

# Odhadování pracnosti IT projektů

Miroslav Král<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra systémové analýzy, Fakulta informatiky a statistiky,

Vysoká škola ekonomická v Praze

nám. W. Churchilla 4, 130 67 Praha 3

mkral@deloittece.com

**Abstrakt:** V oblasti odhadování IS/IT projektů bylo v uplynulých letech vyvinuto značné množství různorodých metod. Tyto metody by měly být používány s ohledem na několik faktorů. Volba a použití metody odhadu by měla zohlednit fázi projektu, ve které se odhadovatel nachází, a různorodé spektrum externích vlivů, jejichž složení a intenzita působení je velmi rozdílná a individuální. Přesnost odhadování výrazně ovlivňuje úspěšnost celého projektu. Cílem článku je analýza principů, jakým dané metody přistupují k odhadu pracnosti, hledání silných a slabých stránek těchto metod.

**Klíčová slova:** metody odhadování, pracnost projektu, CPM, PERT, CCPM, COCOMO, FPA, UCP

**Title:** Estimating the laboriousness of IT projects

**Abstract:** A large number of different methods in the field of estimation of IS/IT projects have been developed in past years. Those methods should be used with regard to several factors. The choice and the application of an estimation method should take into consideration the current phase of each project and the wide variety of external factors, whose composition and intensity are very diverse and individual. The accuracy of the estimation considerably influences the success of the whole project. This article aims to analyse the principles, which are used by methods for effort estimation, and finding strong and weak aspects of these methods.

**Keywords:** Estimating methods, Project laboriousness, CPM, PERT, CCPM, COCOMO, FPA, UCP

## 1 ÚVOD

Při plánování každého projektu jsou pro dodržení rozpočtových omezení důležité odhady nákladů projektu. Velmi významnou nákladovou položkou bývají zpravidla personální náklady. Proto by ve všech fázích projektu měla být věnována pozornost odhadům pracnosti, která slouží jako základní vstup pro stanovení personálních nákladů. V průběhu projektu dochází ke zpřesňování odhadů z několika důvodů. Především s přibývajícím časem jsou známy detailnější informace o požadovaném chování vyvíjeného systému. Dále pak na základě uplynulých fází projektu lze přesněji určit produktivitu vývojového týmu a použitých technologií. Zpřesňování odhadů pracnosti je charakterizováno tak zvaným kuzelem nejistoty, který představila NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Odhadování pracnosti je prováděno třemi základními způsoby: analogie, expertní odhady [8] a odhady založené na modelu. Odhady založené na modelu využívají data z již realizovaných projektů. Tyto modely se využívají nejen pro odhad pracnosti, ale například i doby trvání projektu. Matematické modely vyžadují značné množství vstupních objektivních (např. velikost projektu), ale i subjektivních hodnot (např. zkušenosti vývojářů). Vzhledem k tomu, že rozsah tohoto článku neumožňuje představit všechny metody odhadu pracnosti, které byly vyvinuty, tak jsou na následujících stránkách vymezeny pouze ty nejznámější a nejpopulárnější. Cílem článku je analýza principů, jakým dané metody přistupují k odhadu pracnosti, hledání silných a slabých stránky těchto metod. V závěru článku je provedena syntéza ve formě tabulky s přehledem vlastností metod a souhrnem nejčastěji tvořených chyb.

## 2 VYBRANÉ METODY ODHADU PRACNOSTI

### 2.1 METODA CRITICAL PATH METHOD – CPM

Metoda kritické cesty (*CPM – Critical Path Method*) byla vyvinuta v padesátých letech minulého století dvěma americkými společnostmi DuPont Corporation a Remington Rand Corporation. Metoda CPM byla primárně vyvinuta pro řízení projektů ve stavebnictví a energetice. [11] V současné době je využívána napříč různorodými odvětvími včetně informačních technologií, kde ji lze využít nejen pro vývoj informačních systémů.

CPM je řazena mezi deterministické metody síťové analýzy. Základními cíli metody je stanovení nákladů projektu a doby trvání prací na základě délky takzvané kritické cesty. Metoda je vhodná pro projekty, kde lze s vysokou přesností odhadnout doby trvání jednotlivých činností. Doby trvání činností bývají stanoveny na základě empirických zkušeností.

Jedním z hlavních důvodů vývoje metody byla reakce na slabiny Ganttových diagramů, které disponují malou flexibilitou a účinností v oblasti řízení nákladů. Mezi výhody, které využití CPM poskytuje, lze zařadit: grafické zobrazení harmonogramu projektu, odhad času potřebný pro realizaci projektu, identifikace činností, které jsou umístěny na kritické cestě a nemají časové rezervy.

