

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Rozvrh hodin
Jan Kubánek

Bakalářská práce
2009

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informačních technologií
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan KUBÁNEK**
Studijní program: **B2646 Informační technologie**
Studijní obor: **Informační technologie**

Název tématu: **Rozvrh hodin**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Ve vybraném programovacím jazyce vytvořit aplikaci pro generování rozvrhu hodin. Určeno např. pro střední nebo vysokou školu. Teoretická část: Na reálných příkladech analyzovat složitost a požadavky při realizaci aplikace typu "rozvrh". Charakteristika vybraného programovacího jazyka a použitého vývojového prostředí pro realizaci aplikace. Implementační část: Na základě reálných požadavků realizovat GUI aplikaci, která generuje rozvrh pro vybranou cílovou skupinu a instituci.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

*** M. Cantu, J. Hynek: Myslíme v jazyku Delphi 7 : knihovna zkušeného programátora, Grada Publishing, 2003. * A. Buchalcevodá: Objektově orientované programování od Pascalu k Delphi : materiály ke cvičení, Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta informatiky a statistiky. * L. Svoboda: 1001 tipů a triků pro Delphi, Computer Press, 2001.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zdeněk Šilar

Katedra informačních technologií

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2009**



doc. Ing. Simeon Karamazov, Dr.

děkan



L.S.



Ing. Lukáš Čegan
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 31. března 2009

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 14. 5. 2009

Jan Kubánek

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Zdeňku Šilarovi za odborné vedení při tvorbě aplikace a rady při psaní práce a slečně Bc. Lence Huňáčkové za ochotu a rady ohledně tvorby rozvrhu na naší fakultě.

Anotace

Práce je věnována rozvrhům hodin, zabývá se problematikou jejich návrhu a tvorby. V práci jsou popsány vybrané počítačové programy pro tvorbu a nejvíce používaný algoritmus. Největší část je věnována aplikaci Rozvrh hodin, popisu její architektury a funkčnosti.

Klíčová slova

rozvrh hodin, tvorba, výuka, předmět, algoritmus, program, škola

Title

Schedule

Annotation

The work is devoted to hours schedules, addresses the problem of their design and creation. In the work are described the selected computer programs for the creation and the most used algorithm. The largest part is aimed to the application timetable, description of its architecture and functionality.

Keywords

schedule, development, teaching, object, algorithm, program, school

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	VLASTNOSTI ROZVRHŮ	11
2.1	Rozvrh základní, střední a vyšší odborné školy	11
2.2	Rozvrh vysoké školy	12
2.3	Problematika tvorby rozvrhů	13
2.4	Postup při návrhu a tvorbě rozvrhů	14
	2.4.1 Návrh rozvrhu	14
	2.4.2 Tvorba rozvrhu	14
3	EXISTUJÍCÍ PRODUKTY A JEJICH ALGORITMY	15
3.1	Tvůrce rozvrhů.....	15
	3.1.1 Popis aplikace	15
	3.1.2 Použité algoritmy při tvorbě	15
	3.1.1 Zhodnocení programu Tvůrce rozvrhů	16
3.2	aSc Rozvrhy.....	17
	3.2.1 Popis programu.....	17
	3.2.2 Podmínky generování	17
	3.2.3 Zhodnocení aplikace aSc Rozvrhy	18
3.3	Bakaláři	18
	3.3.1 Popis programu.....	18
	3.3.2 Zhodnocení systému Bakaláři.....	20
3.4	Genetický algoritmus.....	20
4	VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ – DELPHI 7	21
4.1	Úvod a historie.....	21
4.2	Charakteristické znaky, výhody a nevýhody	21

4.3	Syntaxe a struktura projektu.....	22
4.3.1	Základní vlastnosti jazyka	23
4.3.2	Zásady	23
4.3.3	Ukázka syntaxe	24
4.4	Objektově orientované programování	24
5	APLIKACE ROZVRH HODIN	25
5.1	Základní myšlenka a cíl aplikace.....	25
5.2	Základní architektura aplikace.....	25
5.2.1	Struktura projektu.....	25
5.2.2	Popis použitých tříd	26
5.3	Popis třídy TRozvrh	27
5.4	Důležité funkce a procedury.....	28
5.5	Způsoby generování rozvrhu	29
5.6	Ukázka aplikace a popis ovládání.....	30
5.6.1	Nastavení učeben.....	31
5.6.2	Nastavení předmětů	32
5.6.3	Nastavení učitelů a jejich úvazků.....	33
5.6.4	Generování rozvrhu	33
6	ZÁVĚR.....	36
	POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ	37

Seznam obrázků

Obr. 1 - Rozvrh základní školy. Zdroj [10]	11
Obr. 2 - Rozvrh studenta 3. ročníku FEI UPCE	12
Obr. 3 - Tvůrce rozvrhů - přiřazování úvazků. Zdroj [7].....	16
Obr. 4 - aSc Rozvrhy – seznam předmětů, tříd, učeben a učitelů. Zdroj [8]	18
Obr. 5 - Bakaláři - upravování úvazků. Zdroj[10]	19
Obr. 6 - Delphi 7	22
Obr. 7 - Rozvrh hodin - struktura projektu	25
Obr. 8 - Rozvrh hodin - vzhled po spuštění.....	30
Obr. 9 - Rozvrh hodin – menu	31
Obr. 10 - Rozvrh hodin - nastavení barev	31
Obr. 11 - Rozvrh hodin – nastavení předmětu	32
Obr. 12 - Rozvrh hodin – nastavení učitelů a jejich úvazků	33
Obr. 13 - Rozvrh hodin – rozvrhovací část.....	34
Obr. 14 - Rozvrh hodin – ruční úprava úvazků	35

1 Úvod

Rozvrhy hodin bych rozdělil do dvou kategorií. Do první kategorie bych zahrnul rozvrhy pro základní, střední a vyšší odborné školy, do druhé kategorie rozvrhy vysokoškolské.

Na základních a středních školách vyučování probíhá od pondělí do pátku, od rána do odpoledne. Vyučovací hodiny trvají 45 minut a jdou za sebou po sobě s přestávkami, možné jsou volné hodiny i v průběhu dne, které jsou někdy vyžadované. Žáci mají rozvrh po celý rok až na výjimky stejný.

Rozvrhy studentů a učitelů vysokých škol jsou odlišné. V každém semestru chodí do školy podle jiného rozvrhu. Výuka může probíhat po celý den. Vyučovací hodiny jsou rozdělené na cvičení, semináře a přednášky. Studenti ani učitelé často nemají rozvrh hodin každý den ani nemusí mít hodiny za sebou.

Tvorba rozvrhů hodin je velmi složitá záležitost. Je to časově náročný proces, při kterém musí vyhovovat všechny podmínky pro každý předmět vycházející z možností učitelů a učeben. Typy rozvrhů se pro různé organizace mohou lišit, avšak základní podmínka zůstává u všech rozvrhů stejná. V jednu hodinu smí každý učitel učit pouze jeden předmět. Tvořit rozvrh se může ručně nebo pomocí speciálního software.

Existuje několik programů na tvorbu rozvrhu. V 3. části práce vás s vybranými produkty seznámím, popíšu jejich vzhled, ovládání, možnosti a funkčnost. Zkoumanými aplikacemi budou školní systém *Bakaláři*, *aSc Rozvrhy* a program *Tvůrce rozvrhů*. V této kapitole bude také popsán nejvhodnější algoritmus pro tvorbu rozvrhů.

V 5. kapitole vám představím aplikaci *Rozvrh hodin*. Aplikace je naprogramovaná v prostředí Delphi 7 (kapitola 4) a slouží ke generování rozvrhu hodin pro fakultu univerzity.

V závěrečné, šesté, kapitole shrnu celou práci a zhodnotím aplikaci *Rozvrh hodin* z hlediska možného použití pro tvorbu rozvrhu na vysoké škole.

