

Metoda Critical Chain a možnosti jejího uplatnění

Critical Chain Method and Some Possibilities of Its Use

Autoři: Tomáš Šubrt, Pavlína Langrová

Abstrakt v češtině:

Klasické postupy projektového řízení na bázi metod síťové analýzy (CPM, PERT, MPM, GERT) prožívají v současné době vážnou krizi. Léta stagnace ve vývoji matematických metod se projevila v neradostné bilanci aplikačních úspěchů tradičních postupů – 45% projektů nedodrží vypočtený časový limit a náklady na projekt jsou oproti plánu v průměru až o 190% vyšší než „exaktně“ stanovené. Cílem příspěvku je naznačit jednu z možných cest, jak přiblížit teoretické modelovací postupy požadavkům pro skutečnou realizaci. Touto cestou je uplatnění metody Critical Chain (kritický řetěz), která je svým pojetím alternativou k tradičním metodám kritické cesty v síti. Příspěvek kromě popisu metody uvádí zkušenosti s jejím uplatněním, jakož i možnosti využití její softwarové podpory v podobě dvou existujících programů samostatného PS8 a doplňkového modulu pro MSProject 98 a 2000 firmy ProChain Solutions.

Abstrakt v angličtině:

Traditional approaches to project management based on network scheduling (CPM, PERT, MPM, GERT) are now in a great depression. Many years of stagnancy in the field of mathematical methods development produce great problems in classical methods applications. More than 45% of projects are not completed in time and the average cost overbudget tends to 190%. The aim of this article is to present a new method called Critical Chain. This method is partially empirical and it completely leaves the classical idea of critical path in a project. The Critical Chain Method is not only presented in its theoretical form, but some experiences and software realizations MS Project Add provided by Pro Chain Solutions are mentioned too.

Klíčová slova:

Projektové řízení, síťové plánování, kritická cesta, kritický řetěz, zásobník, MS Project.

Keywords:

Project management, network scheduling, critical path, critical chain, buffer, MS Project.

Úvod:

Projektový management ve svém klasickém pojetí přetrval bez větších změn již více jak třicet let. Klasické postupy na bázi metod kritické cesty, ať již postupy deterministické či stochastické prožívají v současné době vážnou krizi. Na vině jsou především nejasné a měnící se požadavky na projekty a jejich části, jakož i nepřesné a nekvalifikovaně definované úkoly a návaznosti mezi nimi, na něž matematická metoda není schopna dostatečně flexibilně reagovat. Nejslabším článkem celého procesu plánování a řízení projektů je tedy lidský faktor. Jistou cestou nápravy se po určitou dobu zdálo být větší uplatnění simulačních postupů. Simulační modely jsou však vždy vytvářeny jako modely typu „ad hoc“, tedy nikoli obecné, a nemohou tak nikdy nalézt širokého uplatnění v každodenních podmínkách projektového řízení. Další z nových metod je založena na aplikaci teorie fuzzy množin, resp. fuzzy aritmetiky do klasických metod typu CPM. Praktické aplikace a softwarové realizace fuzzy přístupů jsou však teprve v počátcích. Poslední ze zde jmenovaných, a dále podrobněji vysvětlených metod je tzv. Metoda kritického řetězu (Critical Chain), která spočívá v částečném opuštění klasických metod kritické cesty a jejich nahrazení metodou jinou, měkčí.

Cíl a metodika:

Autorem metody kritického řetězu (dále CC) je dr. Eliyahu M. Goldratt jenž ji poprvé představil v r. 1997. Hlavním cílem této nové metody, stejně tak jako i jiných metod projektového řízení, je plánovat a řídit průběh projektu tak, aby byly dodrženy veškeré projektové ukazatele tj. dokončení projektu v požadovaném resp. plánovaném čase, při dané kvalitě a s danými disponibilními prostředky. Podle prvních poznatků se zdá, že tato metoda umožňuje splnit všechny tyto ukazatele a u některých projektů dochází ke zkrácení doby realizace projektu, a to někdy až o 1/3.

Metoda CC se zaměřuje na lidskou stránku a snaží se tak odstranit jisté nedostatky ostatních metod, které se lidským faktorem z tohoto hlediska nezabývají.

