

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA EKONOMICKÁ

Diplomová práce

**Použití algoritmů teorie grafů pro řízení projektů ve
firmě ŠKODA POWER**

**Using Algorithms of Graphs Theory for Project
Management in Company ŠKODA POWER**

Renáta Fiřtová

Plzeň 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„Použití algoritmů teorie grafů pro řízení projektů ve firmě ŠKODA POWER“

vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni, dne 20. 4. 2012

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Ing. Ladislavu Lukáši, CSc. za odbornou pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce a také Ing. Janě Melicharové ze Škoda Power za pomoc při získávání zdrojových dat a informací týkající se softwaru Concerto a Primavera.

Obsah

Obsah	4
Úvod.....	6
1 Projektový management	8
1.1 Definice projektu	8
1.2 Životní cyklus a fáze projektu.....	8
1.3 Plánování projektu	9
1.4 Časový plán projektu	10
1.4.1 Odhad doby trvání činností.....	11
1.4.2 Časová sekvence činností a vazby mezi činnostmi	11
1.4.3 Časové rezervy činností a určení doby trvání projektu.....	14
1.4.4 Vložení milníků do plánu a ladění plánu	14
2 Síťová analýza	16
2.1 Základní pojmy síťové analýzy	16
2.1.1 Síťový graf.....	16
2.1.2 Konstrukce síťového grafu	17
2.2 Síťová analýza projektu	20
2.2.1 Časová analýza	21
2.2.2 Nákladová analýza.....	22
2.2.3 Zdrojová analýza.....	22
2.2.4 Pravděpodobnostní analýza	22
2.2.5 Analýza rizik.....	23
3 Vybrané metody síťové analýzy	24
3.1 Metoda CPM.....	24
3.1.1 Určení kritické cesty	24
3.1.2 Časové rezervy.....	27
3.2 Metoda PERT	29
3.2.1 Určení kritické cesty	31
3.3 Metoda kritického řetězu	33
3.3.1 Základní principy teorie omezení	33
3.3.2 Faktory ovlivňující dobu trvání projektu	34
3.3.3 Řízení projektů v podmínkách CCPM.....	37
3.4 Modelový příklad použití metod.....	45

Obsah

3.4.4 What-if analýza.....	49
3.5 Zhodnocení metod na základě teoretických východisek	51
4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power	54
4.1 Představení firmy	54
4.2 Projektové řízení ve firmě.....	55
4.2.1 Realizační projektový tým	55
4.2.2 Životní cyklus projektu ve firmě	57
4.3 Softwarové vybavení společnosti pro plánování projektů	58
4.4 Aplikace CCPM v softwaru Concerto	58
4.4.1 Představení softwaru Concerto	58
4.4.2 Základní oblasti řešené Concertem.....	61
4.5 Aplikace CPM v softwaru Primavera	69
4.5.1 Představení softwaru Primavera	69
4.5.2 Základní oblasti řešené Primaverou.....	70
4.6 Zhodnocení softwarové podpory řízení projektů v podniku.....	76
5 Závěr	78
6 Seznam obrázků	81
7 Seznam tabulek	83
8 Seznam zkratk	84
9 Seznam literatury	85
10 Seznam příloh	88

Úvod

Projekt, projektové řízení, projektový manažer apod. jsou dnes velmi frekventované pojmy. Zvláště ve velkých společnostech jsou využívány principy a metody projektového řízení k realizaci projektů. V dnešní době jsou projekty silně omezeny jak ve zdrojích, tak i v čase. Stále se zvětšuje tlak na správné a efektivní plánování projektů, aby se eliminoval vliv těchto faktorů. Dochází k neustálému rozvoji a vývoji metodik pro řízení projektů. Tyto metody využívají nejen principy teorie grafů a projektového řízení, ale také v sobě zahrnují psychologické prvky působící při řízení projektů.

Projektový management společně s kvantitativními metodami v ekonomii jsou oblasti, které mě vždy zajímaly. Ráda jsem se o této problematice učila v rámci předmětů svého studijního oboru, ale také jsem se sama snažila rozšířit si dosavadní znalosti. Na základě toho jsem si vybrala téma diplomové práce, ve kterém se spojuje projektový management s ekonomickou aplikací teorie grafů. V práci jsem využila jednak své znalosti získané převážně z předmětů *Operační výzkum*, *Projektový management* a *Podnikové informační systémy*, tak i z odborné literatury a ze společnosti Škoda Power.

Cíle

V diplomové práci jsem si stanovila několik dílčích cílů:

- Definovat metody používané při řízení projektů.
- Porovnat vybrané metody používané při řízení projektů.
- Popsat a porovnat software využívaný pro projektové řízení ve firmě Škoda Power.

Struktura práce

Cílům práce byla uzpůsobena struktura diplomové práce. Práce je rozdělena do několika celků, ve kterých praktická část navazuje na teoretický popis problematiky. V úvodní části popisují kvůli souvislostem základní pojmy projektového managementu, mezi které hlavně patří definování projektu a časového plánu projektu.

Následuje stručný popis síťové analýzy, ve které seznamuji čtenáře s tím, jakým způsobem se dá projekt znázornit pomocí grafu, a jaké možnosti přináší různé typy analýz.

Úvod

Ve třetí kapitole se detailně věnuji metodám síťové analýzy. Nejprve se zaměřuji na nejnámější metodu kritické cesty s navazujícím krátkým popisem metody PERT jako jejího rozšíření. U metody kritické cesty uvádím algoritmus výpočtu a také výstupy, které z ní plynou v podobě určení časových rezerv. Na tyto klasické metody navazuje relativně nová metoda kritického řetězu. Každá z těchto metod je založena na jiném přístupu, filozofii, dalo by se říci, a proto jsem se na ně také zaměřila.

Pro ještě lepší pochopení vybraných metod jsem do práce zařadila modelový příklad, na kterém je ukázáno použití metody kritické cesty, PERT i kritického řetězu s názorným grafickým zobrazením projektu. Na stejném projektu jsem provedla what-if analýzu, z které jasně vyplývá několik zásadních rozdílů metod zmíněných také ve vzájemném hodnocení.

Ve zbývající části práce jsem se věnovala projektovému prostředí firmy Škoda Power. Nejdříve jsem přiblížila fungování projektového řízení ve společnosti, a pak jsem se konkrétně zabývala softwarovou realizací metody kritický řetěz a kritická cesta v prostředí systému Concerto a Primavera.

1 Projektový management

Projektový management je souhrn aktivit spočívající v plánování, organizování, řízení a kontrole zdrojů společnosti tak, aby se dosáhlo stanovených cílů. Projektové řízení lze také charakterizovat jako aplikaci znalostí, dovedností, nástrojů a technologií na aktivity projektu tak, aby bylo dosaženo požadavků projektu. [19, s. 19]

1.1 Definice projektu

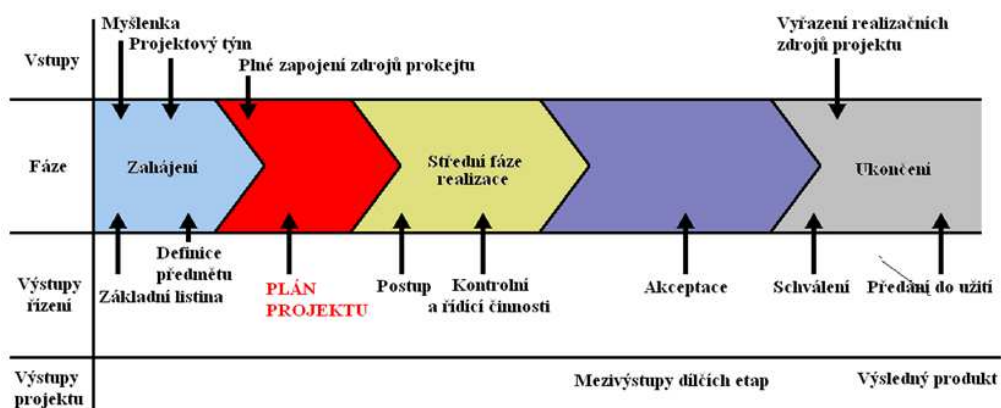
Nejdůležitějším prvkem projektového řízení je projekt. Projekt lze popsat různými definicemi. Jedna z možných charakteristik obsahující všechny hlavní vlastnosti zní následovně: projekt je jedinečný proces skládající z řady koordinovaných a řízených činností s pevně stanovenými termíny zahájení a ukončení, prováděný pro dosažení předem stanoveného cíle, který vyhovuje omezení dané časem, náklady, zdroji a jiným specifickým požadavkům. [18, s. 47]

Na projekt se tedy můžeme dívat z více pohledů. Z jedné perspektivy se jedná především o sled úkolů, jejichž výkonem jsou projektové zdroje přeměněny na výstupy, které jsou zadavatelem projektu očekávány. Další způsob, jak na projekt nahlížet, je jako na uskupení, ve kterém existují určité vztahy, jejichž ovlivňováním jsou jednotlivé aktivity udržovány v pohybu a koordinovány směrem k požadovanému cíli.

1.2 Životní cyklus a fáze projektu

Projekt má charakter procesu, který se vyvíjí a nachází se v různých fázích v průběhu své existence. Tyto fáze tvoří životní cyklus projektu.

Obr. č. 1: Fáze životního cyklu projektu



Zdroj: Svozilová: *Projektový management*, 2006, s. 38

Projekt lze členit na fázi zahájení, plánování, realizaci a ukončení projektu. V následujících kapitolách je podrobněji popsána jedna z těchto fází a to plánování projektu.

1.3 Plánování projektu

Ve fázi plánování se projekt dekomponuje na jednotlivé činnosti s vyjádřením vzájemných vazeb, odhadem dob trvání a požadavkem na jednotlivé zdroje. Je navržen rozpočet a odhadnuty rizikové faktory. Je navržena a připravena vhodná organizační struktura. Dochází k výběru vhodných dodavatelů a připravují se a uzavírají se s nimi smlouvy. [5, s. 28]

Mezi základní plány projektu patří plán rozsahu projektu, časový plán (harmonogram projektu), plán zdrojů a plán nákladů. Tyto plány se navzájem ovlivňují a dynamicky se mění, když se jednotlivé plány zpřesňují. [18, s. 121]

Plán rozsahu

Plány rozsahu jsou tvořeny hierarchickými strukturálními plány projektu [18, s. 126-130]:

- **Struktura projektového produktu** (Produkt Breakdown Structure, PBS) – poskytuje všechny informace a definice potřebné k popisu předmětu projektu, respektive popisuje, co je cílem všech činností, které souvisí s projektem.
- **Struktura projektového díla** (Work Breakdown Structure, WBS) – zobrazuje strukturu předmětu projektu společně s činnostmi, pomocí nichž realizujeme postupné cíle projektu. Hierarchie WBS slouží jako podklad pro časový plán projektu a plán čerpání nákladů.

Časový plán projektu

Časový plán navazuje na strukturovaný rozsah projektových činností (WBS). Všechny činnosti projektu jsou uspořádány do logických časových návazností a sousledností. Výstup plánování z hlediska času může mít více podob – např. tabulka činností, síťový graf, Ganttův diagram apod. Jelikož je práce zaměřena na časové plánování projektu, je tato problematika blíže popsána v následujících kapitolách. [18, s. 132]

Plán zdrojů

Plánování zdrojů je obzvlášť důležité při řízení více projektů, které probíhají současně a dělí se o zdroje. Při plánování dochází k přizpůsobení potřebných zdrojů dostupným kapacitám zdrojů a optimalizuje se využití zdrojů. Plánování zdrojů zahrnuje materiálové, lidské a finanční zdroje. [18, s. 147-148]

Plán nákladů

Základem plánu nákladů je rozpočet projektu, který vychází z podrobného rozpisu prací, odhadů nákladů na činnosti, detailního rozpisu a kalkulaci nákladů na zdroje projektu. V plánu může docházet ke změnám při dodatečném určení požadavků na zdroje činností. [19, s. 120-121]

1.4 Časový plán projektu

Jak bylo uvedeno již výše, časový plán projektu obsahuje všechny potřebné informace o termínech a časovém sledu jednotlivých aktivit projektu. K jednotlivým činnostem jsou přiřazeny realizační zdroje, které provádějí danou aktivitu a jsou odpovědné za splnění daného úkolu. [19, s. 133]

Časový plán projektu lze tvořit dvěma způsoby [18, s. 132]:

- Je znám termín zahájení projektu a musí se určit nejdříve možný konec projektu. V této situaci se snažíme, aby činnosti začínaly a končily co možná nejdříve. Při plánování se používá podmínka ASAP (As Soon As Possible).
- Je znám termín ukončení projektu a musí se určit, kdy nejpozději se musí projekt zahájit. V této situaci se snažíme, aby činnosti začínaly a končily co možná nejpozději. Při plánování se používá podmínka ALAP (As Late As Possible).

Časový plán se tvoří postupně a lze ho rozdělit do následujících kroků, které jsou dále blíže popsány [18, s. 132]:

1. Vytvoření tabulky činností a odhad doby trvání jednotlivých činností.
2. Vytvoření časové sekvence činností a vazeb mezi činnostmi.
3. Výpočet časových rezerv činností a určení doby trvání projektu.
4. Vložení milníků do plánu a ladění plánu.

1.4.1 Odhad doby trvání činností

Přehled činností se vytvoří dle aktuálního strukturního plánu WBS a určí se doby trvání jednotlivých aktivit.

Proces odhadování doby trvání činnosti spočívá ve stanovení počtu pracovních jednotek potřebných k vykonání pracovní činnosti. Doba trvání se určuje dle obvyklého nasazení zdrojů a dle stanoveného pracovního týdne. Doba je tedy propojená s množstvím použitých zdrojů.

Dobu trvání lze odhadovat různými technikami [18, s. 133-134]:

- **Odhad experta**, který má se stejnou nebo s podobnou činností zkušenosti.
- **Analogický odhad** na základě podobnosti dvou aktivit, z nichž jedna byla již provedena, a tudíž se od ní dá odhadnout doba trvání druhé činnosti.
- Určení odhadu doby trvání činnosti **kvantitativně** na základě sečtení dob trvání detailních pracovních aktivit.

S odhadem doby trvání souvisí také započítání časové rezervy. U některých aktivit se časový odhad procentuálně navyšuje o rezervu. Děje se tak například u činností s nedostatečně ověřeným pracovním postupem či s jinými hrozícími riziky.

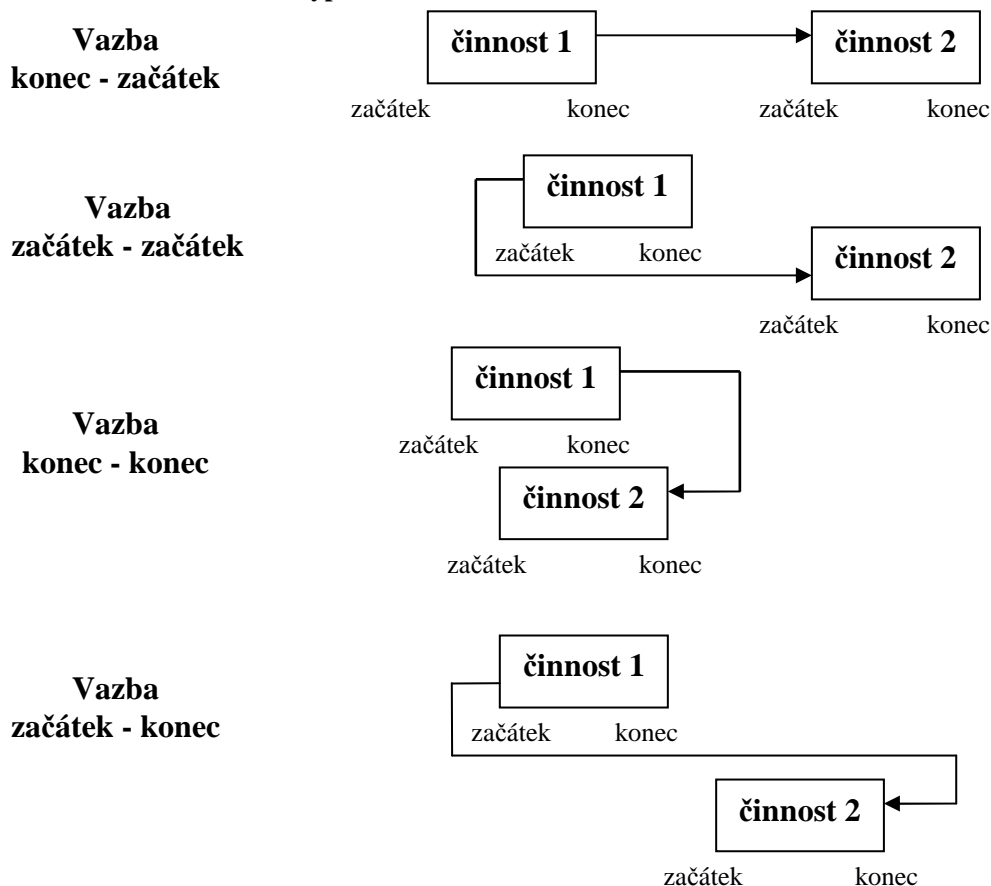
1.4.2 Časová sekvence činností a vazby mezi činnostmi

V této fázi se určí chronologické pořadí činností. Na základě logických, objektivních závislostí či jiných specifických okolností se určí předchůdci, následovníci jednotlivých činností a také aktivity, které lze provádět paralelně.

Závislost mezi aktivitami může být vyjádřena různými typy vazeb [18, s. 135]:

- vazba **konec – začátek** (Finish to Start) – konec předcházející činnosti je navázán na začátek následující;
- vazba **začátek – začátek** (Start to Start) – začátek předchůdce je spojen se začátkem následující činnosti;
- vazba **konec – konec** (Finish to Finish) – konec předcházející činnosti je spojen s koncem následující;
- vazba **začátek – konec** (Start to Finish) – začátek předchůdce je navázán na konec následníka.

Obr. č. 2: Grafické znázornění typů vazeb činností



Zdroj: Skalický, Jermář, Svoboda: *Projektový management a potřebné kompetence*, 2010, s. 136

U výše zmíněných vazeb se uvažuje bezprostřední navázání činností. Kromě této možnosti mohou mezi činnostmi existovat různé časové intervaly. Kladné časové intervaly tvoří prodlevy (Lag) a představují zpoždění začátku/konce následníka. Záporné časové intervaly (Lead) jsou tvořeny překrýváním činností nebo dřívějším začátkem/koncem následníka. [18, s. 135]

Činnosti mohou být také svázány s pevným kalendářním datem. Rozlišujeme následující typy časových závislostí [18, s. 137]:

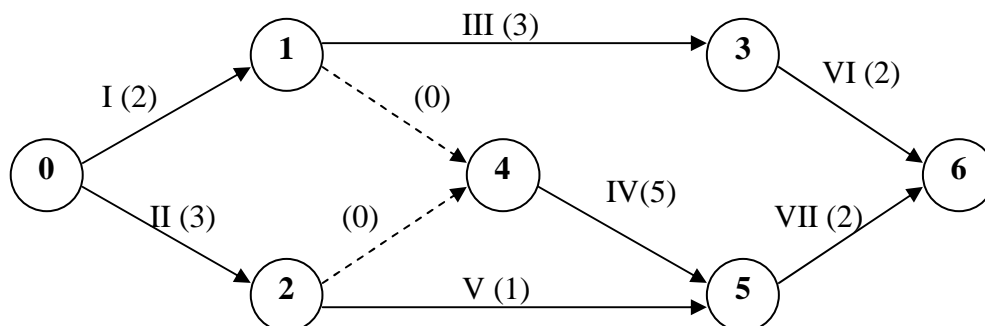
- **FNET** (Finish No Earlier Than) – činnost neskončí dříve než je zadané datum;
- **SNET** (Start No Earlier Than) – činnost nezačne dříve než je zadané datum;
- **FNLT** (Finish No Later Than) – činnost neskončí později než je zadané datum;
- **SNLT** (Start No Later Than) – činnost nezačne později než je zadané datum;
- **MFO** (Must Finish On) – činnost skončí v určeném datu;

- **MSO (Must Start On)** – činnost začne v určeném datu.

Závislosti činností lze zaznamenat do tabulky i zobrazit graficky pomocí síťového či úsečkového diagramu:

- **Síťový diagram (graf)**
 - Síťový graf znázorňuje činnosti a vazby mezi nimi uspořádané do sítě.
 - Aktivity v síťovém diagramu lze reprezentovat hranově či uzlově. Pro analýzu síťového diagramu existuje více metod. Nejpoužívanější jsou uvedeny ve třetí kapitole.

Obr. č. 3: Síťový graf projektu s činnostmi reprezentovanými hranami



Zdroj: Plevný, Žižka: *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*, 2005, str. 210

- **Úsečkový diagram** [19, s. 134-135]
 - Mezi nejznámější úsečkové diagramy patří Ganttův diagram, který přehledně znázorňuje sled činností, průběžné začátky a konce dob trvání úkolů. Časová osa je vedena horizontálně a posloupnost úkolů vertikálně.
 - V Ganttově diagramu lze zaznamenat všechny typy vazeb s překryvy a prodlevami, znázornit kritickou cestu a lze sledovat skutečný stav úkolu oproti původnímu plánu.
- **Tabulka činností**
 - Představuje nejméně názornou prezentaci časového plánu. Tabulka obsahuje názvy činností, dobu trvání, datum zahájení, ukončení činnosti, rezervy, předcházející a následující aktivity.

1.4.3 Časové rezervy činností a určení doby trvání projektu

Způsob určení časových rezerv a celkové doby trvání projektu souvisí s použitou metodou plánování a na reprezentaci harmonogramu.

„Časovou rezervou činnosti rozumíme čas, o který se může zahájení činnosti opozdit nebo o který se může její trvání prodloužit, aniž to způsobí časový posun v celkovém průběhu projektu.“ [18, s. 141]

1.4.4 Vložení milníků do plánu a ladění plánu

Milníky nerepresentují žádný pracovní úkol. Slouží k identifikaci důležitých událostí v průběhu celého projektu. Milník má nulovou dobu trvání. Slouží k efektivnímu kontrolování úseků projektu při jeho realizaci.

Cílem časového plánování je dosažení co nejkratší doby trvání celého projektu. Z tohoto důvodu je někdy potřeba harmonogram vyladit. Mezi nejčastější důvody pro optimalizování patří [19, s. 146]:

- změna délky trvání,
- koordinace s jinými projekty,
- efektivní využití pracovních zdrojů nebo technologií,
- kapacitní důvody u specializovaných činností,
- eliminace nebo potlačení některých typů rizik,
- náklady na výkon práce a jejich časové rozložení.

Existuje několik základních metod optimalizace harmonogramu [19, s. 147-148]:

- **Zrychlený průchod trasy (Fast Tracking)**
 - Metoda efektivně zkracuje celkovou dobu trvání projektu, na druhou stranu však zvyšuje rizika spojená s projektem a zvyšuje nutnost koordinace a kontroly projektu kvůli většímu počtu činností probíhajících paralelně či v částečném překryvu. Zkrácení doby projektu je nutné provádět přiměřeně, aby nedocházelo k příliš velkému navýšení potřebných zdrojů, a tedy i k výraznému negativnímu nárůstu nákladů na projekt.

- **Zkrácení doby trvání činnosti (Crashing)**
 - Metoda vychází z analýzy změn harmonogramu a jejich dopadů na plánované náklady projektu. Metoda se snaží dosáhnout maximálních časových změn při minimálním dopadu na náklady.

2 Síťová analýza

Síťová analýza, neboli řízení projektů, představuje typickou ekonomickou aplikaci teorie grafů. Analýza poskytuje kvantitativní nástroje a metody, které jsou využívány při plánování projektu, jenž je reprezentován pomocí grafu. Cílem analýzy je nalezení nevhodnějšího časového, technologického a organizačního uspořádání souboru navazujících činností při realizaci projektu. Tato kapitola obsahuje stručný úvod do síťové analýzy.

2.1 Základní pojmy síťové analýzy

Síťová analýza je soubor modelů a metod, které vycházejí z grafického vyjádření složitých projektů a provádějí analýzu těchto projektů z hlediska času (např. metoda CPM, PERT), nákladů (např. CPM/COST) nebo zdrojů nutných k realizaci. [5, s. 79]. Základním nástrojem modelování je orientovaný graf.

2.1.1 Síťový graf

Nejdříve si nedefinujeme pojem graf, orientovaný graf a pak následně síťový graf.

„Graf G je dvojice $G = (V, E)$, kde V je konečná množina a $E \subset \binom{V}{2}$, přičemž

$$\binom{V}{2} = \{\{x, y\} : x, y \in V, x \neq y\}$$

je množina všech dvouprvkových množin (neuspořádaných dvojic) prvků množiny V . Prvky množiny V nazýváme vrcholy (často také uzly), prvky množiny E pak hrany grafu G . Vrcholy $x, y \in V$ jsou sousední, pokud $\{x, y\} \in E$.“ [3, s. 59]

V případě, že hrany grafu $(u, v) \in E$ jsou definovány jako uspořádané dvojice vrcholů, tj. $(u, v) \neq (v, u)$, hovoříme o orientovaném grafu nebo o tzv. orgrafu. Dvojici (u, v) interpretujeme jako hranu, která začíná ve vrcholu u a končí ve vrcholu v . [15, s. 153-154]

Síťový graf (síť) je matematickým modelem projektu, jenž se vyznačuje specifickými vlastnostmi. „Síť je orientovaný, nezáporně ohodnocený, souvislý graf, který neobsahuje

2 Síťová analýza

cyklus a obsahuje právě jeden vrchol, ze kterého orhrany¹ pouze vycházejí (tzv. zdroj) a právě jeden vrchol, do kterého orhrany pouze vcházejí (tzv. ústí).“ [15, s. 157]

2.1.2 Konstrukce síťového grafu

Pro zkonstruování síťového grafu je nutné znát strukturu projektového díla (WBS), na jejímž základě se vytvoří seznam elementárních činností projektu s danými charakteristikami. Projekt tedy chápeme jako soubor elementárních činností propojených vzájemnými vazbami.

Každá z těchto elementárních činností je charakterizována [15, s. 161]:

- dobou trvání – deterministická hodnota nebo náhodná veličina (stochastický přístup),
- náklady na realizaci činnosti,
- požadavky na materiální, technické, personální a jiné zajištění činnosti,
- seznamem bezprostředně předcházejících činností – musí být provedeny a dokončeny dříve než začne realizace dané činnosti.

Po vytvoření seznamu elementárních činností se všemi jejich charakteristikami lze sestavit síťový graf a to dvěma způsoby. Je možné zkonstruovat hranově ohodnocený graf nebo uzlově ohodnocený graf. Činnosti můžeme charakterizovat různými ukazateli, které tvoří ohodnocení činností v grafu a podle kterých můžeme provést odpovídající analýzu projektu.

Tab. č. 1: Seznam elementárních činností pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu

Činnost	Popis činnosti	Bezprostřední předchůdci	Čas	Náklady	Zdroje
A	Návrh domu	-	5	N1	Z1
B	Položení základů domu	A	4	N2	Z2
C	Objednání materiálů	A	3	N3	Z3
D	Stavba domu	B, C	5	N4	Z2
E	Výběr malby	B, C	2	N5	Z1
F	Výběr krytin	E	2	N6	Z1
G	Dokončovací práce	D, F	1	N7	Z2

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

¹ orhrana znamená orientovaná hrana

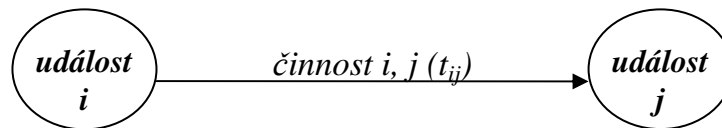
2 Síťová analýza

Hranově ohodnocený síťový graf

Hranově ohodnocený (definovaný) síťový graf má jednotlivé činnosti reprezentovány hranami a uzly představující události. Událostí se rozumí začátky a konce jednotlivých činností. Tato metoda znázornění projektu je též nazývána Activity on Arrow (AOA).

Způsob reprezentace v síti je ukázán na obr. č. 4, kde t_{ij} označuje dobu trvání činnosti (i, j) .

Obr. č. 4: Způsob reprezentace činnosti (i, j) v hranově ohodnoceném síťovém grafu



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Matoušek, J.: texty přednášek Operační analýza, 2011

Síťovaný graf by měl obsahovat tolik hran, z kolika elementárních činností se skládá daný projekt. Často se ale stává, že k zajištění všech požadovaných návazností je nutno vedle reálných činností použít fiktivní činnosti. **Fiktivní činnost** se v projektu ve skutečnosti nevyskytuje, a proto má nulovou dobu trvání a nespotřebovává žádné zdroje ani netvoří žádné náklady. V grafu se fiktivní činnost označuje obvykle čárkovanou orientovanou hranou.