2 Vlastnosti rozvrhů

2.1 Rozvrh základní, střední a vyšší odborné školy

Rozvrh žáků na základních a středních školách je pevně daný. Celý rok se žáci učí podle téhož rozvrhu. Výuka probíhá od pondělí od pátku. V jednotlivé dny se začíná se obvykle první hodinou, výjimečně hodinou nulou. Vyučovací hodiny jdou za sebou s přestávkami, ale počet po sobě jdoucích hodin nesmí překročit určitou hodnotu, žáci po ní musejí mít pauzu. Po ní může následovat jiné učení. Maximálně se učí 9 vyučovacích hodin. Rozvrh žáků z jedné třídy je až na výjimky stejný. Výjimkou mohou být předměty povinně volitelné, např. cizí jazyky nebo maturitní semináře. Další výjimkou může být dělení chlapci – dívky. Odlišně může být i sudý a lichý týden. Problémy mohou nastat s počítačovou výukou, protože vhodných učeben ještě bývá poskromnu.

	0 7 ⁵⁵ - 7 ⁵⁸	1 8 ⁰⁰ - 8 ⁴⁵	2 8 ⁵⁵ - 9 ⁴⁰	3 10 ⁰⁰ - 10 ⁴⁵	4 10 ⁵⁵ - 11 ⁴⁰	5 11 ⁵⁰ - 12 ³⁵	6 12 ⁴⁵ - 13 ³⁰	7 13 ⁴⁰ - 14 ²⁵	Předměty podle učebního plánu	Počet hodin
P		Fy Vš (uFy)	Čj El	Aj Fa Nj Hš (3.9)	M Ma	D Hš	Dřv Ul (Tu) Tr (Tm)		Český jazyk	5
Ú	Fl El (uFv)	Čj El	M Ma	Aj Fa Nj Hš (3.9)	M Ma	Aj Fa Nj Hš (5.9)	On Ko		Anglický jazyk	4
S		Aj Fa Nj Hš (T.9)	Z Ma	Čj El M Ma (3.9)	M Ma	Bi Qu	Hv El (uHv)		Německý jazyk	4
Č		D Hš	M Ma	Aj Fa Nj Hš (3.9)	Tv Ul (Tu) Tr (Tm)		Čj El		Občanská nauka	1
P		M Ma	Bi Qu	Čj El	Z Ma	Vv Bo (uVv)	Vv Bo (uVv)		Dějepis	2
á									Zeměpis	2
									Matematika	5
									Fyzika	3
									Biologie	3
									Výtvarná výchova	2
									Hudební výchova	1
									Tělesná výchova	2
									Hra na flétnu	1
									Týdenní počet hodin	30

Obr. 1 - Rozvrh základní školy. Zdroj [10]

2.2 Rozvrh vysoké školy

Rozvrh studenta vysoké školy vychází z vysokoškolského principu, tedy za dobu studia nasbírat potřebný počet kreditů. Podle potřeb, zájmů a možností si student zapisuje předměty nebo se zapisuje do kroužků, které již mají rozvrh vytvořen.

Vysokoškoláci mohou mít výuku od rána až do večera, ale na druhou stranu, ne každý chodí do školy každý den, záleží na každém, co mu vyhovuje, a na možnostech zapsání vypsaných předmětů.

Rozvrhové akce předmětů jsou trojího typu: přednášky, cvičení a semináře. Cvičení a seminář je v podstatě totéž. Každý předmět má svůj rozsah hodin, jedna hodina trvá 45 minut. Přednáška má vypsaný jeden termín, takže studenti totožného oboru a ročníku mají tuto přednášku společně. Pro cvičení je vypsané termínů více. Je jasné, že možnosti univerzitního rozvrhu se můžou lišit na každé univerzitě i na oborech univerzity.

Rozvrh studenta														
Akademický rok: 2008/2009				Semestr: LS				Osobní číslo: I07914						
Student: Jan KUBÁNEK				Tisknuto: 03.05.2009 14:06										
	1. 08:00	2. 08:00	3. 10:00	4. 11:00	5. 12:00	6. 13:00	7. 14:00	8. 15:00	9. 16:00	10. 17:00	11. 18:00	12. 19:00	13. 20:00	14. 21:00
Po					KST/IRSP CA-H2 Šotek		KST/IRSP CA-02075 Šotek		KIT/SPWE DB-B3 Lichý Čegan				KIT/JC+3 DB-01005 Štroch	
Út	KIT/JPIN CA-H2 Švadlenka									KIT/JC+3 DB-B3 Sudý Štroch				
St			KIT/JPIN DB-01005 Cempírková					KIT/SPWE DB-01009 Čegan						
Čt						KIT/SOSY DB-01081 Hudec				KIT/SOSY CA-H2 Hudec				
Pá								KTS/TVVLS TA-T1A Mlateček						
So														
Ne														

Legenda: Přednáška Cvičení Seminář

Předměty nazarozhrvané, ale bez uvedeného času nebo místnosti a nenarozhrvané předměty studenta:

Předmět	Typ	Den	Čas	Týden	Místnost	Vyučující	Kontakt
KIT/OPE2	Se			Jiný			Zapíše každý

Obr. 2 - Rozvrh studenta 3. ročníku FEI UPCE

2.3 Problematika tvorby rozvrhů

Rozvrh každé třídy (oboru), každého předmětu i každého učitele na každé škole může mít svá specifika, která musíme při návrhu rozvrhu zohlednit. Rozdíly a možnosti vycházejí samozřejmě z typu instituce, jiné jsou na základní škole a jiné na škole vysoké. Níže budou vypsány ty nejčastější možnosti a požadavky.

Možnosti a požadavky učitelů

- Dny, v kterých může a chce učit
- kolik chce učit minimálně a kolik maximálně hodin za sebou
- kolik hodin může učit dohromady
- zda a jaké chce mezery v rozvrhu

Možnosti učeben a laboratoří

- dny a hodiny, v kterých je přístupná vyučování
- kapacita studentů

Možnosti a požadavky předmětů

- kolikátou hodinu se předmět může učit nejdříve
- délka předmětu (kolik hodin trvá jedna přednáška nebo jedno cvičení)
- zda se výuka musí konat ve specializované učebně nebo laboratoři
- maximální množství studentů na hodinách
- rozdělení hodin do skupin

Možnosti tříd

- každá třída může mít vlastní požadavky na volné hodiny, na začátek vyučování a na volné hodiny během dne

2.4 Postup při návrhu a tvorbě rozvrhů

Návrh a tvorba rozvrhů je komplikovaná činnost náročná na čas. Většinou se totiž tvoří rozvrh pro celou školu nebo fakultu a to znamená velké množství tříd, předmětů a učitelů s různými požadavky a možnostmi zápisu. Jednoduše řečeno znamená návrh rozvrhu veškerou přípravu kritérií všech zúčastněných objektů, tedy učeben, předmětů a učitelů a tvorba rozvrhu přiřazování předmětů učitelům do učeben ve vyučovacím čase. Způsobů návrhu a tvorby rozvrhů může být více.

2.4.1 Návrh rozvrhu

V první řadě by se měly vypracovat seznamy učeben a laboratoří, předmětů a učitelů. Následně rozčlenit učitele k předmětům a předměty k učebnám. Rozhodnout se nebo se pokusit odhadnout počet cvičení předmětů, jestli se předmět bude vyučovat oba týdny nebo jen v sudém nebo lichém týdnu. Dále vyřešit celkový počet hodin odučených jednotlivými učiteli a počet hodin učitelů u jejich předmětů.

2.4.2 Tvorba rozvrhu

Samotná tvorba začíná výběrem rozvrhové akce, která se do rozvrhu zařadí jako první. Musí se rozřešit, který předmět v které místnosti, se kterým učitelem a v kterém termínu se zařadí do rozvrhu nejdříve. Získaná rozvrhová akce má logicky nejméně možností k zápisu. Tento výběr je významný pro konečnou podobu rozvrhu, to znamená, jestli rozvrh bude vyhovující.

