

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A INFORMATIKY**

**INTERAKTIVNÍ SW NÁSTROJ NA ŘÍZENÍ
PROJEKTŮ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**AUTOR PRÁCE: Bc. Šárka Šlehoferová
VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Ing. Josef Volek, Csc.**

2009

**UNIVERSITY OF PARDUBICE
FAKULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING
AND INFORMATICS**

**INTERACTIVE SW TOOL FOR PROJECTS
MANAGEMENT**

MASTER THESIS

**AUTHOR: Šárka Šlehoferová
SUPERVISOR: doc. Ing. Josef Volek, Csc.**

2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Šárka ŠLEHOFEROVÁ**

Studijní program: **N2646 Informační technologie**

Studijní obor: **Informační technologie**

Název tématu: **Interaktivní SW nástroj na řízení projektů**

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

Cílem diplomové práce bude vývoj počítačové podpory řízení složitých procesů řízení ve formě interaktivního SW nástroje v jazyku C. Princip nástroje bude spočívat v návrhu modelu opakované automatizované kontroly stavu realizace projektu v porovnání s plánem, interaktivními zásahy uživatele ve formě ohodnocení doby trvání činností a rizik vzniku časových prodlev a skluzů. Diplomant bude vycházet ze studia metod síťové analýzy z literatury a zdrojů dostupných na INTERNETu. Nedílnou součástí práce bude kritická analýza existujících produktů na trhu. Struktura diplomové práce: 1. Úvod, cíle a motivace práce 2. Analýza dostupných metod a nástrojů řízení projektů, porovnání možností, efektivnosti a finanční náročnosti 3. Návrh modelů interaktivního nástroje řízení 4. Počítačová implementace 5. Verifikace správné funkce počítačového nástroje 6. Vyhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

VOLEK, JOSEF: Operační výzkum I NEČAS, J.: Grafy a jejich použití JABLONSKIJ, SERGEJ VSEVOLODOVIC: Úvod do diskrétní matematiky MAKOWER, M.S, WILLIAMSON, E.: Síťová analýza v řídicí praxi NEŠETRIL, JAROSLAV: Teorie Grafů DEMEL, JIŘÍ: Grafy a jejich aplikace CYHELSKÝ, LUBOMÍR, KAHOUNOVÁ, JANA, HINDLS, RICHARD: Elementární statistická analýza OLSON, LEO: Introducing to management science

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Volek, CSc.
Katedra informatiky v dopravě

Datum zadání diplomové práce:

31. října 2008

Termín odevzdání diplomové práce:

22. května 2009

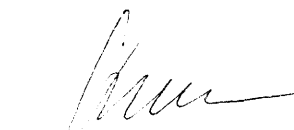


doc. Ing. Simeon Karamazov, Dr.

děkan



L.S.



doc. Ing. Antonín Kavička, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 4. listopadu 2008

Prohlašuji:

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

Byla jsem seznámena 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 Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23.08.2009

Bc.Šárka Šlehoferová

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Doc., Ing. Josefu Volkovi, CSc., za pomoc a podnětné návrhy při zpracování této diplomové práce.

ANOTACE

Práce se zabývá plánováním složitějších projektů a metodami síťové analýzy používaných při jejich řízení. Výstupem práce je nástroj s možností opakované kontroly stavu realizace projektu v porovnání s jeho plánem. Součástí práce je porovnání již dostupných nástrojů pro řízení na trhu a jejich cen.

KLÍČOVÁ SLOVA

Metoda PERT, Síťová analýza, Grafy, Řízení a plánování procesů

ANNOTATION

This work deals with problems of large-scale projects control and with the methods of network analysis, which are used for projects management. The output of the work is a SW tool with the possibility of repeated control of the project's plan and its reality. This work also compares professional software products available on the market and their prices.

KEYWORDS

PERT method, Network Analysis, Charts, Projects management

Obsah

Seznam zkratek	16
Seznam tabulek	17
Seznam obrázků	18
1. Úvod	13
1.1. Cíl a metodika práce	13
2. Analýza dostupných metod a nástrojů pro řízení projektu.....	15
2.1. Operační výzkum.....	15
2.2. Síťová analýza	16
2.3. Základní pojmy síťové analýzy	17
2.4. Grafické modely projektů.....	18
2.5. Metody síťové analýzy – Síťové diagramy	19
2.5.1. Metoda CPM	20
2.5.2. Metoda PERT.....	24
2.5.3. Metoda Kritického řetězu CCPM.....	31
2.6. Ganttův diagram	33
2.7. Porovnání možností a finanční náročnosti SW nástrojů na trhu	34
2.7.1. MS Project.....	34
2.7.2. Spherical Angle	36
2.7.3. Primavera Project Planner.....	36
2.7.4. Select Process Director	37
2.7.5. AllFusion Process Management Suite	38
2.7.6. Sciforma PS8 project management software	38
2.7.7. WBS Chart Pro, PERT Chart EXPERTS.....	38
2.7.8. ProChain.....	39
2.7.9. Workshop atallon	39
2.7.10. GanttProject.....	39
2.7.11. Porovnání cen některých nástrojů	40
3. Interaktivní nástroj řízení	41
4. Programátorská dokumentace programu.....	42
4.1. Seznam používaných souborů v programu.....	42
4.2. Diagram tříd.....	43
4.3. Repräsentace použité struktury grafu	44
4.4. Programátorský popis hlavního okna aplikace.....	45

4.5.	Třídy a jejich metody.....	45
4.5.1.	Třída Usek.....	45
4.5.2.	Třída Uzel.....	45
4.5.3.	Třída SADTGraf.....	45
4.5.4.	Třída Graf.....	46
4.5.5.	Třída Vrchol.....	47
4.5.6.	Třída Cesta.....	48
4.5.7.	Třída Nasledovnici.....	49
4.5.8.	Ostatní třídy.....	49
4.6.	Hlavní metody a jejich algoritmy.....	50
5.	Uživatelská dokumentace.....	52
5.1.	Menu Soubor.....	52
5.2.	Menu Projekt.....	54
5.3.	Menu Nástroje.....	59
5.4.	Kontextové menu.....	61
6.	Závěr.....	64
	Literatura.....	65
	Příloha A – UML diagram tříd.....	67
	Příloha B – soubor tabulka.txt – tabulka distribučních funkcí.....	68
	Údaje pro knihovnickou databázi.....	70

Seznam zkratk

- PERT – Program evaluation review technique
- CPM – Critical path method ,metoda kritické cesty
- UML – Unified modeling language, unifikovaný jazyk pro tvorbu diagramu
- CCPM – Critical chain project management, metoda kritického řetězce
- OV – Operační výzkum

Seznam tabulek

Tabulka 1 Tabulka porovnání cen některých nástrojů	40
Tabulka 2 Pole hran	44
Tabulka 3 Pole následovníků	44
Tabulka 4 Pole vrcholů	44

Seznam obrázků

Obrázek 1 Multigraf, Zdroj [10]	17
Obrázek 2 Síť, Zdroj [10].....	18
Obrázek 3 Nesprávný a správný způsob konstrukce síťového grafu, Zdroj [2] 19	
Obrázek 4 Ohodnocení vrcholů síťového grafu, Zdroj [2]	21
Obrázek 5 Grafické znázornění jednotlivých typů rezerv Zdroj: [3]	24
Obrázek 6 Normální rozdělení pravděpodobnosti	25
Obrázek 7 Ohodnocení vrcholů síťového grafu, Zdroj [2]	29
Obrázek 8 Ukázka Ganttova diagramu	33
Obrázek 9 Ukázka programu MS Project	36
Obrázek 10 Ukázka z programu Primavera Project Planner [4]	37
Obrázek 11 Ukázka z programu GanttProject [5].....	40
Obrázek 12 Hlavní okno programu.....	52
Obrázek 13 Menu načtení ze souboru.....	52
Obrázek 14 Dialogové okno otevření souboru.....	53
Obrázek 15 Menu ulož do souboru	54
Obrázek 16 Menu Projekt / Vykresli graf	54
Obrázek 17 Vykreslený graf	55
Obrázek 18 Menu Projekt/Vykresli osy	55
Obrázek 19 Dialogové okno pro časové údaje projektu a další nastavení	56
Obrázek 20 Vykreslení s aktualizovaným ukazatelem	56
Obrázek 21 Vykreslení os	57
Obrázek 22 Zobrazení stochastických údajů.....	57
Obrázek 23 Zobrazení deterministických údajů	58
Obrázek 24 Menu Vypiš nejbližší.....	58
Obrázek 25 Menu Právě probíhá.....	58
Obrázek 26 Probíhající a bezprostředně následující činnosti	58
Obrázek 28 Dialog zobrazení tabulky.....	59
Obrázek 29 Menu Nástroje/Nastavení	59
Obrázek 27: Menu Výpis tabulky	59
Obrázek 30 Záložka pro nastavení barev a písma grafu	60
Obrázek 31 Okno pro nastavení stylu písma.....	60
Obrázek 32 Záložka pro jednotlivá nastavení u vykreslování os.....	61
Obrázek 33: Kontextové menu editace	61
Obrázek 34: Dialogové okno editace vrcholu	62
Obrázek 35: Dialogové okno editace činnosti	62
Obrázek 36 Menu Výpočet rezervy	63
Obrázek 37: Okno s vypočítanou pravděpodobností záporné rezervy.....	63
Obrázek 38 Dialogové okno pro časové údaje projektu a další nastavení	63

1. Úvod

Disciplína projektového řízení se v poslední době stává velmi populární. Řada organizací realizuje pomocí projektů své změny, cíle a strategické vize související s působením na trhu. Některé organizace formou projektů dokonce realizují většinu svých činností a zcela tomu přizpůsobují svou organizační strukturu.

Ať už si to uvědomujeme či ne, my lidé řídíme různé projekty, když děláme něco, co má předem daný cíl, začátek a konec. Někdo je v tom přirozeně dobrý, jiný si počíná hůře. Úspěšnost svých projektů může ale každý zvýšit přenesením pozornosti a důrazu na způsob, jakým jsou tyto projekty řízeny.

Projekt je jedinečný proces sestávající se z řady koordinovaných a řízených činností s daty zahájení a ukončení, prováděný pro dosažení cíle, který vyhovuje specifickým požadavkům. Zdroje na realizaci daného projektu jsou omezené, a proto není nikdy předem jistý jeho výsledek. Projekty mohou být hmotné i nehmotné, příklady takových projektů jsou třeba rozhodování o výběru SW pro firmu, vývoj systému pro správu výběru daní na ministerstvu, nový web pro zjednodušené obstarávání nákupu, ale i rekonstrukce koupelny nebo uspořádání školního srazu.

Projekt je tedy charakterizován jeho cílem (např. nový produkt/slужba), omezením jeho času a vynaloženým úsilím (lidské zdroje, výrobní kapacity, peníze).

Projektové řízení je potom proces, ve kterém jednotlivci nebo organizace využívají své zdroje k realizaci těchto projektů.

1.1. Cíl a metodika práce

Cílem diplomové práce je vývoj počítačové podpory pro řízení složitých projektů ve formě interaktivního SW nástroje. Princip nástroje by měl spočívat v návrhu modelu projektu a možnosti opakované kontroly stavu realizace projektu v porovnání s jeho plánem, čehož by mělo být docíleno přesným ukazatelem času a data daného okamžiku v modelu projektu a výpisem aktuál-

ně probíhaných činností a činností, které v modelu následují. V případě posunutí nějaké činnosti bude možný interaktivní zásah uživatele a editace časů a trvání činností. Samozřejmě je kontrola časových rezerv a pravděpodobnost dodržení stávajícího termínu. Nedílnou součástí práce bude i kritická analýza jednotlivých nástrojů na trhu.

2. Analýza dostupných metod a nástrojů pro řízení projektu

2.1. Operační výzkum

Operační výzkum je vědecká disciplína, zabývající se analýzou operací spjatých s řízením, fungováním a navrhováním složitých společensko-ekonomicko-technických systémů, tj. organizačních jednotek, v nichž jsou organicky spjati lidé a technická zařízení, a v nichž existují ekonomické, sociální, technické, materiálové a psychologické vazby. Jako příklad takového systému může sloužit průmyslový podnik, kterýkoliv jeho provoz, systém veřejné dopravy, systém zdravotních služeb apod.

Metody operačního výzkumu tedy spojuje zejména oblast praxe, ve které vznikaly. Sem spadá optimální rozdělování surovin, výrobků a pracovních sil, plánování projektů, úlohy zásobování, řešení problému opotřebením a obnovou zařízení, otázky spojené s čekáním na obsluhu, výběr nejlepší strategie, stanovení harmonogramu činností, atd. Dané poznatky nacházely své uplatnění zejména v ekonomice, hospodářské a společenské praxi, kde se setkáváme prakticky se stejnými, resp. analogickými situacemi.

Z teoretického hlediska jsou tyto problémy řešeny v mnoha oblastech matematiky: problém optimálního rozdělení zdrojů a pracovních sil se převedl na hledání maxima nebo minima lineární funkce (disciplína: lineární programování) nebo nelineární funkce (disciplíny: matematické programování nebo nelineární programování).

Volba optimální strategie podnítila rozvoj celého vědního oboru – teorie strategických her. Teorie pravděpodobnosti přinesla svou trochu do mlýna v otázkách front (v opravně, menze, bance, na maso nebo na mobil). Sekvenční, opakující se procesy vedly k rozvoji dynamického programování, řešícího úlohy užitím rekurzivních optimalizačních algoritmu.

Další významnou oblastí OV je řešení a plánování projektů. K tomu slouží disciplína s názvem síťová analýza (teorie grafu).

2.2. Sít'ová analýza

V praxi se často setkáváme se složitými systémy lidí, strojů a materiálů, které je nutné optimálně řídit k dosažení předem stanovených cílů. Činnosti těchto komplexních systémů zpravidla dají rozdělit do dílčích činností, které na sebe navzájem určitým způsobem navazují. Příkladem takového systému může být technologický proces zpracování průběžných nákladních vlaků v seřadovací stanici, stavba říční lodě v loděnici, ale i projekt pilotovaného letu na Mars nebo vývoj vakcíny na léčení infekčních nemocí. Každá činnost vyžaduje určitý čas k realizaci, spotřebovává zdroje (suroviny, materiály) a vyžaduje i lidskou aktivitu. Pro efektivní řízení těchto systémů je potřebné:

- *stanovení objektivně nutného času k realizaci projektu,*
- *stanovení dílčích časů*
- *používat efektivních prostředků pro kontrolu postupu prací,*
- *používat racionální a objektivní nástroje na odstraňování neočekávaných poruch postupu prací.*

Zdroj: [2]

Metody analýzy kritické cesty jsou jednou z nejrozšířenějších oblastí aplikace teorie sítí v praxi. Jedná se o souhrnné označení nástrojů modelování zkoumání relativně složitých systémů (procesů), používaných především při plánování, řízení, koordinaci a kontrole rozsáhlých projektů.

Projektem se rozumí soubor prostorově a časově vymezených činností. Celou množinu činností a jejich technologických a organizačních vztahů v určitém systému lze znázornit hranově nebo uzlově ohodnocenou sítí.

Sít'ová analýza je disciplína teorie grafů, která je zaměřena na analýzu projektů. Modelem projektu je sít'ový graf (speciální typ orientovaného grafu). Cílem sít'ové analýzy je nalezení kritické cesty a kritických činností popř. zjištění dalších údajů (rezervy činností apod.).

2.3. **Základní pojmy síťové analýzy**

Síťový graf představuje grafické znázornění modelovaného projektu, tj. zobrazuje návaznost činností prováděných v rámci daného projektu.

Uzel grafu představuje časovou událost, kterou je začátek nebo konec činnosti.

Hrana grafu představuje činnost, která klade nároky na čas, zdroje a má dynamický charakter.

Konečný graf má konečný počet uzlů a hran.

Orientovaný graf je tvořen orientovanými hranami, kterým je přiřazen určitý směr.

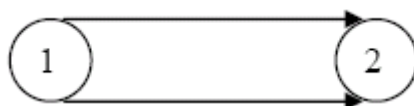
Hranově (uzlově) ohodnocený graf je graf, jehož každé hraně (uzlu) je přiřazeno alespoň jedno číslo (mapa trasy dálkového pochodu, každé spojnici mezi jednotlivými stanovišti je přiřazena její délka).

Cesta je posloupnost hran v orientovaném grafu, ve kterém každá hrana vychází z uzlu, v němž končí předcházející hrana cesty. Pokud cesta začíná a končí ve stejném uzlu, potom se jedná o **cyklus**.

Acyklický graf neobsahuje žádný cyklus.