Při konstruování síťového grafu se dodržují následující pravidla [15, s. 163]:

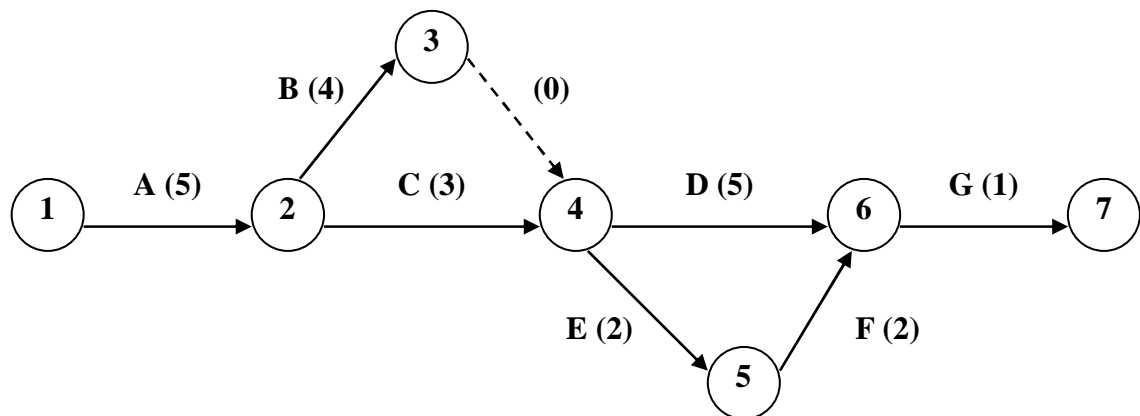
- Elementární činnosti se znázorňují pomocí orhran, tj. pokud je to možné pomocí rovných šipek směřujících zleva doprava.
- Každá činnost musí začínat a končit v některém z vrcholů znázorněného pomocí kroužku označeného číslem vrcholu.
- Dva vrcholy mohou být spojeny pouze jednou hranou (situace, kdy by bylo potřeba spojit dva vrcholy více hranami, je řešena pomocí fiktivních hran).
- Síťový graf obsahuje jediný výchozí vrchol, ze kterého vycházejí všechny hrany znázorňující činnosti, které nemají v projektu žádné předchozí činnosti.
- Hrany znázorňující činnosti, které v projektu nemají žádné následníky, směřují do jediného společného cílového vrcholu, který představuje okamžik ukončení projektu.

2 Síťová analýza

- Je vhodné, aby se vrcholy grafu číslovali tak, že číslo výchozího vrcholu každé činnosti je nižší než číslo jejího koncového vrcholu.

Na obr. č. 5 je znázorněn hranově ohodnocený síťový graf projektu popsaného v tab. č. 1. V grafu je možné vidět čárkovaně znázorněnou fiktivní činnost mezi vrcholy 3 - 4, která byla v grafu použita kvůli možnosti paralelního probíhání činností B a C.

Obr. č. 5: Hranově ohodnocený síťový graf pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu

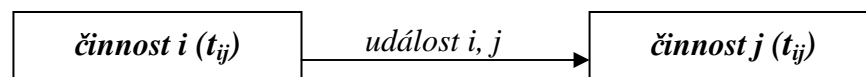


Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Uzlově ohodnocený síťový graf

V uzlově ohodnoceném (definovaném) síťovém grafu jsou činnosti s ohodnocením znázorněny jako vrcholy grafu (kroužky, čtyřúhelníky) a vazby mezi nimi jsou vyjádřeny hranami. Na obr. č. 6 je ukázáno spojení dvou činností, zatímco na obr. č. 7 je sestaven pro ukázkou uzlově ohodnocený síťový graf dle seznamu elementárních činností z tab. č. 1.

Obr. č. 6: Způsob reprezentace činnosti (i, j) v uzlově ohodnoceném síťovém grafu

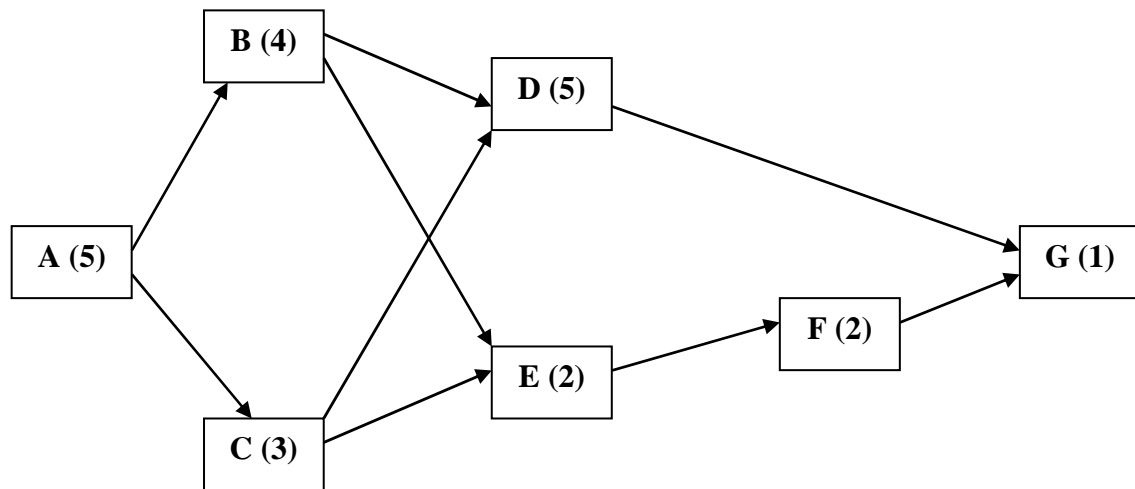


Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Matoušek, J.: texty přednášek Operační analýza, 2011

Varianta grafu se také nazývá Activity on Node (AON). Z principu reprezentace vrcholů neexistují fiktivní činnosti (různé vrcholy pro různé činnosti). Tento způsob reprezentace činností a vazeb se často využívá v SW pro řízení projektů, např. Microsoft Project.

2 Síťová analýza

Obr. č. 7: Uzlově ohodnocený síťový graf pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

2.2 Síťová analýza projektu

Činnosti projektu mohou být charakterizovány více ukazateli – čas, náklady, zdroje apod. Na základě těchto ohodnocení se realizuje potřebná analýza projektu. Výsledkem této analýzy je plán, jenž je základem realizace projektu. V průběhu projektu je nutné tento plán aktualizovat a optimalizovat kvůli případným změnám parametrů.

Ohodnocení grafu může být deterministické (hodnota parametru je přesně určena) či stochastické (hodnotu parametru považujeme za náhodnou veličinu se známým, případně neznámým pravděpodobnostním rozdělením). Stejně tak může být i struktura grafu buď deterministická, nebo stochastická.

Podle zvolené interpretace síťového grafu, struktury grafu, interpretace ohodnocení činnosti a jeho druhu získáváme řadu možných metod vhodných k dané analýze.

Jako příklady metod můžeme jmenovat [5]:

- **metoda kritické cesty** (CPM, Critical Path Method);
- **metoda hodnocení a kontroly projektu** (PERT, Project Evaluation and Review Technique) – používá stochastické ohodnocení grafu, založeno také na určení kritické cesty projektu;
- **metoda grafického hodnocení a kontroly projektu** (GERT, Graphical Evaluation and Review Technique) – pracuje se zobecněným síťovým grafem,

2 Síťová analýza

ve kterém se může vyskytovat až šest druhů uzlů, a navíc se činnostem přiřazují podmíněné pravděpodobnosti jejich realizace;

- **metoda MPM** (Metra Potencial Method) – pracuje s uzlově ohodnocenými grafy, u kterých předpokládá deterministické ohodnocení i deterministickou strukturu sítě;
- **metoda PDM** (Precedence Diagramming Method) – jedná se o zjednodušenou variantu metody MPM;
- **metoda kritického řetězce** (CC, Critical Chain) – metoda založená na přímé aplikaci teorie omezení (TOC).

2.2.1 Časová analýza

Časová analýza se provádí u projektu vyjádřeného pomocí síťového grafu ohodnoceného dobou trvání jednotlivých činností. Analýza je základem, na který může navázat zdrojová a nákladová analýza.

V rámci časové analýzy projektu zjišťujeme nejkratší možnou dobu realizace celého projektu včetně rozložení jednotlivých činností v čase. Výsledkem analýzy je také zjištění časových rezerv, jejichž znalost může pomoci při další optimalizaci průběhu činností i z jiného než časového hlediska. [15, s. 166]

Při analýze je podstatné určení kritických činností projektu. „*Kritická činnost je taková činnost, jejímž prodloužením o k časových jednotek dojde i k prodloužení celého projektu o k časových jednotek.*“ [15, s. 166]

Kritické činnosti se vyznačují nulovou časovou rezervou, a proto se jim věnuje zvýšená pozornost, neboť jakékoli jejich prodloužení se projeví prodloužením doby trvání celého projektu. Při realizaci složitých projektů se výpočet síťového grafu pravidelně opakuje s údaji, které jsou aktualizovány podle skutečného průběhu činností.

Dalším důležitým pojmem spojeným s časovou analýzou je kritická cesta. **Kritická cesta** je tvořena sledem kritických činností mezi zdrojem a ústím projektu, nebo-li kritickou cestu lze definovat jako nejdélší možnou cestu mezi začátkem a koncem daného projektu. Je možné, že v grafu existuje více kritických cest najednou. V takovém případě mají všechny kritické cesty stejnou délku. [15, s. 166]

2 Síťová analýza

„Nejkratší možná doba realizace projektu je dána délkou kritické cesty v síťovém grafu projektu (tj. součtem dob trvání všech činností ležících na této kritické cestě).“ [15, s. 166]

Mezi nejznámější metody, pomocí nichž se analyzuje projekt z hlediska času, patří metoda kritické cesty (CPM, Critical Path Method) a metoda PERT (Program Evaluation and Review Technique). Tyto metody jsou popsány ve třetí kapitole práce.

2.2.2 Nákladová analýza

Nákladová analýza vyhodnocuje náklady na projekt v závislosti na čase. Vedle časového aspektu projektu je důležité sledovat i celkové náklady na projekt, jelikož nejkratší doba realizace projektu nemusí znamenat optimální nebo alespoň přijatelný průběh nákladů. Cílem této analýzy je určit nejvhodnější průběh projektu z hlediska vzájemného vztahu času a nákladů. Výsledkem provedené analýzy je odhad průběhu nákladů v určitém časovém intervalu, tzv. nákladová křivka projektu. [16, s. 219]

2.2.3 Zdrojová analýza

Zdrojová analýza se zabývá vyhodnocováním úrovně a rozložení čerpání zdrojů potřebných pro vykonání jednotlivých elementárních činností během realizace projektu. Cílem analýzy je co nejrovnoměrnější využívání zdrojů a stanovení nejkratší doby trvání projektu při omezeném množství zdrojů. [16, s. 205]

K dosažení těchto cílů se používají základní postupy analýzy zdrojů jako sumarizace, rozvrhování a vyrovnání zdrojů. Sumarizace je určení velikosti nároků na potřebné zdroje za celý projekt v každém časovém intervalu. Rozvrhováním zdroje můžeme docílit minimální celkové doby projektu při daném množství zdrojů, které jsou k dispozici. Pro rovnoměrné čerpání zdrojů se využívá vyrovnávání zdrojů při daném trvání projektu, aby nedocházelo k velkému výkyvu v množství příslušného zdroje. [5, s. 80]

2.2.4 Pravděpodobnostní analýza

Pravděpodobnostní analýza se využívá u zobecněného síťového grafu, který má stochastickou strukturu. U takového grafu je použito pravděpodobnostní ohodnocení, které udává podmíněné pravděpodobnosti realizace jednotlivých činností projektu. Pro

2 Síťová analýza

takovou analýzu je vhodná např. metoda GERT (Graphical Evaluation and Review Technique). [5, s. 80]

2.2.5 Analýza rizik

„Analýza rizik vychází ze stochastické struktury nebo stochastického ohodnocení a cílem je určit s jakou pravděpodobností se činnosti realizují a s jakou pravděpodobností jsou splněny dané parametry (čas, náklady, kvalita). Např. metody PERT a GERT je možno považovat za metody pro analýzu rizika.“ [5, s. 81]

3 Vybrané metody síťové analýzy

3.1 Metoda CPM

Metoda kritické cesty (CPM, Critical Path Method) je jednou z nejstarších a nejpoužívanějších metod síťové analýzy. Metoda analyzuje projekt znázorněného grafem s deterministickou strukturou i s deterministickým časovým ohodnocením.

3.1.1 Určení kritické cesty

Základním cílem metody CPM je nalezení kritické cesty a určení časových rezerv. Výpočet bude realizován na hranově definovaném grafu. Pro určení těchto hodnot je nutné vypočítat nejdříve možné a nejpozději nutné termíny u každé činnosti vycházející z jejich dob trvání.

Pro každou činnost odvodíme následující charakteristiky²:

t_{ij} ... doba trvání činnosti (i, j)

ES_{ij} ... nejdříve možný začátek činnosti (i, j)

EF_{ij} ... nejdříve možný konec činnosti (i, j)

LS_{ij} ... nejpozději přípustný začátek činnosti (i, j)

LF_{ij} ... nejpozději přípustný konec činnosti (i, j)

TE_i ... nejdříve možný termín uzlu i

TL_i ... nejpozději přípustný konec uzlu i

T_P ... plánovaná doba trvání celého projektu

T_n^E ... nejdříve možný termín dokončení celého projektu

T_n^L ... nejpozději přípustný termín dokončení celého projektu

Výpočet termínů probíhá ve dvou fázích. Ve výpočtu vpřed se vypočtou nejdříve možné začátky a konce všech činností a ve výpočtu vzad se určí nejpozději přípustné začátky a konce jednotlivých činností.

² označení charakteristik se v různé literatuře liší, zde uvádím označení podle [17, s. 8] a následně popis algoritmu podle [5, s. 85 – 87]

3 Vybrané metody síťové analýzy

1. fáze – výpočet vpřed

Nejprve určíme nejdříve možný termín zahájení projektu, tj. termín vstupního uzlu:

$$ES_{1j} = TE_1 = 0 \quad (1)$$

Pro výpočet nejdříve možného konce činnosti (i, j) se použije následující pravidlo:

$$EF_{ij} = ES_{ij} + t_{ij} \quad (2)$$

Před tím, než může být zahájena činnost, musí být ukončeny všichni její předchůdci. To znamená, že uzel se realizuje, pokud se realizují všechny činnosti, jež do něj vstupují. Nejdříve možný termín uzlu j se vypočte:

$$TE_j = \max EF_{ij} \quad (3)$$

Pro všechny činnosti projektu se vypočtou nejdříve možné začátky následovně:

$$ES_{ij} = TE_i \quad (4)$$

Celý výpočet se provádí postupně od vstupního vrcholu do výstupního vrcholu sítě pomocí vzorců (2), (3) a (4). Termín T_n^E , kde n označuje koncový uzel sítě, udává nejdříve možný termín dokončení celého projektu.

2. fáze – výpočet vzad

Ve druhé fázi výpočtu se nejprve určí nejpozději přípustný konec celého projektu pomocí hodnoty T_n^E , jenž je výstupem první fáze:

$$T_n^L = LF_{in} = T_n^E \quad (5)$$

V dalším kroku se budou počítat charakteristiky obdobně jako ve fázi výpočtu vpřed s rozdílem, že se tentokrát budou počítat nejpozději přípustné termíny dle následujících vztahů:

$$LS_{ij} = LF_{ij} - t_{ij} \quad (6)$$

$$TL_i = \min LS_{ij} \quad (7)$$

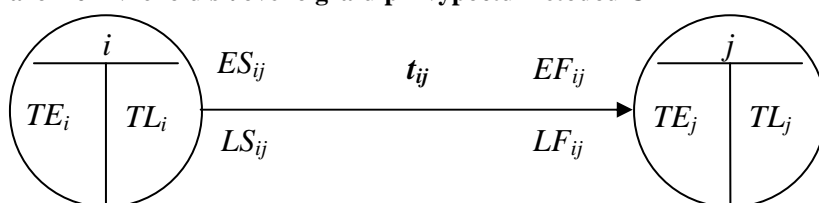
$$LF_{ij} = TL_j \quad (8)$$

3 Vybrané metody síťové analýzy

Vlastní výpočet metody CPM může probíhat více způsoby [5, s. 88-92]:

- **výpočet v grafu** – vhodné pro ruční zpracování pouze menších projektů. Uzly grafu se zakreslují s příslušnými charakteristikami, jak je ukázáno na obr. č. 8. (výpočet celé sítě je ukázán na příkladu v kapitole 3.4). Do horní části uzlu se zapisuje index uzlu. V levé části se zapisuje nejdříve možný termín TE_i vypočítaný v první fázi a v pravé části se uvádí nejpozději přípustný termín TL_i vypočítaný ve druhé fázi algoritmu metody CPM.

Obr. č. 8: Znázornění vrcholu síťového grafu při výpočtu metodou CPM



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Fiala: *Projektové řízení: modely, metody, analýzy*, 2004, s.91

- **výpočet v matici** – je založen na možnosti vyjádřit graf pomocí matice (např. incidenční matice), kde prvky matice vyjadřují doby trvání jednotlivých činností. Stejně jako v grafu se určí všechny nejdříve možné a nejpozději přípustné termíny činností.
- **výpočet v tabulce** – tabulka obsahuje osm sloupců. První dva sloupce obsahují zadané činnosti a doby trvání jednotlivých činností, tedy vstupní hodnoty. Zbylé obsahují vypočítané charakteristiky termínů pomocí výpočtu vpřed a vzad a také celkovou časovou rezervu pro každou činnost v projektu.³

Metodu CPM lze obecně shrnout do následujících kroků [1, s. 399]:

1. Vytvoření seznamu elementárních činností, které tvoří projekt.
2. Určení bezprostředních předchůdců pro každou činnost projektu.
3. Odhadnutí dob trvání pro každou činnost projektu.
4. Navrhnutí síťového grafu znázorňující všechny činnosti s příslušnými vazbami mezi navazujícími činnostmi.

³ Výpočet v tabulce je uveden v příloze B a C

3 Vybrané metody síťové analýzy

5. Vypočítání termínů nejdříve možných začátků a konců pro každou činnost projektu v první fázi algoritmu od vstupního vrcholu až po výstupní vrchol síťového grafu. Nejdříve možný konec poslední činnosti v projektu určí celkovou dobu trvání celého projektu.
6. Vypočítání termínů nejpozději přípustných začátků a konců pro každou činnost projektu ve druhé fázi algoritmu od výstupního až po vstupní vrchol sítě.
7. Použití rozdílů mezi nejpozději přípustným začátkem/koncem a nejdříve možným začátkem/koncem činností pro určení časových rezerv všech činností projektu.
8. Určení kritické cesty projektu na základě identifikace kritických činností.
9. Použití vytvořené sítě k plánování, monitorování a kontrole projektu.

3.1.2 Časové rezervy

U činností projektu se v rámci analýzy identifikují časové rezervy. Podle charakteru rezervy a její závislosti na čerpání časových rezerv jiných činností rozlišujeme tyto typy časových rezerv [8, 15]:

- **Celková časová rezerva (RC)** – udává počet časových jednotek, o kolik lze maximálně posunout začátek činnosti (i, j) nebo prodloužit dobu trvání této činnosti tak, aniž by to ovlivnilo celkovou dobu trvání projektu. Při výpočtu této rezervy se nebere ohled na možné ovlivnění časových rezerv jiných činností. Kritické činnosti se vyznačují nulovou celkovou časovou rezervou. Celková časová rezerva činnosti (i, j) se určí dle vztahu:

$$RC_{ij} = TL_j - TE_i - t_{ij} \quad (9)$$

- **Volná časová rezerva (RV)** – udává dobu, o kterou lze posunout začátek zahájení činnosti (i, j) tak, aby nedošlo ke zpoždění termínu nejdříve možného začátku bezprostředních následníků činnosti (i, j). Pokud dojde k čerpání této rezervy u činnosti, nedochází k ovlivnění časových rezerv následujících činností. Volnou časovou rezervu činnosti (i, j) definujeme následovně vztahem:

$$RV_{ij} = TE_j - TE_i - t_{ij} \quad (10)$$

3 Vybrané metody síťové analýzy

- **Závislá časová rezerva (RZ)** – vyjadřuje čas, o který je možné maximálně posunout začátek činnosti nebo prodloužit dobu trvání oproti termínu nejpozději přípustného konce všech bezprostředních předchůdců, aby se nezměnily termíny nejpozději přípustných začátků všech bezprostředně navazujících aktivit. Představuje čas, o který se nejvýše může prodloužit činnost, jenž sama začala v nejpozději přípustném čase. Závislá časová rezerva se vypočte vztahem:

$$RZ_{ij} = TL_j - TL_i - t_{ij} \quad (11)$$

- **Nezávislá časová rezerva (RN)** – vyjadřuje počet časových jednotek, o který je možné maximálně posunout začátek činnosti nebo naopak prodloužit dobu trvání činnosti, aniž by se ovlivnily termíny nejpozději přípustných konců bezprostředních předchůdců a současně termíny nejdříve možných začátků bezprostředních následovníků.

$$RN_{ij} = TE_j - TL_i - t_{ij} \quad (12)$$

Všechny předchozí zmíněné rezervy nabývají nezáporných hodnot, na rozdíl od nezávislé časové rezervy, jenž může vyjít záporně, a proto se počítá podle upraveného vzorce (13):

$$RN'_{ij} = \max(0; RN_{ij}) \quad (13)$$

- **Interferenční rezerva (RI)** – představuje interval, ve kterém se očekává ukončení všech činností končících v *i*-tém uzlu. O tuto rezervu lze buď prodloužit dobu trvání, nebo odložit termín nejdříve možného zahájení činností končících v *i*-tém uzlu. Stejně tak je možné o tento časový interval prodloužit dobu trvání nebo posunout termín zahájení činností začínajících v *i*-tém uzlu.

Vzájemný vztah rezerv lze vyjádřit pomocí následujících rovnic [5, 15]:

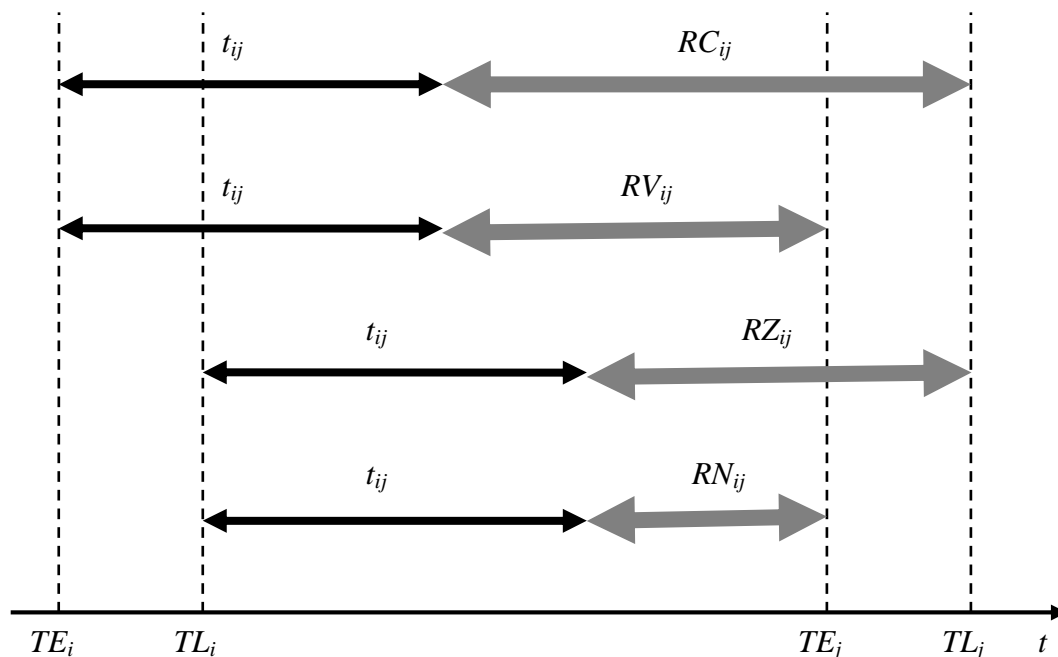
$$RC_{ij} \geq RV_{ij} \geq RN_{ij} \quad (14)$$

$$RC_{ij} \geq RZ_{ij} \geq RN_{ij} \quad (15)$$

$$RC_{ij} + RN_{ij} = RV_{ij} + RZ_{ij} \quad (16)$$

Druhy rezerv a jejich vzájemný vztah můžeme vyjádřit také graficky, jak je zobrazeno na obr. č. 9.

Obr. č. 9: Grafické vyjádření časových rezerv pro činnost (i, j)



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Plevný, Žižka: *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*, 2005, s. 216

Pokud má činnost nulovou celkovou časovou rezervu a zároveň nulovou interferenční rezervu, jedná se o kritickou činnost. Proto pomocí celkové časové rezervy hledáme kritickou cestu projektu. Zbylé typy časových rezerv umožňují plánovat skutečné termíny nekritických činností. Jejich hlavní význam je patrný při nákladové a zdrojové analýze, kdy je možné pomocí analýzy rezerv docílit snížení celkových nákladů na projekt i ovlivnit množství potřebných zdrojů na splnění jednotlivých činností. [15, s. 171]

3.2 Metoda PERT

Metoda grafického hodnocení a kontroly projektu (PERT, Program Evaluation and Review Technique) patří vedle metody CPM mezi nejznámější metody časové analýzy. Tato metoda pracuje s deterministickou strukturou síťového grafu a se stochastickým časovým ohodnocením činností. PERT se používá v případě, že není možné přesně určit dobu trvání všech elementárních činností projektu a je nutné pracovat jen s odhadem.

U metody PERT předpokládáme, že doba trvání činnosti (i, j) je spojitá náhodná veličina T_{ij} . Náhodná veličina je definovaná na intervalu $\langle a_{ij}, b_{ij} \rangle$, ve kterém se výsledná doba realizace bude nacházet. Dále se předpokládá, že je možné určit

3 Vybrané metody síťové analýzy

nejpravděpodobnější dobu realizace činnosti (i, j) . Pro každou činnost tedy definujeme následující charakteristiky [1, s. 401]:

- **optimistický odhad a_{ij}** - předpokládaná nejkratší možná doba realizace činnosti (i, j) , tj. doba za nejpříznivějších podmínek (obvykle dáno použitou technologií);
- **nejpravděpodobnější odhad (modální odhad) m_{ij}** – nejpravděpodobnější doba realizace činnosti (i, j) , tj. doba za normálních podmínek ;
- **pesimistický odhad b_{ij}** – předpokládaná nejdelší možná doba realizace činnosti (i, j) , tj. doba za nejméně příznivých podmínek (existence významných poruch nebo jiných zpoždění).

Je stanoven předpoklad, že všechny doby trvání T_{ij} pro všechny činnosti (i, j) jsou navzájem nezávislé náhodné veličiny se stejným pravděpodobnostním rozdělením. Toto rozdělení není předem známé, ale lze ho aproximovat β -rozdělením mající vhodné vlastnosti pro modelování dob trvání činností. [15, s. 171]

Vlastnosti charakterizující β -rozdělení [5, s. 95]:

- unimodalita – rozdělení má jediný vrchol odpovídající nejpravděpodobnějšímu odhadu doby trvání činnosti m_{ij} ;
- konečné rozpětí – doba trvání činností je definována na intervalu $\langle a_{ij}, b_{ij} \rangle$;
- nesymetričnost, případně symetričnost – vrchol rozdělení se nemusí vyskytovat ve středu intervalu $\langle a_{ij}, b_{ij} \rangle$.

Mezi základní charakteristiky náhodné veličiny patří střední hodnota, rozptyl a směrodatná odchylka. Jejich odhad se počítá pro každou náhodnou veličinu T_{ij} pomocí výše zmíněných třech odhadů dob realizace činnosti následovně [17, s.524]:

- **Střední doba trvání** (očekávaná doba) t_{ij} činnosti (i, j)

$$t_{ij} = \mu_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad (17)$$

- **Rozptyl σ_{ij}^2** činnosti (i, j)

$$\sigma_{ij}^2 = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2 \quad (18)$$

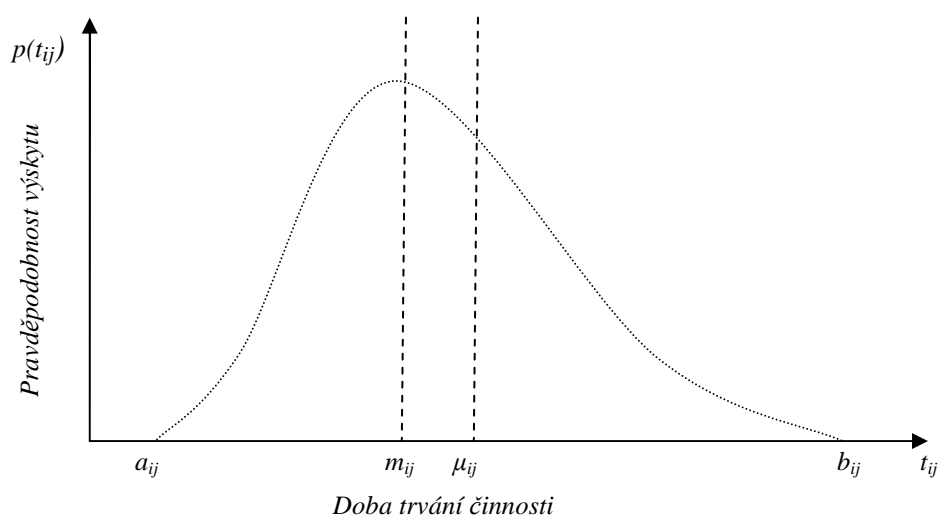
3 Vybrané metody síťové analýzy

- Směrodatná odchylka σ_{ij} činnosti (i, j)

$$\sigma_{ij} = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right) \quad (19)$$

Spojitou náhodnou veličinu lze popsat pomocí funkce hustoty zobrazenou na obr. č. 10 s vyznačeným optimistickým, modálním a pesimistickým odhadem a střední dobou trvání.