- Délka trvání projektu nezávisí na kritické cestě, ale na dostupnosti zdrojů, tedy na zdrojovém zabezpečení jednotlivých aktivit (činností). Původně přidělené zdroje často zabezpečují souběžně více paralelních činností (multitasking) a tím dochází k jejich prodlužování a často i ke snižování kvality jejich provedení,
- Odhady doby trvání jednotlivých činností v sobě zahrnují jistou skrytou rezervu ("riziková složka"). Tato rezerva vychází z přirozeného chování každého z nás, kdy se instinktivně snažíme chránit proti výskytu neočekávaných událostí. V závislosti na povaze člověka a druhu činnosti může dosahovat dle Goldratta až 200% skutečné doby trvání činnosti ("technologická složka"). Ve stručnosti lze říci, že lidé plánují délku činnosti tak, aby měli minimálně 80% pravděpodobnost jejího dokončení v požadovaném termínu. Tato rezerva je ovlivněna mimo jiné i počtem úrovní řízení a to přímo úměrně. Metoda CC se proto snaží tuto rezervu, tedy jakousi rizikovou složku odhadu délky trvání činnosti, odstranit resp. redukovat.
- Některé činnosti skončí dříve než bylo plánováno, ale odpovědní pracovníci je předávají až v časovém termínu původně určeném. Činí tak často z obavy, aby v budoucnu nebyly zpřísněny požadavky na jejich práci. Na druhou stranu však lidé mají tendenci odkládat začátek činnosti na pozdější okamžik, a to právě z důvodu zahrnutí již zmíněné rezervy do odhadu délky činnosti. Tento jev se nazývá Studentův syndrom. Tím dochází ke zbytečnému vyčerpání rezervy a v případě vyskytnuvších se neočekávaných událostí (Murphyho zákon) i k překročení plánované doby realizace. Proto metoda CC se snaží všechny činnosti plánovat jako As Late As Possible, to znamená, že jsou plánovány jak nejpozději je to možné.
- Takto naplánované činnosti částečně také eliminují důsledky tzv. Parkinsonova projektového zákona (činnost trvá nejméně tak dlouho, jak dlouhý má přidělený časový interval). Tento zákon v klasických metodách, kdy jsou délky trvání činností resp. termíny zahájení a ukončení pevně dané, způsobuje, že případné dřívější ukončení činnosti nevede ke zkrácení projektu, protože jsou zdroje v požadovanou dobu alokovány jinde. To vede k tomu, že případné zdržení se hromadí a "náskok" se anuluje.

Kritická cesta a kritický řetěz

Kritická cesta v projektu je vždy dána nejdelší posloupností činností. Délka této kritické cesty určuje dobu trvání celého projektu a činnosti na této cestě ležící mají nulové celkové rezervy, což značí že jakýkoliv zásah do délky trvání kritické činnosti má za následek buď změnu délky trvání projektu, nebo změnu ve struktuře kritické cesty. Kritickou cestu a její délku lze snadno určit s využitím lineární úlohy bivalentního programování. Pro zjednodušení je dále uváděn model projektu zobrazeného grafem typu AOA (Activity on Arc) – tedy hranově definovaného. Pro v praxi častější uzlovou definici (grafy typu Activity on Node) je model složitější, nicméně veškeré závěry jsou analogické nebo přinejmenším velmi podobné.

$\sum_{k \in R_1} x_{1k} = 1$ $-\sum_{i \in P_j} x_{ij} + \sum_{k \in R_j} x_{jk} = 0; \quad j = 2, 3, \dots, (n-1);$ $\sum_{i \in P_n} x_{in} = 1$ $x_{ij} \in \{0; 1\} \quad \forall i, \forall j$ $Z = \sum_{\substack{i=1, \dots, (n-1) \\ j=2, \dots, n}} t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$	kde x_{ij} ... činnost na hraně (ij) P_j ... množina uzlů předcházejících uzlu j R_j ... množina uzlů následujících po uzlu j t_{ij} ... délka trvání činnosti (ij) n ... počet uzlů v grafu
--	---