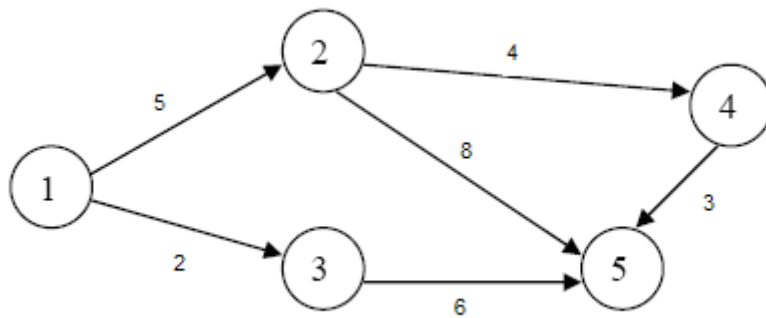
Souvislý graf je takový neorientovaný graf, pro který platí, že pro všechny dvojice jeho uzlů existuje alespoň jedna cesta, která je spojuje.

Multigraf je graf, ve kterém mezi některou dvojicí uzlů existuje více souhlasně orientovaných hran.



Obrázek 1 Multigraf, Zdroj [10]

Síť je konečný, souvislý, orientovaný, acyklický, hranově nebo uzlově ohodnocený graf, v němž existuje jeden počáteční uzel (nevstupuje do něj žádná hrana) a jeden uzel koncový (žádná hrana z něj nevystupuje).



Obrázek 2 Síť, Zdroj [10]

Síťový diagram je síťový graf, jehož hrany jsou ohodnoceny časovými údaji.

Délka cesty v síťovém diagramu představuje součet časových údajů přiřazených hranám, které tvoří uvažovanou cestu.

Kritická cesta jsou vrcholy a hrany sítě, jejichž prodloužením činností dojde k prodloužení celé délky konání projektu.

2.4. Grafické modely projektů

Projekty lze znázornit síťovým diagramem. Hrany představují jednotlivé činnosti a uzly představují začátky a konce jednotlivých činností.

Podmínky pro modelování a řízení projektu síťovým diagramem:

- 1) pro každou činnost je známá doba trvání
- 2) pro každou činnost je definována činnost předcházející a činnost následující
- 3) pokud je přihlíženo i k jiným kritériím optimality než doba trvání, každá činnost musí být ohodnocena příslušnými ukazateli (například kapacitní omezení)
- 4) cíl projektu je splněn, pokud jsou ve správném časovém sledu provedeny všechny činnosti, při splnění dalších podmínek například kapacitní omezení.

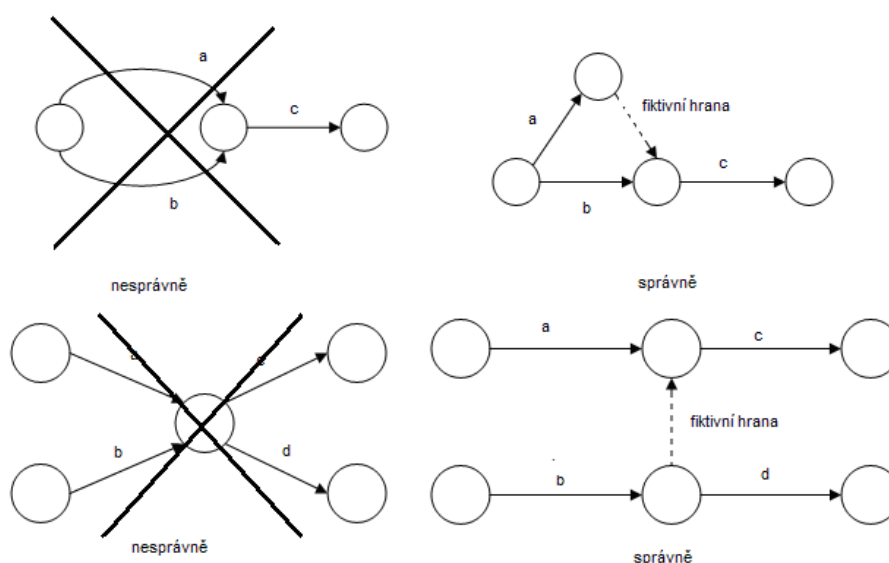
Síťový graf musí být zakreslen co nejpřehledněji. Délka hran nemusí

odpovídat době trvání na rozdíl od harmonogramu.

Konstrukci síťového grafu lze začít od počátečního uzlu (zvláště u známých projektů) nebo od koncového uzlu (především u doposud nerealizovaných projektů) nebo lze kombinovat oba způsoby.

Uzly jsou číslovány přirozenými čísly, počáteční uzel má nižší číslo než koncový. Hrany mají buď kladné ohodnocení (u skutečných činnostech) nebo nulové ohodnocení (u fiktivních činnostech). Fiktivní činnost slouží k vyjádření návaznosti skutečných činností nebo k zamezení vzniku multigrafu.

Zdroj: [10]



Obrázek 3 Nesprávný a správný způsob konstrukce síťového grafu, Zdroj [2]

2.5. Metody síťové analýzy – Síťové diagramy

První, nejznámější a nejrozšířenější modely a metody síťové analýzy, používané při plánování a řízení složitých projektů, jsou metody CPM a PERT.

Charakteristickým rysem těchto metod je zobrazení projektu ve tvaru grafu, přesněji řečeno v souvislosti s body zahájení a ukončení realizace projektu ve tvaru sítě a berou v úvahu pouze faktor času, takže slouží především k časové analýze kritické cesty. Síť zobrazuje příčinné vztahy mezi jednotlivými činnostmi - tedy v podstatě topologickou návaznost jednotlivých prací na

sebe. Například nejprve musí být proveden výkop, potom betonáž základů a teprve pak je možné postavit zeď z cihel, ne naopak.

Sít'ové diagramy: Graficky znázorněné aktivity a jejich vazby vytvářející síť. Mohou se lišit způsobem zobrazení aktivit a návazností - uzly a spojnice. Typickým příkladem je PERT diagram kde aktivity jsou zobrazeny jako kružnice a vztahy mezi aktivitami jako spojnice.

Jako další příklad se uvádí CPM (Critical Path Method - metoda kritické cesty) Tato metoda určuje návaznost aktivit, které rozhodují o délce celého projektu a nazývá je kritickou cestou. Aktivity, které neleží na kritické cestě, nemohou zkrácením svého trvání konečný termín projektu zkrátit.

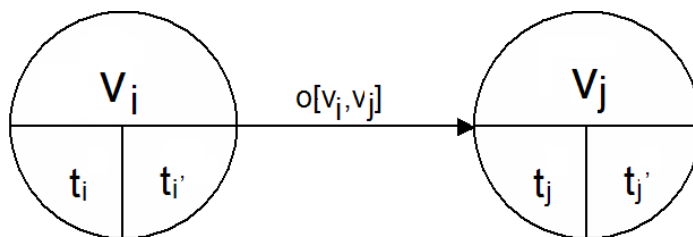
2.5.1. Metoda CPM

Metoda CPM patří mezi základní deterministické metody síťové analýzy, jejichž cílem je stanovení doby trvání projektu na základě tzv. kritické cesty. CPM umožňuje usnadnit efektivní časovou koordinaci dílčích, vzájemně na sebe navazujících činností v rámci projektu. Předpokládá se, že pro každou činnost známe dobu trvání, kterou je možné např. vypočítat z rozsahu práce a známé normy.

Metoda CPM předpokládá postupnou realizaci těchto kroků:

- Sestava modelu ve formě síťového grafu včetně očíslování uzlů.
- Určení doby trvání činností a propočet dílčích termínů uzlů a činností.
- Nalezení kritické cesty a její analýza.
- Výpočet časových rezerv uzlů a činností

Každý vrchol síťového grafu je ohodnocen dvěma časovými údaji:



Obrázek 4 Ohodnocení vrcholů síťového grafu, Zdroj [2]

$o[v_i, v_j]$ - doba trvání činnosti $[v_i, v_j]$

t_i - termín nejdříve možného zahájení činností, vycházejících z uzlu v_i

t_j - termín nejdříve možného ukončení činností, končících v uzlu v_j

t_i' - termín nejpozději možného zahájení činností, vycházejících z uzlu v_i

t_j' - termín nejpozději přípustného ukončení činností, končících v uzlu v_j

$t_i + o[v_i, v_j]$ - termín nejdříve možného konce činnosti $[v_i, v_j]$

$t_j' - o[v_i, v_j]$ - termín nejpozději možného konce činnosti $[v_i, v_j]$

T_i^0 - termín nejdříve možného výskytu (realizace) počátečního uzlu činnosti (i, j)

T_j^0 - termín nejdříve možného výskytu (realizace) koncového uzlu činnosti (i, j)

T_i^l - termín nejpozději přípustného výskytu (realizace) počátečního uzlu činnosti (i, j)

T_j^l - termín nejpozději přípustného výskytu (realizace) koncového uzlu činnosti (i, j)

Postup při výpočtu CPM

V první etapě se určují termíny nejdříve možné (tzv. výpočet vpřed) přičemž se postupuje od počátečního uzlu projektu ke koncovému.

Krok 1: V počátečním vrcholu v_0 položíme čas nejdříve možného začátku projektu roven nule $t_0 = 0$.

Krok 2: V síťovém grafu určíme pro všechny vrcholy $v_i \in V$, pro $i = 1, 2, \dots, n$ čas nejdříve možného začátku dílčích činností vycházejících z daného vrcholu - t_i . Čas t_i je dán maximální hodnotou z nejdříve možných konců činností vcházejících do vrcholu v_i tzn. délkou maximální dráhy mezi počátečním vrcholem v_0 a vrcholem v_i $o[v_i, v_j]$.

$$v_i \in M^-(v_j) \text{ , kde } M^-(v_j) \text{ je množina předchůdců } v_j$$

$$t_j = \max (t_i + o[v_i, v_j])$$

Ve druhé etapě se určují termíny nejpozději přípustné (výpočet vzad).

Krok 3: Termín nejpozději přípustného ukončení projektu je roven termínu nejdříve možného ukončení činností $t_n = t_n$

Termíny nejpozději přípustné realizace uzlu t_i' se stanoví postupným odčítáním doby trvání činnosti $o[v_i, v_j]$ od termínů následujících uzlů t_j

$$v_j \in M^+(v_i) \text{ , kde } M^+(v_i) \text{ je množina následovníků } v_i$$

$$t_i' = \min (t_j - o[v_i, v_j])$$

Ve třetí etapě se určují všechny ostatní časové parametry činností, tedy tzv. lhůtové ukazatele (parametry t_i' , t_j , t_i' , t_j') a časové rezervy uzlů i hran. Na základě těchto ukazatelů lze stanovit kritickou cestu v projektu.

Krok 4: Určení kritické cesty: Platí-li pro některou činnost s počátkem v uzlu v_i a koncem ve vrcholu v_j :

$$t_i' = t_i, \text{ resp. } t_j' = t_j$$

nazýváme tuto činnost kritickou. Posloupnost kritických činností určuje

kritickou cestu, tedy orientovanou cestu v síti vedoucí od počátečního ke koncovému uzlu, která je tvořena kritickými činnostmi a určuje nejkratší možnou dobu potřebnou k realizaci celého projektu. Jde o nejdelší cestu v síti.

Krok 5: Časové rezervy uzlů a činností vypočteme podle vztahu

$R_i = t_i^c - t_i$. R_i je *Interferenční (kritická) rezerva uzlu i*. S pomocí interferenční rezervy uzlů lze snadno stanovit průběh kritické cesty, neboť pro uzly spojující dvě kritické činnosti platí, že $R_i = 0$. Jinými slovy, kritická cesta prochází uzly s nulovou interferenční rezervou.

Největší časová rezerva činnosti, představující časový úsek, o který lze zpozdit (prodloužit) činnost, aniž by došlo ke zpoždění termínu ukončení projektu je tzv. *celková časová rezerva činnosti (ij)* vypočítaná vztahem

$$r_{ij}^c = t_j^c - (t_i + o[v_i, v_j])$$

Při jejím vyčerpání se činnost stává kritickou. Kritická činnost má vždy nulovou celkovou rezervu.

Volná časová rezerva činnosti

$$r_{ij}^v = t_j - (t_i + o[v_i, v_j])$$

představuje časový úsek, o který lze zpozdit (prodloužit) činnost, aniž by došlo k narušení nejdříve možného počátku činnosti následující, tedy k jejímu zpoždění.

Nezávislá časová rezerva činnosti

$$r_{ij}^n = t_j - (t_i^c + o[v_i, v_j])$$

je nejmenší časová rezerva činnosti (může mít i zápornou hodnotu) a představuje časový úsek, o který lze zpozdit počátek činnosti oproti nejpozději možné realizaci výchozího uzlu, aniž by došlo k narušení nejdříve možného počátku činnosti následující, tedy k jejímu zpoždění.

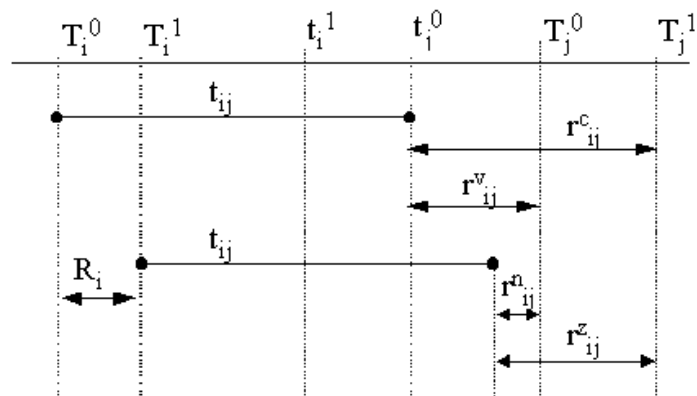
Zvláštní časová rezerva činnosti

$$r_{z,ij} = t_j^c - (t_i^c + o[v_i, v_j])$$

Jde o rezervu, jejíž využití může snížit celkovou a volnou rezervu následujících činností, ale nemá vliv na činnosti předcházející. Představuje časový úsek, o který lze zpozdít počátek činnosti oproti nejpozději možné realizaci výchozího uzlu, aniž by došlo k narušení termínu ukončení projektu.

Zdroj: [3]

Graficky lze velikosti jednotlivých rezerv zobrazit na časové ose:



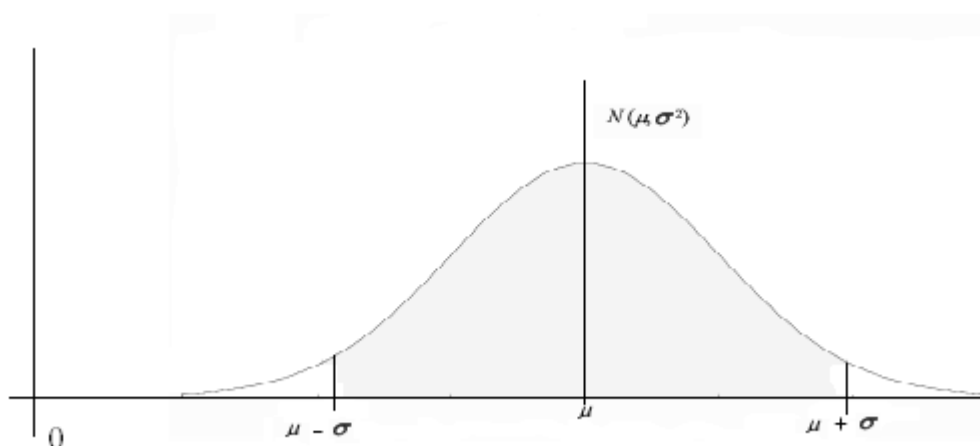
Obrázek 5 Grafické znázornění jednotlivých typů rezerv Zdroj: [3]

2.5.2. Metoda PERT

V metodě CPM se předpokládá jednoznačná znalost doby trvání činnosti t_{ij} (t_{ij} považujeme za časovou konstantu). Úlohy řešené metodami síťové analýzy jsou ale zpravidla unikátní, tj. neopakují se a pracuje se tedy často s odhadovanými údaji, zatíženými určitou chybou. Přestává-li deterministicky ohodnocená síť být adekvátním modelem skutečnosti, je třeba při časové analýze projektu vyjít ze stochasticky ohodnoceného síťového grafu, který je základem metody PERT.