Po zapsání se vybraná rozvrhová akce začlení do rozvrhu. Jestliže v rozvrhu nedochází ke kolizím, pokračuje se tímto způsobem stále dokola, než se dopracuje k použitelnému rozvrhu. Jestliže dojde ke kolizi, je nutné změnit některé požadavky nebo možnosti anebo přehodit některá cvičení. Musí se změnit to, kde se dá očekávat nejmenší pravděpodobnost dalšího možného výskytu kolize. Zda ke kolizím dochází, nebo nedochází, záleží především na počtu plánovaných rozvrhových akcí a počtu jejich možného zapsání.

3 Existující produkty a jejich algoritmy

3.1 Tvůrce rozvrhů

3.1.1 Popis aplikace

Program *Tvůrce rozvrhů* [7] umožňuje automatické vytvoření školních rozvrhů. K tvorbě používá genetické algoritmy. Konečné rozvrhy se dají zhlédnout v podobě pro jednotlivé třídy a pro jednotlivé učitele. Vygenerované rozvrhy se můžou uložit ve formátu TXT i HTML.

3.1.2 Použité algoritmy při tvorbě

Program *Tvůrce rozvrhů* používá k nalezení nejlepšího řešení techniku genetických algoritmů (GA).

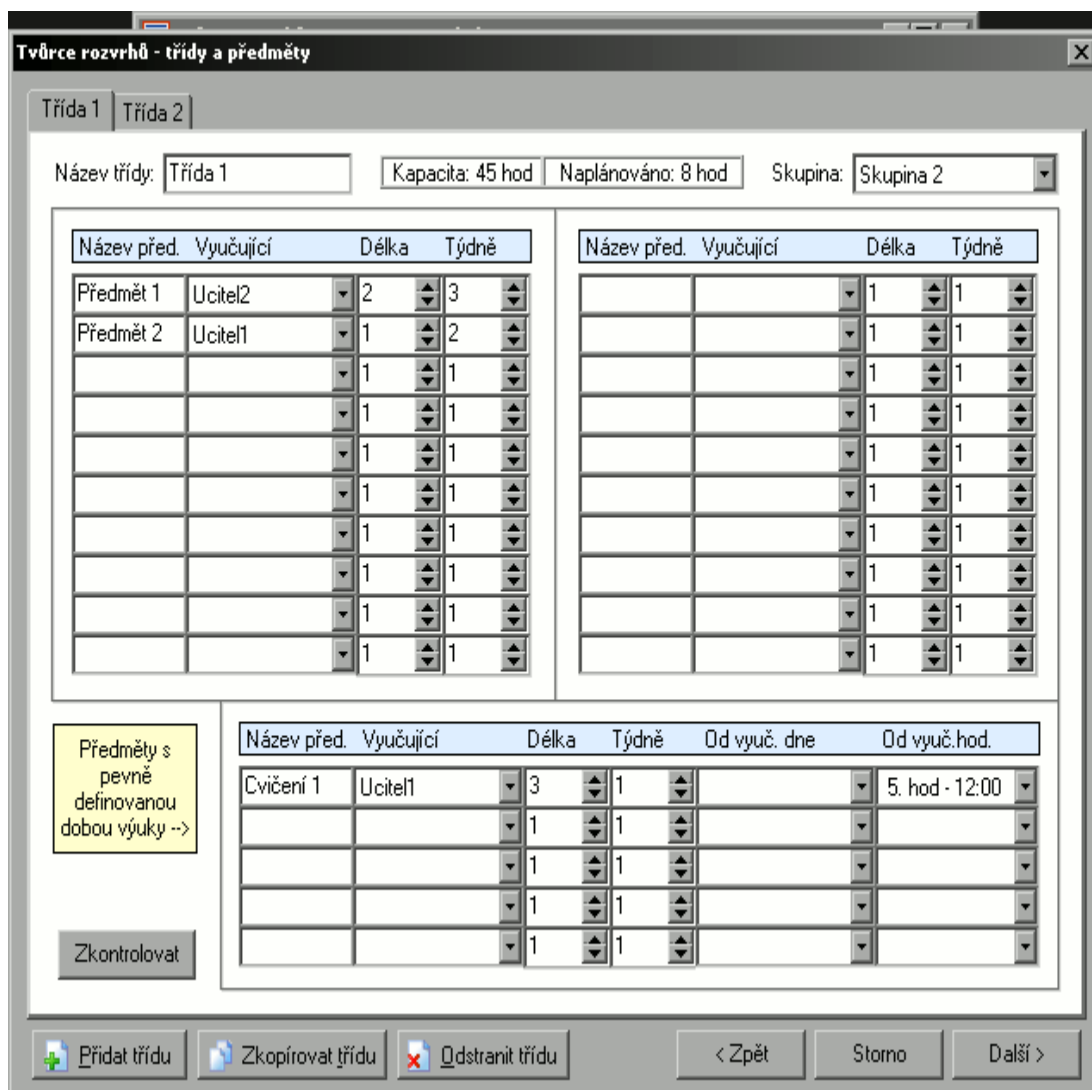
Rozvrh se v tomto programu sestavuje podle dvou druhů podmínek, **silných** (povinných) a **slabých** (volitelných). Slabé podmínky nejsou povinné, ale při tvorbě rozvrhů hrají důležitou roli. Na nich záleží, jak budou vygenerované rozvrhy použitelné. Řešení je tím víc kvalitní, čím lépe jsou splněny slabé podmínky.

Silné podmínky

- žádný učitel nesmí v daném čase učit více než jeden předmět

Slabé podmínky

- maximální přípustný počet výskytů stejného předmětu v daném dnu,
- maximální přípustná mezera v rozvrhu,
- maximální přípustná mezera na začátku dne,
- maximální přípustný počet hodin denně,
- minimální přípustný počet hodin denně



Obr. 3 - Tvůrce rozvrhů - přiřazování úvazků. Zdroj [7]

3.1.1 Zhodnocení programu Tvůrce rozvrhů

Program nezaujme výjimečným vzhledem, ale je dost jednoduchý na ovládání. K nastavení nabízí většinu základních možností, podrobně nastavit se dá i genetický algoritmus. Hodí se ke generování jednodušších rozvrhů, např. menší základní školy. Jeho výhodou je, že je zcela zdarma. Obsahuje stručnou, ale dobře pochopitelnou nápovědu.[7]