Obr. č. 10: Funkce hustoty β -rozdělení



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Anderson, Sweeney, Williams: *An Introduction to Management Science*, 1988, s. 403

3.2.1 Určení kritické cesty

Určení doby trvání projektu T_P vychází z centrální limitní věty znějící: Součet (úhrn) n nezávislých náhodných veličin X_1, X_2, \dots, X_n se stejnou střední hodnotou μ a rozptylem σ^2 konverguje pro $n \rightarrow \infty$ k náhodné veličině s normálním rozdělením $N(n\mu; n\sigma^2)$ ⁴. Dále uvažujeme, že doba trvání projektu je tedy náhodná veličina, určená součtem dob trvání kritických činností tvořících kritickou cestu projektu.

Vlastní výpočet kritické cesty metodou PERT se v podstatě neliší od výpočtu metodou CPM. Jediný rozdíl ve výpočtu je, že místo pevně stanovených dob trvání činností se pracuje se střední dobou trvání μ_{ij} .

⁴ Lindberg-Lévyho věta pro úhrn – definováno podle Hindls a kol.: *Statistika pro ekonomy*, 2007

3 Vybrané metody síťové analýzy

Střední dobu trvání projektu určíme jako součet středních dob trvání kritických činností (i, j) ležících na kritické cestě. Pokud množinu všech kritických činností (i, j) nacházejících se na jedné nalezené kritické cestě označíme KC , pak střední dobu trvání projektu vypočteme [15, s. 172]:

$$\mu_T = \sum_{(i,j) \in KC} \mu_{ij}, \quad (20)$$

Hodnotu rozptylu této střední doby trvání projektu definujeme jako součet jednotlivých rozptylů kritických činností patřící do množiny KC :

$$\sigma_T^2 = \sum_{(i,j) \in KC} \sigma_{ij}^2 \quad (21)$$

V projektu může obecně existovat více kritických cest tvořenými kritickými činnostmi s celkovou časovou rezervou rovnající se nule ($RC_{ij}(\mu_{ij})$ se vypočte stejně jako v metodě CPM podle vzorce (9), kde místo parametru t_{ij} je použita charakteristika μ_{ij}). Konečná kritická cesta je pak taková cesta, mající největší hodnotu rozptylu trvání projektu. [16, s. 218]

Pokud je kritická cesta tvořena dostatečně velkým počtem kritických činností, blíží se rozdělení veličiny doby trvání celého projektu T_P normálnímu rozdělení $N[\mu_T; \sigma_T^2]$. Této skutečnosti se využívá při pravděpodobnostní analýze trvání projektu, při které se využívají hodnoty distribuční funkce normovaného normálního rozdělení $N[0; 1]$. V rámci této analýzy se řeší následující úlohy [16, s. 218-219]:

- Určení pravděpodobnosti $P(T_P \leq T_s)$, že doba trvání celého projektu bude nejvýše T_s .
- Určení doby T_s , v jaké bude celý projekt ukončen se stanovenou pravděpodobností $\alpha = P(T_P \leq T_s)$.

Podrobnou analýzou dat získaných metodou PERT se zde nebudeme zabývat, jelikož to není potřeba pro hodnocení projektového řízení v Škoda Power. Metoda PERT je zmíněna jen jako pravděpodobnostní rozšíření přístupu CPM.

3.3 Metoda kritického řetězu

Metoda kritického řetězu (CC, Critical Chain) je relativně nový přístup (navržen v roce 1997) k řízení projektů oproti tradičním metodám řízení CPM/PERT, jež byly vyvinuty v 50. letech minulého století. Metoda CCPM je založena na přímé aplikaci teorie omezení (TOC, Theory of Constraints) a oproti jiným metodám vedle matematických algoritmů zahrnuje také výrazně psychologické faktory ovlivňující projektové řízení. Projektový management, opírající se o tuto metodiku, je označován jako Critical Chain Project Management (CCPM).

3.3.1 Základní principy teorie omezení

Teorie omezení, jejíž základní myšlenky rozvinul E. Goldratt, je ucelený manažerský přístup nabízející nový pohled na řízení a trvalé zvyšování výkonnosti podniku. Teorii TOC je možné aplikovat v různých oblastech podniku například v oblasti prodeje, marketingu, podnikových financích, řízení výroby, distribuce, podnikových informačních systémů nebo při řízení projektů.

Klíčovým pojmem, se kterým teorie pracuje, je omezení, nebo-li úzké místo. **Omezení** je jakýkoli prvek nebo činitel, který brání tomu, aby systém dosahoval svého cíle ve větším množství. Omezení může mít fyzický charakter, ale může se jednat také například o používaný postup v podniku. Průchodnost úzkého místa určuje celkovou průchodnost podnikem. To znamená, že přestože se zvýší průtok na „neúzkém místě“, v důsledku to nemá vliv na celkový průtok podnikem a jedná se tedy jen o mylné zdání zvýšení výkonu. [2]

Principy zlepšení

Omezení podniku je nejslabším článkem pomyslného řetězu a posilování ostatních článků nevede k posílení celého řetězu. Pro zlepšení průtoku v podniku je zavedeno pět základních kroků [7]:

- 1. krok:** Identifikace omezení systému – určení úzkého místa bránícího dosažení vyššího výkonu.
- 2. krok:** Maximální využití daného omezení – každá minuta ztracená v úzkém místě znamená ztrátu celého systému, a proto je nutné maximálně vytížit toto místo.

3 Vybrané metody síťové analýzy

- 3. krok:** Podřízení všeho v podniku tomuto omezení – v tomto kroku se uplatňuje globální pohled na podnik, optimalizuje se komplexně celý podnik, nikoli jen dílčí cíle, jelikož omezení se přizpůsobují další činnosti a procesy v podniku.
- 4. krok:** Odstranění omezení – přímé zaměření na rozšíření omezení.
- 5. krok:** Opakování celého procesu – odstraněním jednoho omezení se objeví jiné úzké místo. Jedná se o cyklický proces stálého zlepšování.

3.3.2 Faktory ovlivňující dobu trvání projektu

Základem každého projektu je vytvoření projektového plánu. K tomu je zapotřebí znát jednotlivé činnosti projektu s jejich délkou trvání a potřebnými zdroji a také znát systém vzájemných návazností jednotlivých činností.

Stanovení doby trvání činností

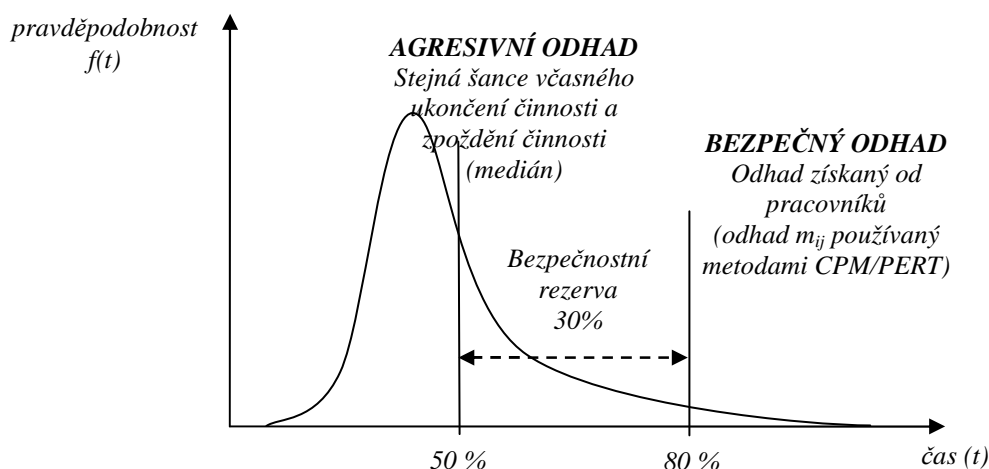
Jednotlivé doby trvání činností jsou jen odhady pracovníků, kteří tyto činnosti vykonávají. Při odhadování doby trvání aktivit je zpravidla tendence odhadovat delší dobu, aby byla činnost za všech okolností splněna a aby zpoždění této činnosti časově neovlivnilo návazné činnosti.

Pracovník, realizující odhad doby trvání činnosti, si vždy do svého odhadu vloží bezpečnostní rezervu, aby zamezil případnému zpoždění činnosti a zvýšil pravděpodobnost jejího dokončení v plánovaném termínu, jelikož je hodnocen za včasné dokončení činnosti. Obdobně smýšlejí i pracovníci na vyšších pozicích, kteří se jistí tím, že časové odhady svých podřízených zvýší o další časovou rezervu. Ve výsledku je odhad doby trvání činnosti vysoce nadhodnocen kvůli započítaným časovým rezervám. [2]

„Realistický“ odhad doby trvání je zobrazen pomocí křivky pravděpodobnosti na obrázku č. 11. Pracovníci zpravidla udávají takový odhad doby potřebné pro splnění činnosti, při kterém mají okolo 80% pravděpodobnost, že danou činnost zvládnout udělat. Rozdíl mezi mediánem a skutečný odhadem je bezpečnostní rezerva, kterou si vytváří každý pracovník. [6]

3 Vybrané metody síťové analýzy

Obr. č. 11: Odhad doby trvání činnosti získaný od pracovníků



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z *GOLDRAT: Critical Chain, 1997, s. 40*

Příčiny zpoždění projektu

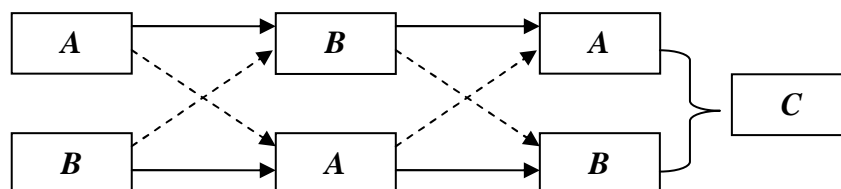
Z tohoto by mělo plynout, že díky dostatečnému časovému odhadu trvání by měly být realizovány všechny činnosti včas nebo dokonce ještě před stanoveným termínem a projekt by měl být ukončen dle plánovaného termínu. Ve skutečnosti dochází ještě ke zpoždění činností a časové rezervy věnované na jejich bezpečné dokončení v plánovaném termínu jsou zbytečně promrhané v důsledku těchto příčin:

- **Parkinsonův zákon** - skutečná doba trvání činností zpravidla odpovídá naplánovanému času v projektu. Výjimečně je činnost předána ve stavu kompletního vyhotovení před plánovaným termínem, bez ohledu na to, jak dlouho činnost skutečně trvala. Pracovník chce předejít možnému zkrácení doby trvání činnosti při příštím projektu. Chce si ponechat časovou rezervu, pokud by se v příštím projektu podmínky pro práci zhoršily. [28]
- **Studentský syndrom** – platí stejný princip jako při přípravě na zkoušky na vysoké škole. Pracovníci sice zahájí práci na činnosti včas a vykazují zprvu počáteční aktivitu, ale kvůli existenci bezpečnostní rezervy mají ve zvyku odkládat tuto práci a věnují se jiným povinnostem. Pracovníci mají tendenci pracovat na činnosti až „na poslední chvíli“. V případě vzniku neočekávané situace roste přesvědčení, že daný úkol nelze splnit v požadovaném termínu. Důsledkem je vyplývání bezpečnostní rezervy, zvýšení pravděpodobnosti nedodržení termínu a nevyužití včasného zahájení činnosti. [26]

3 Vybrané metody síťové analýzy

- **Integrační body** – v projektech se vyskytuje místo, kdy je pro zahájení návazné činnosti nutné ukončit předcházející činnosti. Stačí, aby se jediná předcházející činnost zpozdila a následující návazná činnost začala se zpožděním, i když ostatní předcházející paralelní činnosti mohly být dokončeny včas či dokonce v dostatečném předstihu před termínem.
- **Zdrojové závislosti** – další závislost komplikující dodržení včasného dokončení projektu. Na obr. č. 12 je znázorněna jednoduchá zdrojová závislost. Aby mohla začít činnost využívající zdroj *B* v horní větvi, musí být dokončena nejen činnost využívající zdroj *A*, která bezprostředně předchází, ale také zdroj *B* musí nejprve skončit práci ve spodní paralelní větvi. [2]

Obr. č. 12: Zdrojové závislosti v projektu



Zdroj: vlastní zpracování, vychází z JACOB, MCCLELLAND: *Theory of Constraints Project Management : A Brief Introduction into the Basics*, 2001, s. 4

- **Multitasking** – je specifíkem multiprojektového prostředí. Princip multitaskingu spočívá v tom, že se přesouvá zdroj z jednoho projektu na druhý, dříve než zdroj dokončí veškerou práci, kterou má na daném projektu udělat. Důvodem je, že jsou pracovníci zapojeni buď do více projektů, nebo mají kromě povinností vyplývajících z projektu ještě další, které vyplývají z jejich pracovního zařazení. Priority pro jednotlivé konkrétní činnosti jsou potom spíše výsledkem úrovně tlaku ze strany vedoucích. Špatný multitasking představuje trvalé „přeskakování“ z jedné činnosti na druhou, čímž je způsobeno výrazné prodloužení doby trvání projektu. Na obr. č. 13 je znázorněn multitasking na projektech A, B, C. [2]

3 Vybrané metody síťové analýzy

Obr. č. 13: Multitasking na projektech A, B, C

A			B			C			zaměřené úsilí
A	B	C	A	B	C	A	B	C	špatný multitasking
						<i>projekt A dokončen</i>			
							<i>projekt B dokončen</i>		
								<i>projekt C dokončen</i>	

Zdroj: vlastní zpracování, vychází z BASL, MAJER, ŠMÍRA.: *Teorie omezení v podnikové praxi*, 2003, s. 134

Na základě výše zmíněných poznatků můžeme usuzovat, že potřebný čas na dokončení celého projektu je výrazně nadhodnocen. I přes velkou bezpečnostní rezervu bývá běžné nedodržení původně stanoveného termínu dokončení projektu kvůli faktorům zmíněným v této podkapitole.

Mezi časté příčiny zpoždění projektu patří psychologické faktory, čehož využívá metoda kritický řetěz ke zkrácení celkové doby trvání projektu tím, že dosahuje změn v chování pracovníků.

3.3.3 Řízení projektů v podmínkách CCPM

Plánování v podmínkách CCPM

Metoda kritického řetězu je založena jak na logických aspektech plynoucí z řízení projektů, tak i na chování účastníků projektu. Cílem aplikování pravidel metody CC je převážně eliminace nebo dokonce úplné odstranění Studentova syndromu, Parkinsonova zákona a multitaskingu. Pro správné používání této metody je podstatné získat pracovníky pro změnu v řízení, nutná je jejich spolupráce.

Pravidla dodržovaná při plánování v podmínkách CCPM lze popsat následovně:

- **Zkrácení časových odhadů dob trvání činností na polovinu [2]**
 - Odhady dob trvání činností jsou zmenšeny o zahrnutou bezpečnostní rezervu.

3 Vybrané metody síťové analýzy

- Společně s tím je potřeba pracovníkům vysvětlit, že existuje vysoká šance, že činnost nebude dokončena v přiděleném čase. Tím se docílí snížení studentského syndromu. Současně si tohoto aspektu musí být vědomo i vedení společnosti, aby nepostihovalo pracovníky v případě pozdního dokončení činnosti v případě, že pracovník splnil následující podmínky [13]:

- a) začali na činnosti pracovat ihned, jakmile jim byla práce předána;
- b) věnovali dané činnosti 100 % svého úsilí (neexistoval žádný multi-tasking);
- c) předali práci dál ihned po jejím dokončení.

To znamená, že pracovníci uplatnili **princip štafetového běžce**, kdy po zahájení práce na úkolu na něm pracovali „co nejrychleji“, a jakmile činnost dokončili, předali ji dále bez ohledu na naplánované termíny.

- Vedení podniku si je ale také vědomo vysoké šance dokončení některých činností před uplynutím přiděleného času. Toto uvědomění je nutné pro významné snížení Parkinsonova zákona.

- **Plánování projektu od konce** (při plánování se používá podmínka ALAP⁵)

- **Odstranění soupeření o zdroje mezi činnostmi**

- Při plánování projektu je přihlíženo ke kapacitě zapojených zdrojů. Jeden zdroj nemůže pracovat na dvou činnostech zároveň. Z tohoto důvodu paralelní činnosti se stejnými zdroji jsou přeplánovány tak, aby se časově nepřekrývaly.

- **Zabezpečení kritických činností**

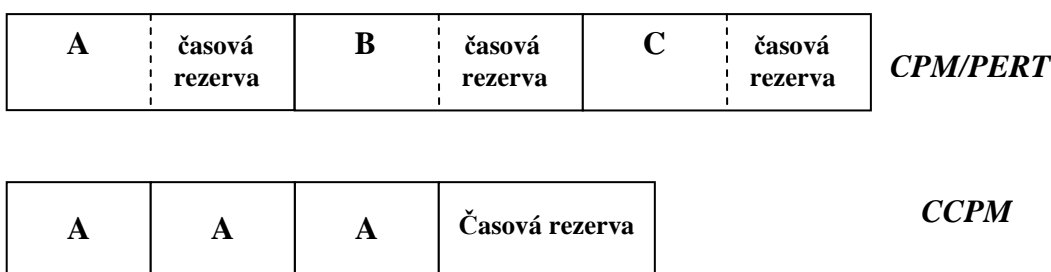
- Časové rezervy, jež byly odstraněny z každého odhadu trvání jednotlivé činnosti projektu, se přesunou na konec projektu, respektive na konec kritického řetězce, v podobě jedné velké časové rezervy označované jako **projektový nárazník** (projektový buffer). Tento přístup k časovým rezervám ve srovnání s přístupem klasických metod CPM/PERT je znázorněn na obr. č. 14. U metody CC je nejistota průběhu činností oddělena od jednotlivých činností a je akumulována do časových

⁵ Vysvětleno v kapitole 1.4

3 Vybrané metody síťové analýzy

nárazníků. Dělené časové rezervy vycházejí z toho, že se zpozdí úplně každá činnost. Ve skutečnosti průzkumy sledující plánovanou a skutečnou dobu trvání činnosti u řady projektů ukázaly, že přibližně jen u 50% činností došlo k překročení plánované doby trvání a u zbývajících procent činností naopak skutečná doba realizace byla kratší než plánovaná. Z toho plyne, že bezpečnostní rezerva byla ve skutečnosti potřeba jen u poloviny projektových činností a termín dokončení projektu mohl být stanoven na dřívější datum. [28]

Obr. č. 14: Přístup k časovým rezervám



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

- **Projektový buffer** chrání proti neočekávaným událostem celý projekt. Jeho délka je rovna polovině délky kritického řetězu (nebo-li polovině délky času, který jsme odebrali jako rezervu z činností na kritickém řetězu).
- Důvodem zpoždění kritických činností může být ale také prodloužení činnosti mimo kritický řetěz, respektive na některém vedlejší řetězu. Proto se všude tam, kde se nekritická činnost připojuje na činnost na kritickém řetězu, vkládá **přípojný nárazník** (feeding buffer). Velikost přípojného nárazníku je určena stejně jako u projektového nárazníku, tedy jako polovina délky chráněné větve.
- S ohledem na zdroje jsou kritické činnosti zabezpečovány **zdrojovým nárazníkem** (resource buffer). Zdrojový nárazník je umístěn tam, kde na činnosti ležící na kritickém řetězu má začínat pracovat jiný zdroj, než který pracoval na předcházející činnosti. Nárazník má nulovou velikost a tedy nijak neprodlužuje dobu trvání celého projektu. Zdrojový nárazník má pouze zabezpečit to, aby byl potřebný zdroj dopředu upozorňován,

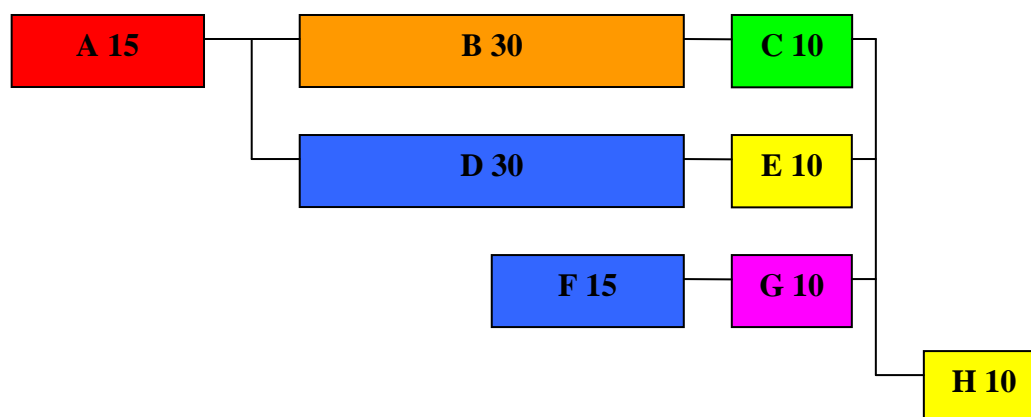
3 Vybrané metody síťové analýzy

kdy má začít pracovat na kritické činnosti. Cílem je, aby všechny nutné zdroje pro kritickou činnost byly vždy připravené k okamžitému využití. [21]

Odvození metody kritického řetězu u samostatných projektů

Vlastní odvození metody kritického řetězu se provádí podle pěti kroků metody TOC uvedené v kapitole 3.3.1. Jednotlivé kroky budou ukázány na jednoduchém modelovém projektu. Plán činností projektu bude zobrazen pomocí přehlednějšího Ganttova diagramu. Výchozí plán projektu je znázorněn na obr. č. 15. Čísla představují dobu trvání činnosti a jednotlivé barvy představují jeden druh zdroje, který vykonává danou činnost (předpokládáme pouze jednu jednotku každého zdroje).

Obr. č. 15: Výchozí plán projektu



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

1. Identifikace omezení

Omezením projektu je to, co zabraňuje dokončení projektu v kratším čase při daných zdrojích. Celková doba trvání projektu nezávisí pouze na kritické cestě, ale i na dostupnosti jednotlivých zdrojů. Kritický řetěz je zobecněním kritické cesty a představuje omezení projektu. Není tvořen jen logickými a časovými vazbami mezi činnostmi, ale také činnostmi, při kterých by nastala nedostupnost jednotlivých zdrojů v daném časovém intervalu.

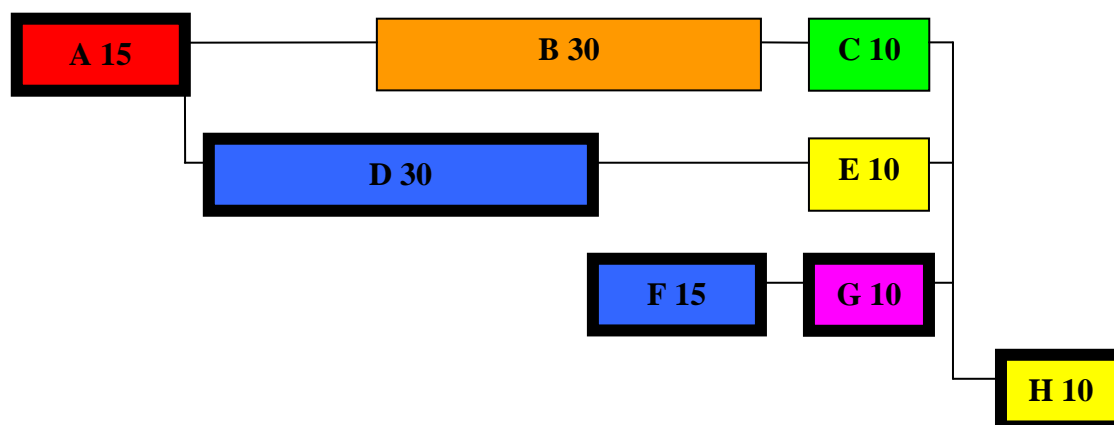
Kritický řetěz můžeme definovat následovně. **Kritický řetěz** je sled závislých událostí, které brání tomu, aby projekt, který disponuje konečnými zdroji, skončil dříve. To znamená, že kritický řetěz určuje celkovou dobu realizace projektu s přihlédnutím jak

3 Vybrané metody síťové analýzy

k logické a časové návaznosti činností, tak i k dostupnosti jednotlivých zdrojů v daném časovém období.

Kritický řetěz (A-D-F-G-H) je tučně znázorněn na obr. č. 16. Kritický řetěz lze identifikovat až po vyřešení konfliktu zdrojů. U paralelních činností D a F by došlo k soupeření o zdroje. Z tohoto důvodu se tyto činnosti musí přeplánovat a vytvoří se nový realistický harmonogram. Doba trvání celého projektu činí 80 dní.

Obr. č. 16: Výchozí plán projektu zobrazující kritický řetěz



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

2. Využití omezení

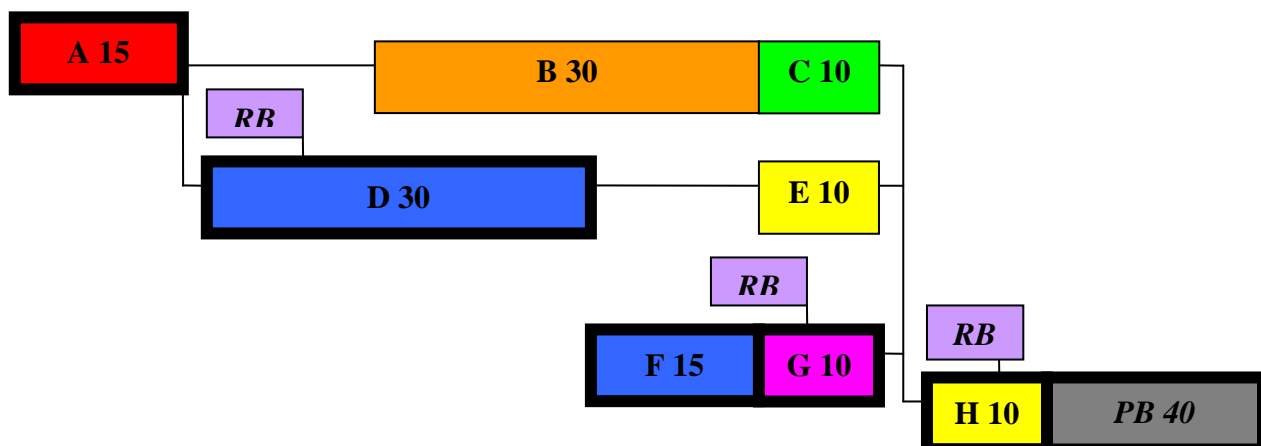
Cílem je stále dokončit projekt v nejkratším možném termínu. Pracovníci pracují na každé činnosti po celou dobu s plným nasazením a odevzdávají práci, jakmile je skončena. Pokud nelze projekt pozměnit a dosáhnout tak zkrácení kritického řetězu, je nutné ho ochránit před proměnlivostí doby trvání činností, kterými je tvořen. Do projektu je tedy nutné zakomponovat:

- projektový nárazník (PB),
- zdrojový nárazník (RB).

Aktualizovaný plán projektu je na obr. č. 17. Velikost projektového nárazníku je odvozena od délky kritického řetězu a jeho velikost je tedy 40 dní.

3 Vybrané metody síťové analýzy

Obr. č. 17: Plán projektu s projektovým a zdrojovým nárazníkem

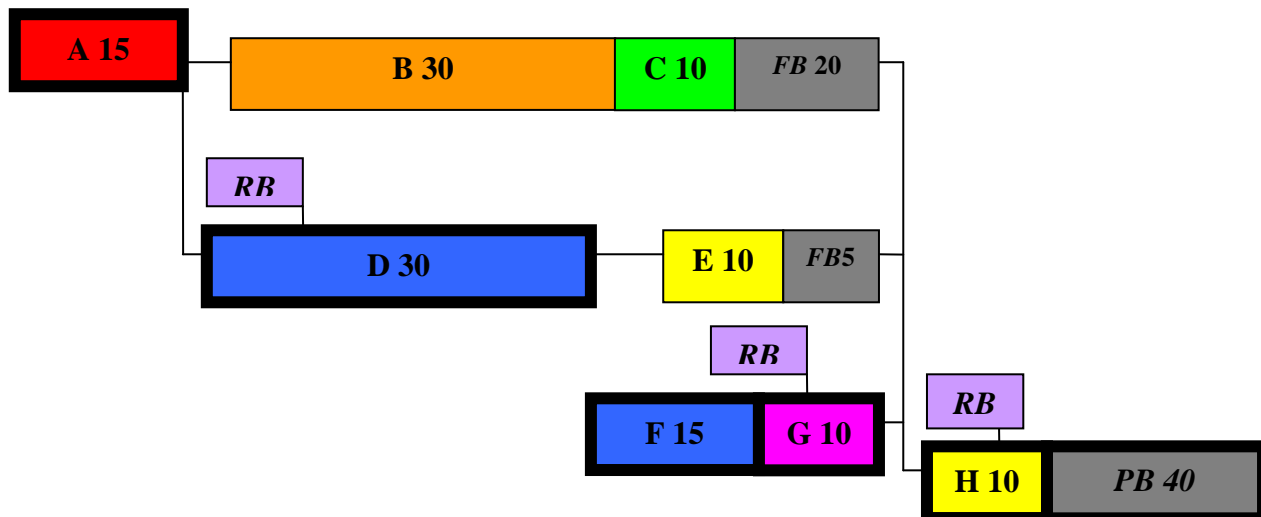


Zdroj: vlastní zpracování, 2012

3. Podřízení všeho omezení

Problémy mohou nastat i na činnostech mimo kritický řetěz. Cílem je ochránit termíny zahájení činností na kritickém řetězu od proměnlivosti činností mimo kritický řetěz. Toho je dosaženo přidáním přípojných nárazníků (FB) zobrazených na následujícím obr. č. 18. Všude, kde se nekritická činnost připojuje ke kritickému řetězu, je vložen přípojný nárazník.