Z výsledků takto koncipovaného modelu lze stanovit činnosti ležící na kritické cestě ($x_{ij} = 1$), délku kritické cesty (hodnota funkce Z) a vypočítat rezervy podkritických činností na základě intervalů stability cen účelové funkce. Klasické metody kritické cesty tedy počítají pouze s exaktně stanovenými rezervami (byť různých typů), nicméně parametr délka trvání (zde t_{ij}) je považován za předem danou konstantu. V praxi je však tento

elementární parametr závislý na dostupnosti faktorů tuto činnost zabezpečujících a v naprosté většině případů je v něm ještě zahrnut prvek empirického charakteru vyjadřující míru zkušeností tvůrce projektové osnovy se spolehlivostí zdrojů, dodavatelů, s požadavky nadřazených apod. Výsledkem takovýchto odhadů pak bývá, že každá činnost ve svém parametru tím obsahuje empirickou (goldrattovskou) rezervu pro případ různých selhání, která obvykle činí až 1/3 délky jejího trvání. Při určování kritického řetězu proto dochází nejdříve ke zkrácení původních odhadů o tuto rezervu. Kritický řetěz je potom dán nejdelší posloupností činností v projektu, kde závislost mezi jednotlivými činnostmi vzniká nejen na základě časové posloupnosti, ale e též odvozena od zdrojového zabezpečení.

Výsledky a diskuse:

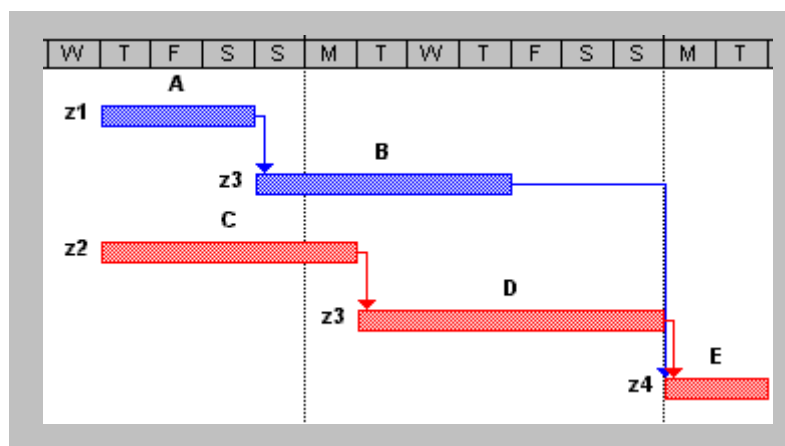
Časové zásobníky a jejich typy

Vzhledem k tomu, že z odhadů činností byla odstraněna tzv. riziková složka, je nutné nějakým způsobem chránit projekt před neočekávanými událostmi, které nemusí, ale mohou nastat. Proto metoda CC využívá tzv. buffery (časové zásobníky resp. nárazníky), které dle jejich umístění a funkce dále dělíme na :

- Project buffer (PB), který chrání konečný termín projektu a je tedy umístěn za poslední činnost kritického řetězu. Jeho velikost by měla odpovídat jedné třetině až polovině délky kritického řetězu.
- Feeding buffer (FB) chrání činnosti na kritickém řetězu tím, že eliminuje případná zpoždění na podpůrných cestách. Proto je v projektovém plánu umístěn tam, kde podpůrná cesta navazuje na kritický řetěz.
- Resource buffer (RB), je zvláštní typ bufferu, který nemá přímý vliv na délku trvání projektu. Jeho úkolem je informovat zdroje, aby byly včas alokovány na činnost, která je součástí kritického řetězu.