3.2 aSc Rozvrhy

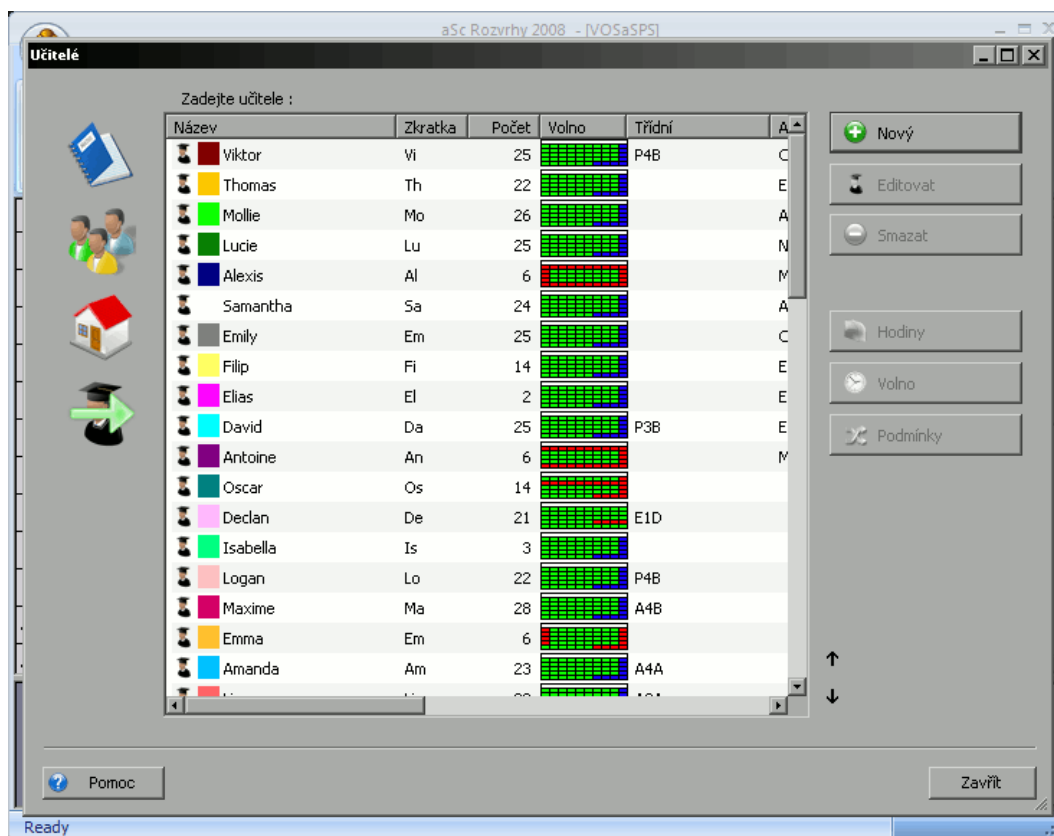
3.2.1 Popis programu

Program *aSc Rozvrhy* [8] umožňuje rychle a pohodlně zadat předměty, třídy, učebny, učitele a jejich volné termíny. Umí pracovat s vícetýdenními cykly, pokrývá dělení tříd nebo hodiny ob týden. Program obsahuje dva druhy kontroly.

Rozvrhy podle učitelů, tříd a předmětů lze vytisknout, přenést do MS Excel nebo formátu HTML nebo i zveřejnit na web. Dále program obsahuje „pomocníka“ Mgr. Školského, který vás naučí aplikaci ovládat. Program dále obsahuje modul aSc Suplování, s nímž lze pohodlně vyřešit problémy suplování.

3.2.2 Podmínky generování

- zadání úvazků a typů předmětů
- použití pravidla o rovnoměrném rozložení hodin do týdne
- volno učitelů a tříd
- určení maximálního počtu oken učitelů
- rozdělení hodin do jednotlivých učeben
- zamknutí hodin na daných pozicích
- nastavení složitosti generování a kontrola přípravy na vyučování



Obr. 4 - aSc Rozvrhy – seznam předmětů, tříd, učeben a učitelů. Zdroj [8]

3.2.3 Zhodnocení aplikace aSc Rozvrhy

Program *aSc rozvrhy* je propracovaná aplikace pro tvorbu složitého středoškolského typu rozvrhu hodin s rozšířením pro suplování. Aplikace zaujme příjemným vzhledem, širokou škálou možností nastavení a pohodlným ovládáním. Program je vydáván ve verzích neomezené demoverze, verze Standard a verze Premium. [8]

3.3 Bakaláři

3.3.1 Popis programu

Program *Bakaláři* [10] je komplexní systém pro školní administrativu. Systém zahrnuje evidenci žáků a zaměstnanců, zápis známek, tisk vysvědčení a třídních výkazů, plánování akcí školy, sestavení rozvrhu, suplování a mnoho dalších funkcí. Všechny moduly se ovládají analogicky.

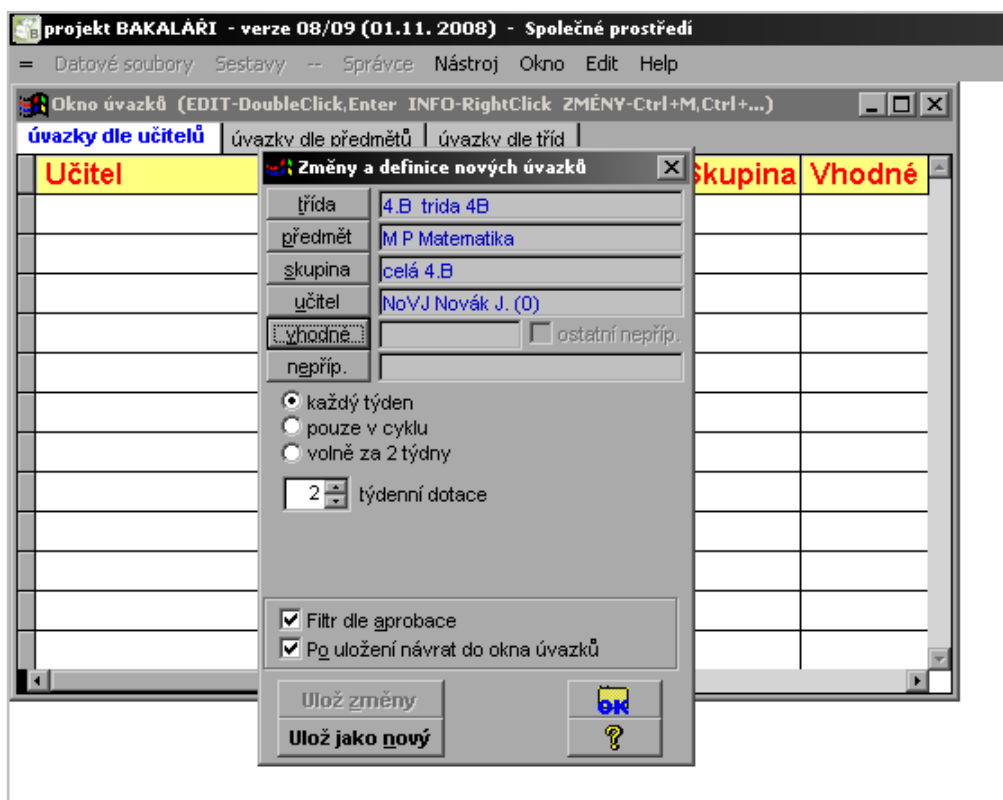
Všechny moduly programu *Bakaláři* vyžadují společné prostředí, které obsahuje základní data pro všechny používané moduly. Zadání učitelů, místností a předmětů se musí realizovat přes toto prostředí.

Modul Rozvrh hodin

Způsob práce v programu Rozvrh spočívá v manipulaci s lístečky, které se vytvoří automaticky na základě údajů zadaných ve Společném prostředí. K modulu Rozvrh hodin je také vázán modul Suplování, který pomáhá s nalezením vhodných učitelů při indispozici stálých vyučujících.

Generování rozvrhu

Postup generování vychází ze zkušeností získaných sestavováním rozvrhů na různých školách pomocí tohoto programu. Myšlenka generování tkví v hledání hodin, u nichž by následné vložení do rozvrhu mohlo způsobit problémy. To je odlišnost od jiných generátorů, které nasadí bezproblémové hodiny, ale nechají několik neřešitelných. Generování může probíhat zcela automaticky nebo je možné do něj vstupovat.



Obr. 5 - Bakaláři - upravování úvazků. Zdroj[10]

3.3.2 Zhodnocení systému Bakaláři

Systém *Bakaláři* je kvalitní produkt pro většinu administrativních záležitostí školy. U každého problému nabízí nepřeborné množství možností. Je otevřený a variabilní, proto vyhoví všem typům škol. Některé VŠ ho využívají pro sestavení rozvrhu. Program určitě nezaujme svým vzhledem ani složitějším ovládáním, ale to je dáno jeho složitostí. Rozšířenost programu je velmi vysoká. [10]

3.4 Genetický algoritmus

Pro aplikace typu rozvrhu hodin je nejvhodnější využít genetických algoritmů.[6]

„Genetický algoritmus (GA) je heuristický postup, který se snaží aplikací principů evoluční biologie nalézt řešení složitých problémů, pro které neexistuje použitelný exaktní algoritmus. Genetické algoritmy, resp. všechny postupy patřící mezi tzv. evoluční algoritmy používají techniky napodobující evoluční procesy známé z biologie – dědičnost, mutace, přirozený výběr a křížení – pro „šlechtění“ řešení zadané úlohy.