Obr. č. 18: Plán projektu podle metody kritického řetězu



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

4. Odstranění omezení

Pokud se projekt nevejde do vymezeného časového intervalu, je nutné přijmout taková opatření, která by odstranila omezení. Například zapojením více zdrojů do kritických činností tak, aby mohly klíčové činnosti na kritickém řetězu probíhat souběžně. Při tom

3 Vybrané metody síťové analýzy

je potřeba porovnat dodatečné investice s příjmy plynoucími z kratší doby realizace projektu. [11]

5. Opakování celého procesu

Pokud se učiní některé kroky pro rozšíření omezení a v důsledku toho již přestane být omezením, vracíme se na začátek procesu a hledáme nové omezení projektu. Respektive najdeme nový kritický řetěz s příslušnými nárazníky v požadované velikosti.

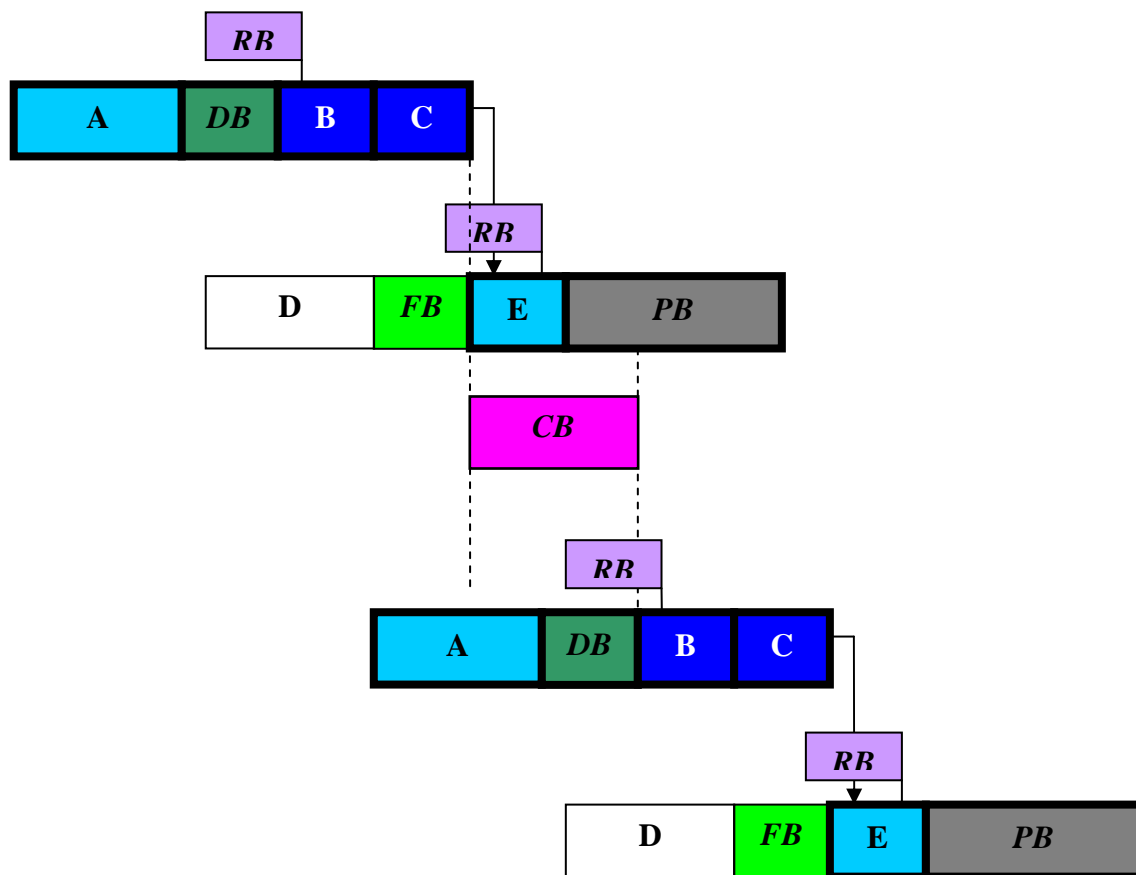
Odvození metody kritického řetězu v multiprojektovém prostředí

Proces odvození metody u multiprojektů probíhá obdobně jako u samostatných projektů aplikací jednotlivých kroků metody TOC. Zásadní je identifikování multiprojektového omezení.

V multiprojektovém prostředí je omezením **strategický zdroj** (drum), který brání rychlejšímu dokončování projektů, a tím i dosahování vyššího výkonu. Drum (buben) udává rytmus výroby v podniku. V podniku jsou všechny aktivity synchronizovány vzhledem k tomuto strategickému zdroji. Strategickým zdrojem je označován takový zdroj, který se nejčastěji podílí na práci na kritických činnostech jednotlivých projektů, vyznačuje se nízkou kapacitou a je nejvíce vytížen ve srovnání s jinými zdroji. Pro včasné dokončení projektů je podstatné odstranění špatného multitaskingu na strategickém zdroji. To vede k podstatnému snížení potřeby multitaskingu na ostatních zdrojích a představuje největší přínos pro podnik. [2]

Je potřeba zabezpečit, aby proměnlivost doby trvání práce strategického zdroje na jednom projektu neohrozila termín zahájení práce na druhém projektu. Tato ochrana je zajišťována **kapacitním nárazníkem** (CB, capacity buffer), který zajišťuje, aby strategický zdroj byl dostupný pro práci na jiném projektu. Jeho velikost je určena dobou trvání činnosti strategického zdroje v předchozím projektu. Pomocí nárazníků je možné chránit práci strategického zdroje i v rámci jednotlivých projektů. K tomu se využívá **nárazník strategického zdroje** (DB, drum buffer). Nárazník strategického zdroje zajišťuje, aby potřebné vstupy byly vždy připraveny k použití strategickým zdrojem, když je potřeba. Nárazník posunuje činnosti projektu ústící do strategického zdroje dopředu na dřívější termín zahájení. Jeho velikost se určuje stejně jako u přípojného nárazníku. [13]

Obr. č. 19: Multiprojektový plán metodou CCPM



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Principy plánování metodou CCPM v multiprojektovém prostředí jsou názorně zobrazeny na obr. č. 19 (činnosti jsou barevně odlišeny podle používaných zdrojů), kde jsou zobrazeny dva projekty (pro zjednodušení jsou identické), ošetřeny kapacitním nárazníkem a nárazníkem strategického zdroje (strategický zdroj je používán při činnosti B a C).

Řízení projektů na základě řízení nárazníků

Metoda CCPM má vybudovaný mechanismus pro řízení projektů založený na zbytkových časech v časových náraznících. Tento monitoring čerpání nárazníků jednoznačně určuje, kdy je projekt ve zpoždění či mu teprve zpoždění hrozí vyčerpáním bezpečnostní rezervy, a kdy naopak je projekt v pořádku a není prioritní na něm pracovat.

Kontrolní mechanismus umožňující sledovat, kolik buffer projektu ještě zbývá v určitém okamžiku, se nazývá **buffer management**. Reálné řízení projektu se provádí

3 Vybrané metody síťové analýzy

pomocí integrovaných zpráv o stavu a čerpání časových nárazníků. Podle toho jsou jednotlivým činnostem a projektům přiřazeny priority a volí se nápravná opatření proti zpoždění projektů.

Praktická ukázka buffer managementu je předvedena pomocí softwaru Concerto v kapitole 4.4.2.

3.4 Modelový příklad použití metod

Pro lepší srovnání výše popsaných metod bude modelový projekt *Výrobní linka* naplánován postupně metodou CPM, PERT a CCPM.

Zadání projektu

Zadání projektu *Výrobní linka* s podstatnými charakteristikami je uvedeno v tab. č. 2.

Tab. č. 2: Projekt *Výrobní linka* - seznam elementárních činností

Název činnosti	Popis	Čas	Bezprostřední předchůdci	Bezprostřední následníci	Zdroje
Odstavení výrobní linky z výroby	A	2d	-	C, B	Z1
Zpracování projektové dokumentace akce	B	3d	-	C, D, E, G, H	Z2
Stavba montážního řešení	D	5d	B	J, F	Z1
Nákup nového kompresoru	E	10d	B	K	Z3
Zabezpečení potřebných náhradních dílů	G	4d	B	L	Z3
Nakup hutního materiálu	H	8d	B	L	Z3
Odpojení od energetických rozvodů	C	1d	A, B	J, F	Z2
Demontáž výrobní linky	F	10d	C, D	M	Z2
Výstavba základu pro nový kompresor	J	7d	C, D	K	Z1
Montáž kompresoru	K	6d	E, J	N	Z1
Předvýroba montážních skupin	L	5d	G, H	N	Z2
Výměna opotřebovaných dílů a zpětná montáž aparátu linky	M	6d	F, G, H	N	Z1
Kompletace celé linky a napojení na rozvody energii	N	15d	K, L, M	O, P	Z1
Odzkoušení linky	O	4d	N	R	Z3
Odstraňování lešení	P	2d	N	R	Z2
Úklid a předání linky do výroby	R	2d	O, P	-	Z2

Zdroj: vlastní zpracování, vychází z Gros: Kvantitativní metody v manažerském rozhodování, 2003, s. 64

3 Vybrané metody síťové analýzy

Plánování metodou CPM

Na obr. č. 20 a v tab. č. 3 je realizovaná časová analýza metodou CPM použitím vzorců (1) – (8). Pro přehlednost dat zobrazených v síťovém grafu je uveden na obr. č. 20 jen nejdříve možný konec činnosti (doba, po které je možné vykonat danou činnost, pokud je zahájena včas a není vyčerpána žádná celková rezerva) a nejpozději přípustný začátek činnosti (termín zahájení v případě, že se vyčerpá celá celková rezerva ještě před zahájením práce na činnosti).⁶ Doba trvání činnosti je umístěna v závorce u jejího popisu.

Ostatní informace o činnostech (termíny zahájení, ukončení činnosti a rezervy činnosti) jsou vypsány v tabulce č. 3, kde jsou červeně zvýrazněny kritické činnosti. Obecný i konkrétní výpočet těchto údajů a incidenčních matic je uveden v příloze B a C.

Tab. č. 3: Výsledky časové analýzy projektu Výrobní linka

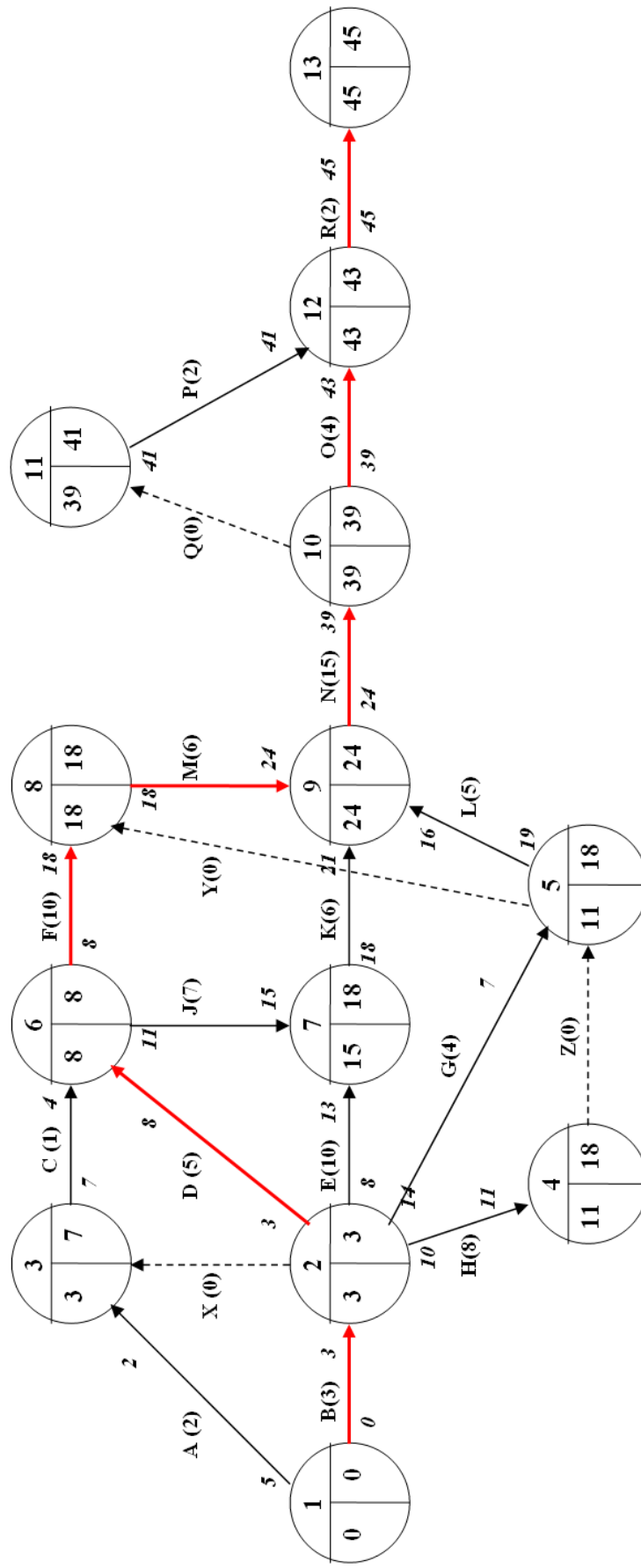
	ČINNOSTI		TERMÍNY				ČASOVÉ REZERVY			
	i	j	ES	EF	LS	LF	RC	RN	RV	RZ
B	1	2	0	3	0	3	0	0	0	0
A	1	3	0	2	5	7	5	1	1	5
X	2	3	3	3	7	7	4	0	0	4
H	2	4	3	11	10	18	7	0	0	7
G	2	5	3	7	14	18	11	4	4	11
D	2	6	3	8	3	8	0	0	0	0
E	2	7	3	13	8	18	5	2	2	5
C	3	6	3	4	7	8	4	0	4	0
Z	4	5	11	11	18	18	7	0	0	0
Y	5	8	11	11	18	18	7	0	7	0
L	5	9	11	16	19	24	8	1	8	1
J	6	7	8	15	11	18	3	0	0	3
F	6	8	8	18	8	18	0	0	0	0
K	7	9	15	21	18	24	3	0	0	0
M	8	9	18	24	18	24	0	0	0	0
N	9	10	24	39	24	39	0	0	0	0
Q	10	11	39	39	41	41	2	0	0	2
O	10	12	39	43	39	43	0	0	0	0
P	11	12	39	41	41	43	2	0	2	0
R	12	13	43	45	43	45	0	0	0	0

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Kritická cesta je tvořena kritickými činnostmi mající nulovou časovou rezervu. Červeně vyznačená kritická cesta je tvořena činnostmi B-D-F-M-N-O-R. Doba trvání projektu plánovaného metodou CPM činí 45 dní.

⁶ Termíny jsou v grafu umístěny podle vzorového zakreslení činností v síťovém grafu na obr. č. 8 v kapitole 3.1.1

Obr. č. 20: Výsledky výpočtu časových údajů projektu Výrobní linka metodou CPM



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

3 Vybrané metody síťové analýzy

Projekt je naplánován bez ohledu na přidělené zdroje. V zadání projektu jsou uvedeny kvůli metodě CCPM. Takto naplánovaný projekt ovšem s přihlédnutím k potřebným zdrojům není reálně splnitelný. Pokud by se projekt řídil tímto plánem, docházelo by k přetížení zdrojů a k jistému zpoždování činností. Plán projektu tvořeného metodou CPM je potřeba ještě doladit dodatečnou zdrojovou analýzou.

V příloze A je uveden upravený plán projektu, jak by mohl vypadat po vyrovnání zdrojů, a odstranění přetížení zdrojů. Tedy již reálně proveditelný projekt. Pro lepší názornost je plán projektu uveden pomocí Ganttova diagramu. Přestože se nijak nemění doba trvání jednotlivých činností, doba celého projektu se výrazně prodlouží kvůli rozmístění činností v čase. Doba trvání celého projektu nyní činí 60 dní. To znamená, že při dodatečném přihlédnutí ke zdrojům, se doba projektu prodlouží o 33%.

Plánování metodou PERT

V tab. č. 4 jsou odhadnuty pro jednotlivé činnosti jejich optimistická, nejpravděpodobnější a pesimistická trvání. V dalších sloupcích jsou vypočtena pomocí vztahů (17) a (18) průměrná trvání činností a jejich rozptyly. Vypočtená průměrná trvání jsou stejná jako hodnoty použité v metodě CPM a tedy kritická cesta je shodná jako v metodě CPM. Střední doba trvání projektu dle vzorce (20) činí 45 dní a rozptyl střední doby trvání projektu dle vzorce (21) je 10,15 dní.

Pokud bychom časovou analýzou našli více kritických cest, směrodatné pro vybrání jedné kritické cesty je nejvyšší hodnota rozptylu kritické cesty.

Tab. č. 4: Projekt Výrobní linka - odhady doby trvání projektu, výpočet středních hodnot a rozptylů

Činnost	Odhady trvání			Prům. trvání	Rozptyl	Činnost	Odhady trvání			Prům. trvání	Rozptyl				
	i	j	a				m	b	i			j	a	m	b
B	1	2	2	2,5	6	3	0,44	L	5	9	3,5	4,5	8,5	5	1,00
A	1	3	1	1,5	5	2	0,44	J	6	7	5	7	9	7	0,44
X	2	3	0	0	0	0	0	F	6	8	7	9,5	15	10	1,78
H	2	4	5	6,5	17	8	4,00	K	7	9	4,5	5	11,5	6	1,36
G	2	5	3,5	4	4,5	4	0,03	M	8	9	4,5	5,5	9,5	6	0,69
D	2	6	3	4,5	9	5	1,00	N	9	10	10	14	24	15	5,44
E	2	7	7	9	17	10	2,78	Q	10	11	0	0	0	0	0
C	3	6	0,5	1	1,5	1	0,03	O	10	12	2,5	3,5	7,5	4	0,69
Z	4	5	0	0	0	0	0	P	11	12	1	2	3	2	0,11
Y	5	8	0	0	0	0	0	R	12	13	1	2	3	2	0,11

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

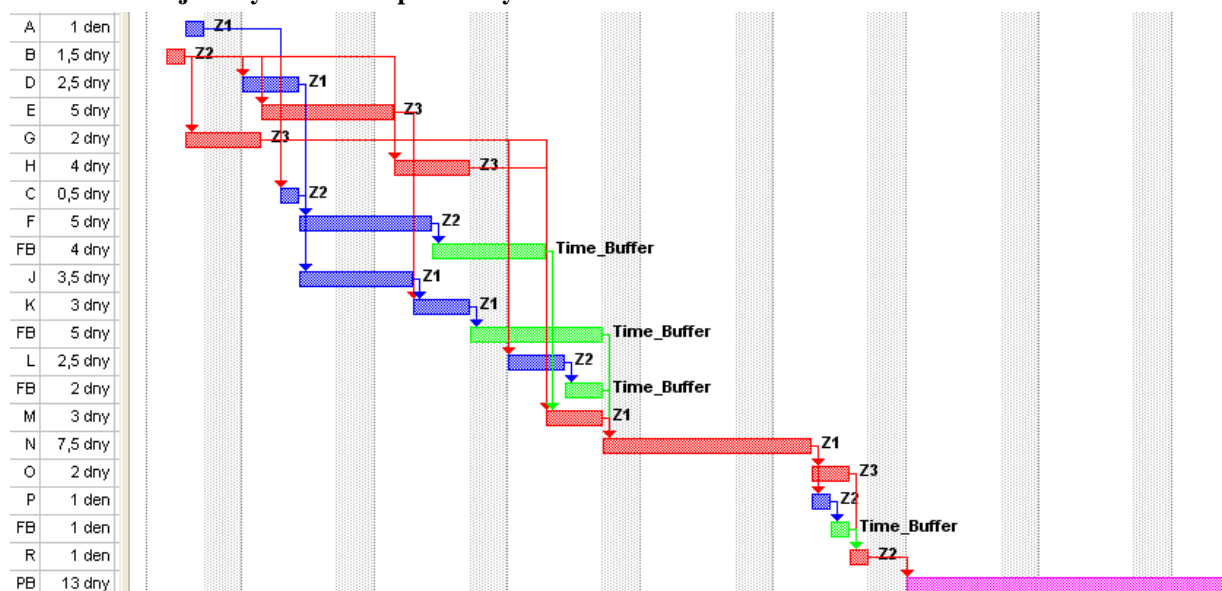
3 Vybrané metody síťové analýzy

Plánování metodou CCPM

Při plánování projektu jsou použita pravidla uvedena v předcházejících kapitolách. Z tohoto důvodu se doby trvání činností uvedené v zadání projektu zkrátí na polovinu (upravené doby trvání jsou vidět na obr. č. 21). Ostatní údaje jsou použity v původní podobě.

Kvůli složitější projektové síti oproti dříve uváděným příkladům nebudou v Ganttově diagramu uváděny zdrojové nárazníky pro přehledné zobrazení. Přípojné nárazníky jsou zobrazeny zeleně a projektový nárazník růžově. Činnosti ležící na kritickém řetězu jsou označeny červeně a jedná se o činnosti B-E-G-H-M-N-O-R. Doba trvání celého projektu je 40,5 dní.

Obr. č. 21: Projekt Výrobní linka plánovaný metodou CCPM



Zdroj: vlastní zpracování systémem Concerto, 2012

V ukázkovém příkladě je doba projektu plánovaného metodou CPM a CCPM odlišná. To je ovlivněno zcela jiným přístupem metod a přiřazením zdrojů k činnostem. Vliv kapacity zdrojů na dobu trvání projektu je ukázán v následující kapitole.

3.4.4 What-if analýza

Princip what-if analýzy je postaven na tom, že sledujeme, co se stane s výstupem systému, když dojde ke změně vstupních parametrů.

3 Vybrané metody síťové analýzy

Tab. č. 5: Projekt Výrobní linka – what-if analýza

Změna	Metoda	Důsledek změny	Doba trvání projektu	% změna doby trvání projektu
Změna doby trvání kritické činnosti D(5) na D(10)	CPM	Prodloužení doby trvání celého projektu. Kritická cesta je tvořena stejnými činnostmi.	50 dní	+ 11%
Změna doby trvání činnosti mimo kritický řetěz D(2,5) na D(10)	CCPM	Prodloužení doby trvání celého projektu vlivem konfliktu zdrojů. Kritický řetěz je tvořen jinými činnostmi (B-D-J-K-M-N-O-R)	50 dní	+ 23%
Změna doby trvání nekritické činnosti H (8) na H (15) a současně L (5) na L (6)	CPM	Doba trvání celého projektu se nezměnila. V projektu existují dvě kritické cesty. Zvýšil se počet kritických činností (B-D-F-H-L-M-N-O-R)	45 dní	0%
Změna doby trvání činnosti na kritickém řetězu H (4) na H (15) a současně činnosti mimo kritický řetěz L (2,5) na L (6)	CCPM	Prodloužení doby trvání celého projektu vlivem konfliktu zdrojů a výrazným prodloužením činnosti na CC. Kritický řetěz je tvořen jinými činnostmi (B-E-G-H-L-N-O-R)	63 dní	+ 56%
Změna velikosti FB z 50% na 25%	CPM	-	-	-
	CCPM	Kritický řetěz zůstává stejný. Doba projektu se mění jen málo. Zkracuje se bezpečnostní rezerva mezi nekritickými a kritickými činnostmi. Dochází k posunutí některých nekritických činností v čase, respektive se mění termín zahájení.	39,5 dní	- 3%
Změna velikosti PB z 50% na 25%	CPM	-	-	-
	CCPM	Kritický řetěz zůstává stejný. Zkracuje se pouze bezpečnostní rezerva na konci projektu a tedy i doba celého projektu.	34,5 dní	- 15%
Navýšení kapacity zdrojů o nový zdroj Z4	CPM	Na výpočet termínů zahájení a dokončení činností a tedy na dobu trvání projektu přiřazení zdrojů nemá žádný vliv.	45 dní	0%
	CCPM	Doba trvání projektu se zkrátila. Kritický řetěz se změnil (B-D-J-K-M-N-O-R). Na velikost zkrácení mají vliv logické vazby návaznosti činností, které i přes odstranění konfliktu zdrojů, stále brání paralelnímu průběhu činností.	38,5 dní	- 5%

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

3 Vybrané metody síťové analýzy

Jako první vstupní parametr se měnila doba trvání činnosti a to nejdříve činnosti ležící na kritické cestě a následně mimo ní. Jednotlivé změny jsou přehledně uvedeny v tab. č. 5.

Změna doby trvání činností H a L názorně ukazují, že v projektové síti plánované metodou CPM nemusí existovat pouze jedna kritická cesta. Stačí, aby se u některých činností prodloužila odhadovaná doba trvání přesně o celkovou rezervu, a z nekritické činnosti se stává najednou kritická činnost. Pro řízení projektu to znamená, že existuje více kritických činností, tedy aktivit, které je třeba ochránit proti zpoždění a označit je nejvyšší prioritou. Projektová síť se dvěma kritickými cestami je zařazena do přílohy D a tabulka s termíny zahájení a dokončení činností společně s rezervami je v příloze E.

Snížením velikosti bezpečnostních nárazníků (FB a PB) sice docílíme snížení plánované doby trvání projektu, ale tato velikost bufferů není dostačující k ochraně agresivních odhadů dob trvání činností. V probíhajícím projektu by to mohlo mít negativní důsledky v podobě nedodržování termínů.

3.5 Zhodnocení metod na základě teoretických východisek

Klasická metoda CPM/PERT sice patří mezi nejrozšířenější používané metody, ale ve srovnání s metodou CCPM má podle mého názoru řadu nedostatků. Převážně je nutné si uvědomit, že řízení projektů je silně ovlivněno nejen vnějšími vlivy, které firma nemůže ovlivnit, ale také chováním jedinců, kteří se projektu přímo účastní.

Nejistota doby trvání činností je zabudována v metodě PERT, kde se pomocí pravděpodobnostní analýzy může zkoumat pravděpodobnost, s jakou příslušné činnosti budou či nebudou kritické.

V metodě CPM se pracuje s deterministickými hodnotami. Nekritické činnosti sice mají určitou možnost změny doby trvání oproti původnímu odhadu díky časovým rezervám, ale kritické činnosti nikoli. Pokud už dojde ke zpoždění nějaké kritické činnosti a tedy i celého projektu, není koncový termín projektu principem metody nijak ochráněn. Jediným řešením ochrany kritických činností před zpožděním při používání CPM je nadhodnocení dob trvání činností. Avšak toto, jak již bylo uvedeno v předcházejících kapitolách, stejně nezaručuje realizování projektu včas. I přes nadhodnocení dob trvání činností končí projekty často až po termínu. A tady právě vstupuje psychologický faktor, který toto často způsobuje a který je zakomponován do metody CCPM.

3 Vybrané metody síťové analýzy

Metoda CCPM zavedením agresivních odhadů dob trvání činností a změnou myšlení pracovníků i vedení společnosti se snaží odstranit Studentův syndrom, Parkinsonův zákon a špatný multitasking, které způsobují zpoždění projektů. Hned v prvotním plánování projektu je také řešeno zdrojové omezení. Metodou je odstraněno soupeření o zdroje, které by při realizaci projektu mohlo způsobovat negativní dopad na celý průběh projektu.

Nedostatkem metody CPM/PERT je, že ve vlastním výpočtu vůbec nebere zřetel na omezené množství zdrojů, s kterými může podnik disponovat, a považuje je jako neomezené. Důsledkem toho je, že je naplánovaný projekt, ve kterém často dochází k přetížení zdrojů. Na tuto skutečnost je možné reagovat dvěma způsoby. Buď se podnik bude držet původního plánu projektu a navýší dostupné zdroje (přesun zdrojů z jiného projektu, najímání nových pracovníků, zavedení přesčasů nebo další směny ve výrobě, nakoupení většího množství strojů, zařízení a jiného materiálu apod.), anebo se provede dodatečná zdrojová analýza. V prvním případě dodatečné zvyšování kapacit zdrojů sice neprodlouží naplánovanou dobu trvání celého projektu, ale může to být velmi finančně i časově nákladné a někdy to ani není možné. Ve druhém případě se vzhledem k překrývání potřebných zdrojů příslušné činnosti přesunou na dřívější či pozdější termín zahájení tak, aby jeden zdroj nebyl potřebný na dvou a více činnostech současně, podobně jako je tomu v metodice CCPM. Avšak toto přeplánování dílčích činností prodlouží dobu trvání celého projektu.