Cílem modelů PERT (“Program Evaluation and Review Technique”) je takové uspořádání činností, které by zajistilo dodržení termínu dokončení projektu s dostatečně vysokou pravděpodobností. Základní odlišností od metody CPM je, že doba trvání činnosti není přesně známa, nýbrž je dána odhadem. Tato doba trvání není konstantou, ale náhodnou veličinou s určitým rozdělením pravděpodobnosti. Vzhledem k charakteru problémů řešených v rámci projektového řízení, bylo pro klasické postupy zvoleno rozdělení pravděpodobnosti

beta. Toto rozdělení je velmi blízké rozdělení normálnímu, je spojité, jednovrcholové, mírně asymetrické, ale na rozdíl od normálního je oboustranně ohraničené. Užitečnou vlastností beta rozdělení, kromě unimodálnosti a konečného variačního rozpětí, je že v závislosti na hodnotách parametrů může být symetrické stejně jako různým způsobem pozitivně nebo negativně sešikmené, takže umožňuje dostatečně pružně a přesně modelovat rozdělení hustoty pravděpodobností trvání jednotlivých činností.



Obrázek 6 Normální rozdělení pravděpodobnosti

Předpokladem výpočtu modelu PERT je kvalifikovaný odhad délek trvání jednotlivých činností a to ve formě tří časů:

a_{ij} je optimistický odhad doby trvání činnosti $[v_i, v_j]$. Činnost nemůže v žádném případě trvat kratší dobu, než je a_{ij} . Odpovídá nejkratšímu předpokládanému trvání činnosti za extrémně příznivých podmínek

b_{ij} je pesimistický odhad doby trvání činnosti $[v_i, v_j]$. Činnost nemůže v žádném případě trvat delší dobu, než je b_{ij} . Představuje nejdelší předpokládané trvání činnosti, přihlíží k možnosti, že realizace činnosti bude vzhledem k nepříznivým podmínkám obtížná

m_{ij} je nejpravděpodobnější (normální) odhad doby trvání činnosti $[v_i, v_j]$. Vychází z normálních podmínek při její realizaci.

Vyjde-li se z předpokladu beta rozdělení dob trvání činnosti, lze ze tří druhů odhadů pro každou činnost stanovit základní charakteristiky rozdělení,

tj. střední hodnotu, směrodatnou odchylku a rozptyl, které označíme $t_e[h]$, δ_{te} a δ_{te}^2 .

Čím vyšší je hodnota rozptylu, tím větší je pravděpodobnost, že skutečná hodnota doby trvání činnosti se bude více lišit od její střední hodnoty.

Cílem výpočtů PERT je výpočet středních hodnot a rozptylů všech termínů nejdříve a nejpозději možných pro všechny činnosti a uzly a určení tzv. očekávané kritické cesty. Dále na základě pravděpodobnostní analýzy vypočtených parametrů posoudit pravděpodobnost vzniku časové rezervy uzlů, pravděpodobnost konkrétní kritické cesty, pravděpodobnost dodržení plánovaného termínu dokončení projektu atd.

Stanovíme-li pro všechny činnosti projektu odhady středních hodnot dob jejich trvání a použijeme je k ohodnocení činností v síťovém grafu, můžeme přistoupit k výpočtu kritické cesty a časových rezerv činností shodným způsobem jako v případě CPM.

Střední hodnota doby trvání celého projektu je u metody PERT dána obdobně jako u CPM součtem středních hodnot trvání kritických činností, které jsou ovšem stochastickými veličinami. Proto i střední hodnota trvání projektu \bar{T} má pravděpodobnostní charakter. Stejně tak směrodatná odchylka i rozptyl doby trvání projektu δ popř. δ^2 jsou rovny součtu směrodatných odchylek popř. rozptylů trvání jednotlivých činností na kritické cestě, jsou-li doby trvání činností vzájemně nezávislé a mají-li shodná beta rozdělení. Vypočtené hodnoty jednotlivých druhů časových rezerv představují také jejich střední hodnoty.

V důsledku náhodného charakteru dob trvání činností je při časové analýze sítě pomocí PERT účelné stanovit jednak pravděpodobnost ukončení projektu za dobu \bar{T} , ale i pravděpodobnost, že např. celý projekt skončí za předem určenou dobou, která se liší od spočtené střední hodnoty \bar{T} , popř. určit střední hodnotu doby realizace projektu, připouští-li se s určitou pravděpodobností možnost, že projekt neskončí za dobu \bar{T} , ale později.

Tyto pravděpodobnostní charakteristiky je možno snadno vypočíst, dá-li se rozdělení doby trvání projektu jako náhodné veličiny aproximativně po-

psat např. normálním rozdělením. Tato podmínka je zpravidla splněna tehdy, jestliže počet činností na kritické cestě je dostatečně velký (alespoň 30), neboť potom na základě centrální limitní věty platí, že rozdělení náhodné veličiny T , která je součtem nezávislých shodně rozdělených náhodných veličin y_{ij} na kritické cestě, se blíží normálnímu rozdělení $N[\bar{T}, \delta_T^2]$. Hledané pravděpodobnosti získáme v takovém případě jako hodnoty distribuční funkce normálního rozdělení.

Pro náhodnou veličinu t normovanou ve tvaru

$$t = \frac{T - \bar{T}}{\delta_T},$$

kteřá má normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a s jednotkovým rozptylem, nalezneme odpovídající pravděpodobnosti v tabulce hodnot distribuční funkce normovaného normálního rozdělení.

Pravděpodobnost $p[T \leq \bar{T}]$, že skutečná doba realizace projektu nepřekročí spočtenou střední hodnotu trvání projektu \bar{T} , je rovna 0,5. Obdobným postupem lze dospět k vyčíslení pravděpodobnosti dodržení termínů ukončení i některých rozhodujících etap projektu - tzv. milníků nebo dokonce jednotlivých činností.

Postup výpočtu metodou PERT

Pro každou hranu $h[v_i, v_j] \in X$, kde X je množina všech hran v síti, $h=[v_i, v_j]$ a vrchol $v_i \in V$, kde V je množina všech vrcholů síťového grafu postupně určíme:

Očekávaný čas trvání činnosti $t_e[h]$ (střední hodnota) - převádí tři časové odhady dob trvání činnosti v jediný odhad střední hodnoty doby trvání činnosti. Pro potřeby určení času t_e byl za předpokladu beta rozdělení odvozen vzorec výpočtu prvního momentu k počátku:

$$t_e = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}$$

Rozptyl doby trvání činnosti $\delta^2[h]$ - pro čas t_e se hodnota rozptylu aproximuje s využitím pravidla 3σ pro normální rozdělení pravděpodobnosti:

$$\delta_e^2 = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2$$

Nejdříve možný konec činností vcházejících do vrcholu $T_E^{v_i}$ -
 resp. nejdříve možný začátek činností vycházejících z vrcholu je dán součtem časů t_e , které tvoří maximální dráhu z vrcholu v_o do vrcholu v_i . Žádnou činnost nelze zahájit, dokud nejsou ukončeny všechny činnosti, které ji bezprostředně předcházejí. Čas t_i chápeme jako střední hodnotu proměnné s normálním rozdělením pravděpodobnosti (centrální limitní věta).

$$T_E^{v_i} = \sum_{m[v_o, v_i]} t_e^{V_j}$$

$m[v_o, v_i]$ je maximální orientovaná cesta z v_o do v_i

Směrodatnou odchylku času $T_E^{v_i}$ - určí se analogicky podle definice času $T_E^{v_i}$

$$\delta_E^{v_i} = \sqrt{\sum_{m[v_o, v_i]} \delta_e^{V_j}}$$

Nejpozději nutný konec činností vcházejících do vrcholu $T_L^{v_i}$ -
 resp. nejpozději nutný začátek činností vycházejících z vrcholu je dán součtem časů t_e , které tvoří maximální dráhu z vrcholu v_i do vrcholu v_n . Aby nedošlo ke skluzu v době trvání projektu, musí všechny činnosti vcházející do daného vrcholu být ukončeny v jistém časovém okamžiku, tak aby bylo možné realizovat následující činnosti v požadovaných termínech. Čas $T_L^{v_i}$ chápeme jako střední hodnotu proměnné s normálním rozdělením pravděpodobnosti.

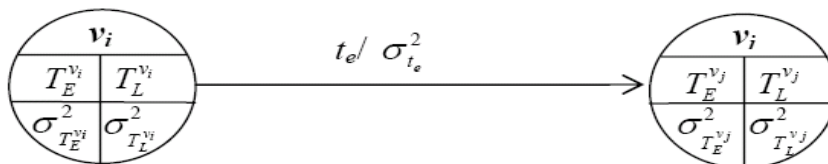
$$T_L^{v_i} = \sum_{m[v_i, v_n]} t_e^{V_j}$$

$m[v_i, v_n]$ je maximální orientovaná cesta z v_i do v_n

Směrodatnou odchylku času $T_L^{v_i}$ = určí se analogicky podle definice času $T_L^{v_i}$

$$\sigma_{T_L^{v_i}} = \sqrt{\sum_{e \in T_L^{v_i}} \sigma_e^2}$$

Tyto údaje se zapisují k příslušným hranám a vrcholům grafu následovně



Obrázek 7 Ohodnocení vrcholů síťového grafu, Zdroj [2]

Pravděpodobnost vzniku záporné rezervy – pravděpodobnost, že rezerva bude záporná $P\{R \leq 0\}$ určíme podle následujícího vztahu:

$$P\{R \leq 0\} = \Phi\left(\frac{F - \mu}{\sigma}\right)$$

Pravděpodobnost dodržení plánovaného termínu – pravděpodobnost dodržení plánovaného termínu $T_S^{v_i}$, tedy $P\{T_E^{v_i} \leq T_S^{v_i}\}$ určíme podle následujícího vztahu:

$$P\{T_E^{v_i} \leq T_S^{v_i}\} = \Phi\left(\frac{T_S^{v_i} - T_E^{v_i}}{\sigma_{T_E^{v_i}}}\right)$$

Pravděpodobnost překročení plánovaného termínu – pravděpodobnost překročení plánovaného termínu $T_S^{v_i}$, tedy $P\{T_E^{v_i} > T_S^{v_i}\}$ určíme podle následujícího vztahu:

$$P\{T_E^{v_i} > T_S^{v_i}\} = 1 - \Phi\left(\frac{T_S^{v_i} - T_E^{v_i}}{\sigma_{T_E^{v_i}}}\right)$$

Jestliže $T_S^{v_i} > T_E^{v_i}$ je pravděpodobnost dodržení termínu $p > 0.5$.

Jestliže $T_S^{v_i} = T_E^{v_i}$ je 50 % naděje na dodržení termínu.

Jestliže $T_S^{v_i} < T_E^{v_i}$ je pravděpodobnost dodržení termínu $p < 0.5$

Zdroj: [2]

Algoritmus výpočtu

Krok 1. Podle příslušných vztahů určíme pro každou hranu $h_{ij} \in X$ hodnotu očekávané doby trvání činnosti a jejího rozptylu.

Krok 2. V počátečním vrcholu v_o položíme čas nejdříve možného začátku projektu roven nule $T_E^{v_o} = 0$, rozptyl času je také roven nule $\delta_{T_E^{v_o}}^2 = 0$.

Krok 3. V síťovém grafu určíme pro všechny vrcholy $v_i \in V$, pro $i = 1, 2, \dots, n$ čas nejdříve možného začátku dílčích činností vycházejících z daného vrcholu - $T_E^{v_i}$ a příslušný rozptyl těchto hodnot - $\delta_{T_E^{v_i}}^2$. Čas $T_E^{v_i}$ je dán maximální hodnotou z nejdříve možných konců činností vcházejících do vrcholu v_i tzn. délkou maximální dráhy mezi počátečním vrcholem v_o a vrcholem v_i . Rozptyl $\delta_{T_E^{v_i}}^2$ času $T_E^{v_i}$ určíme jako součet rozptylů $\delta_{t_e}^2$ na maximální dráze mezi počátečním vrcholem v_o a vrcholem v_i , která je dána součtem dob trvání dílčích činností $t_e[h]$, $h \in m[v_o, v_i]$.

Krok 4. Čas nejpozději nutného ukončení projektu $T_L^{v_n}$ je roven času nejdříve možného končení projektu $T_L^{v_n} = T_E^{v_n}$, rozptyl času $T_L^{v_n}$ je roven nule $\delta_{T_L^{v_n}}^2 = 0$.

Krok 5. Určíme časy nejpozději nutného ukončení dílčích činností $T_L^{v_i}$ a jejich rozptyly $\delta_{T_L^{v_i}}^2$ pro $v_i \in V$, kde $i = 0.. n - 1$. Čas nejpozději nutného ukončení činností vcházejících do vrcholu je dán rozdílem času ukončení projektu $T_L^{v_n}$ a maximální hodnotou součtu dob trvání dílčích činností mezi vrcho-

lem v_i a vrcholem v_n .

Krok 6. Z výsledného síťového grafu určíme vrcholy a hrany, které leží na kritické cestě. Pro vrcholy kritické cesty platí, že $T_E^{v_i} = T_L^{v_i}$. Pro hrany ležící na kritické cestě platí, že časový interval mezi okamžikem nejdříve možného začátku této činnosti a okamžikem jejího nejpozději nutného konce je roven době trvání této činnosti, tzn.

$$T_L^{v_j} - T_E^{v_i} = t_e^{ij}.$$

Krok 7: Určíme pravděpodobnosti vzniku záporné rezervy ve vrcholech zadaného grafu $v_i \in V$, kde $i = 0, 1, \dots, n$, pravděpodobnost dodržení a překročení požadovaného termínu T_s .

Zdroj: [2]

2.5.3. Metoda Kritického řetězu CCPM

Metoda kritického řetězu je další metodou plánování a řízení projektů, která ale klade hlavní důraz na prostředky potřebné k dokončení úlohy. Byla vyvinuta Eliyahu M. Goldratt. Výjimečnost metody CCPM spočívá v tom, že se kromě využití matematických metod zaměřuje na oblast chování a jednání lidí podílejících se na projektu a to především na jejich tendenci zabudovávat do odhadu délky trvání činnosti také empirickou rezervu chránící termíny úkolů před nepředvídanými událostmi. Metoda CCPM všechny činnosti očišťuje o tyto rezervy a vytváří tzv. buffery, chránící jak celý projekt, tak činnosti na nekritických větvích a cestách projektové osnovy. Díky těmto postupům dochází v praxi k významnému snížení podílu projektů nesplňujících plánované časové ukazatele. Metoda CCPM se zabývá především řešením následujících problémů.

Multitasking

Princip multitaskingu spočívá v tom, že zdroje, které jsou potřeba k dokončení projektu (v tomto případě především lidé) bývají často zapojeny i do jiných činností, nebo mají další své jiné povinnosti. Věnují se proto především těm činnostem, které jsou v tu chvíli nejvíce potřeba, nebo na které je

největší tlak ze strany vedoucích a ostatní činnosti tak zanedbávají. Prakticky se multitasking projevuje trvalým "přeskakováním" z jedné činnosti na druhou.

Multitasking prodlužuje projektové časy cca 4 - 6 krát.

Celková doba trvání projektu nezávisí pouze na kritické cestě, ale i na dostupnosti jednotlivých zdrojů.

Kritický řetěz není určen pouze nejdelší posloupností činností danou logickými a časovými návaznostmi, ale také dostupností jednotlivých zdrojů v daném časovém intervalu.

Murphyho projektové zákony

Vychází ze rčení „Co se může pokazit, to se pokazí“, proto odhady doby trvání jednotlivých činností v sobě zahrnují jistou skrytou rezervu.

Parkinsonův projektový zákon

"Činnost trvá nejméně tak dlouho, jak dlouhý má přidělený časový interval."

Některé činnosti skončí dříve než bylo plánováno, ale odpovědní pracovníci je předávají až v časovém termínu původně určeném. Činí tak často z obavy, aby v budoucnu nebyly zpřísněny požadavky na jejich práci.

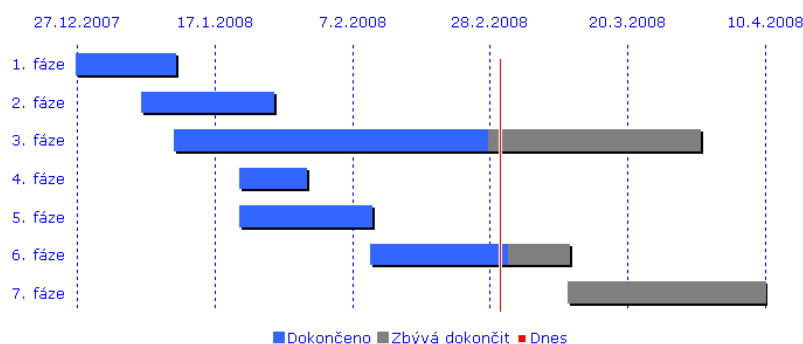
Pokud bude některá úloha dokončena dříve a ihned odevzdána, většinou to nepovede ke zkrácení doby trvání celého projektu, protože zdroje, které jsou potřeba pro zahájení následující úlohy jsou v okamžiku dřívějšího dokončení předchozí úlohy stále nedostupné.