CPM byla vyvinuta pro komplexní řízení projektů s rutinními činnostmi a minimální nejistotou při odhadu doby trvání činností. Pokud je však projekt složen s činnostmi, které jsou kreativní a z pohledu doby trvání realizace těžko definovatelné, tak je použité metody CPM nevhodné.

Kritická cesta je podle Aleny Svozilové definována jako „*nejdelší souvislý sled aktivit projektu, který neobsahuje časové rezervy*“. [11] Délka kritické cesty určuje celkovou dobu trvání realizovaného projektu. Pokud dojde ke zpoždění nebo prodloužení doby trvání úkolů, které jsou realizovány na kritické cestě, tak je úměrně prodloužena doba trvání celého projektu. V tomto případě lze zabránit prodloužení projektu pouze odpovídajícím zkrácením doby trvání jiné činnosti, která je realizována na kritické cestě projektu. Každý projekt má jednu nebo více kritických cest, které se v průběhu projektu mohou měnit v závislosti na změnách doby trvání činností. Z tohoto důvodu je nutné dávat pozor na změny kritické cesty (případně kritických cest).

Značnou nevýhodou metody CPM je nemožnost zahrnutí nejistoty prostředí. Metodu je vhodné používat na projekty obsahující vysoké procento rutinních činností, u kterých je vysoká pravděpodobnost správného odhadu doby trvání.

Z tohoto faktu je patrné, že metoda CPM není příliš vhodná pro projekty v oblasti informačních technologií, ale spíše pro odvětví s nízkou kreativitou a nízkým výskytem neurčitosti. Například pro projekty realizované ve stavebnictví. Tuto nevýhodu se snaží odstranit metoda PERT, která je modifikací metody kritické cesty.

## 2.2 METODA PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE – PERT

Analytická metoda Program (nebo Project) Evaluation and Review Technique – PERT byla vyvinuta v padesátých letech minulého století ve Spojených státech amerických během závodu ve zbrojení za studené války. Metoda byla původně určena pro urychlení vývoje a výroby amerických raket POLARIS. [10]

Metoda PERT zobecňuje metodu CPM jejíž nevýhodou je nutnost minimální nejistoty při odhadu doby trvání činností. V reálném světě je nutné ovšem počítat s velkou dávkou nejistoty. PERT tuto nevýhodu kritické cesty odstraňuje s využitím statistiky. Metoda je využívána při řízení složitých činností, které mají nahodilou povahu. Doba trvání každé dílčí činnosti chápe jako náhodnou proměnnou s určitým rozložením pravděpodobnosti. Na základě empirických zkušeností nejlépe vystihuje proměnlivost provozních podmínek pravděpodobnostní rozdělení beta.

Metoda PERT zobrazuje činnosti a kontrolní body projektu prostřednictvím síťového grafu stejným způsobem jako CPM. Jediné dva podstatné rozdíly, které je nutný brát v potaz při plánování a řízení projektu, je rozdílný způsob odhadu trvání činností a sledování rozptylu činností. Při určování kritické cesty v síťovém grafu je postupováno stejným způsobem jako v případě CPM, ale navíc je cestou vpřed v každém kontrolním bodě stanoven rozptyl, jako součet rozptylů předchozích činností. [6]

Problematika neurčitosti při odhadování pracnosti dílčích činností je řešena prostřednictvím tří časových odhadů [6]: nejpravděpodobnější doba trvání činnosti  $T_m$ , optimistická doba trvání činnosti  $T_o$  (nejkratší doba dosažená v 1% případech), pesimistická doba trvání činnosti  $T_p$  (nejdelší doba dosažená v 1% případech). Očekávaná doba trvání činnosti  $T_e$  (střední hodnota beta rozdělení) je definována rovnicí [6]:

$$T_e = \frac{T_m + 4 * T_o + T_p}{6} \quad (1)$$

Celková doba trvání projektu je stanovena sumou doby trvání činností, které leží na kritické cestě síťového grafu projektu.

Metoda PERT je sice matematicky náročnější než metoda kritické cesty, ale umožňuje přesnější odhadnout realizace činností s vysokou mírou nejistoty. Pro zrychlení matematických výpočtů lze využít softwarových produktů jako např. Microsoft Project.

## 2.3 METODA CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT – CCPM

Projektový management během posledních několika desítek let nezaznamenal téměř žádnou novou metodu pro plánování projektů. Výjimkou je metoda kritického řetězce, kterou profesor Eliyah M. Goldratt představil v roce 1997 široké odborné veřejnosti. Představená metoda kritického řetězce (*CCPM – Critical Chain Project Management*) vychází z teorie omezení (*TOC – Theory of Constraints*) a při její aplikaci je snížena doba trvání projektu přibližně o třetinu a to bez navýšení projektových zdrojů.