Na druhou stranu metoda CPM představuje jednoduchý a přehledný nástroj pro plánování projektů. Pokud firma nerealizuje rozsáhlé projekty a nemá ani finanční možnosti na koupení vhodné softwarové podpory jiné metody, je metoda CPM či PERT dostačující.

Metoda kritického řetězu je podle mého názoru mnohem náročnější na větší rozšíření a uplatnění v podnicích, přestože přináší řadu výhod a modeluje reálné řízení projektu oproti klasickým metodám pro plánování projektu. S touto metodou oproti CPM/PERT má zkušenost podstatně menší počet firem. Myslím si, že je složitější přesvědčit vedení společnosti o filozofii této problematiky, jelikož se výrazně odlišuje od dříve známých technik. Také finanční dostupnost vhodného softwarového nástroje konzistentního s touto metodikou je ovlivňujícím faktorem. Metoda CPM/PERT je aplikována např. v MS Project, který je snadno dostupný.

3 Vybrané metody síťové analýzy

Jsem přesvědčena, že metoda kritického řetězu je v mnoha směrech náročnější než CPM/PERT, ale tím, že neabstrahuje od reálných skutečností, je účinnější. Metoda CCPM je perspektivní přístup k řízení projektů.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

4.1 Představení firmy

Profil společnosti

Škoda Power (PWR) je součástí skupiny Doosan Power Systems, předního poskytovatele technologií, výrobků a služeb souvisejících s výrobou elektřiny: od kotlů, turbín po projekty elektráren „na klíč“ včetně jaderných či větrných elektráren.

Společnost Škoda Power je dodavatel služeb a zařízení své vlastní konstrukce i vybraných výrobců. V prostředí firmy se uskutečňuje výroba parních turbín, kondenzátorů a tepelných výměníků. Vedle širokého spektra zařízení je nabízen zákazníkům také dlouhodobý servis.

Produkty a služby Škoda Power jsou nabízeny pro fosilní elektrárny, kogenerační jednotky na bázi odběrových respektive protitlakových parních turbín, paroplynové elektrárny, jaderné elektrárny a spalovny komunálního odpadu a biomasy.

Firma svým zákazníkům nabízí retrofity, modernizaci zařízení, údržbu a další základní služby jako např. řízení a dodávky náhradních dílů, generální opravy turbín a běžná údržba, vedení „hotline“, vyhodnocení zbytkové životnosti zařízení a další.

Obchodní údaje⁷

Název firmy: Škoda Power s.r.o.

Sídlo: Plzeň, Tylova 1/57, PSČ 301 28

Identifikační číslo: 491 93 864

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Předmět podnikání:

- provádění staveb, jejich změn a odstraňování,
- projektová činnost ve výstavbě,
- obráběčství, zámečnictví, nástrojařství,

⁷ údaje z Výpisu z obchodního rejstříku dostupné na internetových stránkách www.justice.cz

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení,
- výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona,
- montáž, opravy, revize a zkoušky plynových zařízení a plnění nádob plyny,
- montáž, opravy, revize a zkoušky tlakových zařízení a nádob na plyny.

4.2 Projektové řízení ve firmě⁸

Řízení projektů ve firmě Škoda Power probíhá dle metodiky CCPM. Tato metodika je aplikovaná v softwaru Concerto, pomocí něhož jsou spravovány všechny harmonogramy projektu.

Ve firmě Škoda Power se rozlišuje několik druhů HMG podle fáze životního cyklu projektu, ve kterém se projekt zrovna nachází, a podle obsahu činností v HMG:

- **HMG NAB** – označení harmonogramu nabízeného obchodního případu. Takto označen může být jak harmonogram typu ZAP, tak i PRO.
- **HMG ZAP** – harmonogram podepsaného obchodního případu obsahující výrobní činnosti PWR (př. Dodání materiálu pro výrobu turbíny a výroba).
- **HMG PRO** – harmonogram podepsaného obchodního případu obsahující nevýrobní činnosti PWR (př. Projektové a konstrukční práce, montážní práce).

4.2.1 Realizační projektový tým

Po uzavření nového obchodního případu (po podpisu smlouvy) je stanoven realizační projektový tým (RPT) tak, aby byly pokryty činnosti nutné pro naplnění všech podmínek stanovených ve smlouvě se zákazníkem. Za vedení RPT je zodpovědný manažer projektu, kterému jsou podřízeni jednotliví členové RPT.

PM zadává úkoly jednotlivým členům RPT v rámci realizace projektu. Tito pracovníci si organizují svoji činnost, případně činnost svých pracovních týmů tak, aby byly úkoly splněny v požadovaných termínech, nákladech a kvalitě. O splnění úkolů informují PM.

⁸ Vychází ze směrnice Q18400, Q18600 a Q18800

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Projektový tým je tvořen těmito pracovníky s příslušnými povinnostmi a pravomocemi:

Projektový manažer (PM) – zodpovídá za řízení celé oblasti realizace projektu. Organizuje a řídí RPT. Komunikuje se zákazníkem. Zodpovídá za všechna podstatná rozhodnutí a zprávy týkající se projektu.

Hlavní inženýr projektu (HIP) – plní operativní úkoly PM. Zodpovídá a řídí technickou oblast realizace projektu reprezentovanou činnostmi úseku Projekce, Konstrukce atd. Tyto činnosti má na starosti Profesionální projektový tým (PPT). HIP zadává, koordinuje, kontroluje a řídí práce prostřednictvím PPT pro včasné a kvalitní zajištění technických požadavků kontraktu. HIP je zodpovědný za plnění a případnou aktualizaci termínů a předávání dokumentace Objednateli v HMG.

Vedoucí stavby (VS) – zodpovídá za koordinaci a kontrolu tvorby montážní dokumentace, montážního manuálu, provozního manuálu a manuálu údržby. Dále zodpovídá za převzetí staveniště, převzetí dodávek na stavbě, skladování, montáž zařízení, individuální a kontrolní zkoušky, uvedení do provozu v souladu s příslušnou montážní dokumentací. VS zajišťuje soulad zpracovávané dokumentace s požadavky kontraktu a přenesení podmínek kontraktu z pohledu aktivit na stavbě do subdodavatelských smluv.

Plánař – sestavuje, kontroluje a vyhodnocuje společně s ostatními členy RPT interní HMG projekty. Sleduje, zda dochází k plnění termínů v interním HMG dle naplánovaných termínů v podepsaných smlouvách. Dále sleduje kriticky zpožděné činnosti a operativně daný problém řeší s PM a dalšími členy RPT.

Nákladář – průběžně sleduje a hodnotí dokumenty, vyhodnocování stavu projektu a vynaložené náklady. Vypracovává a aktualizuje realizační rozpočty projektu.

Projektový nákupčí – řídí a zodpovídá za oblast zajištění projekčního nákupu po celou dobu realizace projektu (jedná se zejména o nákup a dodávku subdodávek na staveniště – hmotné dodávky, dokumentace a služby). Zajišťuje soulad kupní smlouvy s požadavky hlavního kontraktu, zejména dodací termíny hmotné dodávky nebo služeb, plnění dokumentace, platební a penalizační podmínky apod.

Řídící zakázky – sestavuje, projednává a aktualizuje časový plán a nákladovost vlastní výroby. Zodpovídá a řídí oblast dodávek vlastní výroby na projektu v odborech/odděleních Konstrukce, Technologie, Výrobní nákup, Turbíny, Jakost.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Technik jakosti – zodpovídá a řídí oblast zajištění jakosti po celou dobu realizace projektu, zejména: dokumentaci jakosti, přejímky subdodávek (dílčí a finální) a kontroly jakosti vyžádané zákazníkem. Zajišťuje soulad zpracovávané dokumentace jakosti s požadavky kontraktu.

Administrativní pracovník – zajišťuje administrativní činnost při realizaci projektu dle pokynů PM nebo ostatních členů RPT, zejména evidenci komunikace se zákazníkem, kontrolu plnění operativních úkolů (mimo HMG), organizaci porad, zápisy a fakturaci zákazníkovi.

4.2.2 Životní cyklus projektu ve firmě⁹

Životní cyklus projektu ve firmě se skládá z nabídkové a realizační fáze, kde přelomovým momentem je podpis smlouvy se zákazníkem.

Nabídková fáze

V této fázi se tvoří nabídkový HMG na základě seznamu žhavých nabídek z úseku Nové projekty a Servis. HMG NAB je vytvořen v souladu s metodikou CCPM, která je ověřena Projektovou kanceláří, a s ohledem na požadovaný Due Date (DD). Dále Projektová kancelář provede simulaci HMG NAB v Concerto pro získání informace o vlivu na zdrojové kapacity PWR. Kapacitní zatížení HMG NAB je prezentováno na Kapacitní schůzce, kde jsou představeny výsledky simulace a kde je případně řešeno kapacitní přetížení. Po odstranění všech kapacitních problémů a schválení termínů PRM je Projektovou kanceláří HMG NAB autorizován v Concertu.

Realizační fáze

Realizační fáze je zahájena uzavřením kontraktu se zákazníkem. Na základě uzavřeného kontraktu se zákazníkem a platné vzorové CCPM šablony HMG PRO vytvoří určený plánař návrh harmonogramu projektu. Při návrhu HMG spolupracuje s příslušnými task manažery kvůli verifikaci a odsouhlasení klíčových parametrů harmonogramu, mezi které patří struktura činnosti, vazby, průběžné doby, zdroje a task manažeri. Je podepsán Krycí list harmonogramu. Schválený HMG je vložen do Concerta ve stavu Regular.

⁹ Vychází ze Směrnice Řízení projektů podle metodiky CCPM

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Po této úvodní části následuje řízení realizačního harmonogramu. Jednotliví účastníci projektového řízení provádějí příslušné úkony dle svých povinností zmíněných v kapitole 4.2.1, dokud není projekt ukončen.

4.3 Softwarové vybavení společnosti pro plánování projektů

Společnost Škoda Power pro plánování a řízení projektů používá systém ConcertoTM ve spolupráci s MS Projectem. Implementace systému Concerto společností Goldratt CZ začala v roce 2007 a ostrý provoz byl zahájen v roce 2009. Před tím byl používán pouze MS Project. Jako podnikový informační systém je využíván Baan ve spolupráci s dalšími systémy EasyArchiv a Agile pro archivaci dokumentů.

Kvůli sjednocování informačních systému v rámci skupiny Doosan Power Systems bude Concerto nahrazeno softwarem Primavera P6 a Baan bude nahrazen ERP systémem Oracle. Tyto systémy budou v rámci firmy customizovány a vzájemně integrovány.

V současné době probíhá implementace Primavera a Oracle, která by měla být ukončena na konci března roku 2013. Od dubna 2013 budou využívány pouze tyto systémy. Nebude žádné období, kdy by systémy přechodně běžely souběžně. Školení systémů zajišťuje společnost Oracle a Sapcon.

Kvůli tomu, že implementace Primavera stále probíhá (existují útvary, které ještě nebyly do projektu zapojeny) a ještě ne všechny funkcionality jsou nastaveny či customizovány podle představ společnosti PWR, budou některé popisované oblasti řešení v tomto systému popsány bez příslušných detailů a jen na základě současných informací, které se časem mohou změnit.

4.4 Aplikace CCPM v softwaru Concerto

4.4.1 Představení softwaru Concerto

Software Concerto je postaven na metodice CCPM, jenž umožňuje plánovat agresivní termíny projektů:

- Veškeré projekty a projektové zdroje jsou rozvrhovány simultánně, takže veškeré projektové harmonogramy nejen vyhovují dostupným kapacitám, ale jsou také koordinovány přes všechny funkční oblasti podniku.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

- Harmonogramy projektů jsou imunní vůči variabilitě dob trvání jednotlivých činností pomocí časových bufferů.
- V realizační fázi projektů jsou veškerým projektovým činnostem přiřazeny priority pomocí jednotné metriky, založené na sledování čerpání časových bufferů. Důsledkem toho je, že jsou nejprve řešena kritická zpoždění na úrovni jednotlivých činností.

Jádrem systému Concerto je integrace rozhodování v oblasti plánování a řízení projektů, alokaci zdrojů a řízení portfolia projektů. Veškerá rozhodnutí jsou provedena vzhledem k celopodnikovému optimu, nikoliv vzhledem k parciálním zájmům jednotlivých oddělení a veškeré priority jsou stanoveny jednoznačně (od projektového portfolia po konkrétní činnost na jednotlivém projektu).

Sladění manažerského rozhodování je možné pomocí zaměření systému na omezení podniku v oblasti řízení projektů a zdrojů (průtok projektů systémem v multiprojektovém prostředí je řízen zdrojovým omezením) a pomocí časových bufferů (umožňují agresivní termíny dokončení projektů, zatímco projekt „chrání“ před nejistotou na úrovni jednotlivých činností). Concerto umožňuje kompletní kontrolu a řízení systému včetně uživatelů bez toho, aby se muselo analyzovat a sbírat velké množství dat.

Architektura systému Concerto

Architektura systému Concerto se skládá z:

Databázový server

- Veškerá projektová, zdrojová a portfoliová data jsou udržována v centrální databázi. Plánaři mají možnost „check-out“¹⁰ projekt a uložit ho lokálně – z důvodu analýzy „what-if“ a z důvodu provedení potřebných změn v projektu. Dále plánaři plánují projekty na lokálních počítačích, které následně mohou vložit zpět do centrální databáze. Automatizované kontrolní mechanismy zabrání vložení projektového plánu, který obsahuje chybu (např. kruhové závislosti, nepřřižené zdroje, buffery, které neodpovídají podnikové politice, špatné výstupy z projektu, apod.).

¹⁰ „check-out“ znamená stáhnutí harmonogramu projektu z databáze, v takovém případě nemůže nikdo další na tomto projektu provádět žádné změny, dokud není projekt opět vložen funkcí „check-in“

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Aplikační server

- Concerto na pozadí spouští automatizovaně proces “buffer management” a kalkuluje priority na úrovni projektových činností, zdrojů a projektů přes všechny projekty v podniku. Nastavení hodnot je systémové a konfigurovatelné. Výsledky procesu “buffer management” jsou evidovány v centrální databázi, ze které jsou serverem tyto výsledky distribuovány v reálném čase do webového klienta.

Webový klient

- 95% uživatelských přístupů do systému Concerto je pomocí webu s využitím standardních internetových prohlížečů jako např. Microsoft Internet Explorer.
- Prostřednictvím webového klienta je umožněno:
 - Pracovníci na úkolech aktualizují činnosti, přidávají komentáře, vyplňují kontrolní seznamy pro jednotlivé činnosti (check lists) a sledují priority jednotlivých činností.
 - Resource manažeři aktualizují poznámky ke zdrojům, sledují vytíženost zdrojů na kapacitních grafech, sledují harmonogramy činností zdrojů a report “tasks by resource”.
 - Projektoví manažeři sledují stav projektu, dostávají včasné varování o možných kritických zpožděních, vytvářejí a udržují projektová vyhodnocení.
 - Manažeři portfolia/vedoucí pracovníci sledují reporty o stavu portfolia a kritických projektů.
 - Administrátor udržuje a stanovuje přístupová práva uživatelů a systémová nastavení.

Desktopový klient

- Pro analytické zpracování se využívá Concerto Project Planning Client a Pipeline Planning Client.
- Concerto Project Planning Client používá MS Project pro zadání a editaci projektových dat a zobrazuje výsledky z tvorby harmonogramu projektu metodou

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

kritického řetězu. Pracovníci, kteří vytvářejí harmonogramy projektu, potřebují MS Project a Concerto Project Planning Client na svém počítači.

- Concerto Pipeline Planning Client (pro celopodnikovou zdrojovou synchronizaci projektů a pro analýzu typu „what-if“) běží na Windows-based platformě.

4.4.2 Základní oblasti řešené Concertem

Zadání projektu

Projekt je vytvořen pomocí šablony v prostředí MS Project. Po označení všech potřebných činností jako milníků, po zadání dob trvání, termínů dle kontraktu, zdrojů a dalších potřebných atributů je vygenerován kritický řetěz a příslušný projekt je validován před vložením projektu do databáze systému Concerto, aby s ním bylo možné pracovat pomocí webového klienta.

Obr. č. 22: Concerto – přehled činností projektu Výrobní linka

Task Name	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	Následníci	Názvy zdrojů
PROJEKT VYROBNI LINKA	45,5 dny?	13.4. 12	15.6. 12		
odstavení výrobní linky z výroby	1 den	16.4. 12	17.4. 12	11	Z1
zpracování projektové dokumentace akce	1,5 dny	13.4. 12	16.4. 12	4;5;7;9;11	Z2
stavba montážního řešení	2,5 dny	17.4. 12	19.4. 12	14;15	Z1
nakup nového kompresoru	5 dny	19.4. 12	25.4. 12	6	Z3
CCFB-nakup nového kompresoru====montaz kompresoru	3 dny?	27.4. 12	2.5. 12	16	Time_Buffer
zabezpečení potřebných náhradních dílů	2 dny	17.4. 12	18.4. 12	8;17	Z3
CCFB-Zabezpečení potřebných náhradních dílů====vymena opotřebovaných dílů a opetna m	1 den?	4.5. 12	7.5. 12	19	Time_Buffer
nakup hutního materiálu	4 dny	26.4. 12	1.5. 12	10;17	Z3
CCFB-nakup hutního materiálu====vymena opotřebovaných dílů a opetna montaz aparatu link	2 dny?	3.5. 12	7.5. 12	19	Time_Buffer
odpojení od energetických rozvodů	0,5 dny	18.4. 12	18.4. 12	12;13	Z2
CCFB-odpojení od energetických rozvodů====vystavna zakladu pro nový kompresor	1 den?	19.4. 12	19.4. 12	15	Time_Buffer
CCFB-odpojení od energetických rozvodů====demontaz výrobní linky	1 den?	24.4. 12	25.4. 12	14	Time_Buffer
demontáž výrobní linky	5 dny	25.4. 12	2.5. 12	19	Z1
vystavna zakladu pro nový kompresor	3,5 dny	20.4. 12	25.4. 12	16	Z1
montáž kompresoru	3 dny	2.5. 12	7.5. 12	20	Z1
predvyroba montážních skupin	2,5 dny	2.5. 12	4.5. 12	18	Z3
CCFB-predvyroba montážních skupin====kompletace cele linky a napojeni na rozvody energi	4 dny?	4.5. 12	10.5. 12	20	Time_Buffer
vymena opotřebovaných dílů a opetna montaz aparatu linky	3 dny	7.5. 12	10.5. 12	20	Z1
kompletace cele linky a napojeni na rozvody energi	7,5 dny	10.5. 12	21.5. 12	21;22	Z1
odzkoušení linky	2 dny	23.5. 12	24.5. 12	23	Z2
odstranování lesení	1 den	22.5. 12	22.5. 12	23	Z2
ulid a predani linky do výroby	1 den	25.5. 12	25.5. 12	24	Z2
Project End MS	0 dny?	28.5. 12	28.5. 12	25	
CCCB-projekt_CCPM	15 dny?	28.5. 12	15.6. 12	26	Time_Buffer
Project End	0 dny?	15.6. 12	15.6. 12		

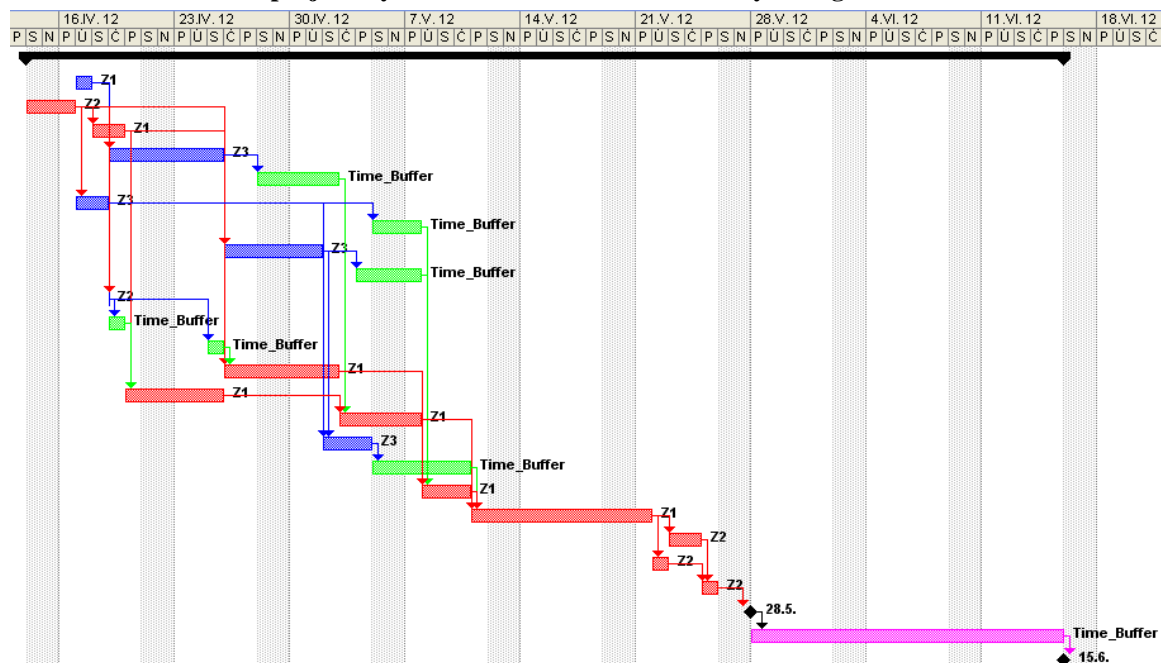
Zdroj: vlastní zpracování systémem MS Project a Concerto, 2012

Příklad projektu zpracovaného v MS Project pomocí Concerta je ukázán na obr. č. 23 (přehled aktivit) a č. 24 (Concerto Gantt). Pro přehledné zobrazení je použit smyšlený projekt Výrobní linka zadaný v teoretické části práce.¹¹

¹¹ Harmonogramy projektů firmy PWR jsou příliš rozsáhlé, aby mělo smysl je v práci zobrazovat. Proto je pro zobrazení harmonogramu v obou softwarech využit smyšlený modelový projekt Výrobní linka.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Obr. č. 23: Concerto – projekt Výrobní linka znázornění Ganttovým diagramem



Zdroj: vlastní zpracování systémem MS Project a Concerto, 2012

Sledování stavu činností

Aktuální stav činností se sleduje pomocí webového klienta. Lze zobrazit všechny činnosti napříč všemi projekty, činnosti patřící jednomu task manažerovi nebo činnosti patřící jednomu projektu. Dále lze pohled na činnosti filtrovat podle statusu činností (NS – nezahájená činnost, IP – rozpracovaná činnosti, CO – hotová činnost), role task manažera apod. Variabilní je také období, za které se mají činnosti zobrazit. Automaticky je nastaveno aktuální datum jako počáteční termín výhledu.

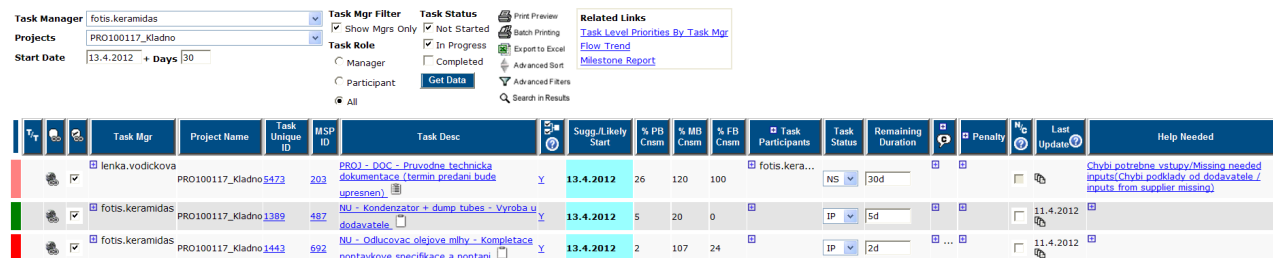
Na obr. č. 25 je ukázán příklad výpisu činností, na kterých má pracovat task manažer v rámci jednoho projektu. Činnosti jsou automaticky řazeny podle toho, jak daná činnost spotřebovává buffery a to v pořadí projektového, milníkového a přípojného bufferu (procentuální vyjádření čerpání bufferů je uvedeno atributem *% PB Cnsm*, *% MB Cnsm*, *% FB Cnsm*). Cílem je, aby činnosti byly řazeny od nejnaléhavějších a aby task manažer okamžitě viděl, na kterých činnostech má zahájit práci. Pro snadné rozpoznání kritických činností jsou činnosti barevně označeny v levém sloupci. Činnosti jsou ve směru od nejkritičtějších činností označeny červenou, žlutou a zelenou barvou.

Další relevantní atribut sledovaný u jednotlivých činností je položka *Help Needed* (v případě, že task manažer nemůže na aktivitě pokračovat jen s využitím vlastních sil,

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

vypíše se zde hláška popisující potřebné vstupy) a *Last Update* (je možné sledovat, kdy byla činnost naposledy aktualizována).

Obr. č. 24: Concerto - výpis projektových činností



Task Mgr	Project Name	Task Unique ID	MSP ID	Task Desc	Sugg. Likely Start	% PB Crsm	% MB Crsm	% FB Crsm	Task Participants	Task Status	Remaining Duration	Penalty	Last Update	Help Needed
lenka.vodickova	PRO100117_Kladno 5473	203		PROJ - DOC - Pruvodna technicka dokumentace (termin pradeni bude upresnen)	13.4.2012	26	120	100	fotis.kera...	NS	30d			Chybí potřebné vstupy/Missing needed inputs (Chybí potřebné vstupy od dodavatele / inputs from supplier missing)
fotis.keramidas	PRO100117_Kladno 1389	487		NJ - Kondenzator + dump tubes - Vyroba u dodavatele	13.4.2012	5	20	0		IP	5d		11.4.2012	
fotis.keramidas	PRO100117_Kladno 1443	692		NJ - Odlicovac olejove mlhy - Kompletace popravkove specifikace a poptani	13.4.2012	2	107	24		IP	2d		11.4.2012	

Zdroj: zpracováno systémem Concerto, 2012

Změna aktuálního stavu činností

Task manažer odepisuje stav činnosti takovým způsobem, že u příslušné aktivity mění zbývající dobu trvání činnosti vyjádřenou ve dnech. Podle této informace se aktualizuje očekávané ukončení činnosti (parametr *Project Date*), čerpání bufferů a velikost případného zpoždění v reportech.

Dále mění stav činnosti, komentář k případné penalizaci za zpoždění činnosti nebo požadavek na pomoc při vykonávání činnosti. Pokud je práce na činnosti zahájena, status se nastavuje na IP. Pokud je činnost dokončena, pak je změněna na CO. V takovém stavu se u činnosti již dále nemění průběžné termíny zahájení, dokončení a ani čerpání bufferů.

Plánař může měnit jakékoli parametry v harmonogramu projektu a to buď pomocí webového přístupu, a nebo v prostředí MS Project na svém lokálním počítači.

Nastavení bezpečnostních rezerv

Nastavení velikosti nárazníků se provádí lokálně na počítači při plánování harmonogramu projektu. Nelze nastavit globálně stejnou velikost bufferů pro všechny projekty. Výchozí nastavení velikosti bufferů na 50% odpovídá metodice CCPM.

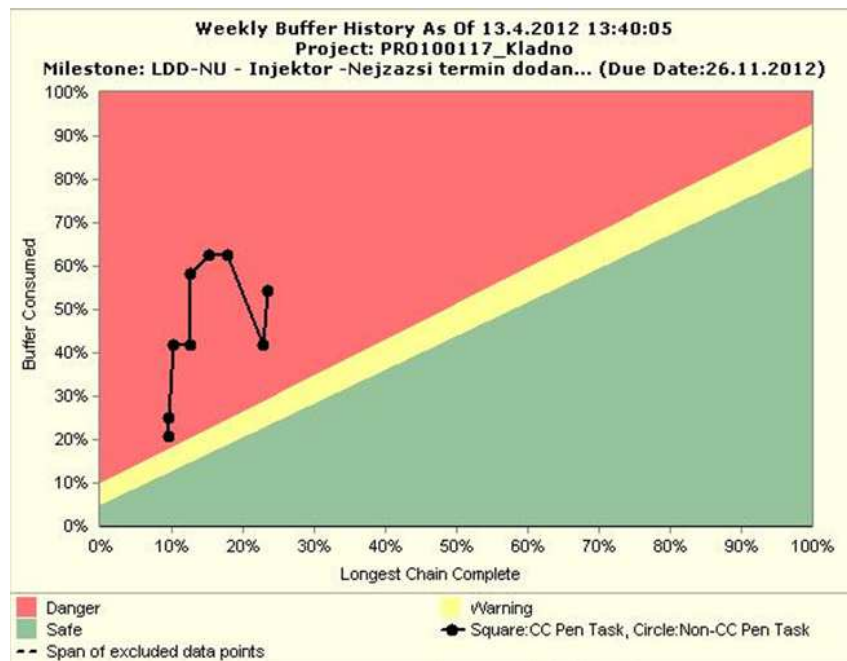
Vývoj stavu činností a sledování časových rezerv v čase

Progres činností na projektu lze přehledně sledovat mocí grafického zobrazení uvedeného na obr. č. 26 znázorňující čerpání bufferů činností v průběhu vývoje projektu.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Historie spotřeby časových bufferů je využita k identifikaci příležitostí (zpřesnění odhadů dob trvání činností, realokování kapacit, sdílení zdrojů apod.), kde zlepšení bude mít největší dopad na výkon podniku v oblasti plánování a exekuce projektů.