Princip práce genetického algoritmu je postupná tvorba generací různých řešení daného problému. Při řešení se uchovává tzv. populace, jejíž každý jedinec představuje jedno řešení daného problému. Jak populace probíhá evolucí, řešení se zlepšují. Tradičně je řešení reprezentováno binárními čísly, řetězci nul a jedniček, nicméně používají se i jiné reprezentace (strom, pole, matice, ...). Typicky je na začátku simulace (v první generaci) populace složena z naprosto náhodných členů. V přechodu do nové generace je pro každého jedince spočtena tzv. fitness funkce, která vyjadřuje kvalitu řešení reprezentovaného tímto jedincem. Podle této kvality jsou stochasticky vybráni jedinci, kteří jsou modifikováni (pomocí mutací a křížení), čímž vznikne nová populace. Tento postup se iterativně opakuje, čímž se kvalita řešení v populaci postupně vylepšuje. Algoritmus se obvykle zastaví při dosažení postačující kvality řešení, případně po předem dané době.“[4]

4 Vývojové prostředí – Delphi 7

4.1 Úvod a historie

Delphi je RAD nástroj od firmy Borland pro tvorbu aplikací na platformě MS Windows. Je to vývojové prostředí využívající programovacího jazyka Object Pascal. Kromě samotných aplikací lze vytvářet také DLL knihovny, konzolové aplikace, aplikace spolupracující s databázemi, aplikace pro webové servery a další. [5]

První verze Delphi byla na trh uvedena v roce 1995. Umožňovala rychlý vývoj 16bitových aplikací pro Windows 3.1. Od té doby vzniklo několik dalších verzí Delphi určených již pro 32bitové operační systémy Windows. Delphi jsou vydávány ve verzích Personal (zdarma), Professional, Enterprise a Architect. [9]

4.2 Charakteristické znaky, výhody a nevýhody

Společnými vlastnostmi všech verzí Delphi je:

- integrované vývojové prostředí
- založené na programovacím jazyce Pascal
- knihovna komponent VCL
- tvorba a použití komponent
- možné propojení s databázemi

Výhody

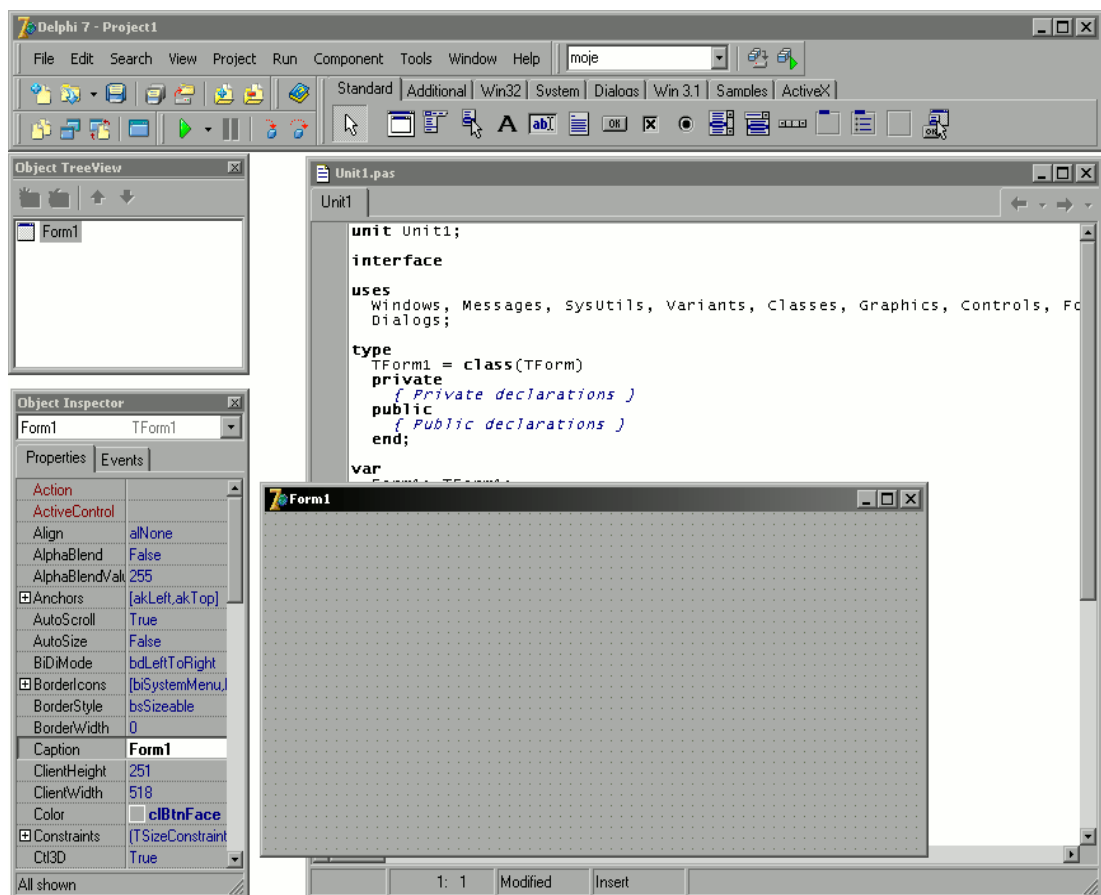
- podpora RAD
- založení na vyšším programovacím jazyce
- podpora VCL a importu komponent
- nástroje ladění

- rychlá optimalizace kódu pro převedení do jazyka symbolických adres
- kompatibilita zdrojových kódů vytvořených ve starších verzích
- možnost použít objektivě orientovaného programování

Nevýhody

- vytvořené aplikace mohou běžet pouze na OS Microsoft Windows
- výsledný kód není příliš optimalizovaný
- žádná z verzí Delphi se nedočkala stálého vydání

Vzhled



Obr. 6 - Delphi 7

4.3 Syntaxe a struktura projektu

Syntaxe vychází z jazyka Pascal, Delphi používá jazyk Object Pascal.

4.3.1 Základní vlastnosti jazyka

- nejsou rozlišována malá a velká písmena
- každý příkaz se až na výjimky odděluje středníkem
- Jazyk má vyhrazena klíčová slova, která se nesmějí používat
- na *identifikátory* (názvy proměnných, funkcí a procedur) se smějí používat písmena, číslice a podtržítka, české znaky jsou zakázány, identifikátory musí začínat písmenem a musí být jedinečné

4.3.2 Zásady

- každý příkaz psát na nový řádek, stejně jako slova *begin* a *end*
- každý další vnořený blok posunout směrem doprava
- jména identifikátorů psát smysluplně, podle jejich významu[11]

4.3.3 Ukázka syntaxe

```
unit Unit1;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,
    Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls;

type

    TForm1 = class(TForm)

        Button1: TButton;

        procedure Button1Click(Sender: TObject);

    private

    public

    end;

var

    Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);

begin

    showmessage('Hello world!');

end;

end.
```

4.4 Objektově orientované programování

Objektově orientované programování je moderní způsob tvorby softwaru (SW). OOP je založeno na třech základních principech: *dědičnosti*, *zapouzdření* a *polymorfizmu*. Delphi vychází z koncepce objektově orientovaného programování (OOP). Důležitými pojmy OOP jsou třída, objekt, zapouzdření, dědičnost, polymorfizmus a pozdní vazba. [1]

5 Aplikace Rozvrh hodin

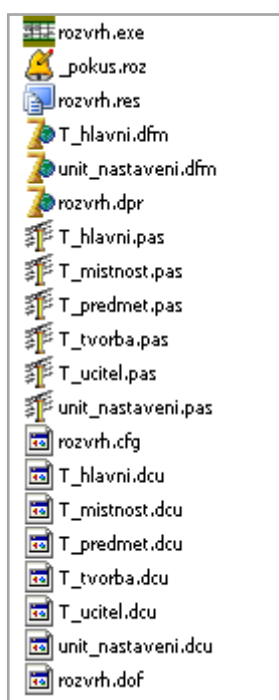
5.1 Základní myšlenka a cíl aplikace

Cílem praktické části práce bylo navrhnout program, který by generoval rozvrh hodin na vybrané instituci. Jako instituce byla zvolena naše fakulta a podle toho byly zvoleny možnosti učeben, předmětů, učitelů a podmínky pro generování rozvrhu.