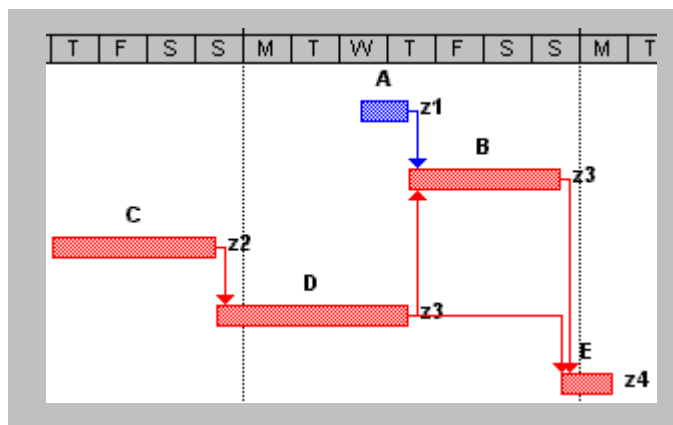
Zavedení časových zásobníků

Mějme projekt zobrazen Ganttovým diagramem (Obr. 1). Názvy činností jsou vyznačeny nad pásy činností a zdrojové zabezpečení vedle pásů činností. Kritická cesta je tvořena činnostmi C,D,E.



Obr. 1: „Kritická cesta v projektu“

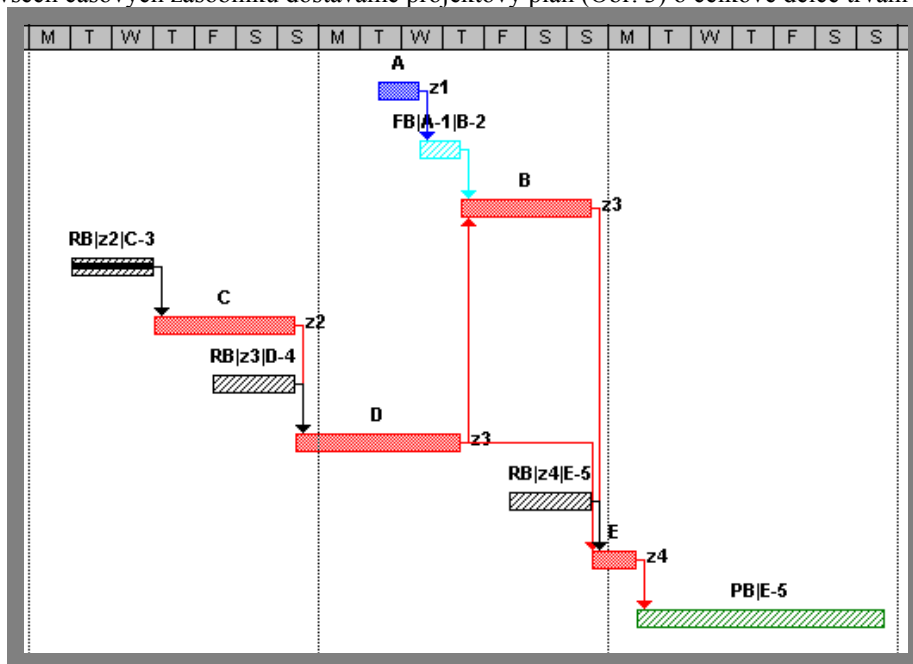
Celková délka kritické cesty a tím i trvání projektu je 13 dní. Paralelní činnosti B a D jsou však zabezpečovány stejným typem zdroje (Z3), což empiricky zvyšuje riziko nedokončení projektu včas. Toto riziko je možné snížit vytvořením umělé vazby D a B a zamezit tak nutnosti paralelní participace jednoho zdroje na dvou činnostech (pak je délka kritické cesty rovna 18 dnům). Předpokládejme, že při klasické koncepci projektů byla pro snížení rizika nedokončení činností včas do všech odhadovaných délek trvání zakalkulována rezerva ve výši 33% délky trvání. Vezmeme-li navíc v úvahu, že všechny činnosti mají tendenci začínat „As Late As Possible“ dostáváme následující projektový plán (Obr.2) s délkou trvání projektu 12 dní (bez odstranění empirických rezerv 16 dní).



Obr. 2: " Projektový plán po zahrnutí umělé vazby D-B, zkrácení činností o 1/3 a nastavení typů činností na As Late As Possible"

Na první pohled je zřejmé, že zpoždění jakékoli činnosti ohrozí délku trvání projektu. Srovnáním z původním projektem, dostáváme kritický řetěz, jakožto souslednost vzájemně závislých činností, které zabraňují tomu, aby byl projekt dokončen dříve při daných zdrojích. Kritický řetěz tak tvoří činnosti C,D,B,E. Chceme-li projekt uchránit před nežádoucím rizikem prodloužení, musíme podle metody CC ochránit především kritický řetěz (nikoli empirickým navýšením délky trvání každé činnosti, jako u klasické koncepce) zavedením časových zásobníků – buffers. První z nich – Project buffer – bude umístěn na konci celého projektu, další – Feeding buffers – umístíme tam, kde vstupují nekritické (tzv. podpůrné) větve do kritického řetězu. Resource buffers jsou po jednotlivých zdrojích umístěny před každou posloupností činností na kritickém řetězu.