Obr. č. 25: Concerto – Historie čerpání bufferů



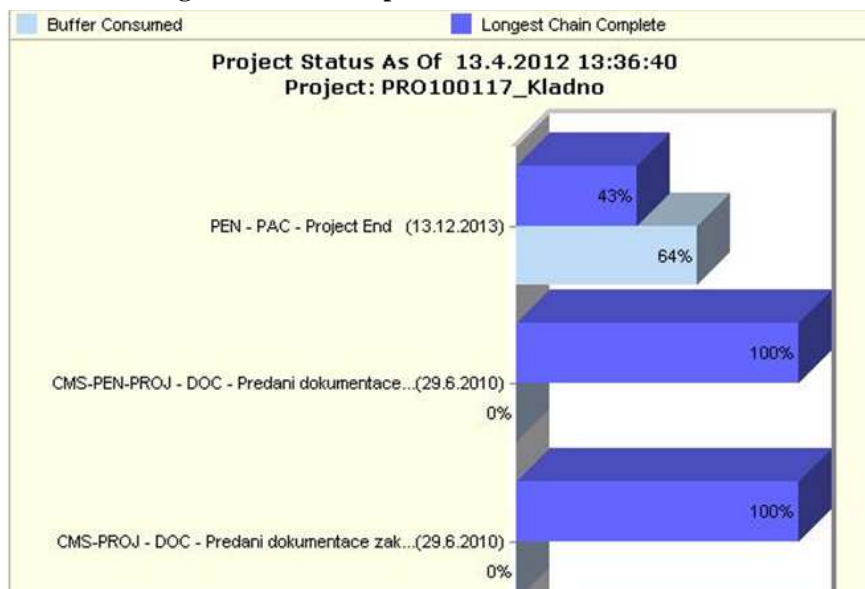
Zdroj: zpracováno systémem Concerto, 2012

Čerpání bufferů v porovnání s progresí lze sledovat na úrovni celého projektu nebo dílčích činností. Jiný pohled na činnosti v komparaci s rezervami ukazuje obr. č. 27. U každé činnosti je možné vidět k aktuálnímu dni kolik procent spotřebovala z příslušného bufferu a kolik procent nejdelší větve sítě, ve které se daná činnost nachází, je již splněna.

Průběžná spotřeba časových bufferů je monitorována tak, aby integrovala veškeré rozhodovací procesy ohledně projektů, portfolia a zdrojů během exekutivní fáze projektů. Průběžná spotřeba časových bufferů vzhledem k postupu projektu je včasným varujícím signálem pro projektového manažera, stanovuje relativní priority činností a zdrojů napříč všemi projekty podniku. Měření čerpání časových rezerv a přiřazení priorit je realizováno buffer managementem a s tím souvisí i barevné označení činností popsané již dříve.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Obr. č. 26: Concerto – Progres činností a čerpání bufferů



Zdroj: zpracováno systémem Concerto, 2012

Souhrnné přehledy

Concerto umožňuje generovat přehledné reporty milníků pro vedení. Ve společnosti je rozlišováno několik typů milníku – IMS, CMS a LDD¹². Přehled LDD a CMS milníků je tvořen přes funkcionalitu *Project Control* zobrazeného na obr. č. 28. Pokud je činnost ve zpoždění (to znamená, že už vyčerpala svůj buffer) nebo se teprve zpoždění blíží (to znamená, že už začala čerpat příslušný buffer), je v reportu označena předcházející činnost, která nejvíce způsobuje tento jev. Díky tomu se lze na tuto činnost zaměřit, aby byla splněna co nejrychleji a nezpožďovala navazující činnosti.

Další důležitý report zobrazuje IMS milníky a je využíván pro sledování zpožděných činností napříč projektem nebo v rámci povinností jednoho task manažera.

Obr. č. 27: Concerto – report milníků CMS a LDD

Description	Due Date	Projected Date	Delay (d)	Buffer Consumed	Longest Chain Complete	Penetrating Task
Project Name: PRO100117_Kladno						
Project Mgr: Radek Vagner Status: Regular Planned Start: 24.2.2012 Due Date: 15.12.2013 Buffer Trend: [157%, 0%]						
PEN - PAC - Project End	15.12.2013	13.12.2013	0	64%, 68d/108d	43%, 264d/620d	NU - Turbina NT díl - ZAP401224 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)
CMS-NU - Turbina NT díl - ZAP401224 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	23.11.2012	18.1.2013	56	671%, 47d/7d	0%, 0d/42d	NU - Turbina NT díl - ZAP401224 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)
CMS-NU - Turbina VT/ST díl - ZAP401223 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	23.11.2012	15.1.2013	53	629%, 44d/7d	0%, 0d/42d	NU - Turbina VT/ST díl - ZAP401223 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)
CMS-NU - Regulace - ZAP401225 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	23.11.2012	28.12.2012	35	457%, 32d/7d	0%, 0d/42d	NU - Regulace - ZAP401225 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)

Zdroj: zpracováno systémem Concerto, 2012

¹² jejich vysvětlení je uvedeno v příloze F

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Propojení projektů

Díky plánování výrobních a nevýrobních činností odděleně, je ZAP a PRO harmonogramy nutné vzájemně propojit, aby se případné zpoždění ve výrobě odrazilo na činnostech týkajících se finálních operací projektu. V takovém případě se jedná o projekty s P2P vazbami (*Project to Project*).

Vazby P2P mohou být sledovány a vyhodnocovány pomocí P2P bufferů, které lze sledovat ve dvou reportech. P2P status report je zobrazen na obr. č. 29.

Obr. č. 28: Concerto – P2P status report

Link Type	Relationship	From Project	From Task Desc	From Unique ID	From MSP ID	From Finish Dt	Task	To Project	To Task Desc	To Unique ID	To MSP ID	To Task Start	P2P Status	Buffer
	P-to-P	PRO100117_ZAP401223_Kladno_135MW_VT_ST	IMS-EKW - Připravenost k expedici	393	193	14.1.2013		PRO100117_Kladno	NU - Turbina VT/ST díl - ZAP401223 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	798	850	15.1.2013	80/80 (100.0%)	
	P-to-P	PRO100117_ZAP401224_Kladno_135MW_NT	IMS-EKW - Připravenost k expedici	147	149	17.1.2013		PRO100117_Kladno	NU - Turbina NT díl - ZAP401224 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	798	856	18.1.2013	75/75 (100.0%)	
	P-to-P	PRO100117_ZAP401225_Kladno_135MW_Regulace	IMS-EKW - Připravenost k expedici	363	107	27.12.2012		PRO100117_Kladno	NU - Regulace - ZAP401225 - Doprava na stavbu (dle ZL 23.11.2012)	803	862	28.12.2012	44/44 (100.0%)	

Zdroj: zpracováno systémem Concerto, 2012

Kapacitní plánování

Kapacitní plánování probíhá prostřednictvím aplikace Concerto Pipeline Planning. Dle Concerto Pipeline Planning se projekty plánují dle dispozice volného úzkého místa, tzn. projekty jsou synchronizovány na základě průchodu omezení. Základní pravidlo pro plánování dle Pipeline je, že žádný zdroj nesmí pracovat na více než jednom projektu najednou (nepovoluje se multitasking). Také je důležité, aby doby trvání činností nezohledňovaly soutěžení o zdroje mezi projekty. Pomocí Concerto Pipeline Planning jsou analyzovány v PWR pouze výrobní harmonogramy.

Než se přijme ve firmě nový projekt, je dle metodiky potřeba nejdříve otestovat datum dodání (*Due date of the project*) s volnou kapacitou volných zdrojů. Buď je navržen termín nového projektu tak, aby neohrozil termíny stávajících projektů, nebo jsou stávající projekty (jejich priority) přeplánovány tak, aby byl nový projekt dokončen včas.

Dostupné kapacity všech projektových zdrojů jsou trvale testovány vůči harmonogramům všech projektů v portfoliu a k dispozici jsou nástroje typu „what-if“ pro zvyšování kapacit nebo modifikaci projektových harmonogramů.

Podstatou plánování dle Concerto Pipeline Planning je identifikace tzv. úzkých míst, neboli vzácných (strategických) zdrojů, které nejvíce ovlivňují výsledky plánování projektů. Jde o tzv. synchronizační body, které kapacitně omezují firmu, zejména

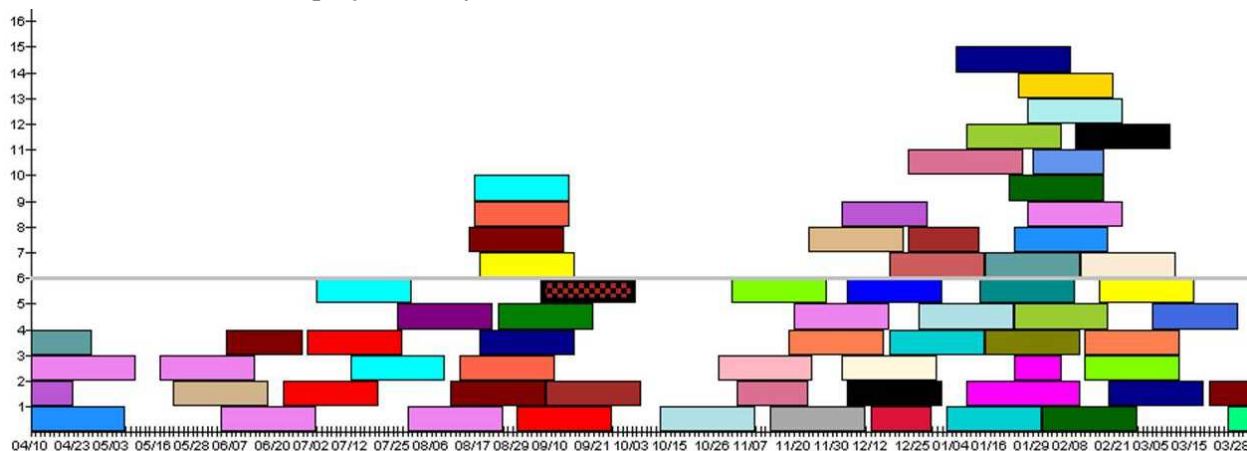
4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

průchodnost projektů (kolik projektů se udělá za rok a s tím související finanční ukazatele – obrat podniku).

Ve PWR je vzácným zdrojem konstruktér (je velmi omezený počet zkušených konstruktérů, kteří dovedou kreslit návrhy turbín). Posílení omezeného počtu konstruktérů může přispět ke zvýšení průchodnosti projektů firmou. Dalším zdrojovým omezením v projektovém řízení v PWR je kontrolní montáž turbíny. V jednom čase lze kvůli omezenému prostoru montovat maximálně 6 turbínových těles.

Toto omezení je znázorněno na obr. č. 30, kde je ukázáno plánování projektu na synchronizačním bodě. Horizontální čára určuje limitní možnosti montáže turbínových těles (počet turbínových těles 6). Každá barevná kostička zobrazuje jeden harmonogram (ZAP = turbínové těleso). Všechny ZAP projekty umístěné nad touto hranicí jsou nad rámec disponibilních kapacitních možností a je nutné je přeplánovat na jiné období tak, aby mohla být realizována výroba a zároveň mohl být dodržen konečný termín projektu.

Obr. č. 29: Plánování ZAP projektů na synchronizačním bodě Kontrolní montáž

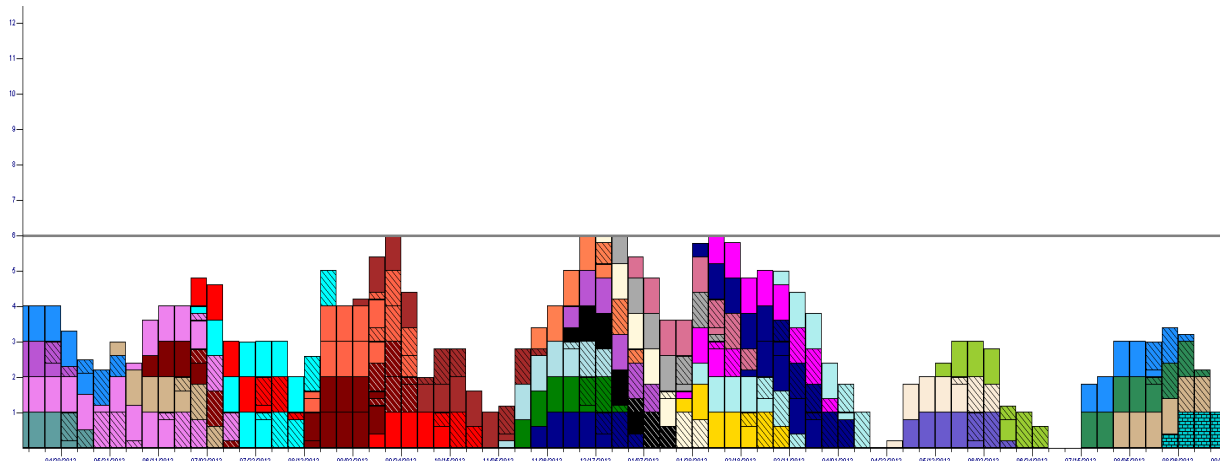


Zdroj: zpracováno systémem Concerto Pipeline Planning, 2012

Obr. č. 31 zobrazuje stejné ZAP projekty po použití kapacitního plánování v aplikaci Concerto Pipeline Planning. Je možné vidět, že bylo docíleno přesunutí příslušných projektů, kde docházelo k přetížení zdrojů, na jiné období.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Obr. č. 30: Vyrovnání zdrojů vzhledem k synchronizačnímu bodu Kontrolní montáž



Zdroj: zpracováno systémem Concerto Pipeline Planning, 2012

Sledování nákladů

Concerto neumožňuje efektivně a detailně sledovat finanční stránku probíhajícího projektu. Aplikace pracuje nezávisle na podnikovém informačním systému, nemá žádné vazby na současný ERP systém. Jakékoli informace potřebné pro sledování finančních ukazatelů se nacházejí v systému BAAN. Jakékoli finanční reporty je nutné samostatně vytvořit, většinou v prostředí MS Excel.

Do projektových plánů se dají sice doplnit finanční parametry, ale v naprosté většině se Concerto nepoužívá pro reporting financí kolem projektu, protože firmy, PWR vyjímaje, toto mají řešeno standardním projektovým controllingem. Concerto není vhodné pro sledování financí kvůli tomu, že cílem metodiky CCPM je co nejvíce zjednodušit a zpřehlednit projektové aktivity. V současné době harmonogramy projektů neobsahují veškeré aktivity ani pomocné úkony nijak nesouvisející s výrobou, tudíž využívat Concerto pro sledování nákladů by nemělo smysl.

Integrace s ostatními systémy

Concerto má zabudované rozhraní s MS Projektem, avšak s dalším systémem v podniku není propojen. Tento nedostatek se odráží hlavně ve sledování finanční dat týkající se projektů a ve sledování projektových zdrojů. Šablona zdrojů, ze kterých se vychází při plánování projektů, není napojena na personální oddělení. Z tohoto důvodu může existovat dočasná odchylka uvedeného počtu pracovníků v šabloně od skutečného počtu pracovníků.

4.5 Aplikace CPM v softwaru Primavera

4.5.1 Představení softwaru Primavera

Primavera P6¹³ je výkonný software určený společností s vysokými nároky na projektové řízení, kterým pomáhá spravovat kompletní projektové portfolio v průběhu jejich životnosti. Software je určen pro zpracování rozsáhlých projektů a je založen na metodě plánování CPM. Umožňuje firmám zlepšovat rozhodování při řízení portfolio projektů, vyhodnocovat rizika i přínosy spojené s jednotlivými projekty a rozhodovat, zda je k dispozici dostatek zdrojů pro provedení práce. Nabízí sofistikované a flexibilní nástroje pro organizování, filtrování, řízení aktivit, zdrojů a celých projektů.

Architektura systému Primavera

Architektura systému Primavera je obdobná jako u Concerta a skládá se z:

Databázový server

- Slouží jako úložiště dat týkající se projektů, tzn. že obsahuje všechna data projektového portfolio. Při práci na harmonogramech na lokálních počítačích jsou v desktopové aplikaci zobrazována aktuální data z centrální databáze a veškeré změny jsou do ní i ukládány.

Aplikační server

- Zajišťuje proces automatických aktualizací dat. Na základě vedené progresse jednotlivých činností projektů či jiných změn vstupních hodnot jsou přepočítávány všechny příslušné parametry projektu. Nové hodnoty jsou evidovány v centrální databázi, ze které je možné data zobrazovat webovou a desktopovou aplikací.

Webový klient

- Webová aplikace vyžaduje připojení na aplikační server.
- Většina přístupu k portfolio projektů probíhá opět pomocí webové aplikace. Slouží pro manažery a další členy projektového týmu. Veškeré změny provedené pracovníky přes webového klienta se hned uloží do centrální databáze.
- Opět bude možné sledovat jednotlivé činnosti projektů s příslušnými informacemi, které se jich budou týkat, různé reporty o stavu portfolio dle nastavených přístupových práv uživatelů.

¹³ www.primavera.com

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Desktopový klient

- Primavera umožňuje pracovat také lokálně na počítači. Pevně nainstalovaná aplikace je používána pro každodenní plánování a úpravy HMG.

4.5.2 Základní oblasti řešené Primaveraou

Zadání projektu

Prvotní založení projektu bude probíhat v prostředí Oracle, ve kterém se projektu přiřadí jednoznačné identifikátory, podle nichž projekt budeme moci sledovat v celém informačním systému. Následně se základní data nového projektu přesunou do Primavera, kde bude probíhat standardní tvorba harmonogramu projektu buď ze šablony, nebo podle typově stejného probíhajícího projektu. To znamená, že bude podle WBS struktury vytvořen seznam činností s příslušnými dobami trvání, vazbami a časovými omezeními, přiřazenými zdroji a rozpočtovými sazbami.

Přiřazování zdrojů probíhá na základě aktuálního seznamu evidovaného v systému, proto nelze přidat k aktivitě neexistující zdroj. Současně s tím se počítají již náklady a podíl na rozpočtu projektu na základě nastavené sazby za jednotku zdroje a odhadovaného rozsahu práce zdroje na činnosti.

Při tvorbě harmonogramu je možné uživatelem definovat uživatelská pole. Uživatel může přidat neomezený počet vlastních polí a hodnot do databáze projektu. Takto uživatelsky vytvořené pole je například číslo objednávky, dodací termín, číslo výkresu apod. Možnosti přidání, změn nebo odstranění těchto polí je opět řešeno úrovní uživatelského oprávnění. Uživatelem definovaná pole jsou převážně textová pole, podobně jako v aplikaci MS Project. Tyto pole mohou být filtrována, seskupena a tříděna podle zadaných kritérií.

Příklad projektu zpracovaného v prostředí Primavera je ukázán na obr. č. 32 (přehled aktivit) a obr. č. 33 (Ganttův diagram s vyznačenou kritickou cestou). Pro přehledné zobrazení je opět použit smyšlený projekt Výrobní linka, užitý v teoretické části práce.

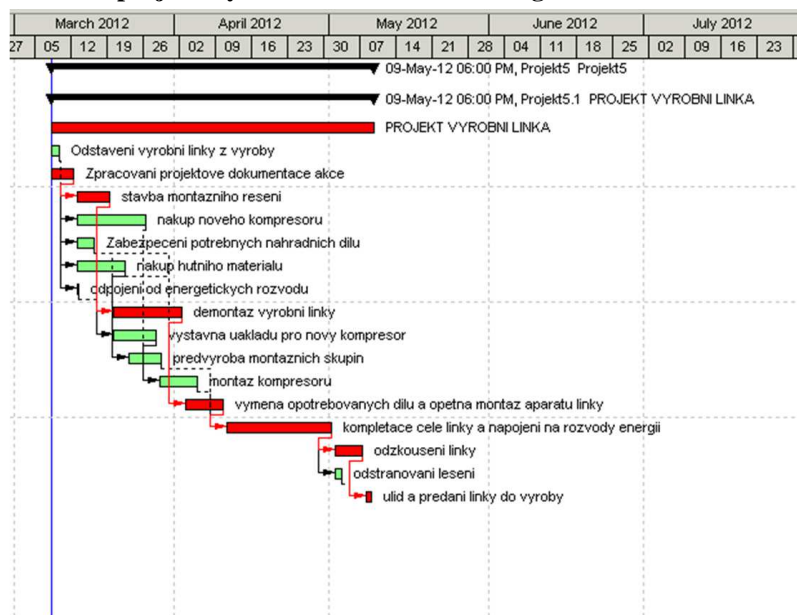
4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Obr. č. 31: Primavera – projekt Výrobní linka – přehled činností

Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule % Complete	Start	Finish	Total Float
Projekt5	Projekt5	44.9d	44.9d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	09-May-12 06:00 PM	0.0d
Projekt5.1	PROJEKT VYROBNI LINKA	44.9d	44.9d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	09-May-12 06:00 PM	0.0d
A1000	PROJEKT VYROBNI LINKA	45.0d	45.0d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	09-May-12 06:00 PM	0.0d
A1010	Odstavení výrobní linky z výroby	2.0d	2.0d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	09-Mar-12 06:00 PM	5.0d
A1020	Zpracování projektové dokumentace akce	2.8d	2.8d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	12-Mar-12 04:00 PM	0.0d
A1030	stavba montážního řešení	4.8d	4.8d	0%	13-Mar-12 09:00 AM	19-Mar-12 04:00 PM	0.0d
A1040	nakup nového kompresoru	9.8d	9.8d	0%	13-Mar-12 09:00 AM	26-Mar-12 04:00 PM	5.0d
A1050	Zabezpečení potřebných náhradních dílů	3.8d	3.8d	0%	13-Mar-12 09:00 AM	16-Mar-12 04:00 PM	11.0d
A1060	nakup hutního materiálu	7.8d	7.8d	0%	13-Mar-12 09:00 AM	22-Mar-12 04:00 PM	7.0d
A1070	odpojení od energetických rozvodů	0.8d	0.8d	0%	13-Mar-12 09:00 AM	13-Mar-12 04:00 PM	4.0d
A1080	demontáž výrobní linky	9.8d	9.8d	0%	20-Mar-12 09:00 AM	02-Apr-12 04:00 PM	0.0d
A1090	vystavna ukladu pro nový kompresor	6.8d	6.8d	0%	20-Mar-12 09:00 AM	28-Mar-12 04:00 PM	3.0d
A1110	predvyroba montážních skupin	4.8d	4.8d	0%	23-Mar-12 09:00 AM	29-Mar-12 04:00 PM	8.0d
A1100	montáž kompresoru	5.8d	5.8d	0%	29-Mar-12 09:00 AM	05-Apr-12 04:00 PM	3.0d
A1120	vymena opotrebovaných dílů a opetna monta...	5.8d	5.8d	0%	03-Apr-12 09:00 AM	10-Apr-12 04:00 PM	0.0d
A1130	kompletace cele linky a napojeni na rozvody ...	14.8d	14.8d	0%	11-Apr-12 09:00 AM	01-May-12 04:00 PM	0.0d
A1140	odzkouseni linky	3.8d	3.8d	0%	02-May-12 09:00 AM	07-May-12 04:00 PM	0.0d
A1150	odstranovani leseni	1.8d	1.8d	0%	02-May-12 09:00 AM	03-May-12 04:00 PM	2.0d
A1160	ulid a predani linky do výroby	1.0d	1.0d	0%	08-May-12 09:00 AM	09-May-12 06:30 AM	0.0d

Zdroj: vlastní zpracování systémem Primavera, 2012

Obr. č. 32: Primavera – projekt Výrobní linka – Ganttův diagram



Zdroj: vlastní zpracování systémem Primavera, 2012

Sledování stavu činností

Sledování stavu činností bude realizováno většinou uživateli pomocí webového klienta. Pro sledování aktivit je vytvořena propracovaná struktura filtrů, pomocí ní lze dělat různé detailní pohledy na činnosti.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Změna aktuálního stavu činností

Příslušný work package manažer (obdobu task manažera v prostředí Concerto) bude odepisovat práci na svých aktivitách ve formě procentuálního plnění dané aktivity. To znamená, že nezahájená činnost bude uvedena s 0% a dokončená činnost se 100%.

Obdobně jako u Concerta plánař s příslušnými oprávněními bude moci měnit všechny parametry týkající se harmonogramu projektu.

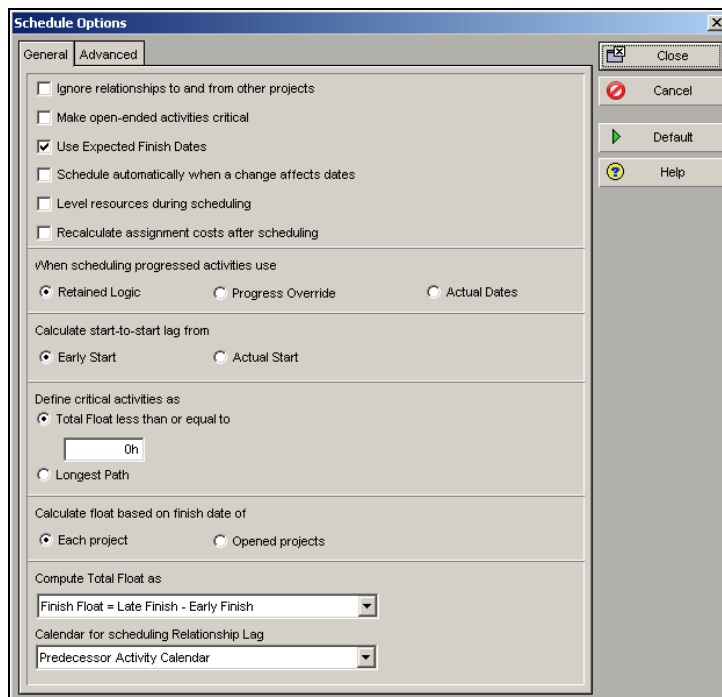
Pro realizaci globálních změn u činností bude možné použít nástroj *Global Change*. Tato funkcionalita umožňuje na základě zadání podmínky *if-then* provést změny ve větším rozsahu. Je možné zadat více *if* příkazů nebo také žádný. Bez zadání *if* podmínky se zadaná změna realizuje na všechny činnosti ve vybraném filtru. Po zadání vstupní podmínky, je nutné nadefinovat alespoň jeden výstup. Tyto souhrnné změny by ovšem měly být používány jen zřídka, protože mohou přepsat celou databázi nebo celý projekt, pokud se parametry nastaví špatně.

Nastavení bezpečnostních rezerv

V softwaru Primavera se sledují dva typy rezerv - *Total Float* a *Free Float*. Na následujícím obrázku č. 34 je možné sledovat možnosti nastavení hodnot týkající se počítání rezerv.

Nejdůležitějším nastavením je definování kritické činnosti, kdy lze určit při jaké hodnotě celkové rezervy je činnost označena za kritickou. Výchozím nastavením je nulová rezerva. Dále je například možné definovat, jak se celková rezerva vlastně bude v projektu počítat.

Obr. č. 33: Primavera – nastavení možností plánování



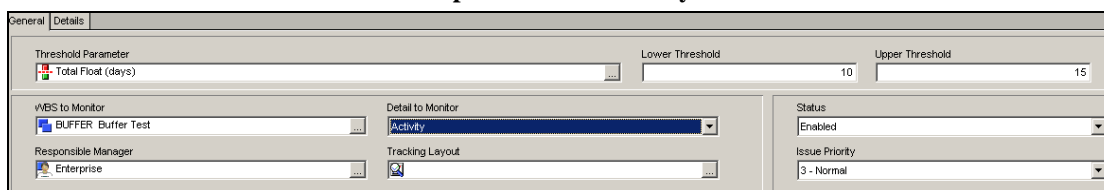
Zdroj: zpracováno systémem Primavera, 2012

Vývoj stavu činností a sledování časových rezerv v čase

Primavera umožňuje využívat funkcionalitu *Baseline*. Pomocí *Baseline* je možné porovnávat původně naplánovaný projekt při jeho zahájení s probíhajícím projektem. Umožňuje hodnotit výkonnost na projektech.

Dále je monitorování časových rezerv realizováno pomocí funkcionality *Thresholds*. Zobrazení lze filtrovat podle nastavených parametrů, které jsou vidět na obr. 35. Můžeme omezit detail sledování aktivit a činnosti dle jejich statusu nebo přidělené prioritě. Dále zadáváme dolní a horní hranici hodnoty zobrazované celkové rezervy. Také lze nastavit časové období, za které se mají činnosti zobrazit. Pokud přehled činností nijak neomezíme, můžeme sledovat rezervy pro všechny činnosti v rámci projektu.

Obr. č. 34: Primavera – nastavení filtru pro zobrazení časových rezerv



Zdroj: zpracováno systémem Primavera, 2012

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Manažerské reporty

Webový klient umožňuje dle filtrů zobrazení různých pohledů na projekt nebo portfolio projektů. Zobrazeny mohou být náklady, zdroje a další parametry a to v tabulkové formě nebo v grafické podobě. Tyto reporty poskytuje sekce *Dashboards*, která se dá uživatelsky nastavit. Je možná customizace reportů. Jedno z možných zobrazení lze vidět na obr. č. 36.