Studentův syndrom

Jak už název napovídá, vychází tento jev z chování studentů, kdy v případě zadání nějaké práce studentům všichni požadují již od začátku prodloužení termínu, a pokud jim bude termín prodloužen, pak v domnění, že je ještě na dokončení hodně času začnou pracovat na svých projektech až mnohem později, čímž vyčerpají rezervy, které by byly potřeba při jiných úkolech.

2.6. Ganttův diagram

Sít'ové diagramy jsou výborným nástrojem pro plánování průběhu projektu, ale při řízení jeho realizace nejsou moc přehledné. K tomu slouží mnohem přehlednější sloupcové diagramy a především Ganttův diagram.



Obrázek 8 Ukázka Ganttova diagramu

Ganttův diagram umožňuje přehledně prezentovat aktuální stav na projektu, směrný a aktuální plán, zejména údaje časového rozvrhu, práce, nákladů, financování a zisku na projektu.

K aktualizaci a prezentaci závislostí mezi úkoly poskytuje Ganttův diagram strukturu na časové stupnici (ose), zejména ke znázornění důležitých termínů.

Prezentace souhrnných úkolů mohou poskytovat požadované sumarizace hodnot směrných, aktuálních a současných plánovaných ukazatelů podle reálné situace projektu. V současné době Ganttův diagram patří k nejpoužívanějším formám prezentace projektových modelů pro plánování a řízení rozsáhlých projektů.

Hlavní výhodou Ganttova diagramu je tedy přehlednost projektových ukazatelů na časové ose, a přehlednost hierarchické struktury projektu.

Na horizontální ose Ganttova diagramu je časové období trvání projektu, rozdělené do stejně dlouhých časových jednotek (dny, týdny, ..) Na vertikální ose jsou pak jednotlivé činnosti na které se projekt rozpadá, vždy jeden řádek pro jednu činnost. Na ploše diagramu jsou jednotlivé činnosti označeny

obdélníky (pruhy) jejichž levá strana označuje plánovaný začátek činnosti a pravá strana plánované ukončení. Délka pruhu tak označuje předpokládanou délku trvání činnosti.

Pro řízení projektů můžeme poměrně snadno vytvořit Ganttův diagram ze síťového grafu tím způsobem, že do jeho formuláře nejprve vyneseme činnosti ležící na kritické cestě a potom ostatní, s vyznačením jejich návazností i časových rezerv.

2.7. Porovnání možností a finanční náročnosti SW nástrojů na trhu

Řízení větších projektů se dnes neobejde bez adekvátní nástrojové podpory, protože zaznamenávání všech zápisů, požadavků, změn, plánů, harmonogramů, úkolů a informací o jejich plnění stejně jako vytvářených produktů do papírových dokumentů by spotřebovalo příliš času, lidské práce a peněz, pokud by vůbec bylo možné.

Programů pro správu a řízení projektů existuje velmi mnoho. Bývají často součástí firemních informačních systémů, ale máme i mnoho univerzálních programů. Většina má ale společné dvě věci: jde o proprietární produkty (často navíc dost drahé) a jejich použití je omezeno na systém Microsoft Windows.

2.7.1. MS Project



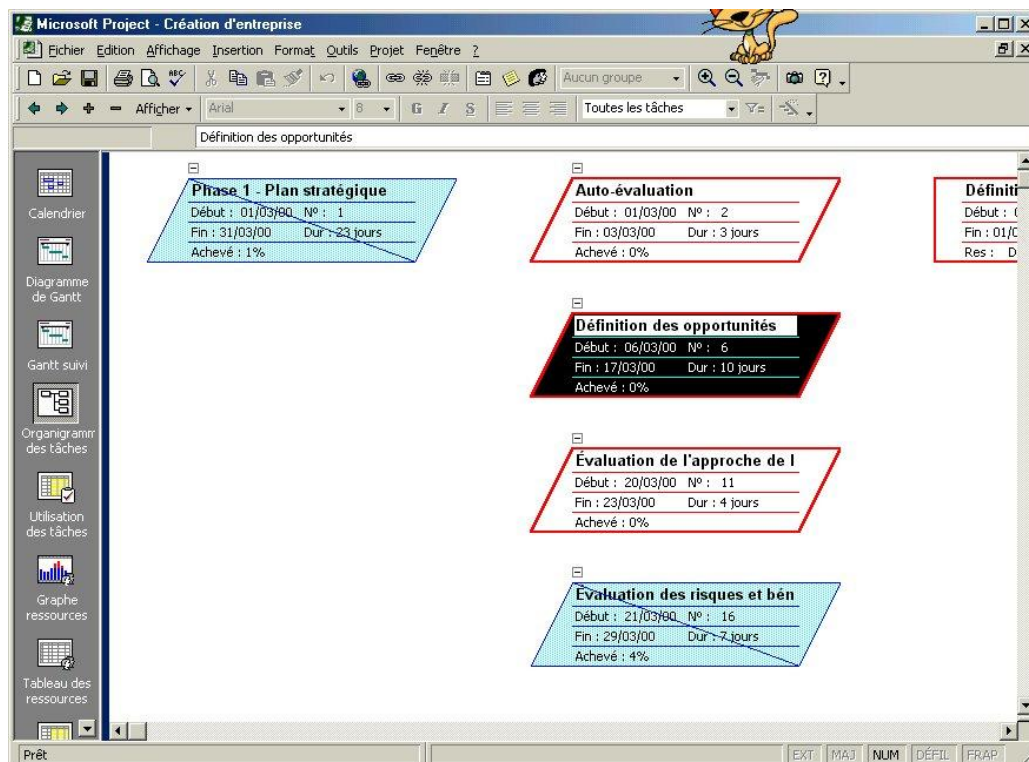
Microsoft Project je v současnosti označován za nejvíce využívaný účinný software pro tvorbu projektů. Je to nástroj na projekt management, který je součástí kancelářského balíku Microsoft Office od společnosti Microsoft. Slouží k podpoře projektového řízení, správu úkolů, zdrojů a zjišťování aktuálního stavu projektu. Poskytuje různé výstupy - Ganttův diagram, kalendáře, analýzu PERT, CPM, atd. MS Projekt rozpoznává různé třídy uživatelů, tzn., že každý uživatel má přístup k jiným datům, které on sám potřebuje. Uživatelské objekty, jako jsou kalendáře, pohledy, tabulky, filtry atd. jsou uloženy globálně a jsou sdíleny všemi uživateli.

Software zajišťuje stálou informovanost a kontrolu nad prací na projektu, plány a financemi, pomáhá zachovat informovanost a vyšší produktivitu projektových týmů díky integraci s aplikacemi Microsoft Office, nabízí účinné možnosti vytváření sestav a plánování a obsahuje flexibilní nástroje.

V programu Project jsou vytvářeny a úprava sady úkolů pro dosažení cílů velice snadné. Software pro správu projektu je neocenitelným nástrojem pro vytvoření základního projektového plánu. Kromě toho Project rychle přepočítává rozvrhy a umožňuje zviditelnit, jak změny v jedné části projektu ovlivní celkový plán. Nové úkoly, velmi staré úkoly, prozatímní data, která ovlivňují jiné úkoly nebo nepravidelná dostupnost zdrojů - vše může normálně uniknout pozornosti, ale v programu Project je vše co je definováno pod kontrolou.

Informování všech osob (přičemž každé z nich náleží pouze část informací) je bez softwarové pomoci rovněž velmi pracné. Dělníci musí vědět, co a do kdy mají udělat. Management musí být informován o pokroku projektu. V produktu Project je možné rychle vytvářet hlášení a potřebné informace tak, aby byl management i dělníci stále informováni.

Graf PERT (zkratka pro hodnocení programu a kontrolní postupy) je grafický pohled na závislosti mezi úkoly projektového rozvrhu. Graf PERT reprezentuje všechny úkoly projektu jako boxy (nazývané též uzly). V uzlu je možné zobrazit až pět polí informací. Implicitními poli uzlu jsou: název úkolu, číslo ID úkolu, plánovaná doba trvání, plánované počáteční a plánované koncové datum. Každé pole může po změně zobrazovat požadované informace. Spojnice mezi uzly (vazby úkolů) odráží závislosti mezi úkoly. Graf PERT nabízí celkový pohled na projekt. Jakékoliv změny v projektu se projeví i v jiných pohledech produktu Project.



Obrázek 9 Ukázka programu MS Project

2.7.2. Spherical Angle



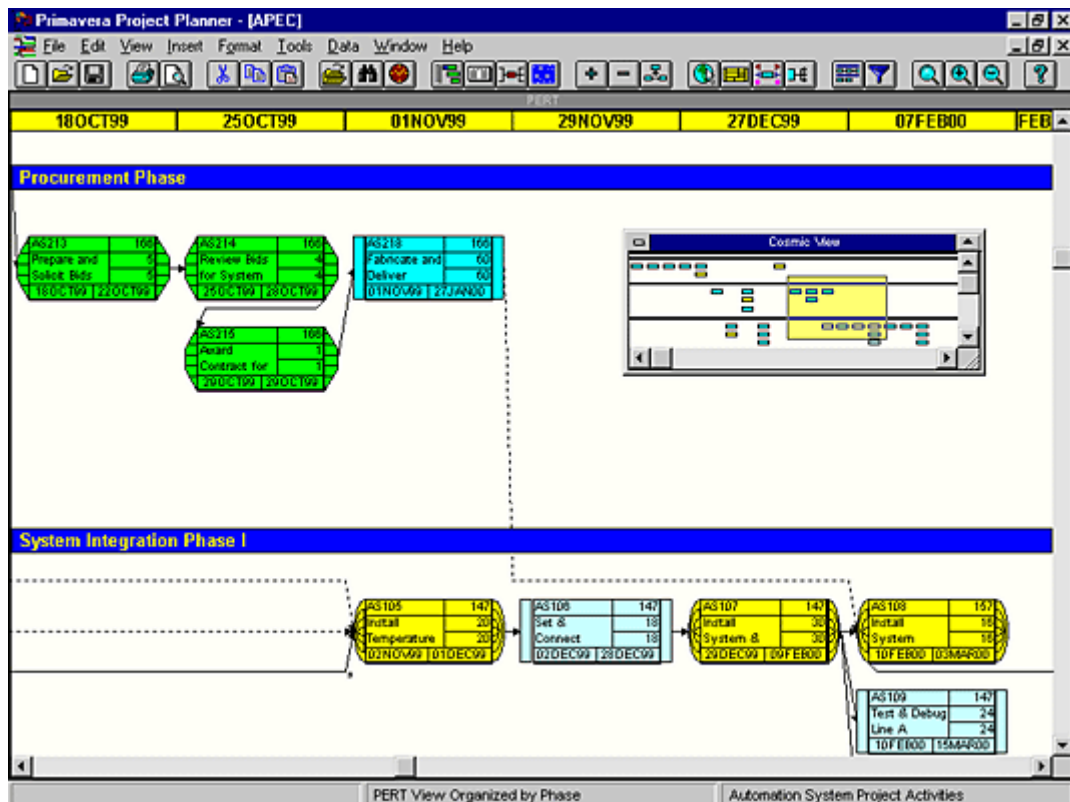
Přídavný modul do MS Projectu, který umožní plánování projektů metodou Critical Chain.

2.7.3. Primavera Project Planner



Velmi rozšířeným systémem pro řízení velkých projektů je Software Primavera Project Planner (zkráceně P3) od společnosti Primavera Systems Inc., odkoupenou společností Oracle. Do značné míry se podobá produktu MS Project. K výhodám tohoto systému patří snadné zaškolení obsluhy díky předdefinování nejpoužívanějších funkcí, možnost sumarizovat činnosti do balíků podle libovolného kritéria a vysoká grafická hodnota výstupních sestav. Pro řízení a koordinaci všech projektů ve firmě vyvinula Primavera produkt Prima-

vera Enterprise. Pro menší a střední projekty firma Primavera vyvinula software pod názvem SureTrak Project Manager. Jedná se o jednoduchý, ale efektivní software pro plánování a řízení projektů. Pro grafické znázornění jsou k dispozici Ganttův diagram nebo PERT graf.



Obrázek 10 Ukázka z programu Primavera Project Planner [4]

2.7.4. Select Process Director



Select Process Director společnosti Select Business Solutions přináší koncepci praktického uplatnění standardizovaných postupů v rámci životního cyklu vývoje softwarových aplikací. Pomocí XML rozhraní usnadňuje sdílení znalostí v týmu, nabízí šablony, odhady pracnosti atd. Tyto nástroje jsou využitelné pro opakovanou úspěšnou realizaci podobných prací.

2.7.5. AllFusion Process Management Suite



Sada nástrojů AllFusion Process Management Suite je od společnosti Computer Associates. První část funkcionality je zaměřena na modelování, ukládání a optimalizaci procesů. Druhá a největší část umožňuje návrh, plánování, řízení, sledování a vyhodnocování projektů z oblasti vývoje software. Hlavní důraz je kladen na vyhodnocování úspěšnosti v průběhu projektu.

2.7.6. Sciforma PS8 project management software



Mocným nástrojem na řízení projektů je Sciforma. Nástroj PS8 umí jak kritickou cestu, tak kritický řetěz.

Z webu výrobce je možné stáhnout 30denní zkušební verzi. Po instalaci stačí kliknout na menu Help a v něm na položku "Getting started with PS8". Objeví se návod Krok-za-krokem, který vysvětluje základní operace včetně vysvětlení teorie plánování projektu. Ovládání je úplně jiné než u programů typu Microsoft Office, proto je jeho používání ze začátku poměrně náročné. Na druhou stranu je to ale výborný pomocník pro plánování malých i nesmírně složitých projektů.

2.7.7. WBS Chart Pro, PERT Chart EXPERTS

WBS Chart Pro je software pro řízení projektů, který se dá využít na vytvoření a zobrazení projektů pomocí struktury jednotlivých činností (Work Breakdown Structure WBS). WBS zobrazí přehled projektu jak pomocí stavu seskupených úkolů, tak i jednotlivých činností zahrnutých v každém seskupení. Umí pracovat i se soubory MS Projectu.

PERT Chart EXPERT je aplikace pro tvorbu PERT grafů. PERT graf ukazuje úkoly v projektu a jejich vzájemné vazby.

2.7.8. ProChain

Nástroj pro plánování projektů, který při řízení využívá metodu kritického řetězu.

2.7.9. Workshop atallon



Atollon Workshop pokrývá celý průběh životního cyklu projektu. Od plánování prostředků, přes realizaci zakázek, až po finální vyúčtování a celkové hodnocení. Atollon Workshop je možné využít jak pro řízení běžných, dlouhodobých projektů, např. ve firmách poskytujících služby, tak pro jednorázové projekty komplexního charakteru ve stromové struktuře, řízené pomocí úkolů a jejich vazeb. Atollon Workshop nabízí plánování jak na úrovni lidských, tak hmotných zdrojů nebo dodavatelů. Plánování je zajištěno úkoly, kalendářem a finančním rozpočtem. Uživatelé získávají komfortní nástroj pro zanesení odpracovaného času a spotřebovaných výdajů. Tyto mají návaznost na další vyúčtování projektu a hodnocení výnosnosti projektu a efektivity práce pracovníků (jak interních, tak externích) na projektu.

2.7.10. GanttProject

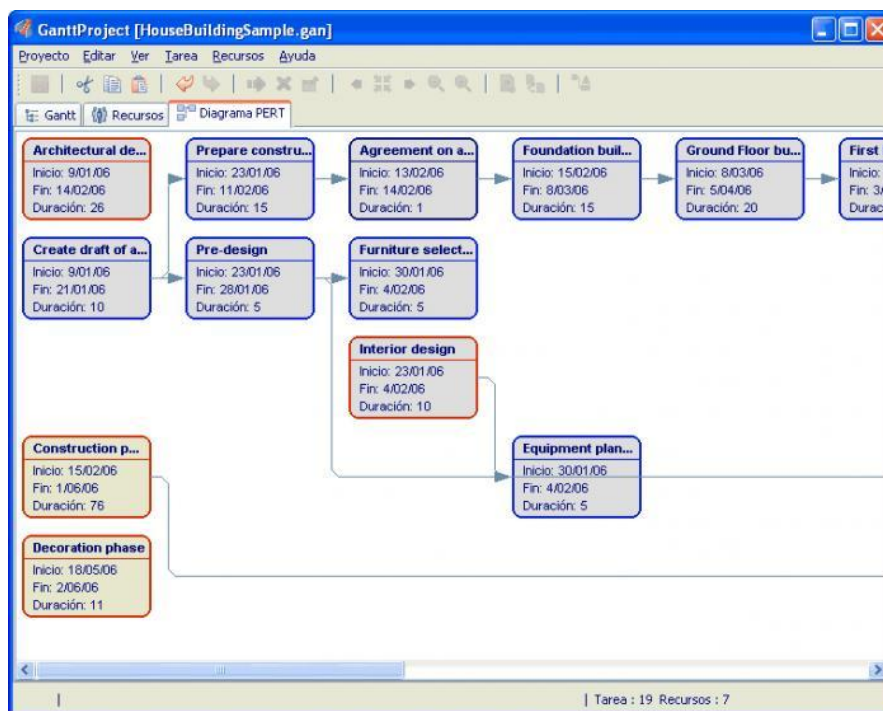


Kromě placených a drahých produktů existuje i celá řada nástrojů, které jsou zcela zdarma. Jedním z nich je GanttProject. Je napsán v Javě, je tedy použitelný všude, kde je k dispozici prostředí pro běh programů v tomto jazyce (GNU/Linux, Microsoft Windows, Solaris, Mac OS X apod.).

