto nezbytné zamyslet se a zvolit správný způsob generování hracího pole tak, aby hra byla vždy řešitelná dle zadané obtížnosti a splňovala všechny podmínky z hlediska pravidel a možností řešení. Bylo nutno dodržet jisté meze pro jednotlivé obtížnosti a to jak z hlediska počtu vygenerovaných základních čísel hracího pole, tak i z hlediska rozmístění těchto čísel v matici. Právě tyto parametry nám totiž ovlivňují obtížnost hry.

Samotné naprogramování generátoru a řešitele SUDOKU bylo ze všeho to nejtěžší a nepovedlo se ihned napoprvé vytvořit ideální verzi aplikace. Byl problém s časovou náročností na generování a řešení hracího pole. Současná verze aplikace však obsahuje již jistá opatření, které tuto časovou náročnost regulují a samotný algoritmus programu pracuje více efektivněji. Součástí těchto opatření je i funkce na odstranění celého vlákna, která je součástí menu aplikace. Této funkce se využije pouze tehdy pokud generování či řešení hracího pole trvá již příliš dlouho nebo pokud nastane v aplikaci nějaký nepředvídatelný problém.

Myslím že naprogramovaná aplikace splňuje veškeré požadavky, které byli definovány. Je zcela funkční a použitelná pro široké spektrum hráčů této oblíbené hry. Obsahuje také některé nadstandardní funkce jako je volba zobrazovaného tématu aplikace či zobrazování generování a řešení hracího pole. Je možno si zvolit i z několika atypických verzí hry SUDOKU a také verzi 16x16, která je zajímavá kombinací čísel a abecedy.

Samozřejmě bylo by možné vytvořit i další verze této hry, jako třeba hrací pole o velikosti 25x25, avšak domnívám se, že samotný proces generování by z důvodu vysokého počtu kombinací možností byl značně časově náročný a hrací pole by bylo příliš rozměrné pro kvalitní luštění rébusu. Je tedy dle mého názoru lepší soustředit se na kvalitní provedení verze 9x9 či maximálně verze 16x16.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Liberty, J. Naučte se C++ za 21 dní, Computer Press, Praha 2002
- [2] Prata, S. Mistrovství v C++, Computer Press, Praha 2000
- [3] Petzold, Ch. Programování ve Windows. Computer Press, Praha 1999
- [4] <http://www.wxwidgets.org/> - domovská stránka grafického rozhraní

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SUDOKU Súdži wa **dokušin** ni kagiru, japonský název této hry.

OS Operační systém

GUI Graphics user interface

HTML HyperText Markup Language - značkovací jazyk pro hypertext

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Ukázka vyřešeného SUDOKU	14
Obr. 2. Doplnění prvního políčka	16
Obr. 3. Doplnění dalšího pole	16
Obr. 4. Doplnění dalšího pole	17
Obr. 5. Využití vpisků 1	19
Obr. 6. Využití vpisků 2	19
Obr. 7. Blokování políčka	20
Obr. 8. Jediná možnost	21
Obr. 9. Sloupce a řádky	22
Obr. 10. Metoda krájení v řešení Sudoku	23
Obr. 11. Doplnění prázdného pole	24
Obr. 12. Doplnění dalšího prázdného pole	25
Obr. 13. Možnosti doplnění čísla	25
Obr. 14. Poslední fínty	26
Obr. 15. Pokračování řešení 1	27
Obr. 16. Pokračování řešení 2	27
Obr. 17. Pokračování řešení 3	28
Obr. 18. JigSaw SUDOKU	29
Obr. 19. Killer SUDOKU	30
Obr. 20. Samurai SUDOKU	31
Obr. 21. Mini SUDOKU	31
Obr. 22. Prostředí programu CODE::BLOCKS	32
Obr. 23. Vývojový diagram řešitele	39
Obr. 24. Vývojový diagram jednoznačného algoritmu	41
Obr. 25. Vývojový diagram rekurzivního	43
Obr. 26. Vývojový diagram generátoru SUDOKU	44
Obr. 27. Blokové schéma hry SUDOKU	45
Obr. 28. Popis grafického výstupu aplikace	46
Obr. 29. Položky menu HRA	47
Obr. 30. Položky menu POMOCNÍK	49
Obr. 31. Zámek políčka	50

Obr. 32. Zakázat špatné zadání	50
Obr. 33. povolit špatné zadání	51
Obr. 34. Zobrazení nápovědy	51
Obr. 35. Položky menu OBTÍŽNOST	52
Obr. 36. Položky menu PODMÍNKY	54
Obr. 37. Položky menu ŘEŠITEL	55
Obr. 38. Zjistit počet řešení	56
Obr. 39. Položky menu VZHLED SUDOKU	57
Obr. 40. Barevné téma hry SUDOKU	58
Obr. 41. Jednoduché téma hry SUDOKU	59
Obr. 42. Typ hry 9x9 – barevné téma	60
Obr. 43. Typ hry 9x9 – jednoduché téma	60
Obr. 44. Typ hry 9x9cross	61
Obr. 45. Typ hry 9x9rect	62
Obr. 46. Typ hry 16x16	63
Obr. 47. Položky menu NÁPOVĚDA	64
Obr. 48. Ukázka zobrazení nápovědy	65
Obr. 49. O aplikaci	65
Obr. 50. Tisk SUDOKU- menu	66
Obr. 51. Tisk SUDOKU – nastavení 1	66
Obr. 52. Tisk SUDOKU – nastavení 2	67
Obr. 53. Tisk SUDOKU - náhled	67
Obr. 54. Vložení znaku pomocí nabídky 1	69
Obr. 55. Vložení znaku pomocí nabídky 2	70
Obr. 56. Vložení znaku pomocí rolovacího kolečka myši	70
Obr. 57. Struktura souborů a adresářů	72