5.2 Základní architektura aplikace

Aplikace je vytvořená v prostředí Delphi 7 a je vytvořená objektově. [2]

5.2.1 Struktura projektu



Obr. 7 - Rozvrh hodin - struktura projektu

Popis souborů složky

Soubory s příponou .pas obsahují použité třídy, soubory s příponou .dcu jsou přeložené programové jednotky, soubory s příponami .dpr, .cfg, .dof ukládají nastavení projektu a hlavního souboru. Soubor rozvrh.exe je přeložený spustitelný soubor, soubor _pokus.roz je uložený soubor rozvrhu.

5.2.2 Popis použitých tříd

Třída *TMistnost*

Třída obsahuje nastavení možných atributů učeben a metody pro práci s těmito vlastnostmi.

Základními atributy jsou název učebny, budova, kde se nachází, fakulta, které patří, číslo učebny a kapacita učebny.

Dalšími vlastnostmi jsou typ učebny, pro jaký účel může místnost sloužit. Učebny mohou být přednáškové, na cvičení, na počítačovou výuku nebo výuku laboratorní. Účely učebny se dají kombinovat.

V třídě jsou uloženy termíny, kdy je konkrétní učebna k dispozici. Uloženy jsou časy pro sudý a pro lichý týden. Základně je nastaveno volno učebny po celou možnou dobu. Poslední vlastností třídy jsou poznámky.

Třída *TPredmet*

V třídě je uloženo nastavení předmětu, jeho možných vlastností a metody pro práci s nimi.

Mezi základní vlastnosti patří název, zkratka, kroužek a doporučený ročník předmětu, kreditové ohodnocení, počet zapsaných a počet rozvrhovaných lidí.

Společnými vlastnostmi přednášek a cvičení jsou délka přednášky (cvičení), týden, v kterém se bude předmět přednášet anebo spojení přednášky s jinou přednáškou. U cvičení se navíc nastavuje maximální obsazení a v jaké třídě se má cvičení konat (klasická, počítačová, laboratorní). K dispozici je i možnost rozdělit předmět na víc cvičení.

Pokud chceme umístit výuku předmětu do napevno definovaných učeben, využijeme vlastnosti speciálních učeben. Místnost pro přednášku musíme nastavit vždy.

Třída *TUcitel*

TUcitel je třída pro nastavení učitelů, jejich volných termínů, předmětů, které učí a jejich úvazků.

Základními vlastnostmi učitelů jsou jméno, příjmení, tituly před jménem a tituly za jménem.

Volné časy učitele jsou řešeny podobně jako u učeben, tedy pro sudý a lichý týden, ale s rozdílem, že učitel volno nejprve nemá, musí se mu nějaké nastavit.

V případě, že učitel může učit některý předmět, musíme mu přiřadit tyto informace: který předmět učí, zda je garantem předmětu, jestli učí přednášky a cvičení a případně kolik cvičení vybraného předmětu může maximálně učit.

5.3 Popis třídy *TRozvrh*

Třída *TRozvrh* je hlavní a největší třídou celé aplikace. Obsahuje prvky a funkce pro sestavení rozvrhu a jeho možnou úpravu.

Třída obsahuje:

- metody pro vytvoření nového a smazání stávajícího rozvrhu
- informace o rozvrhu
- seznam učeben, předmětů a učitelů a metody pro práci s nimi. Pro každý seznam existují funkce základní (přidání, smazání, vybrání podle indexu a zjištění délky seznamu) a funkce rozšířené, např. vybrání předmětu podle zkratky nebo názvu
- seznam rozvrhových akcí s parametry týden, den, začátek, konec, příznak přednášky nebo cvičení, předmět, učebna a učitel

- základní procedury a funkce pro seznam rozvrhových akcí: vytvoření, smazání, změna, zjištění počtu všech akcí, zjištění počtu přednášek
- rozšířené funkce pro seznam rozvrhových akcí: nalezení rozvrhové akce, v zadaném čase pro učitele, předmět i místnost, zjištění počtu akcí pro učitele, předmět a místnost
- funkce pro smazání rozvrhových akcí s ponecháním seznamů pro vytvoření jiného řešení
- funkce pro tvorbu rozvrhu: vybrání prvního předmětu, spočítání možností zapsání předmětu, rozvrhování přednášek a předmětu, ošetření, aby předměty nebyly zaneseny do rozvrhu v čase přednášek, vypsání možných termínů zapsání předmětu a další

5.4 Důležité funkce a procedury

je_prednaska()

Funkce kontroluje, zda vybraný předmět nechce být vložen do rozvrhu v kolizním čase přednášky a v případě kolize upraví časy předmětu na nekolizní. Kolizní čas přednášky by se dal určit jako termín, v kterém se vyskytuje nevhodná přednáška, která zasahuje do chtěného termínu zvoleného předmětu. Nevhodná přednáška je přednáška povinného předmětu ze stejného ročníku jako je zadaný předmět.

spocitej_moznosti()

Funkce počítá počet možností zápisu studentů na cvičení pro určený předmět. Funkce projde možné termíny všech učitelů a vyhovujících tříd a jejím výstupem bude počet studentů, kteří se můžou zapsat předmětu ve vstupním parametru. Části kódu jsou využívány v jiných funkcích.

vypis_seznam_moznych_terminu()

Funkce slouží k vypsání termínů vybraného předmětu (jeho přednášky nebo cvičení) a je založena na funkci *spocitej_moznosti*, s tím, že se navíc

zohledňuje typ hodiny. V *seznamu* (výstupním parametru) jsou pak uloženy všechny možné rozvrhové akce k zapsání.

5.5 Způsoby generování rozvrhu

Aplikace umožňuje dva způsoby generování, první je postupný, druhý automatický. Před generováním rozvrhu se provede přípravná část, která je společná pro oba typy generování.

Společná část

Při této činnosti se do pomocného seznamu vloží předměty, které se chtějí vložit do rozvrhu. U předmětů se nastaví skutečný počet studentů k zapsání. Tento počet se vypočítá jako součet zapsaných studentů u vybraného předmětu a předmětů s ním spojených. Připraví se také rozdělení předmětů.

U obou způsobů se do rozvrhu nejprve vloží přednášky a až potom přichází na řadu cvičení. Přednášky můžeme vložit ručně nebo nechat generátor vykonat tuto činnost za nás, avšak je doporučeno přednášky narozvrhovat ručně.

Rozvrhování cvičení probíhá tak, že se vybere předmět, který má nejméně možností k zápisu, a vloží se do rozvrhu potřebný počet cvičení. Tento postup se opakuje, dokud nejsou z pomocného seznamu vybrány všechny předměty.

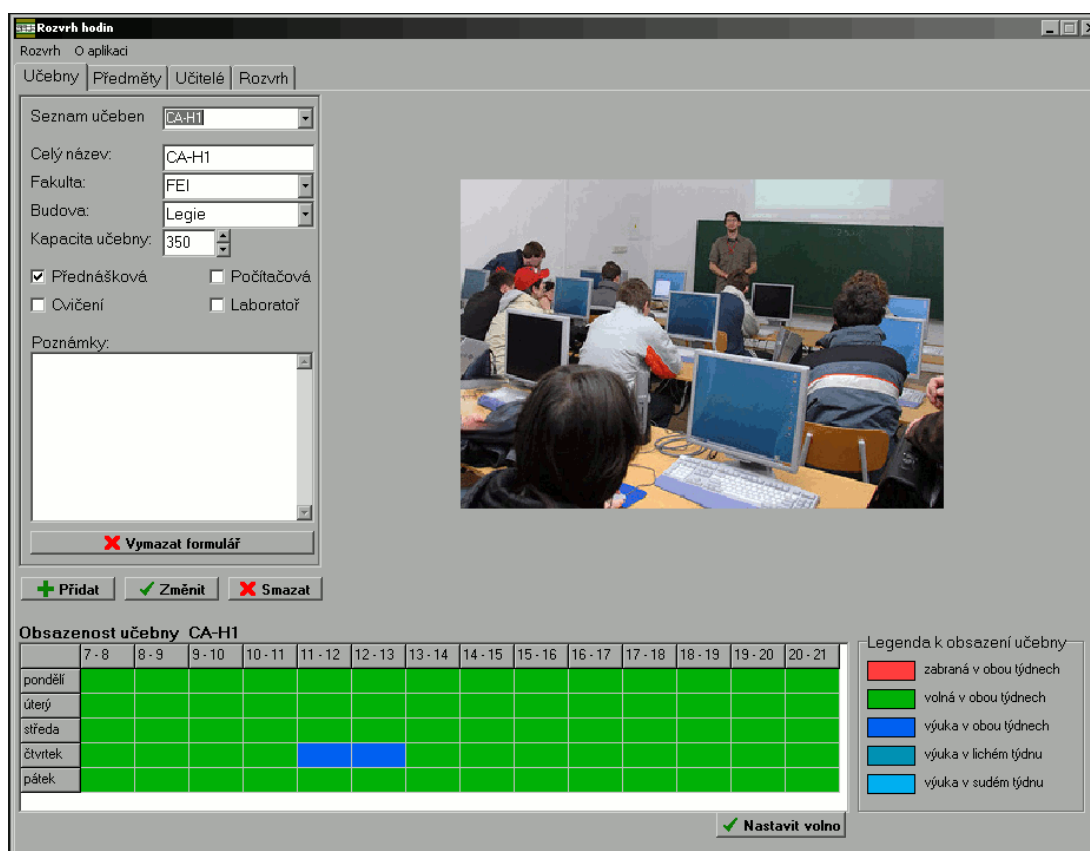
Rozdíly mezi postupným a automatickým generováním