GanttProject podporuje všechny základní funkce pro řízení projektů. Tedy vytvářet (upravovat, odstraňovat) činnosti v projektu, nastavovat mezi nimi závislosti, alokovat pro ně zdroje, sledovat plnění, kontrolovat spotřebu zdrojů a případná přetížení atd.

Program má schopnost exportovat data do různých formátů (HTML, PDF, CSV, obrázky atd.), umožňuje ukládat data na server a z některých for-

mátů také importovat. Důležitou kategorií je import a export formátů programu Microsoft Project.



Obrázek 11 Ukázka z programu GanttProject [5]

2.7.11. Porovnání cen některých nástrojů

Nástroj	Cena	Poznámka
MS Project	\$700-\$1000	
Spherical Angle	\$900	Přídavný modul k MS Project
Sciforma PS8	\$1000	
ProChain	\$700	
Workshop Atollon	\$600	
GanttProject	Zdarma	

Tabulka 1 Tabulka porovnání cen některých nástrojů

3. Interaktivní nástroj řízení

Na základě analýzy jednotlivých metod a kritického rozboru nástrojů pro řízení úloh síťové analýzy dostupných na trhu byl vytvořen interaktivní SW nástroj umožňující:

- Výpočet kritické cesty na grafu pomocí metody PERT,
- výpočet jednotlivých rezerv pro nekritické činnosti,
- vykreslení síťového grafu se zvýrazněnou kritickou cestou včetně popisu jednotlivých činností a jejich údajů,
- editace jednotlivých činností, jejich časů i popisů,
- zobrazení časové osy včetně popisků časových údajů,
- nastavení časových jednotek dle potřeby,
- zobrazení právě probíhajících činností a činností, které bezprostředně následují,
- sledovat ukazatel aktuálního času,
- úprava síťového grafu dle potřeby uživatele
- změnit nastavení zobrazení dle uvážení uživatele

Podobných nástrojů je na trhu celá řada, bývají však součástí rozsáhlých balíčků, jejichž cena není nízká a pro malé firmy by tato investice mohl být značný problém. Tento nástroj kombinuje vše podstatné pro řízení projektů a může být vytvořen přímo na míru menším firmám. Vytvořený nástroj využívá jak výhod ganttova diagramu, což je zobrazení časové osy a aktuálního časového ukazatele, tak síťového grafu, ve kterém jsou vidět všechny návaznosti v grafu.

Interaktivní nástroj byl vyvinut ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio 2005 v programovacím jazyce C#. Toto vývojové prostředí poskytuje pokročilé vývojové nástroje a různé funkce pro vytvoření profesionálních aplikací.

4. Programátorská dokumentace programu

V programu byl využit hranově orientovaný, ale i vrcholově orientovaný přístup. Každá hrana si pamatuje informace o počátečním a koncovém vrcholu, a každý vrchol si pamatuje informace o svých následnících.

4.1. Seznam používaných souborů v programu

V této kapitole jsou popsány všechny soubory programu.

➤ *Abstract.cs*

Implementace abstraktních třídy SADTGraf, která využívá třídy Cesta a Usek.

➤ *Konkret.cs*

Tento soubor obsahuje třídy na obsluhu vrcholů a hran(cesty grafu) Vrchol a Cesta. Tyto třídy jsou odvozené od abstraktních tříd ze soubor abstrakt.cs.

➤ *Nasledovnici.cs*

Implementace třídy Nasledovnici, uchovávající ke každému vrcholu jeho incidenční hranu a vrchol, do kterého tato hrana vede.

➤ *Form1.cs*

Hlavní okno programu a jeho funkce .

➤ *Form2.cs*

Pomocný dialog pro zobrazení na hlavní obrazovce. Možnost výběru zobrazení pomocných os, jednotlivých údajů atd.

➤ *Form3.cs*

Dialog pro editaci vrcholů.

➤ *Form4.cs*

Dialog pro editaci cest.

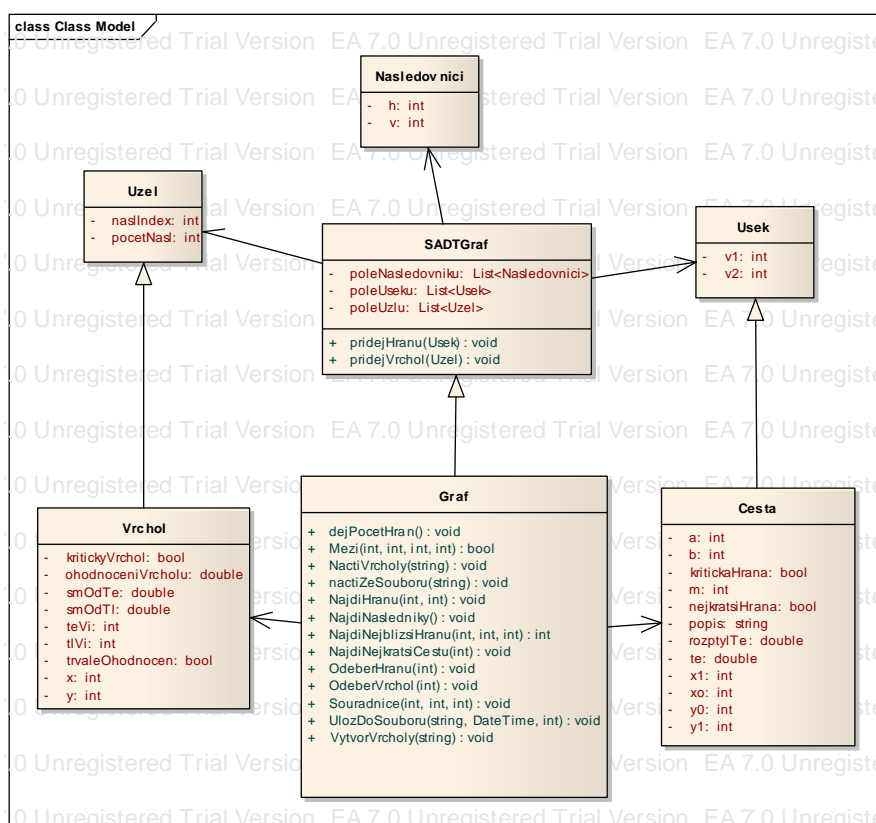
➤ *TabulkaDialog.cs*

Dialog pro výpis grafu ve formě tabulky. Umožňuje editaci jednotlivých údajů.

➤ *tabulka.txt*

Tabulka distribučních funkcí pro výpočet rezerv a pravděpodobnosti dodržení termínu.

4.2. Diagram tříd



4.3. Reprezentace použité struktury grafu

Pro uchování struktury grafu jsou k dispozici tři pole, pole vrcholu, pole následovníků a pro uchování jednotlivých činností je ještě k dispozici pole hran. Výhoda této struktury je především indexový přístup, díky kterému je možno okamžitě přistoupit na jakékoliv místo v poli. Indexový přístup je mnohem rychlejší než sekvenční. Nevýhodou této struktury je pomalejší vkládání a odebírání prvků, ale to není hlavním úkolem programu. Princip struktury je ukázán na následujícím schématu a ukázán na příkladu.

index hrany	poč.v rchol	konc.v rchol
0	0	1
1	1	4
2	0	2
3	2	4
4	1	2
5	2	3
6	3	4
7	0	3

Tabulka 2 Pole hran

index vrcho-	naslIndex pocetNasl	naslIndex	nasl.vrchol	hrana
0	0	0	1	0
1	3	1	2	2
2	2	2	3	7
3	5	3	2	4
4	2	4	4	1
5	7	5	3	5
6	1	6	4	3
4	Nemá následníka	7	4	6

Tabulka 4 Pole vrcholů

Tabulka 3 Pole následovníků

Vrchol s indexem 0 má tři následníky, kteří začínají v poli následníků na indexu 0. Jeho následníci jsou tedy vrchol 1 (přes hranu 0), vrchol 2 (přes hranu 2) a vrchol 3 (přes hranu 7).

4.4. Programátorský popis hlavního okna aplikace

Hlavní okno programu, Form1, má přes celou šířku a délku paintbox, na kterém se pak provádí vykreslení grafu. Posunutí ukazatele je využíváno pomocí timeru, který vždy kontroluje, zda již uběhla určitá doba, pokud ano posune ukazatel. Výpis probíhajících a následujících činností je pomocí listboxu, který se zviditelní až při zavolání této funkce. Všechny další výpisy na této stránce se vypisují metodou Drawstring, protože pomocí Labelu by bylo vypisování mnohem pomalejší a náročnější na systémové prostředky.

4.5. Třídy a jejich metody

4.5.1. Třída Usek

Tato třída obsahuje pouze atributy v1 a v2, značící počáteční a koncový vrchol dané hrany.

4.5.2. Třída Uzel

Obsahuje atributy pocetNasl a naslIndex uchovávající index prvního následníka v poli následníků a celkový počet následníků každého vrcholu.

4.5.3. Třída SADTGraf

Atributy

- *private List<Usek> poleUseku*

Obsahuje pole všech úseků v grafu. Pomocí listu lze vyhledávat indexově i sekvenčně.

- *protected List<Uzel> poleUzlu*

Obsahuje pole všech uzlů v grafu.

- *protected List<Nasledovnici> poleNasledovniku*

Obsahuje pole všech následníků v grafu. Každý vrchol si pak ukládá index, kde jeho následníci začínají a jejich počet.

Metody

- *public void PridejVrchol(Uzel uzel)*

Přidá vrchol do pole uzlů.

- *public void PridejHranu(Usek usek)*

Přidá hranu do pole hran.

4.5.4. Třída Graf

Zděděná třída od Třídy SADTGraf. Kromě již zmíněných metod a atributů SADTGraf obsahuje:

Metody

- *public void NactiZeSouboru(string JmenoSouboru)*

Načte údaje ze souborů, převede stochastické údaje načtených hran na deterministické a pak naplní pole vrcholů a hran.

- *public void NajdiNasledniky()*

Najde všechny následníky daného vrcholu a vyplní pole následníků

- *public void VynulujVrcholy(int pocatek)*

Od vrcholu s indexem *pocatek* nastaví všechny jeho údaje na 0.

- *public void NajdiNejkratsiCestu(int pocatek)*

Pomocí algoritmu metody Pert nastavuje hodnoty T_e , T_l , a jejich odchylek ke každému vrcholu. Dle těchto hodnot pak hledá kritickou cestu.

- *public int NajdiNejblizsiVrchol(int _x, int _y, int _prumerKola)*

Vypočítá vzdálenosti všech vrcholů od bodu $[_x, _y]$ a vrátí index nejbližšího vrcholu.

- *public int NajdiNejblizsiHranu(int _x, int _y, int _prumerKola)*

Vypočítá vzdálenosti všech hran od bodu $[_x, _y]$ a vrátí index nejbližší hrany.

- *public void Souradnice(int sirka, int vyska, int prumerKola)*

Vypočte dle algoritmu ke každému vrcholu jeho souřadnice.

- *public int NajdiHranu(int klic, int akt)*

Nalezne hranu, která je incidenční s vrcholem *klic*.

4.5.5. Třída Vrchol

Zděděná třída od Třídy Uzel. Kromě již zmíněných metod a atributů obsahuje:

Atributy

- *private bool kritickyVrchol*

Nastaven na true, pokud je tento vrchol kritický.

- *private int*

Souradnice x daného vrcholu.

- *private int y*

Souřadnice y daného vrcholu.

- *private double teVI*

Hodnota Te daného vrcholu.

- *private double smOdTl*

Hodnota odchylky Tl daného vrcholu.

- *private double smOdTe*

Hodnota odchylky Te daného vrcholu.

- *private double tlVi*

Hodnota Tl daného vrcholu.

4.5.6. Třída Cesta

Zděděná třída od Třídy Usek. Kromě již zmíněných metod a atributů obsahuje:

Atributy

➤ *private int x0*

Souřadnice x0 dané hrany.

➤ *private int x1*

Souřadnice x1 dané hrany.

➤ *private int y0*

Souřadnice y0 dané hrany.

➤ *private int y1*

Souřadnice y1 dané hrany.

➤ *private string popis*

Popis dané činnosti.

➤ *private int a*

Stochastický údaj značící optimistickou dobu trvání činnosti.

➤ *private int m*

Stochastický údaj značící nejpravděpodobnější dobu trvání činnosti.

➤ *private int b*

Stochastický údaj značící pesimistickou dobu trvání činnosti.

➤ *private double te*

Deterministický údaj značící očekávanou dobou trvání činnosti.

- *private double rozptylTe*

Odchylka od Te.

- *private bool kritickaHrana*

Nastaven na true, pokud je daná hrana kritická.

4.5.7. Třída Nasledovnici

Obsahuje pouze atributy *v* a *h*. Atribut *v* obsahuje následný vrchol, atribut *h* pak hranu, která vede do daného vrcholu.

4.5.8. Ostatní třídy

Kromě vypsaných tříd se pro jednotlivé dialogy využívají třídy oddělené od předdefinované třídy Form. Každá z těchto tříd má několik atributů, které jsou potřeba při práci s daným formulářem. Z nich je nejdůležitější třída Form1, která kromě jiného obsahuje instance všech ostatních formulářů a matici distribučních funkcí pro výpočet rezerv. Dále je využíván časovač pro posunutí ukazatele.

Důležité metody

- *private void VykresliOsy(PaintEventArgs e)*

Metoda pro vykreslení časových os a jednotlivých časových údajů.

- *pictureBox1_Paint(object sender, PaintEventArgs e)*

Metoda pro vykreslování grafu. Nejdříve vykreslí všechny vrcholy a poté hrany mezi nimi.

- *private void VypisVUhlu*

Vypisuje údaje v úhlu dle hrany, ke které patří. Využívají metody třídy Graphics TranslateTransform() a RotateTransform().

- *private void timer1_Tick*

Jediná metoda, která je obsluhována časovačem tick1.

➤ *private void výpočetRezervyToolStripMenuItem_Click*

Po vyvolání výpočtu rezerv z nabídky kontextového menu je zavolána tato metoda. Metoda provádí výpočet rezerv u nejbližších vrcholů.

➤ *private void EditaceToolStripMenuItem_Click*

Po vyvolání editace z nabídky kontextového menu je zavolána tato metoda. Nejprve vypočítá nejbližší vrchol či hranu a poté zavolá dialogové okno pro editaci.

➤ *private void praveProbahaToolStripMenuItem_Click*

Po vyvolání editace z nabídky menu je zavolána tato metoda. Vypočítá a vypíše dle aktuální polohy ukazatele času všechny činnosti, které dle modelu právě probíhají.

➤ *private void vypisNejbizsiToolStripMenuItem_Click*

Po vyvolání editace z nabídky menu je zavolána tato metoda. Vypočítá a vypíše dle aktuální polohy ukazatele času všechny činnosti, které dle modelu budou následovat.

4.6. Hlavní metody a jejich algoritmy

➤ *public void NajdiNasledniky()*

Veřejná metoda, která prochází všechny vrcholy v jejich poli a dohledává jejich incidenční hrany s následným vrcholem. Inicializuje pole následníku a vyhledané údaje tam uloží. U procházeného vrcholu aktualizuje atribut pocetNasl na hodnotu počtu jednotlivých následníků vrcholu a do atributu nalIndex uloží index, od kterého jsou v poli následníků ukládány jeho následníci.

➤ *public void NajdiNejkratsiCestu()*

Pro každý vrchol prochází všechny jeho následníky. Pokud součet hodnoty T_e incidenční hrany a hodnoty T_e vycházejícího vrcholu je větší než aktuální hodnota T_e incidenčního vrcholu, pak do tohoto vrcholu uloží hodnotu součtu. Po ohodnocení všech vrcholů hodnotou T_e pak prochází zpětně od posledního vrcholu a pokud je rozdíl T_e incidenční hrany od T_l následného vrcholu menší než daná hodnota T_l , pak ukládá do T_l hodnotu rozdílu. Pokud má nějaký vrchol hodnotu T_e a hodnotu T_l

stejnou, pak se jedná o kritický vrchol. Cesta mezi dvěmi kritickými vrcholy je pak kritická hrana. Spojení těchto kritických hran nám dává kritickou cestu. Pokud se prodlouží doba konání některé činnosti na kritické cestě, dojde k prodloužení celého projektu.