Obr. č. 35: Primavera – Dashboards – manažerské reporty



Zdroj: Primavera – interní dokumenty ŠKODA POWER, 2012

Po sumarizaci dat projektu lze snadno sledovat informace týkající se stavu financí. Například lze sledovat plánované náklady, aktuální stav dosažených nákladů, odchylky nákladů, časové odchylky od termínů apod. Podle zobrazeného přehledu je možné vidět, jaké projekty jsou pozadu nebo jaké projekty překročily naplánovaný rozpočet.

Propojení projektů

Propojení projektů bude Primavera nabízet. Momentálně není funkcionality k dispozici, ale propojování by mělo fungovat obdobně jako u Concerta pomocí P2P vazeb.

Přesto se ve společnosti objevuje tendence spojit všechny činnosti do jediného harmonogramu, který bude obsahovat jak výrobní a nevýrobní aktivity, tak všechny dílčí úkony spojené s daným projektem kvůli finančnímu sledování projektu.

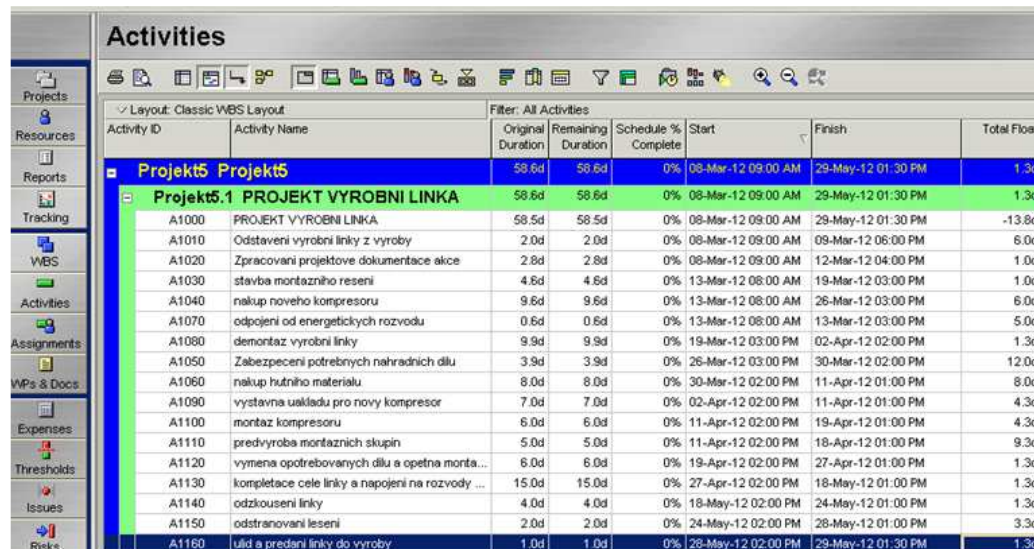
Kapacitní plánování

Metoda CPM implementovaná v aplikaci Primavera není založena na principu automatického vyrovnávání přetížených kapacitních zdrojů. Pro vyrovnání přetížených zdrojů využívá nástroj *Leveling*. Pomocí tohoto nástroje je spuštěn automatický proces, který porovnává požadavky na zdroje podle jejich disponibilní kapacity; přetížené

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

zdroje vyrovná a tím prodlouží délku projektu – vše dle nastavených priorit (projektů, aktivit). Na obr. č. 37 je zobrazen ukázkový projekt Výrobní linka po vyrovnání zdrojů.

Obr. č. 36: Primavera – projekt Výrobní linka – přehled činností po vyrovnání zdrojů



Activity ID	Activity Name	Original Duration	Remaining Duration	Schedule % Complete	Start	Finish	Total Float
Projekt5	Projekt5	58.6d	58.6d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	29-May-12 01:30 PM	1.3d
Projekt5.1	PROJEKT VYROBNI LINKA	58.6d	58.6d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	29-May-12 01:30 PM	1.3d
A1000	PROJEKT VYROBNI LINKA	58.5d	58.5d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	29-May-12 01:30 PM	-13.8d
A1010	Odstavení výrobní linky z výroby	2.0d	2.0d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	09-Mar-12 06:00 PM	6.0d
A1020	Zpracování projektové dokumentace akce	2.8d	2.8d	0%	08-Mar-12 09:00 AM	12-Mar-12 04:00 PM	1.0d
A1030	stavba montážního řešení	4.6d	4.6d	0%	13-Mar-12 08:00 AM	19-Mar-12 03:00 PM	1.0d
A1040	nakup nového kompresoru	9.6d	9.6d	0%	13-Mar-12 08:00 AM	26-Mar-12 03:00 PM	6.0d
A1070	odpojení od energetických rozvodů	0.6d	0.6d	0%	13-Mar-12 08:00 AM	13-Mar-12 03:00 PM	5.0d
A1080	demontáž výrobní linky	9.9d	9.9d	0%	19-Mar-12 03:00 PM	02-Apr-12 02:00 PM	1.3d
A1050	Zabezpečení potřebných náhradních dílů	3.9d	3.9d	0%	26-Mar-12 03:00 PM	30-Mar-12 02:00 PM	12.0d
A1060	nakup hutního materiálu	8.0d	8.0d	0%	30-Mar-12 02:00 PM	11-Apr-12 01:00 PM	8.0d
A1090	výstavba ukladů pro nový kompresor	7.0d	7.0d	0%	02-Apr-12 02:00 PM	11-Apr-12 01:00 PM	4.3d
A1100	montáž kompresoru	6.0d	6.0d	0%	11-Apr-12 02:00 PM	19-Apr-12 01:00 PM	4.3d
A1110	predvyroba montážních skupin	5.0d	5.0d	0%	11-Apr-12 02:00 PM	18-Apr-12 01:00 PM	9.3d
A1120	výměna opotřebovaných dílů a opětovná monta...	6.0d	6.0d	0%	19-Apr-12 02:00 PM	27-Apr-12 01:00 PM	1.3d
A1130	kompletace celé linky a napojení na rozvody ...	15.0d	15.0d	0%	27-Apr-12 02:00 PM	18-May-12 01:00 PM	1.3d
A1140	odzkoušení linky	4.0d	4.0d	0%	18-May-12 02:00 PM	24-May-12 01:00 PM	1.3d
A1150	odstranování lesení	2.0d	2.0d	0%	24-May-12 02:00 PM	28-May-12 01:00 PM	3.3d
A1160	úklid a předání linky do výroby	1.0d	1.0d	0%	28-May-12 02:00 PM	29-May-12 01:30 PM	1.3d

Zdroj: vlastní zpracování systémem Primavera, 2012

Sledování nákladů

Díky propojení Oracle a Primavera je možné přenášet finanční data, respektive data o progresu projektu do Primavera pro manažerské reporty. Každý zdroj bude mít přiřazenou sazbu či více sazeb a podle vykázaných hodin na projekt se budou automaticky generovat náklady.

Primavera umožňuje funkcionality typu S-křivek, výpočet návratnosti investice, sledování nákladů k aktuálnímu datu v porovnání s předpokládanými náklady na celý projekt nebo na detailnější části jednoho projektu a další různé předpovědi čerpání finančních prostředků. Výstup těchto funkcionalit může mít grafovou podobu nebo tabulkovou.

Na obr. č. 38 je zobrazen jeden z možných finančních přehledů projektů. Ke každému projektu je uveden současný stav nákladů k aktuálnímu dni ve srovnání s předpokládanými náklady na dokončení.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Obr. č. 37: Primavera – stav nákladů k aktuálnímu dni a odhadované náklady na dokončení

	To Date		Forecast at Completion	
	Schedule	Labor Units	Schedule	Labor Units
SD07 - aktuální stav	1.995,45h under	5.228,42h over	2.397,30h under	6.244,06h over
Litvínov 2007 - AVD	591,50h over	10.256,91h over	758,47h over	13.388,14h over
Litvínov 2007 - CCR	8,00h under	1.797,62h under	9,19h under	2.063,47h under
Litvínov 2007 - CLS	943,68h under	600,31h under	1.278,06h under	785,37h under
Litvínov 2007 - LPG - MEA	1.688,40h under	1.939,40h over	1.981,48h under	2.053,34h over
Litvínov 2007 - NRL	1.956,64h over	1.019,49h under	2.449,74h over	1.312,32h under
Litvínov 2007 - OHC	1.556,00h under	279,30h over	1.658,64h under	279,51h over
Litvínov 2007 - PSP-ŠJ	574,51h under	468,11h under	722,32h under	579,55h under
Litvínov 2007 - PSP-VD	29,00h under	7.162,35h over	38,60h under	9.521,11h over
Litvínov 2007 - VNR	256,00h over	10.524,02h under	272,94h over	11.257,21h under

Zdroj: Primavera - interní dokumenty ŠKODA POWER, 2012

Integrace s ostatními systémy

Primavera bude integrovaná s podnikovým ERP systémem, díky němuž se rozšiřuje nabídka funkcionalit používaných při řízení projektů. Jedním z možných rozšíření je internetová aukce, pomocí které se budou uskutečňovat výběrová řízení na dodávky jednotlivých zařízení. Výsledkem bude možnost okamžitého srovnání různých nabídek uchazečů a tedy i zrychlení celého poptávajícího a nabídkového procesu.

Dalším projevem integrace bude propojení šablony zdrojů s personálním oddělením. Šablona bude vycházet ze seznamu zaměstnanců, díky čemuž bude automaticky aktualizována dle personálních změn.

Bude existovat propojení s dalšími podnikovými systémy mezi které patří Atole, sloužící jako úložiště technických výkresů, specifikace, kusovníků a další projektové dokumentace. Je umožněn export/import dat s MS Project a MS Excel.

4.6 Zhodnocení softwarové podpory řízení projektů v podniku

Základním rozdílem Primavera a Concerta je metoda, která je implementována pro plánování činností projektu. Primavera je založena na metodě CPM, zatímco Concerto na metodě kritického řetězu. Od toho se odvíjí základní funkcionality zabudované v aplikacích. Concerto obsahuje nástroje pro tvorbu a řízení bufferů, respektive pro tvorbu a analýzu kritického řetězu. Činnosti projektu jsou plánovány od konce projektu. Naopak Primavera disponuje nástroji pro správu a řízení celkové časové rezervy vyplývající z výpočtu kritické cesty. Činnosti jsou plánovány od začátku projektu.

Concerto i Primavera obsahují nástroje pro kapacitní plánování v multiprojektovém prostředí. V rámci jednoho projektu je vyrovnání zdrojů u Concerta zajištěno naimplementovanou metodou kritického řetězu. V Primaveře je k tomu dispozici nástroj *Leveling*.

4 Řízení projektů ve firmě Škoda Power

Concerto není vhodný a ani uzpůsobený pro efektivní sledování nákladů a finančních ukazatelů. Primavera naproti tomu obsahuje řadu funkcionalit a nástrojů pro zadávání, změnu a sledování parametrů týkající se rozpočtu projektu díky tomu, že jsou finančně ohodnoceny zdroje projektu.

Obě aplikace umožňují generovat manažerské reporty, i když v rozdílném rozsahu. Díky tomu, že Primavera je integrována s ERP systémem podniku, je přizpůsobena pro shromažďování finančních údajů ohledně projektu, nabízí různé reporty nejen znázorňující časovou progresy projektů, ale také vývoj nákladů v čase v podobě různých finančních ukazatelů. Naopak Concerto se zaměřuje na detailní pohled časové progrese jednotlivých činností projektů a tím umožňuje rychlou reakci na signalizující zpoždění. Concerto má propracovaný automatizovaný proces buffer management řídící priority činností na základě čerpání bufferů.

Výhodou Concerta je, že při práci na lokálním počítači pracovník pracuje v prostředí MS Project. Ten je velmi rozšířený a není tedy nutné zdlouhavého zaškolení pro osvojení jeho funkcionalit. Primavera má vytvořeno svoje vlastní specifické prostředí, i když umožňuje export/import dat z MS Project a MS Excel. Obecně se ale import z MS Project do Primavera nedoporučuje, respektive doporučuje se pouze jednou na začátku projektu, protože je velmi problematický (dochází k porušení vazeb, změně činností, milníků atd.).

5 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo popsat využívání síťové analýzy v softwarovém prostředí pro řízení projektů ve firmě Škoda Power. Pro naplnění tohoto hlavního cíle bylo stanoveno několik dílčích cílů.

Prvním dílčím cílem bylo popsání a vymezení vybraných metod projektového řízení. Zaměřila jsem se na metodu CPM/PERT a metodu kritického řetězu s ohledem na to, že na obou těchto metodách je založen software pro plánování a řízení projektů ve společnosti Škoda Power.

Metoda kritického řetězu pracuje kromě jiných poznatků také s přirozeným lidským chováním. Tento aspekt je důležitou vlastností metody, jelikož ovlivňuje přístup k určování odhadů dob trvání činností projektu. Vytvářejí se kumulované bezpečnostní časové rezervy v podobě nárazníků, které se vkládají do projektové sítě k ochraně kritického řetězu, a tedy termínu dokončení projektu. Obdobná ochrana je vytvořena i v multiprojektovém prostředí. Zároveň zahrnuje princip řízení projektu na základě řízení nárazníků, které nabízí jasnou viditelnost dopadu neočekávaných variací dob trvání činností na projekt se včasným varováním pro nápravné akce.

Metoda CPM je čistě matematickou metodou založenou na výpočtu termínu zahájení a dokončení všech činností v projektu, na jejichž základě jsou odvozeny časové rezervy činností. Celková doba projektu je určena délkou kritické cesty. Pravděpodobnostní rozšíření metody CPM představuje metoda PERT. Až na způsob určení doby trvání činností a celkové doby trvání projektu se metody CPM a PERT ve výpočtu v podstatě neodlišují – výsledkem obou je určení kritické cesty.

Dalším dílčím cílem bylo metodu kritického řetězu a CPM navzájem porovnat. Jak již bylo zmíněno, metoda CPM je čistě matematická metoda, zatímco metoda kritického řetězu zahrnuje i psychologické faktory při plánování projektu. CPM je založena na určení kritické cesty. Metoda CC na nalezení omezení, respektive kritického řetězu v samostatném projektu a strategického zdroje v multiprojektovém prostředí. Metoda CC má ve výchozím popisu metodiky propracovaný přístup jak k samostatným projektům, tak i k multiprojektům. Metoda CPM primárně neřeší situaci, kdy by mělo být realizováno více projektů najednou. To souvisí také s tím, že CPM při vytváření

5 Závěr

plánu projektu nebere v úvahu přiřazení zdrojů k jednotlivým činnostem, zatímco CC k nim přihlíží a podle toho upravuje projektovou síť. U metody CPM je potřeba použít dodatečnou zdrojovou analýzu k odstranění přetížení zdrojů.

Poslední dílčí cíl byl zaměřen na softwarové vybavení používané pro řízení projektů ve společnosti Škoda Power. V současné době je firmou využíváno Concerto, které má implementovanou metodu kritického řetězu. V příštím roce má tento systém zcela nahradit Primavera založená na metodě CPM/PERT pro plánování projektů.

Změna v metodice plánování projektů ve firmě Škoda Power přišla zároveň se změnou vlastníka firmy (jihokorejská firma Doosan Heavy Industry). Mateřská společnost postavila vedení Škoda Power před další změnu v procesech zavedením nového podnikového informačního systému Oracle. Hlavním důvodem pro změnu je fakt, že způsob dosavadní práce a fungování společnosti, který byl efektivní v minulosti, v mezinárodním prostředí již nestačí. Je třeba sjednotit procesy a informační technologie celé skupiny Doosan.

Přestože o změně softwaru pro plánování a řízení projektů je ve společnosti již rozhodnuto, pokusila jsem se o jejich vzájemné srovnání.

Hlavní předností Concerta shledávám, že využívá pro plánování metodu kritického řetězu a s tím i zabudovaný automatický buffer management pro řízení projektu. Myslím si, že řízení projektů pomocí nárazníků je velmi účelové a efektivní. Dalším kladem je také to, že součástí Concerta je propracovaný nástroj pro kapacitní plánování založené na identifikaci strategického zdroje, které je potřebné pro rozsáhlé projektové portfolio firmy Škoda Power. Výrazným nedostatkem Concerta se mi jeví jeho izolovanost na celkovém podnikovém informačním systému. Kvůli tomu je nutné potřebné finanční, technické, obchodní a další údaje získávat z jiných systémů, a pak je vzájemně propojovat s informacemi z Concerta, což představuje jak časové, tak i finanční náklady.

Software Primavera plánuje projekty podle metodiky CPM/PERT, která je rozšířena o funkcionality týkající se kapacitního plánování, a tudíž odstraňující zásadní nedostatek teoretické metody. Velkým přínosem je propojení Primavera s ERP systémem podniku, díky kterému se odstraňuje problém získávání dat z různých systémů a jejich vzájemné sjednocování pro potřebné výstupy. Dále je tím umožněno rozsáhlé finanční řízení a

5 Závěr

sledování projektů prostřednictvím řady funkcionalit a reportů v tabulkové a grafické podobě.

Podle mého názoru, bude mnohem náročnější zaškolit pracovníky v systému Primavera. Nejen kvůli tomu, že Primavera má vytvořené vlastní uživatelské prostředí (Concerto využívalo pro lokální práci na počítači MS Project), ale také kvůli tomu, že je propojená s ERP systémem. Dohromady tvoří komplikované prostředí s řadou funkcionalit. Samozřejmě bude také záležet na pracovním umístění uživatele, které bude ovlivňovat rozsah využívaných funkcionalit.

Oba systémy mají své výhody i nevýhody. Přesto zavedení softwaru Primavera jako nástroje pro plánování a řízení projektů hodnotím jako krok kupředu pro zvýšení výkonnosti společnosti Škoda Power.

Diplomová práce může být použita pro pracovníky projektové kanceláře ve firmě Škoda Power jako součást školícího materiálu týkajícího se budoucího softwaru Primavera, který je založen na zcela odlišné metodě plánování než dosavadní Concerto.

6 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Fáze životního cyklu projektu	8
Obr. č. 2: Grafické znázornění typů vazeb činností.....	12
Obr. č. 3: Síťový graf projektu s činnostmi reprezentovanými hranami	13
Obr. č. 4: Způsob reprezentace činnosti (i, j) v hranově ohodnoceném síťovém grafu..	18
Obr. č. 5: Hranově ohodnocený síťový graf pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu	19
Obr. č. 6: Způsob reprezentace činnosti (i, j) v uzlově ohodnoceném síťovém grafu....	19
Obr. č. 7: Uzlově ohodnocený síťový graf pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu	20
Obr. č. 8: Znázornění vrcholu síťového grafu při výpočtu metodou CPM.....	26
Obr. č. 9: Grafické vyjádření časových rezerv pro činnost (i, j)	29
Obr. č. 10: Funkce hustoty β -rozdělení.....	31
Obr. č. 11: Odhad doby trvání činnosti získaný od pracovníků	35
Obr. č. 12: Zdrojové závislosti v projektu	36
Obr. č. 13: Multitasking na projektech A, B, C	37
Obr. č. 14: Přístup k časovým rezervám	39
Obr. č. 15: Výchozí plán projektu.....	40
Obr. č. 16: Výchozí plán projektu zobrazující kritický řetěz.....	41
Obr. č. 17: Plán projektu s projektovým a zdrojovým nárazníkem	42
Obr. č. 18: Plán projektu podle metody kritického řetězu	42
Obr. č. 19: Multiprojektový plán metodou CCPM	44
Obr. č. 20: Výsledky výpočtu časových údajů projektu Výrobní linka metodou CPM467	
Obr. č. 21: Projekt Výrobní linka plánovaný metodou CCPM.....	49
Obr. č. 22:Concerto – přehled činností projektu Výrobní linka	61
Obr. č. 23: Concerto – projekt Výrobní linka znázornění Ganttovým diagramem	62
Obr. č. 24: Concerto - výpis projektových činností.....	63
Obr. č. 25: Concerto – Historie čerpání bufferů	64
Obr. č. 26: Concerto – Progres činností a čerpání bufferů	65
Obr. č. 27: Concerto – report milníků CMS a LDD	65
Obr. č. 28: Concerto – P2P status report.....	66
Obr. č. 29: Plánování ZAP projektů na synchronizačním bodě Kontrolní montáž	67

6 Seznam obrázků

Obr. č. 30: Vyrovnání zdrojů vzhledem k synchronizačnímu bodu Kontrolní montáž..	68
Obr. č. 31: Primavera – projekt Výrobní linka – přehled činností.....	71
Obr. č. 32: Primavera – projekt Výrobní linka – Ganttův diagram	71
Obr. č. 33: Primavera – nastavení možností plánování	73
Obr. č. 34: Primavera – nastavení filtru pro zobrazení časových rezerv	73
Obr. č. 35: Primavera – Dashboards – manažerské reporty.....	74
Obr. č. 36: Primavera – projekt Výrobní linka – přehled činností po vyrovnání zdrojů	75
Obr. č. 37: Primavera – stav nákladů k aktuálnímu dni a odhadované náklady na dokončení.....	76

7 Seznam tabulek

Tab. č. 1: Seznam elementárních činností pro příklad jednoduchého projektu – stavby domu	17
Tab. č. 2: Projekt Výrobní linka - seznam elementárních činností.....	45
Tab. č. 3: Výsledky časové analýzy projektu Výrobní linka	46
Tab. č. 4: Projekt Výrobní linka - odhady doby trvání projektu, výpočet středních hodnot a rozptylů	48
Tab. č. 5: Projekt Výrobní linka – what-if analýza.....	50

8 Seznam zkratek

ALAP	.....	Plánování činností s co nejpozdějším zahájením (As Late As Possible)
AOA	.....	Hranově ohodnocený síťový graf (Aktivity on Arrow)
AON	.....	Uzlově ohodnocený síťový graf (Aktivity on Node)
ASAP	.....	Plánování činností s co nejdřívějším zahájením (As Soon As Possible)
CB	.....	Capacity buffer (kapacitní nárazník)
CC	.....	Kritický řetěz (Critical Chain)
CCPM	.....	Critical Chain Project Management
CO	.....	Dokončená činnost (Completed)
CPM	.....	Metoda kritické cesty (Critical path metod)
CPM/COST	.....	Síťová analýza z hlediska nákladů
DB	.....	Drum buffer (nárazník strategického zdroje)
DD	.....	Due Date
FB	.....	Feeding buffer (přípojný nárazník)
FNET	.....	Činnosti neskončí dříve než zadané datum (Finish No Earlier Than)
FNLT	.....	Činnost neskončí později než zadané datum (Finish No Later Than)
GERT	.....	Metoda grafického hodnocení a kontroly projektu (Graphical Evaluation and Review Technique).
HIP	.....	Hlavní inženýr projektu
IP	.....	Rozpracovaná činnost (In progress)
MFO	.....	Činnost skončí v určitém datu (Must Finish On)
MPM	.....	Metra Potencial Method
MSO	.....	Činnost musí začít v určitém datu (Must Start On)
NAB	.....	Harmonogram nabízeného obchodního případu
NS	.....	Nezahájená činnost (Not started)
PB	.....	Project buffer (projektový nárazník)
PBS	.....	Struktura projektového produktu (Produkt Breakdown Struktura)
PDM	.....	Precedence Diagramming Method
PERT	.....	Metoda honocení a kontroly projektu (Program Evaluation and Review Technique)
PK	.....	Projektová kancelář
PM	.....	Projektový manažer
PRO	.....	Harmonogram podepsaného obchodního případu obsahující nevýrobní činnosti
RB	.....	Resource buffer (zdrojový nárazník)
RC	.....	Celková časová rezerva
RE	.....	Úsek Realizace
RI	.....	Interferenční rezerva
RN	.....	Nezávislá časová rezerva
RV	.....	Volná časová rezerva
RZ	.....	Závislá časová rezerva
ŘZ	.....	Řídící zakázky
SE	.....	Úsek Servis
SNET	.....	Činnost nezačne dříve než zadané datum (Start No Earlier Than)
SNLT	.....	Činnost nezačne později než zadané datum (Start No Later Than)
ŠPW	.....	Škoda Power
TOC	.....	Teorie omezení (Theory of Constraint)
VS	.....	Vedoucí stavby
WBS	.....	Struktura projektového díla (Work Breakdown Structure)
ZAP	.....	Harmonogram podepsaného obchodního případu obsahující výrobní činnosti

9 Seznam literatury

Odborná literatura

- [1] ANDERSON, David Ray. *An introduction to management science: quantitative approaches to decision making*. 5th ed. St. Paul: West Publishing Company, 1988, 812 s. ISBN 03-146-2969-6.
- [2] BASL, Josef, MAJER, Pavel a ŠMÍRA, Miroslav. *Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2003. 213 s. ISBN 80-247-0613-X.
- [3] ČADA, Roman, KAISER, Tomáš a RYJÁČEK, Zdeněk. *Diskrétní matematika*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2004. ISBN 80-7082-939-7.
- [4] DEMEL, Jiří. *Grafy a jejich aplikace*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 257 s. ISBN 80-200-0990-6.
- [5] FIALA, Petr. *Projektové řízení: modely, metody, analýzy*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 276 s. ISBN 80-86419-24-X.
- [6] GOLDRATT, Eliyahu M. *Critical Chain*. Great Barrington: North River Press, 1997, 246 s. 1. ed. ISBN 08-842-7153-6.
- [7] GOLDRATT, Eliyahu M. *Theory of constraints and how should it be implemented?*. Great Barrington: North River Press, 1990. 160 s. ISBN 0-88427-166-8.
- [8] GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2003, 432 s. ISBN 80-247-0421-8.
- [9] HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ, Jan SEGER a Jakub FISCHER. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- [10] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002, 323 s. ISBN 80-864-1942-8.
- [11] JACOB, D., B., MCCLELLAND, W., T.: *Theory of Constraints Project Management : A Brief Introduction into the Basics* [on-line]. 2001, [cit. 2012-03-10]. Dostupný z: <http://logistics.navair.navy.mil/airspeed/library/tocpmwhitepaper.pdf>
- [12] LEACH, Larry P. *Critical Chain Project Management*. 1. vyd. Norwood : Artech House, 2000. 330 s. ISBN 1-58053-074-5.

9 Seznam literatury

- [13] LEACH, Larry P. Critical Chain Project Management Improves Project Performance. *Project Management Journal* [online]. 1999, roč. 30, č. 2, s. 13 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://butler.cc.tut.fi/~mojala/Leach1999.pdf>.
- [14] NEUMANN, Klaus a MORLOCK, Martin. *Operations research*. [1. Aufl.]. München: Carl Hanser, 1993, 779 s. ISBN 3-446-15771-9.
- [15] PLEVNÝ, Miroslav a Ladislav LUKÁŠ. *Operační výzkum*. 2. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2003, 191 s. ISBN 80-704-3240-3.
- [16] PLEVNÝ, Miroslav a Miroslav ŽIŽKA. *Modelování a optimalizace v manažerském rozhodování*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2005, 296 s. ISBN 80-704-3435-X.
- [17] RENDER, Barry, Ralph M. STAIR a Michael E. HANNA. *Quantitative analysis for management*. 8th ed. Upper Saddle River (N.J.): Prentice Hall, 2003. ISBN 01-304-9543-3.
- [18] SKALICKÝ, Jiří, Milan JERMÁŘ a Jaroslav SVOBODA. *Projektový management a potřebné kompetence*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010, 389 s. ISBN 978-807-0439-753.
- [19] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 353 s. ISBN 80-247-1501-5.

Internetové zdroje

- [20] SPOLEČNOST PRO PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ ČESKÁ REPUBLIKA. *Národní standard kompetencí projektového řízení: Výkladový slovník pojmů*. Brno, 2009, 66 s. Dostupné z: <http://www.ipma.cz/web/files/IPMA-CzNCB-slovník-pojmu-v3.1.pdf>.
- [21] FIALA, Petr. Metoda kritického řetězu – silné a slabé stránky. *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. Praha: FCC Public, © 2012 [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28952.
- [22] Kritický řetěz (Critical Chain). GOLDRATT CZ. *Goldratt CZ* [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz/teorie-omezeni-toc/nastroje-toc/kriticky-retez-critical-chain.html>.
- [23] ŠKODA POWER CO. ŠKODA [online]. © 2011 [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://www.doosan.com/skodapower/cz/main.do>.
- [24] Výpis z obchodního rejstříku. MINISTERSTVO SPRÁVEDLNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY. *Obchodní rejstřík a Sbírka listin* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vypis?subjektId=isor%3a400005990&typ=actual&klic=VntNB0aRC74yxbS3zkUf4A%3d%3d>.
- [25] MATOUŠEK, Jindřich. *Síťová analýza: Řízení a plánování projektů*. Plzeň, 2011.