Po zavedení všech časových zásobníků dostáváme projektový plán (Obr. 3) o celkové délce trvání 18 dní.



Obr. 3: "Plán projektu se zahrnutím bufferů"

Srovnáme-li tuto délku trvání s délkou trvání projektu po zahrnutí umělé vazby D-B do původní verze z Obr. 1, zjistíme, že projektový plán je dlouhý 18 dní, tj. o dva dny více než řešení z obr.2 s empirickými rezervami. V plánu však je zahrnut project buffer v délce 7 dnů, jenž může, ale nemusí být čerpán. Je zde totiž 50% pravděpodobnost, že neočekávané události nenastanou.

Zavedení feeding bufferů na podpůrné cesty je možné též formalizovat s využitím matematického modelu. Máme-li projekt z obrázku 2 ve formě síťového grafu typu AOA, je možné definovat časové zásobníky podpůrných větví s využitím následujícího modelu

$\sum_{k \in R_i} x_{Ak} = 1$ $-\sum_{i \in P_j} x_{ij} + \sum_{k \in R_j} x_{jk} = 0$ $\sum_{i \in P_n} x_{iB} = 1$ $x_{ij} \in \{0;1\} \quad \forall i, \forall j$ $Z = \sum_{\substack{i=A, \dots, (B-1) \\ j=(A+1), \dots, B}} (t_{ij} - q_{ij}) x_{ij} \rightarrow \min$ $t_{FB} = Z / 3$	kde x_{ij} ... činnost na hraně (ij) P_j ... množina uzlů předcházejících uzlu j R_j ... množina uzlů následujících po uzlu j t_{ij} ... délka trvání činnosti (ij) q_{ij} ... empirická rezerva délky trvání činnosti (ij) A ... počáteční uzel podpůrné větve B ... koncový uzel podpůrné větve t_{FB} ... velikost „feeding bufferu“
--	--

Project buffer by měl mít délku třetiny až poloviny kritického řetězu a Feeding buffer by tak měl mít délku třetiny až celé nekritické větve (dle charakteru projektu).

Závěr:

Výjimečnost metody Critical Chain spočívá v tom, že se kromě využití matematických metod zaměřuje na oblast chování a jednání lidí podílejících se projektu a to především na jejich tendenci zabudovávat do odhadu délky trvání činnosti také empirickou rezervu chránící termíny úkolů před nepředvídanými událostmi. Metoda Critical Chain všechny činnosti očišťuje o tyto rezervy a vytváří tzv. buffery, chránící jak celý projekt tak činnosti na nekritických větvích a cestách projektové osnovy. Díky těmto postupům dochází v praxi k významnému snížení podílu projektů nesplňujících plánované časové ukazatele.

Literatura:

GOLDRATT,E.: Critical Chain. Great Berington, MA, Northriver Press, 1999

LANGROVÁ,P.: Nové postupy v plánování a řízení projektů a jejich aplikace v programu Project 98, Praha, 2001. Diplomová práce na PEF ČZU na katedře OSA, PEF ČZU

ROSENAU,M.D.: Řízení projektů, Computer Press, Praha, 2000.

ŠLECHTOVÁ,Y.: Critical Chain – moderní systémová metoda projektového řízení. In: Systémové přístupy 99, principy vývoj a přínosy, s.65-67. Vysoká škola ekonomická, Praha 1999.

ŠUBRT, T.: Kritický řetěz a fuzzy přístupy v projektovém řízení. In.: Zpracování dat a matematické modelování v zemědělství. Sborník příspěvků ze semináře kateder statistiky a operační a systémové analýzy, s.137 – 143. ČZU Praha, 2000.