➤ *public void Souradnice(int sirka, int vyska, int prumerKola)*

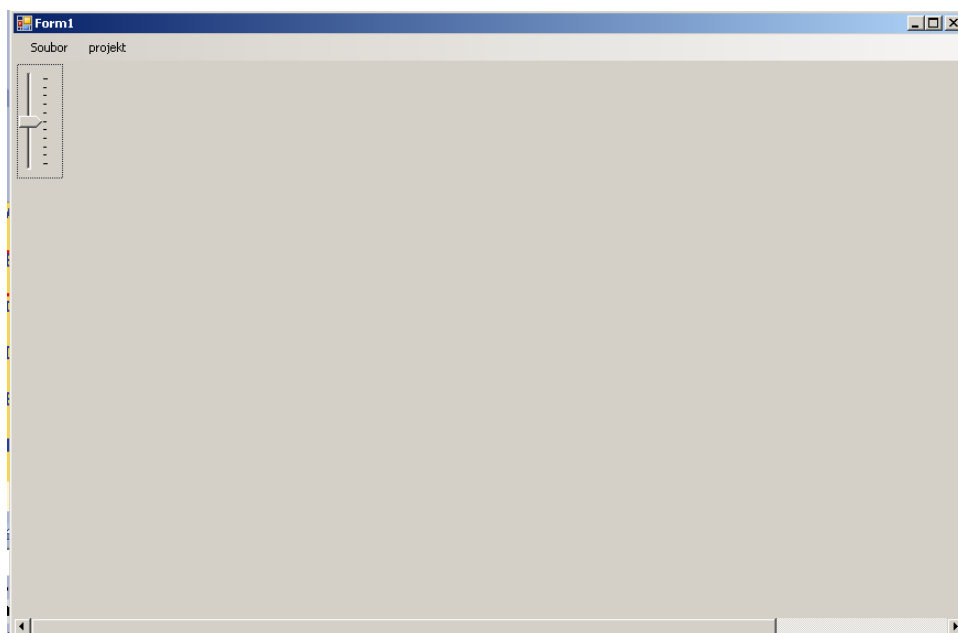
Načte vrchol z fronty, prochází všechny jeho následníky a udává jim souřadnici na ose y. Souřadnice x je rovna ohodnocení každého vrcholu. Po zapsání souřadnic uloží následníky do fronty.

➤ *private void timer1_Tick*

Metoda Tick je spuštěna pokaždé, když dojde k vypršení časového intervalu časovače. Nejdůležitější vlastnosti časovače jsou: Enabled a Interval. Enabled určuje, zda je časovač aktivní, tedy zda se odpočítává čas a je volána obsluha příslušné události.

5. Uživatelská dokumentace

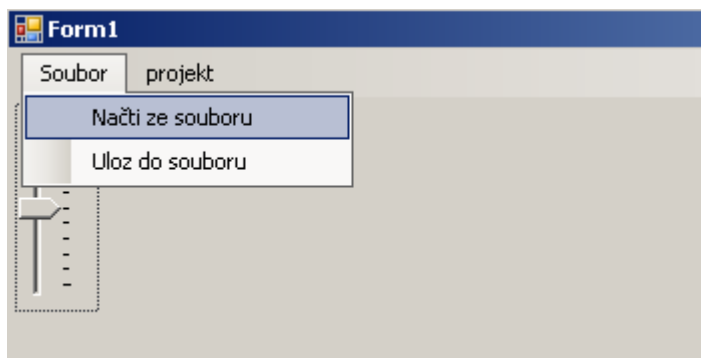
Po kliknutí na soubor diplomova_prace.exe se otevře hlavní okno programu. V horní liště jsou k dispozici dvě hlavní položky menu. Položka *Soubor* a *Projekt*. V hlavním okně programu se provádí většina funkcí tohoto nástroje.



Obrázek 12 Hlavní okno programu

5.1. Menu Soubor

Prvním hlavním menu je menu *Soubor*. V této nabídce je k dispozici načítání dat ze souboru, nebo ukládání dat do souboru. Načtení počítaných dat se provádí přes menu *Soubor/Načti ze souboru*.

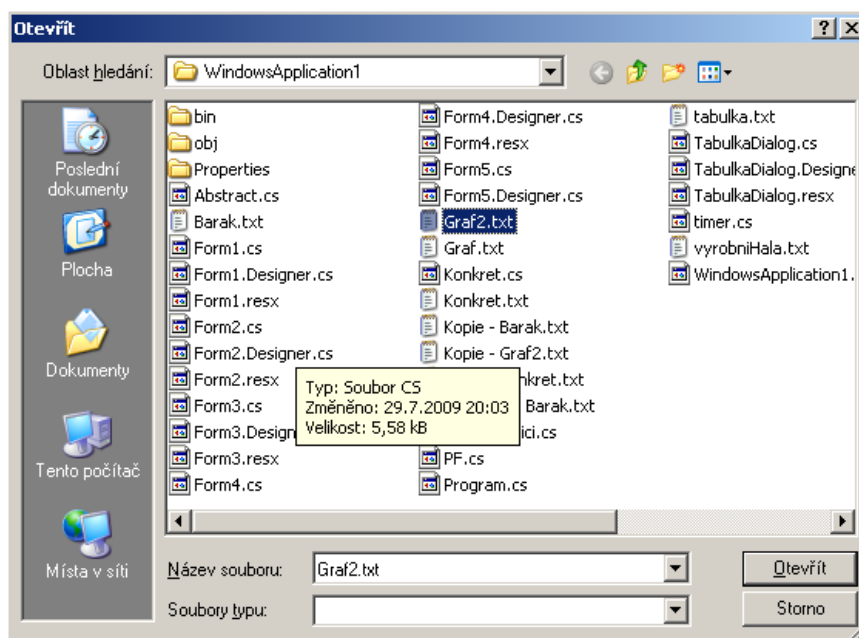


Obrázek 13 Menu načtení ze souboru

Poté se otevře klasické dialogové okno pro otevření souboru. Je možné vybrat jakýkoliv textový soubor, který je v určitém formátu. Otvírané soubory mohou být dvojího formátu. První formát je pro soubory, které obsahují informace o úplně nových projektech, které ještě nebyly spuštěny nebo jinak upraveny. Tento soubor musí mít každou činnost na zvláštním řádku, jednotlivé údaje musí být odděleny mezerou. Údaje musí být *index činnosti*, *počáteční vrchol*, *koncový vrchol*, údaj *a*, údaj *m*, údaj *b*. Může následovat ještě *popis činnosti*. Úplně na začátku souboru je uložen příznak typu souboru, v tomto případě 0.

Dalším typem souboru je pro již otevřené projekty, které byly nějakým způsobem editovány a již obsahují datum zahájení projektu. Tyto soubory obsahují kompletní informace o projektu i o struktuře. Po načtení tohoto souboru již není potřeba vypočítávat kritické cesty, hledat následníky ani počítat souřadnice. Příznak tohoto typu souboru je 1.

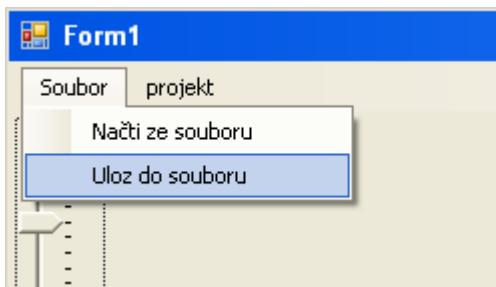
Vybereme tedy například soubor *Graf2.txt*, který těmto podmínkám vyhovuje.



Obrázek 14 Dialogové okno otevření souboru

Po načtení dat ze souboru se automaticky provede výpočet jednotlivých údajů a kritické cesty. Zobrazení vypočtených dat je možno v grafické nebo tabulkové podobě.

Další nabídkou v menu Soubor je uložení do souboru.

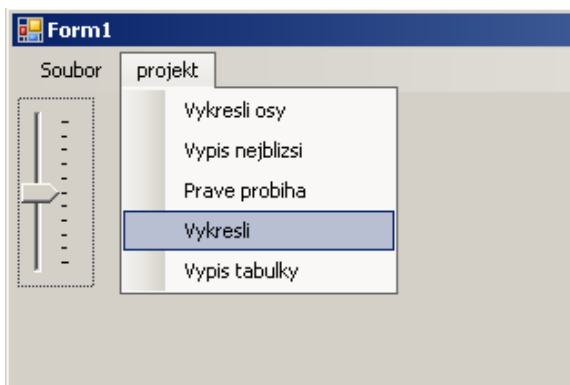


Obrázek 15 Menu ulož do souboru

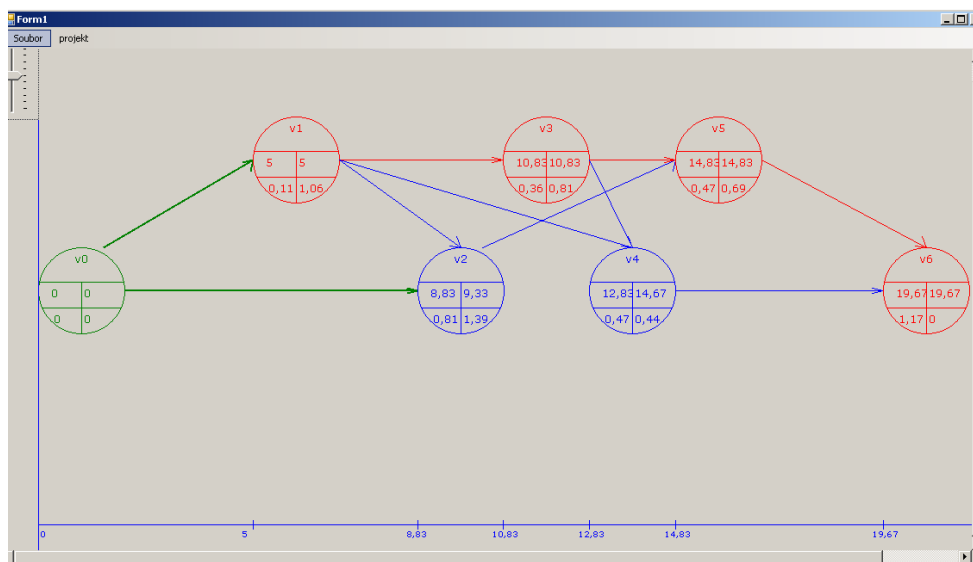
Do souboru se ukládají kompletní informace o projektu i o struktuře, nejdříve se uloží datum zahájení projektu, poté počet hran a všechny hrany se všemi údaji, počet vrcholů, všechny vrcholy a nakonec i počet následníků a všichni následníci.

5.2. Menu Projekt

Pokud jsou data načtená, můžeme je vykreslit přes menu *Projekt/Vykresli*. V hlavním okně se objeví vykreslený graf. Červeně je vyobrazená kritická cesta na grafu, zeleně jsou zvýrazněny činnosti, které dle modelu právě probíhají.

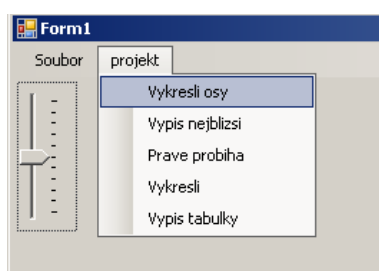


Obrázek 16 Menu Projekt / Vykresli graf



Obrázek 17 Vykreslený graf

V levé části okna je posuvný jezdec, který nastavuje průměr kruhu vrcholu. Po spuštění je průměr nastaven na hodnotu 100. V dolní části okna se nachází časová osa, kde jsou zobrazeny prováděcí časy jednotlivých vrcholů vzhledem k začátku projektu. Tedy časy začátku činností, které z vrcholu vycházejí. Po vykreslení grafu ještě není znám datum ani hodina spuštění projektu, to se nastavuje v menu *Projekt* / *Vykresli osy*.



Obrázek 18 Menu Projekt/Vykresli osy

Otevře se další dialogové okno, kde je kromě začátku projektu potřeba nastavit ještě časové rozpětí projektu, tzn., zda jsou hodnoty projektu uvedeny v minutách, hodinách, dnech, týdnech, či měsících.

Form2

Časové rozpětí: Dny

25.července.2009

Zobrazit časové ukazatele

Zobrazit deterministické údaje o hranách

Zobrazit stochastické údaje o hranách

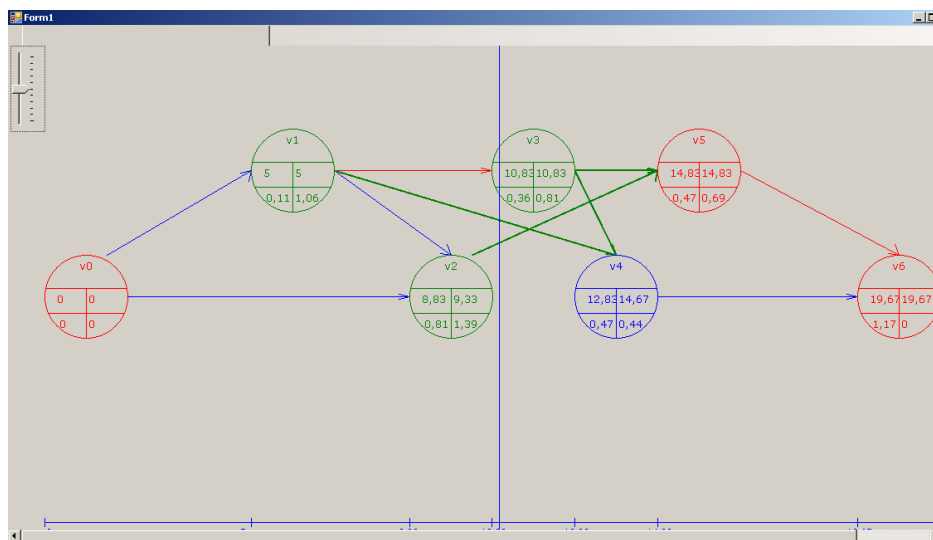
Zobrazovat právě probíhající činnosti

Zobrazovat činnosti nejdříve následující

OK

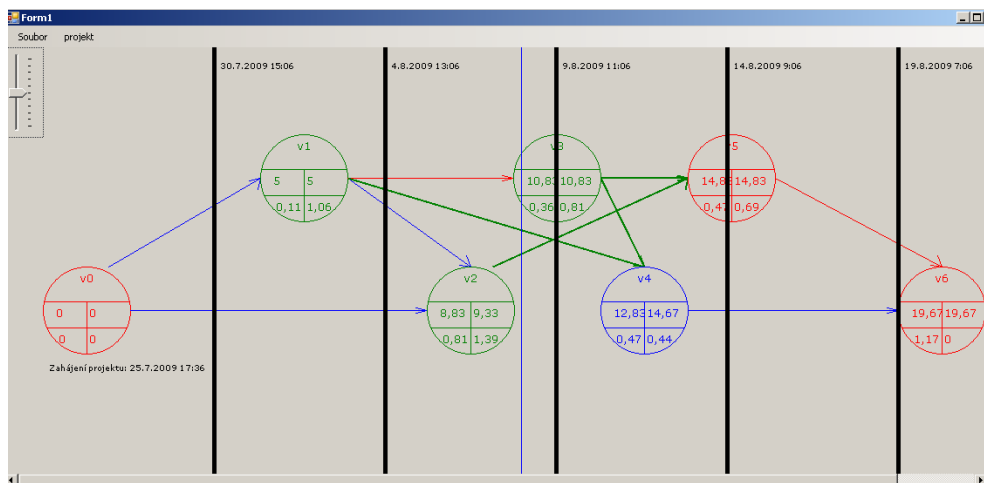
Obrázek 19 Dialogové okno pro časové údaje projektu a další nastavení

Po nastavení se nám aktivuje ukazatel aktuálně prováděných činností. Pokud nastavíme datum projektu na dřívější datum než dnešní, po přepnutí do hlavního okna se nám ukazatel posune do dané pozice.