Při postupném generování máme možnost po každém kroku zasáhnout do rozvrhu a změnit již vložené akce. Při volbě automatického generování můžeme úvazky měnit až po dokončení celého rozvrhu. Způsoby generování se mohou kombinovat. Lze několik prvních cvičení vložit ručně a zbytek cvičení nechat rozvrhnout generátor.

5.6 Ukázka aplikace a popis ovládání

Vzhled programu

Program je rozdělen na čtyři hlavní záložky: *Učebny*, *Předměty*, *Učitelé* a *Rozvrh*. V prvních třech se realizuje nastavení, vzhledově jsou podobné. V jejich spodní části je vidět výpis úvazků pro daný typ objektu. Poslední záložka je rozdělena na několik celků, obsahuje části pro přípravu, generování a úpravu rozvrhu a výpis rozvrhu podle kategorií.



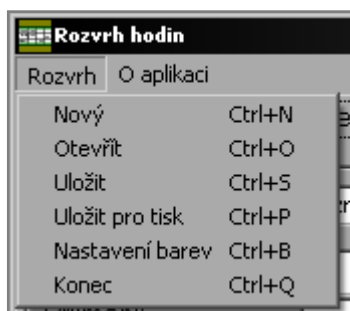
Obr. 8 - Rozvrh hodin - vzhled po spuštění

Po spuštění

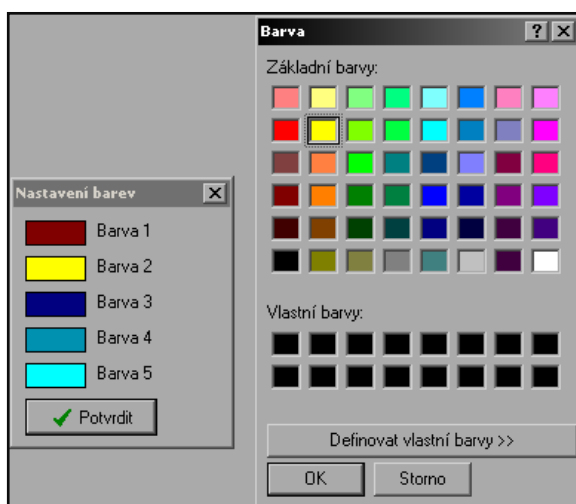
Po spuštění je standardně nastaven výchozí rozvrh od pondělí do pátku, začátek výuky na 7 hodin a konec výuky na 21 hodin. Začátky a konce rozvrhu se dají změnit pouze při vytváření rozvrhu.

Menu

Menu má dvě nabídky, v nabídce *Rozvrh* jsou možnosti vytvořit nový rozvrh, načíst a uložit rozvrh, uložit rozvrh pro tisk a nastavení barev pro výpis. V nabídce *O aplikaci* jsou pak nápověda k programu a informace o autorovi.



Obr. 9 - Rozvrh hodin – menu



Obr. 10 - Rozvrh hodin - nastavení barev

5.6.1 Nastavení učeben

Nastavení se provádí na záložce *Učebny*. Vzhled záložky je znázorněn na Obr. 8 - Rozvrh hodin - vzhled po spuštění. Nastavují se na ní vlastnosti učeben a jejich obsazení. Obsazení učebny se nastavuje ve spodní části okna. Učebně se mohou přiřadit dva stavy – volná v obou týdnech nebo zabraná v obou týdnech.

Volno učebně se dá nastavit pouze v případě, že v požadovaném čase v ní není žádná výuka, stejně tak se může zabrat pouze učebna volná v obou týdnech. Nejdříve se ovšem musí učebna přidat (vytvořit) a až poté upravit její termíny. Nově vytvořená učebna má základně nastaveno volno pro všechny termíny.

5.6.2 Nastavení předmětů

Druhá záložka je rozdělena na několik částí, viz Obr. 11 - Rozvrh hodin – nastavení předmětu. Rozděleny jsou základní vlastnosti předmětu, požadavky přednášek a cvičení a část obsahující přiřazení předmětu do požadovaných učeben.

Přiřadit učebny lze předmětu teprve až po jeho vytvoření (po jeho přidání do seznamu). Učebny pro cvičení se vybírat nemusí, je to ale usnadnění pro generátor. Vybraná učebna pro cvičení nemusí odpovídat požadavkům předmětu, výuka v ní bude moci být. Místnost pro přednášku vybrat musíme, v případě, že tak neučiníme, nebude pro předmět možné rozvrhnout přednášku.

Obr. 11 - Rozvrh hodin – nastavení předmětu

5.6.3 Nastavení učitelů a jejich úvazků

V třetí záložce, viz Obr. 12 - Rozvrh hodin – nastavení učitelů a jejich úvazků, je zahrnuto nastavení učitelů, jejich volných termínů a jejich úvazků. Volné časy se u učitelů nastavují stejně jako u učeben. Rozdíl je ovšem při vytvoření nového učitele, tomu jsou základně nastaveny všechny časy na zabrané.

Seznam úvazků vybraného učitele je zobrazen v pravé části záložky. V případě, že se učiteli přiřazuje vyučování cvičení, musí se mu přiřadit také jejich možný maximální počet.

The screenshot shows the 'Rozvrh hodin' application interface. At the top, there are tabs for 'Učebny', 'Předměty', 'Učitelé', and 'Rozvrh'. The 'Učitelé' tab is active. The form is divided into two main sections: 'Seznam učitelů' and 'Předměty učitele'.
In the 'Seznam učitelů' section, there is a dropdown menu for 'Seznam učitelů' with 'Bažant' selected. Below it are input fields for 'Jméno:' (Michael), 'Příjmení:' (Bažant), 'Titul(y) před jménem:', and 'Titul(y) za jménem:'. There is also a 'Poznámky:' text area and a 'Vymazat formuláře' button.
In the 'Předměty učitele' section, there is a dropdown menu for 'Seznam předmětů'. Below it is a list titled 'Seznam úvazků' containing 'IPALP'. To the right of this list is the 'Nastavení úvazku' section with checkboxes for 'Garant', 'Přednášky', and 'Cvičení' (checked). Below these is a 'Počet cvičení:' field with the value '6'. At the bottom of this section are '+ Nastavit' and 'X Smazat' buttons.
At the very bottom of the form are three buttons: '+ Přidat', '✓ Změnit', and 'X Smazat'.