9 Seznam literatury

- [26] KATOLICKÝ, Arnošt. Critical Chain (CCPM). *SystemOnline: S přehledem ve světě informačních technologií* [online]. CCB spol. s r.o., © 2001 - 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/critical-chain-ccpm.htm>.
- [27] KATOLICKÝ, Arnošt. Inovace projektového managementu využitím metody Critical Chain. *SystemOnline: S přehledem ve světě informačních technologií* [online]. CCB spol. s r.o., © 2001 - 2012 [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/inovace-projektoveho-managementu-vyuzitim-metody-critical-chain.htm>.
- [28] KATOLICKÝ, Arnošt a Yvona ŠLECHTOVÁ. Critical Chain (CCPM). *VIRTUÁLNÍ SERVER VĚNOVANÝ MANAGEMENTU* [online]. Plzeň, 1999 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.ifm.zcu.cz/CCPM1.htm>.
- [29] Časové odhady jsou statistická veličina. *Capricornis* [online]. 2004-2007 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: http://www.capricornis.cz/web_capricornis/index.php?p=casove_odhady_jsou_statisticka_velicina.
- [30] Oracle and Primavera. *Oracle* [online]. 2012 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.oracle.com/us/corporate/acquisitions/primavera/index.html>.
- [31] MMX CONCERTO SUPPORT SERVICES. *Concerto: know the way.* [online]. 2010 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://www.concerto.co.uk>.
- [32] GOLDRATT CZ. *Goldratt CZ* [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://www.goldratt.cz>.

Interní dokumenty ŠKODA POWER

- [33] ŠKODA POWER. *Řízení projektů podle metodiky CCPM: Q18600*. 4. vyd. Plzeň, 2009.
- [34] ŠKODA POWER. *Vedení projektu: Q18400*. 8. vyd. Plzeň, 2009.
- [35] ŠKODA POWER. *Řízení interních projektů PWR: Q18800*. 2. vyd. Plzeň, 2009.
- [36] GOLDRATT CZ. *Quick Reference CZ Verze*. 2007.
- [37] GOLDRATT CZ. *Kritický řetěz: Řízení samostatných projektů*. 2007.
- [38] GOLDRATT CZ. *Kritický řetěz: Multiprojektové řízení*. 2007.
- [39] SAPCON. *Primavera: prezentace produktového portfolia*. Brno, 2012.
- [40] ORACLE. *Primavera P6 Rel. 8.0 Fundamentals*. Praha, 2010.

10 Seznam příloh

Příloha A: Projekt Výrobní linka plánovaný metodou CPM – ganttův diagram

Příloha B: Časová analýza projektu Výrobní linka v Excelu – obecně

Příloha C: Časová analýza projektu Výrobní linka v Excelu – konkrétní výpočet podle zadání

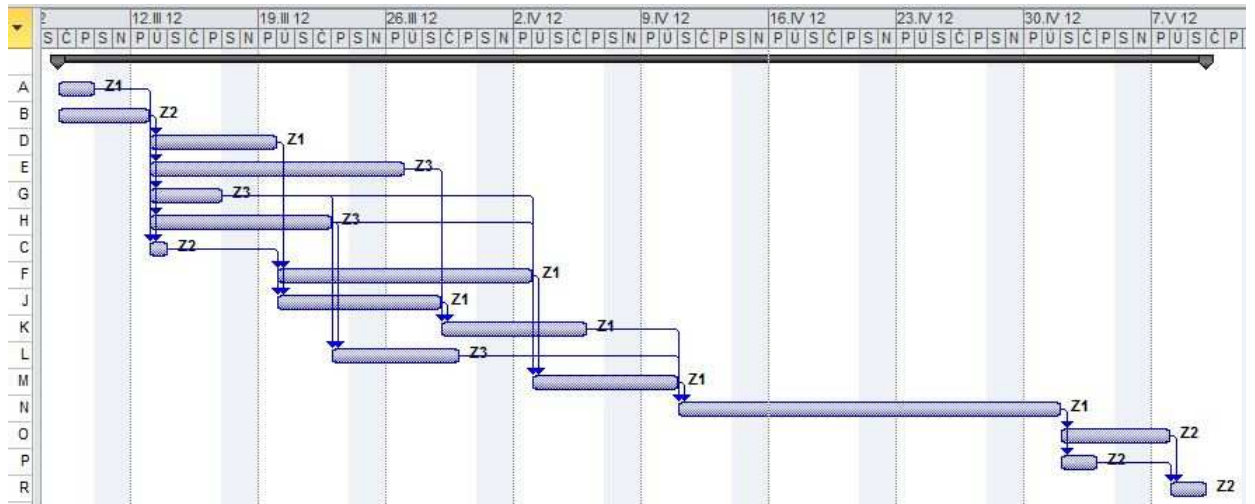
Příloha D: Časová analýza projektu Výrobní linka v Excelu – what-if analýza

Příloha E: Síťový graf projektu Výrobní linka – what-if analýza

Příloha F: Terminologie základních pojmů

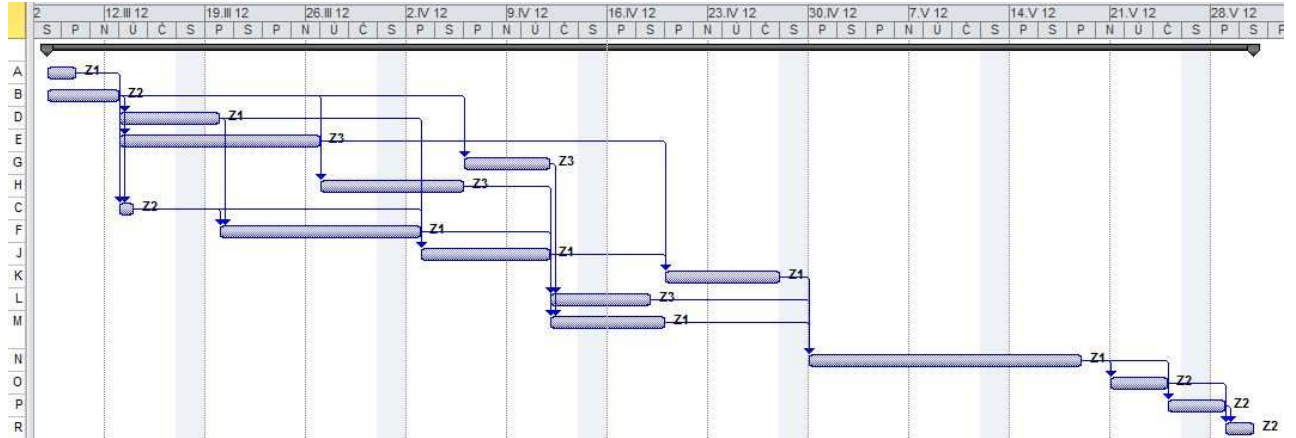
Příloha A

Výrobní linka – plánování projektu metodou CPM



Zdroj: vlastní zpracování MS Projektem, 2012

Výrobní linka – plánování projektu metodou CPM s vyrovnáním zdrojů



Zdroj: vlastní zpracování MS Projektem, 2012

Příloha B

CPM - incidenční matice trvání činností

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	VSTUPNÍ DATA																		
2	i	j	tij																
3	1	2	3																
4	1	3	2																
5	2	3	0																
6	2	4	8																
7	2	5	4																
8	2	6	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TE		
9				'=D4	'=D5													0	
10					'=D6	'=D7	'=D8	'=D9	'=D10									'=G\$41	
11									'=D11									'=H\$41	
12								'=D12										'=I\$41	
13										'=D13	'=D14							'=J\$41	
14									'=D15	'=D16								'=K\$41	
15											'=D17							'=L\$41	
16											'=D18							'=M\$41	
17												'=D19						'=N\$41	
18													'=D20	'=D21				'=O\$41	
19														'=D22				'=P\$41	
20																'=D23		'=Q\$41	
21																		'=R\$41	
22	11	12	2	TL	'=S46	'=S47	'=S48	'=S49	'=S50	'=S51	'=S52	'=S53	'=S54	'=S55	'=S56	'=S57	'=R\$41		
23	12	13	2	RI=TL-TE	'=F22-S9	'=G22-S10	'=H22-S11	'=I22-S12	'=J22-S13	'=K22-S14	'=L22-S15	'=M22-S16	'=N22-S17	'=O22-S18	'=P22-S19	'=Q22-S20	'=R22-S21		

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

CPM - incidenční matice nejdříve možných konců činností

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1																		
26																		
27	EF				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
28					1	'=G9+\$\$9	'=H9+\$\$9											
29					2		'=H10+\$\$10	'=I10+\$\$10	'=J10+\$\$10	'=K10+\$\$10	'=L10+\$\$10							
30					3					'=K11+\$\$11								
31					4				'=J12+\$\$12									
32					5							'=M13+\$\$13	'=N13+\$\$13					
33					6						'=L14+\$\$14	'=M14+\$\$14						
34					7								'=N15+\$\$15					
35					8								'=N16+\$\$16					
36					9									'=O17+\$\$17				
37					10										'=P18+\$\$18	'=Q18+\$\$18		
38					11											'=Q19+\$\$19		
39					12													
40					13													'=R20+\$\$20
41	max TE				'=MAX(F28:F40)	'=MAX(G28:G40)	'=MAX(H28:H40)	'=MAX(I28:I40)	'=MAX(J28:J40)	'=MAX(K28:K40)	'=MAX(L28:L40)	'=MAX(M28:M40)	'=MAX(N28:N40)	'=MAX(O28:O40)	'=MAX(P28:P40)	'=MAX(Q28:Q40)	'=MAX(R28:R40)	

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

CPM - incidenční matice nejpozději přípustných začátků činností

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1																				
43																				
44																				
45					LS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	min TL	
46					1		'=\$G\$22-G9	'=\$H\$22-H9												'=MIN(F46:R46)
47					2			'=\$H\$22-H10	'=\$I\$22-I10	'=\$J\$22-J10	'=\$K\$22-K10	'=\$L\$22-L10								'=MIN(F47:R47)
48					3						'=\$K\$22-K11									'=MIN(F48:R48)
49					4					'=\$J\$22-J12										'=MIN(F49:R49)
50					5							'=\$M\$22-M13	'=\$N\$22-N13							'=MIN(F50:R50)
51					6						'=\$L\$22-L14	'=\$M\$22-M14								'=MIN(F51:R51)
52					7								'=\$N\$22-N15							'=MIN(F52:R52)
53					8								'=\$N\$22-N16							'=MIN(F53:R53)
54					9									'=\$O\$22-O17						'=MIN(F54:R54)
55					10										'=\$P\$22-P18	'=\$Q\$22-Q18				'=MIN(F55:R55)
56					11											'=\$Q\$22-Q19				'=MIN(F56:R56)
57					12												'=\$R\$22-R20			'=MIN(F57:R57)
58					13															'=MIN(F58:R58)

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

CPM - termíny a časové rezervy

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1																		
61																		
62																		
63	ČINNOST			TERMINY				ČASOVÉ REZERVY				UZLY			TERMINY		REZERVY	
64	Činnost	i	j	ES	EF	LS	LF	RC	RN		RV	RZ	i	TE	TL	RI		
65	B	1	2	'=F65-D4	'=\$G28	'=\$G46	'=G65+D4	'=P66-O65-D4	'=KDYŽ((I65-Q65-Q66)<0,0,I65-Q65-Q66)		'=I65-Q66	'=I65-Q65	1	'=S9	'=F\$22	'=P65-O65		
66	A	1	3	'=F66-D5	'=\$H28	'=\$H46	'=G66+D5	'=P67-O65-D5	'=KDYŽ((I66-Q65-Q67)<0,0,I66-Q65-Q67)		'=I66-Q67	'=I66-Q65	2	'=S10	'=G\$22	'=P66-O66		
67	X	2	3	'=F67-D6	'=\$H29	'=\$H47	'=G67+D6	'=P67-O66-D6	'=KDYŽ((I67-Q66-Q67)<0,0,I67-Q66-Q67)		'=I67-Q67	'=I67-Q66	3	'=S11	'=H\$22	'=P67-O67		
68	H	2	4	'=F68-D7	'=\$I29	'=\$I47	'=G68+D7	'=P68-O66-D7	'=KDYŽ((I68-Q66-Q68)<0,0,I68-Q66-Q68)		'=I68-Q68	'=I68-Q66	4	'=S12	'=\$I22	'=P68-O68		
69	G	2	5	'=F69-D8	'=\$J29	'=\$J47	'=G69+D8	'=P69-O66-D8	'=KDYŽ((I69-Q66-Q69)<0,0,I69-Q66-Q69)		'=I69-Q69	'=I69-Q66	5	'=S13	'=J\$22	'=P69-O69		
70	D	2	6	'=F70-D9	'=\$K29	'=\$K47	'=G70+D9	'=P70-O66-D9	'=KDYŽ((I70-Q66-Q70)<0,0,I70-Q66-Q70)		'=I70-Q70	'=I70-Q66	6	'=S14	'=K\$22	'=P70-O70		
71	E	2	7	'=F71-D10	'=\$L29	'=\$L47	'=G71+D10	'=P71-O66-D10	'=KDYŽ((I71-Q66-Q71)<0,0,I71-Q66-Q71)		'=I71-Q71	'=I71-Q66	7	'=S15	'=\$L22	'=P71-O71		
72	C	3	6	'=F72-D11	'=\$K30	'=\$K48	'=G72+D11	'=P70-O67-D11	'=KDYŽ((I72-Q67-Q70)<0,0,I72-Q67-Q70)		'=I72-Q70	'=I72-Q67	8	'=S16	'=\$M22	'=P72-O72		
73	Z	4	5	'=F73-D12	'=\$J31	'=\$J49	'=G73+D12	'=P69-O68-D12	'=KDYŽ((I73-Q68-Q69)<0,0,I73-Q68-Q69)		'=I73-Q69	'=I73-Q68	9	'=S17	'=\$N22	'=P73-O73		
74	Y	5	8	'=F74-D13	'=\$M32	'=\$M50	'=G74+D13	'=P72-O69-D13	'=KDYŽ((I74-Q69-Q72)<0,0,I74-Q69-Q72)		'=I74-Q72	'=I74-Q69	10	'=S18	'=\$O22	'=P74-O74		
75	L	5	9	'=F75-D14	'=\$N32	'=\$N50	'=G75+D14	'=P73-O69-D14	'=KDYŽ((I75-Q69-Q73)<0,0,I75-Q69-Q73)		'=I75-Q73	'=I75-Q69	11	'=S19	'=\$P22	'=P75-O75		
76	J	6	7	'=F76-D15	'=\$L33	'=\$L51	'=G76+D15	'=P71-Q70-D15	'=KDYŽ((I76-Q70-Q71)<0,0,I76-Q70-Q71)		'=I76-Q71	'=I76-Q70	12	'=S20	'=\$Q22	'=P76-O76		
77	F	6	8	'=F77-D16	'=\$M33	'=\$M51	'=G77+D16	'=P72-Q70-D16	'=KDYŽ((I77-Q70-Q72)<0,0,I77-Q70-Q72)		'=I77-Q72	'=I77-Q70	13	'=S21	'=\$R22	'=P77-O77		
78	K	7	9	'=F78-D17	'=\$N34	'=\$N52	'=G78+D17	'=P73-Q71-D17	'=KDYŽ((I78-Q71-Q73)<0,0,I78-Q71-Q73)		'=I78-Q71	'=I78-Q71						
79	M	8	9	'=F79-D18	'=\$N35	'=\$N53	'=G79+D18	'=P73-Q72-D18	'=KDYŽ((I79-Q72-Q73)<0,0,I79-Q72-Q73)		'=I79-Q73	'=I79-Q72						
80	N	9	10	'=F80-D19	'=\$O36	'=\$O54	'=G80+D19	'=P74-Q73-D19	'=KDYŽ((I80-Q73-Q74)<0,0,I80-Q73-Q74)		'=I80-Q73	'=I80-Q73						
81	Q	10	11	'=F81-D20	'=\$P37	'=\$P55	'=G81+D20	'=P75-Q74-D20	'=KDYŽ((I81-Q74-Q75)<0,0,I81-Q74-Q75)		'=I81-Q75	'=I81-Q74						
82	O	10	12	'=F82-D21	'=\$Q37	'=\$Q55	'=G82+D21	'=P76-Q74-D21	'=KDYŽ((I82-Q74-Q76)<0,0,I82-Q74-Q76)		'=I82-Q76	'=I82-Q74						
83	P	11	12	'=F83-D22	'=\$Q38	'=\$Q56	'=G83+D22	'=P76-Q75-D22	'=KDYŽ((I83-Q75-Q76)<0,0,I83-Q75-Q76)		'=I83-Q76	'=I83-Q75						
84	R	12	13	'=F84-D23	'=\$R39	'=\$R57	'=G84+D23	'=P77-Q76-D23	'=KDYŽ((I84-Q76-Q77)<0,0,I84-Q76-Q77)		'=I84-Q77	'=I84-Q76						

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

CPM - incidenční matice nejpozději přípustných začátků činností

LS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	min TL
1		0	5											0
2			7	10	14	3	8							3
3						7								7
4					18									18
5								18	19					18
6							11	8						8
7									18					18
8									18					18
9										24				24
10											41	39		39
11												41		41
12													43	43
13														0

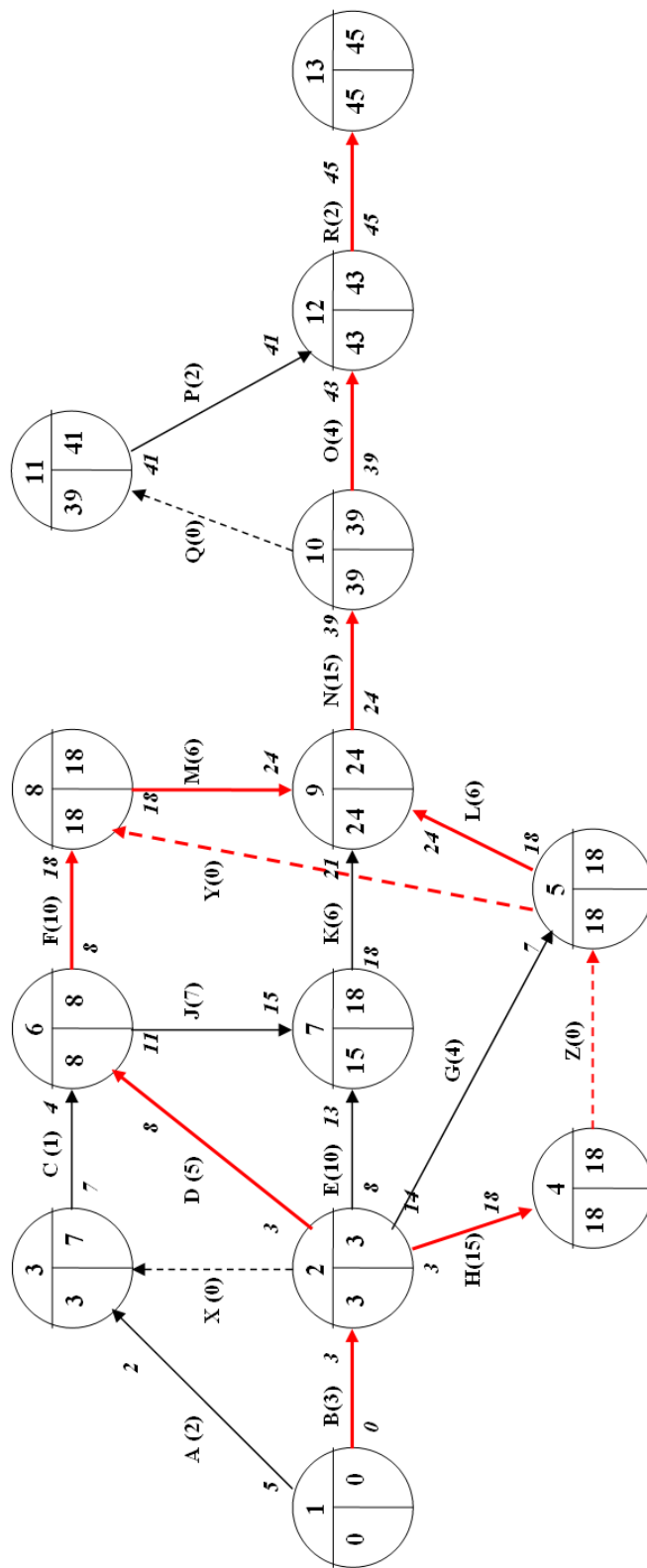
Zdroj: vlastní zpracování, 2012

CPM - termíny a časové rezervy

ČINNOST		TERMÍNY				ČASOVÉ REZERVY				UZLY	TERMÍNY		REZERVY	
Činnost	i	j	ES	EF	LS	LF	RC	RN	RV	RZ	i	TE	TL	RI
B	1	2	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
A	1	3	0	2	5	7	5	1	1	5	2	3	3	0
X	2	3	3	3	7	7	4	0	0	4	3	3	7	4
H	2	4	3	11	10	18	7	0	0	7	4	11	18	7
G	2	5	3	7	14	18	11	4	4	11	5	11	18	7
D	2	6	3	8	3	8	0	0	0	0	6	8	8	0
E	2	7	3	13	8	18	5	2	2	5	7	15	18	3
C	3	6	3	4	7	8	4	0	4	0	8	18	18	0
Z	4	5	11	11	18	18	7	0	0	0	9	24	24	0
Y	5	8	11	11	18	18	7	0	7	0	10	39	39	0
L	5	9	11	16	19	24	8	1	8	1	11	39	41	2
J	6	7	8	15	11	18	3	0	0	3	12	43	43	0
F	6	8	8	18	8	18	0	0	0	0	13	45	45	0
K	7	9	15	21	18	24	3	0	0	0				
M	8	9	18	24	18	24	0	0	0	0				
N	9	10	24	39	24	39	0	0	0	0				
Q	10	11	39	39	41	41	2	0	0	2				
O	10	12	39	43	39	43	0	0	0	0				
P	11	12	39	41	41	43	2	0	2	0				
R	12	13	43	45	43	45	0	0	0	0				

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Příloha D



Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Příloha E

	ČINNOST		TERMINY				ČASOVÉ REZERVY				UZLY	TERMINY		REZERVY
	i	j	ES	EF	LS	LF	RC	RN	RV	RZ		i	TE	TL	RI
B	1	2	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
A	1	3	0	2	5	7	5	1	1	5	2	3	3	0
X	2	3	3	3	7	7	4	0	0	4	3	3	7	4
H	2	4	3	18	3	18	0	0	0	0	4	18	18	0
G	2	5	3	7	14	18	11	11	11	11	5	18	18	0
D	2	6	3	8	3	8	0	0	0	0	6	8	8	0
E	2	7	3	13	8	18	5	2	2	5	7	15	18	3
C	3	6	3	4	7	8	4	0	4	0	8	18	18	0
Z	4	5	18	18	18	18	0	0	0	0	9	24	24	0
Y	5	8	18	18	18	18	0	0	0	0	10	39	39	0
L	5	9	18	24	18	24	0	0	0	0	11	39	41	2
J	6	7	8	15	11	18	3	0	0	3	12	43	43	0
F	6	8	8	18	8	18	0	0	0	0	13	45	45	0
K	7	9	15	21	18	24	3	0	0	0				
M	8	9	18	24	18	24	0	0	0	0				
N	9	10	24	39	24	39	0	0	0	0				
Q	10	11	39	39	41	41	2	0	0	2				
O	10	12	39	43	39	43	0	0	0	0				
P	11	12	39	41	41	43	2	0	2	0				
R	12	13	43	45	43	45	0	0	0	0				

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

Příloha F

Buffer (Nárazník)	Časová rezerva projektu nebo milníku, dle jejíhož čerpání se vyhodnocuje vývoj na projektu. Chrání příslušný termín proti proměnlivosti doby trvání činností. Očekává se, že v průběhu plnění projektu bude její větší část spotřebována. Primárně se generuje v SW Concerto™, nejedná se o rezervu PWR.
Buffer management	Softwarová funkcionální nástroje Concerto™, která zajišťuje automatický přepočítání stavu bufferů a výpočet dat zahájení dalších činností. Je určujícím prvkem pro stanovení priorit na projektech.
CMS milník	Milník CMS je použit pro klíčové smluvní termíny se zákazníkem, primárně penalizované.
Činnost v zelené	Činnost v harmonogramu, která nečerpá projektový a ani milníkový buffer. Činnost je realizována podle plánu.
Činnost v červeném	Činnost v harmonogramu, která způsobuje čerpání projektového nebo milníkového bufferu a má vliv na posun konečného termínu projektu nebo termínu důležitého milníku a její identifikace je nutná pro obnovu projektového bufferů.
Činnost ve žluté	Činnost v harmonogramu, která již začala čerpat projektový nebo milníkový buffer. Míra čerpání ovšem ještě nepřesáhla 50% nárazníku.
Due Date	Termín ukončení projektu ze Zakázkového Listu (ZL) nebo dodatek ZL, který upravuje termín expedice.
IMS milník	Interně stanovené milníky vyplývající z logiky harmonogramu, jsou definované členy RPT. Může mít podobu penalizovaného milníku vyplývajícího z uzavřené smlouvy se subdodavatelem, který může v případě neplnění dodavatele PWR penalizovat.
LDD milník	Milník LDD, vzniká na bázi CMS a je pouze změněna textová část. Milník je tedy zobrazován jako CMS i v Concertu. Označovány Dodávky obchodního zboží – milník LDD označuje nejzazší termín dodání každé komodity na - Stavbu, Loď, FOB. Milník LDD je tedy samostatný pro každou poptávanou komoditu, která je dodávána v rámci rozsahu kontraktu.
Multitasking	Princip multitaskingu spočívá v tom, že se přesouvá zdroj z jednoho projektu na druhý, dříve než zdroj dokončí veškerou práci, kterou má na daném projektu udělat.
Omezení	Omezení je jakýkoli prvek nebo činitel, který brání tomu, aby systém dosahoval svého cíle ve větším množství. Omezení může mít fyzický charakter, ale může se jednat také například o používaný postup v podniku.
Projekt	Projekt je jedinečný proces skládající z řady koordinovaných a řízených činností s pevně stanovenými termíny zahájení a ukončení, prováděný pro dosažení předem stanoveného cíle, který vyhovuje omezení dané časem, náklady a zdroji a jiným specifickým požadavkům.
Projektové portfolio	Souhrn všech projektů PWR řízených v SW Concerto™
Průtok	V teorii omezení je to míra, kterou podnik generuje peníze prostřednictvím tržeb. Průtok je odlišný pojem od výstupu procesu.
Strategický zdroj	Strategickým zdrojem je označován takový zdroj, který se nejčastěji podílí na práci na činnostech na kritickém řetězu jednotlivých projektů, vyznačuje se nízkou kapacitou a je nejvíce vytížen ve srovnání s jinými zdroji.
Žhavá nabídka	Nabízený obchodní případ s velmi vysokou pravděpodobností podpisu (pravděpodobnost HIGH), pouze pro žhavé nabídky jsou zpracovávány

	HMG NAB pro Concerto a jsou zařazovány do kapacitních simulací.
Kritická cesta	Kritická cesta je tvořena sledem kritických činností s nulovou celkovou rezervou mezi zdrojem a ústím projektu, představuje nejdelší možnou cestu mezi začátkem a koncem daného projektu.
Kritický řetěz	Kritický řetěz je sled závislých událostí, které brání tomu, aby projekt, který disponuje konečnými zdroji, skončil dříve.
Task manažer	Pracuje na činnostech, jež mu byly přiděleny v rámci projektového portfolia.

Zdroj: vlastní zpracování, 2012

11 Abstrakt

FIRTOVÁ, R. *Použití algoritmů teorie grafů pro řízení projektů ve firmě ŠKODA POWER*. Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČU v Plzni, 88 s., 2010

Klíčová slova: síťová analýza, projektové řízení, kritická cesta, kritický řetěz, teorie omezení, Concerto, Primavera

Diplomová práce se zaměřuje na použití síťové analýzy v softwarovém prostředí pro řízení projektů ve firmě Škoda Power. V teoretické části uvádí, co je projekt a co je obsahem plánování projektu. Vysvětluje, jakým způsobem lze projekt reprezentovat graficky, a jak zkonstruovat síťový graf. U metod síťové analýzy CPM, PERT a metody kritického řetězu detailně popisuje principy použití doplněnými praktickými příklady. Vzájemné rozdíly vybraných metod lze sledovat na modelovém projektu, který je podroben what-if analýze. Praktická část se věnuje softwarové podpoře řízení projektů ve firmě Škoda Power. Zabývá se základními funkcionalitami softwaru Concerto, který je v současné době v podniku používán, a softwaru Primavera, který ho má nahradit. Zaměřuje se hlavně na jejich vzájemné rozdíly vyplývající z používání odlišných metod síťové analýzy.

12 Abstract

FIRTOVÁ, R. *Using Algorithms of Graphs Theory for Project Management in Company ŠKODA POWER*. Diploma thesis. Pilsen: Faculty of Economics University of West Bohemia in Pilsen, 88 p., 2012

Key words: network analysis, project management, critical path, critical chain, theory of constraints, Concerto, Primavera

This diploma thesis is focused on the using of network analysis in the software environment for project managing in SKODA POWER. In the theoretical part, there is an explanation of what a project is and what its content of project planning is. It explains the way how to graphically represent the project and how to construct a network graph. It describes principles of using network analysis methods called CPM, PERT and the Critical Chain Method and there are practical examples as well. In the model project containing the what-if analysis, there are differences of several methods. The practical part is about software support of project managing in SKODA POWER. It contains a basic functions view of Concerto software which is used in the company at the moment and Primavera software is supposed to replace it. It is mainly focused on differences from using of other network analysis methods.