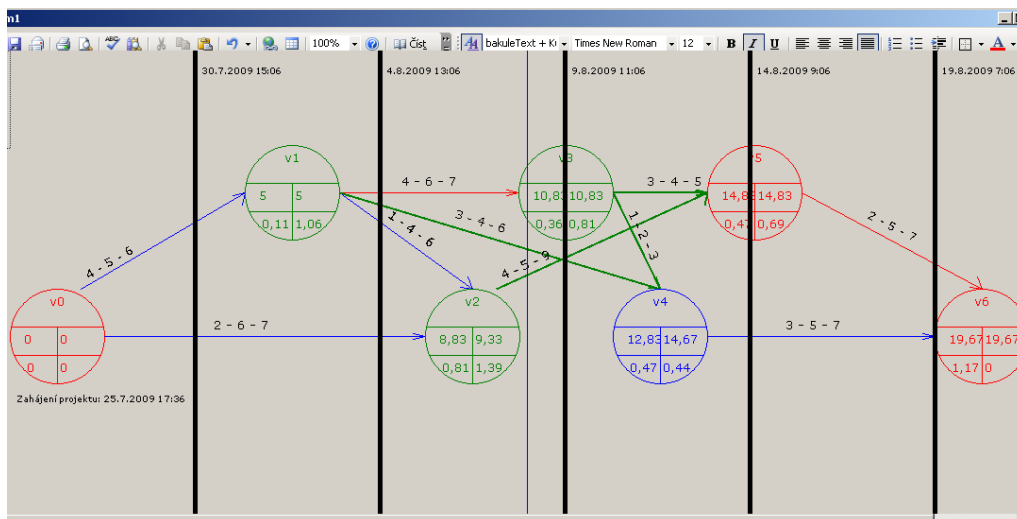
Obrázek 20 Vykreslení s aktualizovaným ukazatelem

Kromě časových údajů projektu je zde možné pro lepší přehlednost nastavit zobrazení vertikálních časových os projektu. U každé osy je zobrazeno datum, kdy by mělo dojít k daným činnostem. Toho se docílí zaškrtnutím položky *Zobrazit časové ukazatele*.

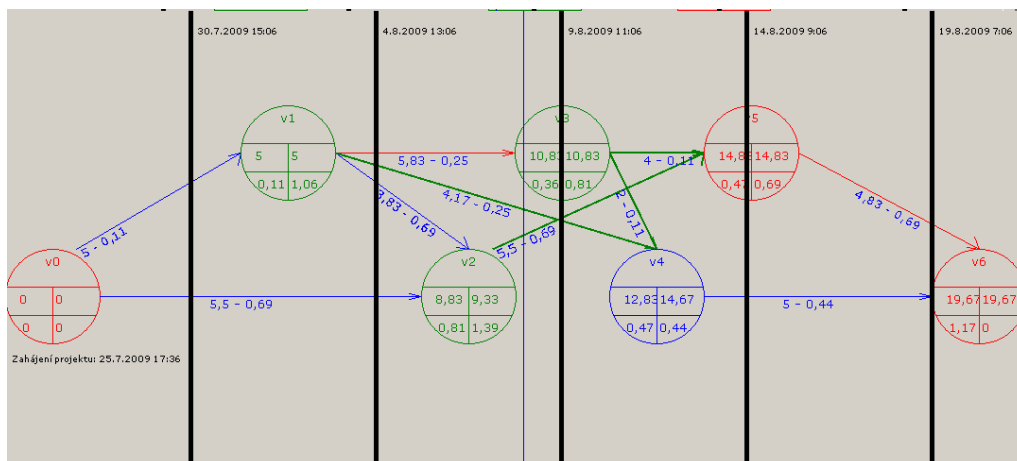


Obrázek 21 Vykreslení os

Pokud chceme zobrazit jednotlivé údaje k činnostem, můžeme zaškrtnout položku *Zobrazit deterministické údaje o hranách* nebo *Zobrazit stochastické údaje o hranách*. Stochastické údaje jsou vypsány černě ve formátu *optimistický čas – pravděpodobný čas – pesimistický čas*, deterministické jsou pak převedeny na *očekávaný čas – odchylka*. Tyto údaje jsou vypsány modře.

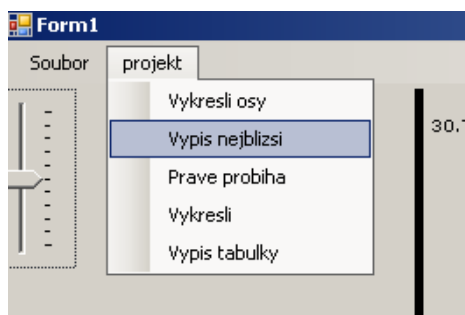


Obrázek 22 Zobrazení stochastických údajů

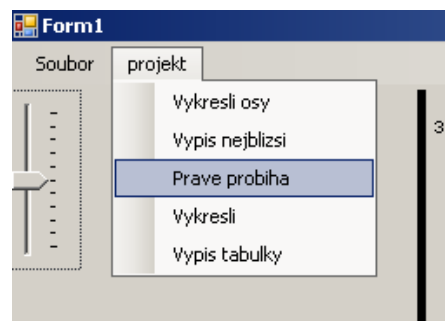


Obrázek 23 Zobrazení deterministických údajů

Při řízení projektu je pro kontrolu potřeba vědět, které činnosti by se dle plánu měly právě provádět nebo které činnosti následují. To lze zjistit přes nabídku *Projekt/ Vypiš nejbližší* nebo *Projekt/ Právě probíhá*.

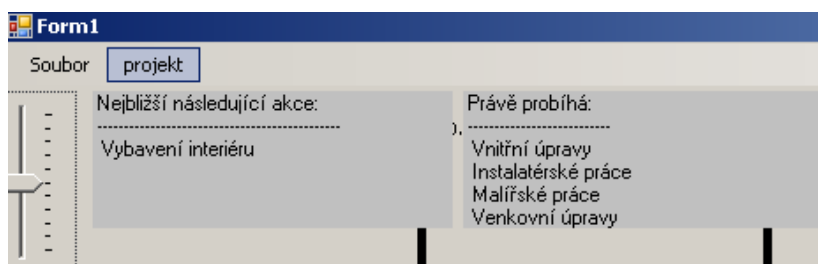


Obrázek 24 Menu Vypiš nejbližší

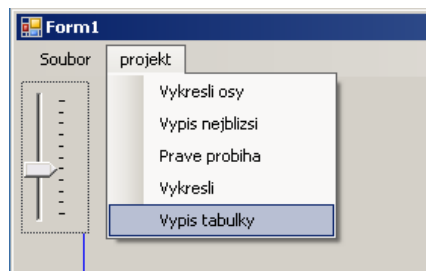


Obrázek 25 Menu Právě probíhá

Tyto činnosti se ukážou v horní části hlavního okna. Zobrazení se dá vypnout přes menu *Projekt/ Vykresli osy*, kde stačí odškrtnout *Zobrazovat právě probíhající činnosti* nebo *Zobrazovat činnosti nejdříve následující*.



Obrázek 26 Probíhající a bezprostředně následující činnosti



Obrázek 27: Menu Vypis tabulky

Kromě vykreslení grafu je možné zobrazit údaje v tabulce. Například pro lepší přehlednost údajů nebo pro přehlednější editace činností. Zobrazení tabulky se provede v nabídce menu *Projekt/ Vypis tabulky*.

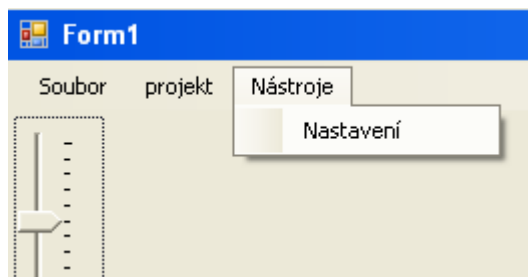
Otevře se dialogové okno TabulkaDialog s vypsányi údaji. Každý řádek zde odpovídá jedné činnosti. Řádky, které jsou zvýrazněny červeně, představují kritické činnosti, zelené představují činnosti, které právě probíhají.

Počáteční vrchol	Koncový vrchol	Optimistický čas	Pravděpodobný čas	Pesimistický čas	Předpokládaný čas	Rozptyl	Popis činnosti
0	1	4	5	6	5	0,11	Za
0	2	2	6	7	5,5	0,69	Podlahové práce
1	2	1	4	6	3,83	0,69	Sítěcha
1	3	4	5	7	5,83	0,25	Elektrina
1	4	3	4	6	4,17	0,25	Vnitřní úpravy
2	5	4	5	9	5,5	0,69	Instalačerské práce
3	5	3	4	5	4	0,11	Malířské práce
3	4	1	2	3	2	0,11	Venkovní úpravy
4	6	3	5	7	5	0,44	Vybavení interiéru
5	6	2	5	7	4,83	0,69	Uklídkové práce

Obrázek 28 Dialog zobrazení tabulky

5.3. Menu Nástroje

Barvy hran i vrcholů, styly písma a další věci lze nastavit přes menu *Nástroje/Nastavení*.



Obrázek 29 Menu Nástroje/Nastavení

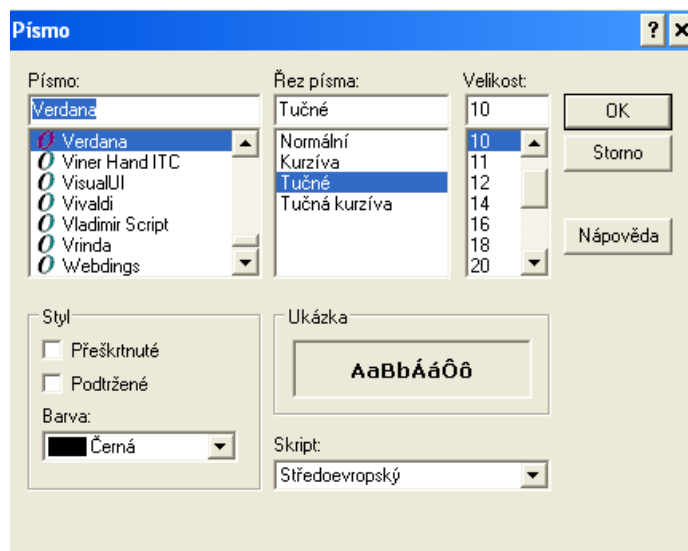
Zobrazí se dialogové okno se dvěma záložkami pro nastavení grafu ne-

bo vykreslovaných os.



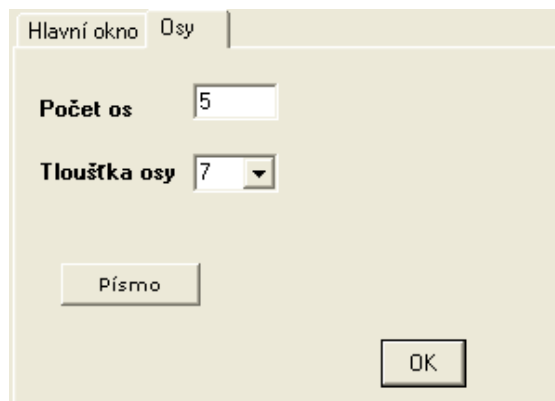
Obrázek 30 Záložka pro nastavení barev a písma grafu

V první záložce je možné nastavit barvy vykreslení a styl písma pro hlavní okno. Je tedy možné nastavit barvu vykreslení jednotlivých vrcholů a hran, barvu vrcholů a hran na kritické cestě a barvu činností, které v daný okamžik probíhají. Po kliknutí na tlačítko pro nastavení barvy se vyvolá klasický dialog pro nastavení barvy. Barva tlačítka se automaticky nastaví na aktuálně vybranou barvu. Kromě barev je možné nastavit font pro výpis textu. Po kliknutí na tlačítko *Písmo* se vyvolá dialogové okno pro nastavení fontu.



Obrázek 31 Okno pro nastavení stylu písma

V druhé záložce je možné nastavit tloušťku čar, počet vykreslovaných os a font pro popisky os.

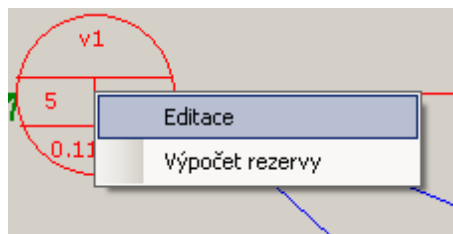


Obrázek 32 Záložka pro jednotlivá nastavení u vykreslování os

Všechny změny jsou potvrzeny tlačítkem Ok nebo při uzavření okna.

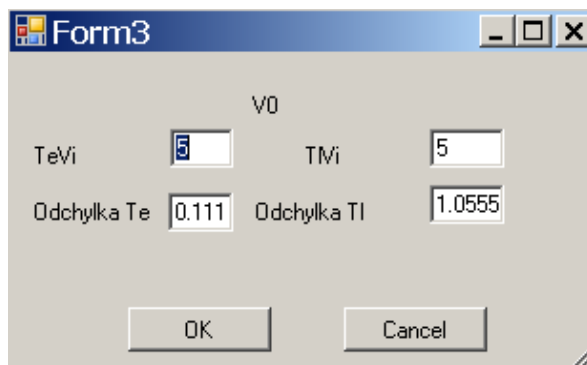
5.4. Kontextové menu

Kromě hlavního menu v liště aplikace je k dispozici ještě kontextové menu, které se vyvolá po stisknutí pravého tlačítka myši. Kontextové menu nabízí možnost editace vrcholu nebo činnosti.



Obrázek 33: Kontextové menu editace

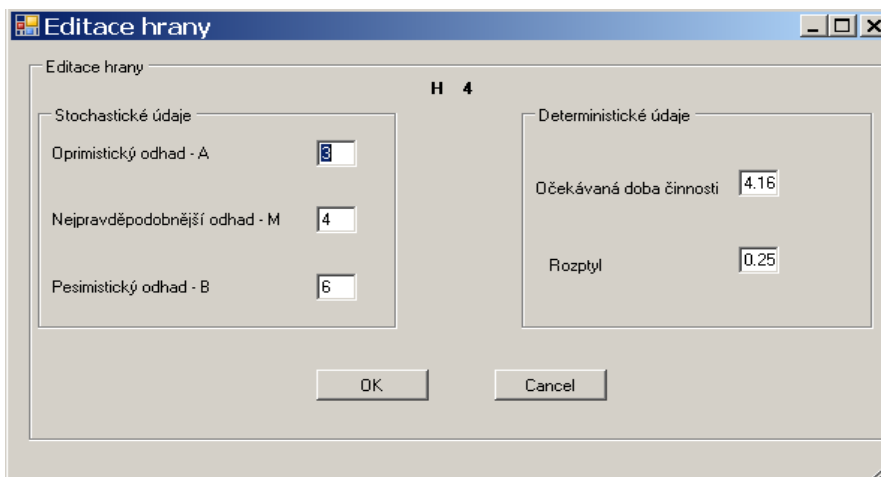
Pokud klikneme pravým tlačítkem na nějaký vrchol, automaticky se dle vzdálenosti bodu od kružnice vypočítá, na který vrchol jsme klikli, a zobrazí se dialogové okno editace vrcholu.



Obrázek 34: Dialogové okno editace vrcholu

Kliknutím na Ok se změny potvrdí a znova se přepočítají ostatní údaje, po kliknutí na Cancel se změny zahodí.

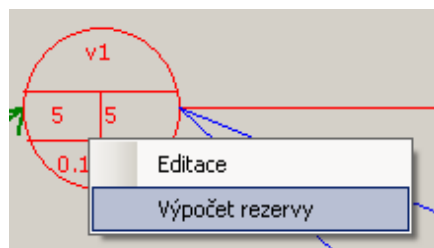
Většinou je ale potřeba, aby se editovaly jednotlivé činnosti. To se provede vyvoláním kontextového menu u hrany.



Obrázek 35: Dialogové okno editace činnosti

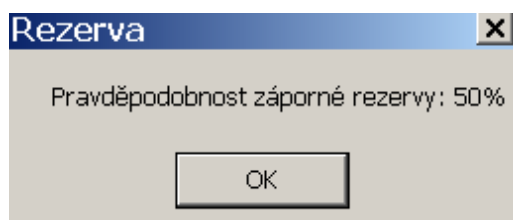
V případě změny stochastických údajů se po potvrzení změn automaticky převedou na deterministické, pokud se editují již deterministické údaje, ponechá se tento údaj pro další počítání a dál se nemění.

Další nabídkou kontextového menu je výpočet rezervy pro každý vrchol. To provedeme opět vyvoláním kontextové nabídky u vrcholu a vybereme Výpočet rezervy.



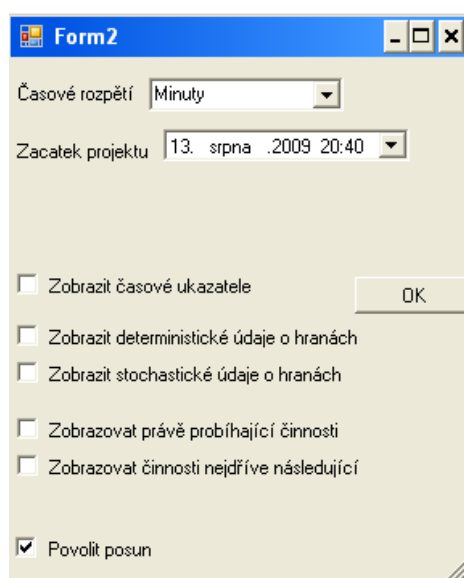
Obrázek 36 Menu Výpočet rezervy

Zobrazí se okno s vypočítanou rezervou.