Obr. 12 - Rozvrh hodin – nastavení učitelů a jejich úvazků

5.6.4 Generování rozvrhu

Generovat rozvrh lze dvěma způsoby, postupně a automaticky. Jejich společnou částí je příprava rozvrhu, při které se připraví předměty pro vkládání do rozvrhu a dynamicky se připraví komponenty pro výpis [3] **Chyba! byl zadán název záložky..** Tato část se musí opakovat před každým novým rozvrhováním. Při obou způsobech se přednáškám mohou termíny vybrat ručně, což je také důrazně doporučeno. Způsoby se dají kombinovat.

Generování a prohlížení rozvrhu je umístěno v záložce *Rozvrh* (zobrazena na Obr. 13 - Rozvrh hodin – rozvrhovací část). Ta je dále rozdělena na část rozvrhovací (horní část) a na část výpisu podle kategorií. Každá kategorie obsahuje výpis jejich úvazků v tabulce, přesnější informace zobrazuje seznam akcí pod tabulkou. Po vybrání úvazku se do seznamu vypíše všechny informace o úvazku, jestliže je ve vybraném čase úvazků víc, vypíše se všechny.

V záložce výpisu předmětů (viz Obr. 14 - Rozvrh hodin – ruční úprava úvazků) je navíc možnost ručně mazat a přidávat úvazky. Do seznamu akcí se vypíše všechny možné termíny pro přednášky i cvičení aktuálně vybraného předmětu. Po vybrání termínu a jeho začátku se akce vloží do rozvrhu.

Status ve spodní části ukazuje informace o aktuálním předmětu a jeho úvazcích v rozvrhu, zda je přednáška v rozvrhu a kolik studentů se zrovna může zapsat na cvičení.

The screenshot shows the 'Rozvrh hodin' application window. It has a menu bar with 'Učebny', 'Předměty', 'Učitelé', and 'Rozvrh'. Below the menu are three panels: 'Příprava rozvrhu' with a checkbox 'Přednášky automaticky' and a 'Připravit rozvrh' button; 'Postupné generování' with a 'Příští předmět:' field and 'Generovat přednášky' and 'Generovat další předmět' buttons; and 'Automatické generování' with a 'Generovat celý rozvrh' button. Below these is another menu bar with 'Učebny', 'Předměty', 'Učitelé', and 'Kroužky'. The main area contains a grid for the schedule with columns for weeks (7-8 to 20-21) and rows for days (PO, ÚT, ST, ČT, PÁ). The 'ST' row shows 'CV 1.h' and 'CV 2.h' for weeks 7-8, 9-10, and 10-11. Below the grid is a 'Seznam akcí' table with columns: '#', 'Týden', 'Den', 'Hodina', 'Předmět', 'Od', 'Do', 'Jméno', 'Příjmení', 'Učebna', 'Poznámky'. The first row shows: 1, oba, středa, cvičení, IPALP, 9, 11, Michael, Bažant, CA-02021. At the bottom, there are buttons 'Vypsát možnosti', 'Začátek' (with a dropdown showing '7'), '+ Přidat akci', and 'X Zrušit akci'. A status bar at the very bottom shows: 'Přednáška narozhovávána: Ne', 'Počet lidí na cvičení: 200', 'Počet lidí možných zapsat: 120', 'Přednášky: 0 hodin(y) týdně', 'Cvičení: 2 hodin(y) týdně'.

Obr. 13 - Rozvrh hodin – rozvrhovací část

Seznam akcí										
#	Tyden	Den	Hodina	Předmět	Od	Do	Jméno	Příjmení	Učebna	Poznámky
1	Oba	pondělí	Cvičení	IPALP	11	21	Michael	Bažant	CA-01015	
2	Oba	úterý	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-01015	
3	Oba	středa	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-01015	
4	Oba	pátek	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-01015	
5	Oba	čtvrtek	Cvičení	IPALP	10	13	Michael	Bažant	CA-01015	
6	Oba	čtvrtek	Cvičení	IPALP	15	21	Michael	Bažant	CA-01015	
7	Oba	pondělí	Cvičení	IPALP	11	21	Michael	Bažant	CA-02021	
8	Oba	úterý	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-02021	
9	Oba	středa	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-02021	
10	Oba	pátek	Cvičení	IPALP	7	21	Michael	Bažant	CA-02021	

Vypsat možnosti Začátek: 11 **+ Přidat akci** **X Zrušit akci**

Přednáška narozvrhovaná: Ne Počet lidí na cvičení: 0 Počet lidí možných zapsat: 80 Přednášky: 0 hodin(y) týdně Cvičení: 2 hodin(y) týdně

Obr. 14 - Rozvrh hodin – ruční úprava úvazků

Export rozvrhu

Výstup rozvrhu je zobrazen jak v záložkách podle učeben, předmětů, učitelů a kroužků, tak se může také přenést do textového souboru, kde jsou rozvrhové akce přehledně zobrazeny a připraveny pro tisk.

Nápověda

Více informací a podrobnější popis aplikace je možné najít v manuálu, který je součástí aplikace, a dostane se k němu přes menu.

6 Závěr

Z důvodů velkého množství možných podmínek a omezení lze vytvořit rozvrh hodin velmi složitě. Stejně jako se do výuky zařazují nové předměty, neustále přibývají možnosti, podmínky a omezení, proto je velmi těžké vytvořit aplikaci, která by zahrnovala všechny požadované možnosti.

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci generující rozvrh hodin pro fakultu FEI Univerzity Pardubice. Program obsahuje všechny základní možnosti tvorby rozvrhu a podle nich dokáže rozvrh hodin generovat, na výběr jsou dva způsoby, automatický není pro tvorbu rozvrhu optimální.

Komplikace při tvorbě nastaly při tvoření algoritmů pro výpis termínů a výpočet počtu možností zápisu, protože jsem prvotně uvažoval rozvrh pouze pro jeden týden a při rozdělení na sudý a lichý týden bylo nutné přidat velké množství podmínek pro správný výběr termínu. Složitě bylo též vytvořit postup zjištění, jestli se ve stanoveném čase nenachází kolizní přednáška a následné ošetření zadaných časů. Při tvorbě se často vyskytovaly potřeby vytvoření nových funkcí, které znamenaly změnu jedné, většinou však více jiných funkcí.

Program je možné dále rozšířit, např. lze rozvinout algoritmus, podle kterého se vkládají do rozvrhu přednášky i cvičení nebo výběr rozvrhovaného předmětu. Postupné generování s možností ručního mazání a přidávání rozvrhových akcí umožňuje sestavit použitelný rozvrh, proto bych tento postup doporučil při tvorbě rozvrhů nejen na naší fakultě.

Použitá literatura a zdroje informací

- [1] CANTU, Marco, HYNEK, Jiří. *Myslíme v jazyku Delphi 7 : knihovna zkušeného programátora*. [s.l.] : Grada, 2003. 580 s. ISBN 80-247-0694-6.
- [2] BUCHALCEVOVÁ, Alena . Objektově orientované programování od Pascalu k Delphi : materiály ke cvičení. [s.l.] : [s.n.], 1996. 194 s. ISBN 80-7079-467-4.
- [3] SVOBODA, Luděk. *1001 tipů a triků pro Delphi*. [s.l.] : [s.n.], 2003. 546 s. ISBN 80-7226-488-5.
- [4] *Genetické algoritmy* [online]. 2009 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Genetick%C3%BD_algoritmus>.
- [5] *Delphi* [online]. 2008 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Delphi>>.
- [6] TEDA, Jaroslav. *Genetické algoritmy a jejich aplikace v praxi* [online]. 2005 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://programujte.com/view.php?cisloclanku=2005072601>>.
- [7] JAROŠ, Pavel. *Tvůrce rozvrhů* [online]. 2005 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://funkyshit.webpark.cz/>>.
- [8] *ASc Rozvrhy* [online]. 1997-2008 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.asctimetables.com/>>.
- [9] *Delphi ***Hanyes**** [online]. 2005 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://delphi.chytrak.cz/>>.
- [10] BLÜMEL, Petr, et al. *Bakaláři* [online]. [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.bakalari.cz/>>.
- [11] DOUČEK , Jakub . *Delphi : 2. lekce* [online]. 2005 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://programujte.com/index.php?akce=clanek&cl=2005041418>>.