Obrázek 37: Okno s vypočítanou pravděpodobností záporné rezervy

S jednotlivými vrcholy grafu je možno pohybovat, ale pouze ve směru osy y. To se provádí klasicky pomocí drag and drop operace. Vrchol se chytne myší, posune do vybrané nové pozice a poté se pustí. Vrchol se tam automaticky přemístí i se svými incidenčními hranami. Nejdříve je ale potřeba povolit posun vrcholu přes nabídku v menu *Projekt / Vykresli osy* a zaškrtnout Povolit posun.



Obrázek 38 Dialogové okno pro časové údaje projektu a další nastavení

6. Závěr

Tato diplomová práce se zabývá metodami síťové analýzy, jako jsou metody PERT, CPM, ale i metoda kritického řetězu CCPM. Tyto metody se hojně využívají při řešení a řízení různých projektů. Každá z těchto metod je trošku odlišná, jejich cíl je však stejný. Optimalizovat a pomáhat řídit jednotlivé projekty.

Cílem této práce bylo na libovolném síťovém grafu vytvořit pomocí metody PERT interaktivní SW nástroj pro řešení různých projektů. Těchto nástrojů je již celá řada, ale jejich nevýhodou je velká finanční náročnost, protože bývají součástí velkých balíčků, které v sobě ukrývají spoustu dalších nástrojů, jež nemusí být mnohokrát využity. Jejich ceny se pohybují kolikrát i ve stovkách dolarů, což může být pro menší podniky finančně nepřijatelné. Součástí této práce je i porovnání několika nejčastějších nástrojů a srovnání jejich cen.

Vytvořená aplikace plní požadavky a cíle stanovené v úvodu práce. Nástroj umožňuje návrh modelu projektu a možnosti opakované kontroly stavu realizace projektu v porovnání s jeho plánem. Toho je docíleno přesným ukazatelem času a data daného okamžiku v modelu projektu a výpisem aktuálně probíhaných činností a činností které v modelu následují. V případě posunutí nějaké činnosti je možné interaktivní zásah uživatele a editace časů a trvání činností. Nedílnou součástí aplikace je i nápověda pro uživatele, kteří s ní budou v budoucnu pracovat.

Práce zahrnuje programátorský i uživatelský popis výsledného softwarového řešení vytvořeného v jazyku C#. Uživatelský popis krok po kroku ukazuje, jak s nástrojem pracovat.

Literatura

- [1] LAUBER, J., HUŠEK, R.: *Operační výzkum*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 1990,
- [2] VOLEK, J., *Operační výzkum I*, Pardubice : Univerzita Pardubice, 2002, ISBN 80-7194-410-6.
- [3] ŠUBRT, T., *Projektové řízení*, [20.7.2009], dostupný z www:
http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=77
- [4] PROJI CONTROLE INC., *Primavera Project Planner*, [20.7.2009], dostupný z www: <http://www.projicontrol.com/p320-1.gif>
- [5] ARQUICTUBA, *GanttProject*, [20.7.2009], Dostupný z www:
<http://www.arquitectuba.com.ar/software-gratis/ganttproject/>
- [6] WALTER, J., VEJMOLA, S., FIALA, P., *Aplikace metod síťové analýzy v řízení a plánování*, Praha: SNTL 1989, ISBN: 80-03-00101-3.
- [7] SVOZILOVÁ, A. *Projektový management*,
Praha: Grada Publishing, ISBN:80-247-1501-5.
- [8] DVOŘÁK, J., *Síťová analýza*, [20.8.2009], Dostupný z www:
www.uai.fme.vutbr.cz/~jdvorak/vyuka/tsoa/PredO10.ppt
- [9] ŠUBRT, T., *Projektové řízení*, [20.8.2009] Dostupný z www:
http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=77
- [10] KLICNAROVÁ, J., *Síťová analýza*, [20.8.2009], Dostupný z www:
<http://www2.zf.jcu.cz/~janaklic/emm/pr01.pdf>
- [11] OPTIMASOFT S.R.O, *Nástroje řízení projektů*, [20.8.2009],
dostupný z www: <http://www.optimasoft.cz/>

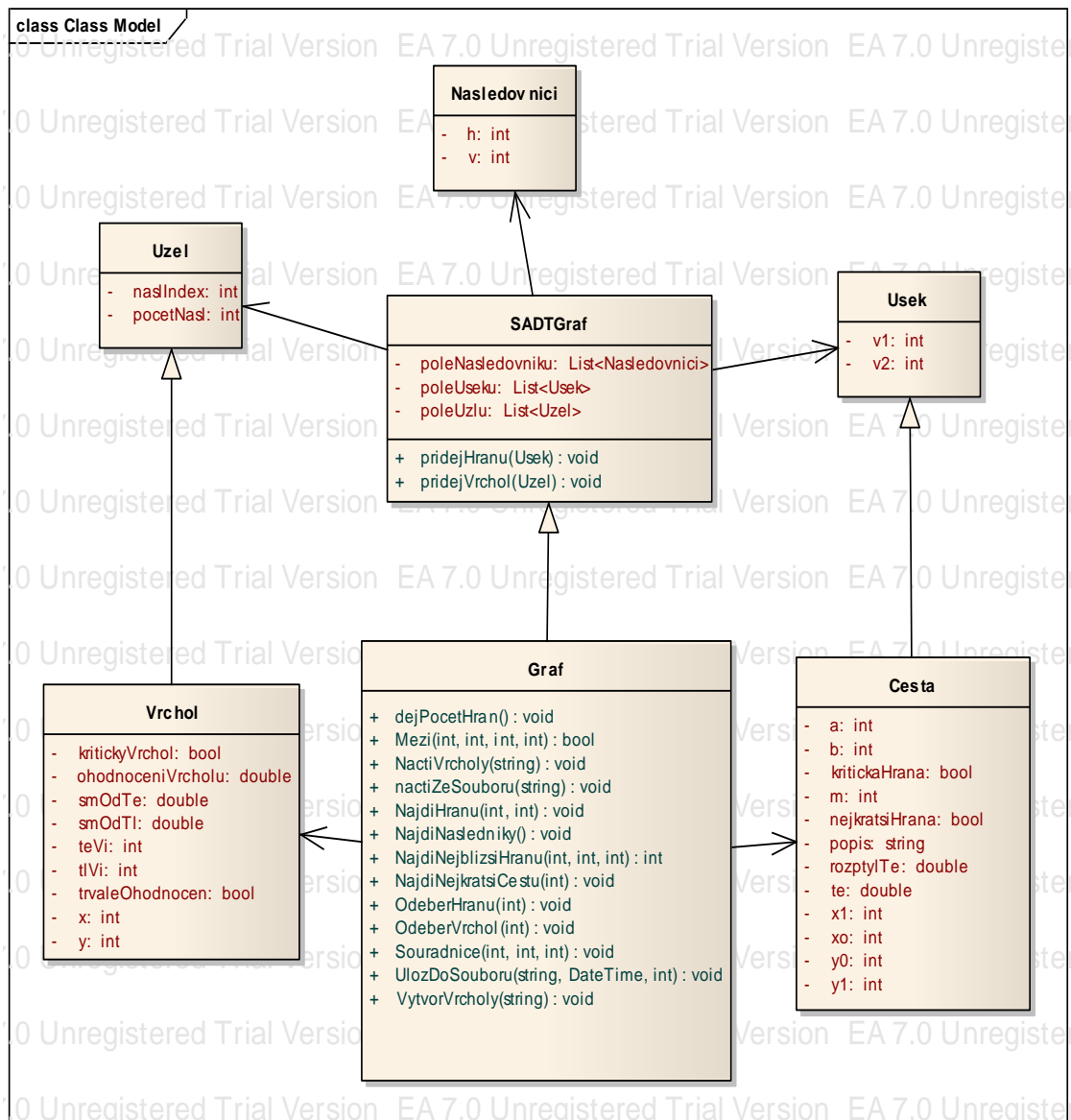
[12] ZETA MUHENDISLIK, *Project management*, [20.8.2009],

Dostupný z www: <http://www.zetamuhendislik.com/pages/Project.htm>

[13] GOLDRATT, *Kritický řetěz*, [20.8.2009], dostupný z www:

<http://goldratt.cz/teorie-omezeni-toc/nastroje-toc/kriticky-retez-critical-chain.html>

Příloha A – UML diagram tříd



Příloha B – soubor tabulka.txt – tabulka distribučních funkcí

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5000 0	0.5039 9	0.5079 8	0.5119 7	0.5159 5	0.5199 4	0.5239 2	0.5279 0	0.5318 8	0.5358 6
0.1	0.5398 3	0.5438 0	0.5477 6	0.5517 2	0.5556 7	0.5596 2	0.5635 6	0.5674 9	0.5714 2	0.5753 5
0.2	0.5792 6	0.5831 7	0.5870 6	0.5909 5	0.5948 3	0.5987 1	0.6025 7	0.6064 2	0.6102 6	0.6140 9
0.3	0.6179 1	0.6217 2	0.6255 2	0.6293 0	0.6330 7	0.6368 3	0.6405 8	0.6443 1	0.6480 3	0.6517 3
0.4	0.6554 2	0.6591 0	0.6627 6	0.6664 0	0.6700 3	0.6736 4	0.6772 4	0.6808 2	0.6843 9	0.6879 3
0.5	0.6914 6	0.6949 7	0.6984 7	0.7019 4	0.7054 0	0.7088 4	0.7122 6	0.7156 6	0.7190 4	0.7224 0
0.6	0.7257 5	0.7290 7	0.7323 7	0.7356 5	0.7389 1	0.7421 5	0.7453 7	0.7485 7	0.7517 5	0.7549 0
0.7	0.7580 4	0.7611 5	0.7642 4	0.7673 0	0.7703 5	0.7733 7	0.7763 7	0.7793 5	0.7823 0	0.7852 4
0.8	0.7881 4	0.7910 3	0.7938 9	0.7967 3	0.7995 5	0.8023 4	0.8051 1	0.8078 5	0.8105 7	0.8132 7
0.9	0.8159 4	0.8185 9	0.8212 1	0.8238 1	0.8263 9	0.8289 4	0.8314 7	0.8339 8	0.8364 6	0.8389 1
1.0	0.8413 4	0.8437 5	0.8461 4	0.8484 9	0.8508 3	0.8531 4	0.8554 3	0.8576 9	0.8599 3	0.8621 4
1.1	0.8643 3	0.8665 0	0.8686 4	0.8707 6	0.8728 6	0.8749 3	0.8769 8	0.8790 0	0.8810 0	0.8829 8
1.2	0.8849 3	0.8868 6	0.8887 7	0.8906 5	0.8925 1	0.8943 5	0.8961 7	0.8979 6	0.8997 3	0.9014 7
1.3	0.9032 0	0.9049 0	0.9065 8	0.9082 4	0.9098 8	0.9114 9	0.9130 9	0.9146 6	0.9162 1	0.9177 4
1.4	0.9192 4	0.9207 3	0.9222 0	0.9236 4	0.9250 7	0.9264 7	0.9278 5	0.9292 2	0.9305 6	0.9318 9
1.5	0.9331 9	0.9344 8	0.9357 4	0.9369 9	0.9382 2	0.9394 3	0.9406 2	0.9417 9	0.9429 5	0.9440 8
1.6	0.9452 0	0.9463 0	0.9473 8	0.9484 5	0.9495 0	0.9505 3	0.9515 4	0.9525 4	0.9535 2	0.9544 9
1.7	0.9554 3	0.9563 7	0.9572 8	0.9581 8	0.9590 7	0.9599 4	0.9608 0	0.9616 4	0.9624 6	0.9632 7
1.8	0.9640 7	0.9648 5	0.9656 2	0.9663 8	0.9671 2	0.9678 4	0.9685 6	0.9692 6	0.9699 5	0.9706 2
1.9	0.9712 8	0.9719 3	0.9725 7	0.9732 0	0.9738 1	0.9744 1	0.9750 0	0.9755 8	0.9761 5	0.9767 0
2.0	0.9772 5	0.9777 8	0.9783 1	0.9788 2	0.9793 2	0.9798 2	0.9803 0	0.9807 7	0.9812 4	0.9816 9
2.1	0.9821 4	0.9825 7	0.9830 0	0.9834 1	0.9838 2	0.9842 2	0.9846 1	0.9850 0	0.9853 7	0.9857 4
2.2	0.9861 0	0.9864 5	0.9867 9	0.9871 3	0.9874 5	0.9877 8	0.9880 9	0.9884 0	0.9887 0	0.9889 9
2.3	0.9892 8	0.9895 6	0.9898 3	0.9901 0	0.9903 6	0.9906 1	0.9908 6	0.9911 1	0.9913 4	0.9915 8
2.4	0.9918 0	0.9920 2	0.9922 4	0.9924 5	0.9926 6	0.9928 6	0.9930 5	0.9932 4	0.9934 3	0.9936 1
2.5	0.9937 9	0.9939 6	0.9941 3	0.9943 0	0.9944 6	0.9946 1	0.9947 7	0.9949 2	0.9950 6	0.9952 0
2.6	0.9953 4	0.9954 7	0.9956 0	0.9957 3	0.9958 5	0.9959 8	0.9960 9	0.9962 1	0.9963 2	0.9964 3
2.7	0.9965 3	0.9966 4	0.9967 4	0.9968 3	0.9969 3	0.9970 2	0.9971 1	0.9972 0	0.9972 8	0.9973 6
2.8	0.9974 4	0.9975 2	0.9976 0	0.9976 7	0.9977 4	0.9978 1	0.9978 8	0.9979 5	0.9980 1	0.9980 7
2.9	0.9981 3	0.9981 9	0.9982 5	0.9983 1	0.9983 6	0.9984 1	0.9984 6	0.9985 1	0.9985 6	0.9986 1
3.0	0.9986 5	0.9986 9	0.9987 4	0.9987 8	0.9988 2	0.9988 6	0.9988 9	0.9989 3	0.9989 6	0.9990 0
3.1	0.9990 3	0.9990 6	0.9991 0	0.9991 3	0.9991 6	0.9991 8	0.9992 1	0.9992 4	0.9992 6	0.9992 9
3.2	0.9993	0.9993	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995

	1	4	6	8	0	2	4	6	8	0
3.3	0.9995 2	0.9995 3	0.9995 5	0.9995 7	0.9995 8	0.9996 0	0.9996 1	0.9996 2	0.9996 4	0.9996 5
3.4	0.9996 6	0.9996 8	0.9996 9	0.9997 0	0.9997 1	0.9997 2	0.9997 3	0.9997 4	0.9997 5	0.9997 6
3.5	0.9997 7	0.9997 8	0.9997 8	0.9997 9	0.9998 0	0.9998 1	0.9998 1	0.9998 2	0.9998 3	0.9998 3
3.6	0.9998 4	0.9998 5	0.9998 5	0.9998 6	0.9998 6	0.9998 7	0.9998 7	0.9998 8	0.9998 8	0.9998 9
3.7	0.9998 9	0.9999 0	0.9999 0	0.9999 0	0.9999 1	0.9999 1	0.9999 2	0.9999 2	0.9999 2	0.9999 2
3.8	0.9999 3	0.9999 3	0.9999 3	0.9999 4	0.9999 4	0.9999 4	0.9999 4	0.9999 5	0.9999 5	0.9999 5
3.9	0.9999 5	0.9999 5	0.9999 6	0.9999 6	0.9999 6	0.9999 6	0.9999 6	0.9999 6	0.9999 7	0.9999 7
4.0	0.9999 7	0.9999 7	0.9999 7	0.9999 7	0.9999 7	0.9999 7	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8
4.1	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 8	0.9999 9	0.9999 9
4.2	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9
4.3	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9	0.9999 9

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce	Interaktivní SW nástroj na řízení projektů
Autor práce	Bc.Šárka Šlehoferová
Obor	IT
Rok obhajoby	2009
Vedoucí práce	doc. Ing. Josef Volek, CSc.
Anotace	Práce se zabývá plánováním projektů a metodami síťové analýzy. Výstupem práce je nástroj s možností opakované kontroly stavu realizace projektu v porovnání s jeho plánem. Součástí práce je porovnání již dostupných nástrojů pro řízení na trhu a jejich cen.
Klíčová slova	PERT, analýza síťového grafu, CPM, kritická cesta, stochastická doba trvání činnosti, plánování a řízení projektů