Metoda kritického řetězce se snaží odstranit nevýhody metody kritické cesty (CPM) a PERT. Při plánování projektu je eliminován vliv následujících negativních faktorů na úspěšnou realizaci projektového cíle [3]: multitasking, dostupnost zdrojů, Murphyho projektové zákony, Parkinsonův projektový zákon, studentský syndrom, princip štafetového běže, sledování činností na základě využití časových nárazníků, řízení projektů na základě využití časových nárazníků.

Vybrané, výše zmíněné, negativní faktory jsou při plánování projektu, pomocí metody kritického řetězce, zohledněny ve třech druzích časových rezerv [3]: Projektový nárazník (*Project buffer*) – poloviční časová rezerva činností kritického řetězce, která je umístěna na konci celého projektu; Přípojný nárazník (*Feeding buffer*) – poloviční časová rezerva činností nekritického řetězce, která je umístěna v místě návaznosti na činnosti kritického řetězce; Zdrojový nárazník (*Drum buffer*) – časová rezerva, která se snaží o zajištění dostupnosti omezených zdrojů projektu.

V souladu s teorií omezení je nejslabším místem celého projektu nejdelší řetěz na sobě závislých činností, který profesor Goldratt označil jako kritický řetěz. [3] Činnosti mohou být na sobě závislé na základě svojí logické návaznosti nebo na základě sdílení společných disponibilních zdrojů. Z tohoto důvodu nelze tyto dílčí činnosti vykonávat současně, ale pouze postupně.

## 2.4 METODA CONSTRUCTIVE COST MODEL – COCOMO

Na základě rozsáhlého počtu statistických šetření IS/IT projektů, které byly realizovány ve Spojených státech amerických, zpracoval profesor Barry Boehm model COCOMO – Constructive Cost Model. Metoda je využívána pro odhad nákladů projektu. První verze metody (COCOMO 1.1) byla představena na začátku osmdesátých let minulého století. Vzhledem k tomu, že vývoj informačních systémů pokročil od klasického

k objektově orientovanému programování, tak v polovině devadesátých let byla tato metoda přepracována pro objektově orientované programování informačních systémů (COCOMO 2.0).

Velikost vyvíjeného softwaru musí být, stejně jako u COCOMO 1.1, vyjádřena v počtu řádků kódu (Size). Výhodou verze 2.0 je rozšíření o možnost využití funkčních bodů. Metoda funkčních bodů je vymezena v následující kapitole. Získané funkční body jsou pomocí konverzní tabulky, která obsahuje vyčerpávající seznam programovacích jazyků, převedeny na počet řádků.

Dalším významným rozšířením verze 2.0 je zohlednění znovupoužitelnosti kódu a nižší pracnosti úpravy již napsaného kódu. Pracnost úpravy napsaného kódu je mnohem nižší než v případě psaní nového kódu. Při stanovování pracnosti je nezbytné tuto skutečnost zohlednit.

## 2.5 METODA FUNCTION POINT ANALYSIS – FPA

Jako nejznámější metodu odhadu pracnosti lze označit metodu funkčních jednic (*FPA – Function Point Analysis*), která byla vyvinuta Allanem Albrechtem ze společnosti IBM v roce 1979. Tato metoda posloužila jako základ pro další verze metody, které byly během dvaceti let její existence rozpracovány. Všechny verze vycházejí při odhadu náročnosti realizace projektu ze dvou faktorů. Prvním faktorem je množství požadovaných uživatelských funkcí výsledného produktu. Druhým zohledněným faktorem jsou objektivní podmínky, ve kterých je tvořen výsledný výstup projektu.

Původní verze Albrechtovy metody byla, během třiceti let její existence, několikrát modifikována různými subjekty. V následujících řádcích je vymezena nejpopulárnější modifikace od organizace IFPUG. Všechny požadavky uživatelů (*FUR – Functional User Requirements*) na funkcionalitu vyvíjeného softwaru jsou nejprve identifikovány a následně rozděleny do pěti kategorií. Jedná se o tři procesní a dvě souborové kategorie funkcí [2]: External Inputs (INP) – počet logických vstupů; External Outputs (OUT) – počet logických výstupů; External Inquiries (INQ) – počet požadavků uživatelů; Internal Files (FILE) – počet vnitřních logických souborů; a External Interface Files (FILEE) – počet vnitřních sdílených logických souborů.

Následuje klasifikování jednotlivých položek kategorií funkcí na jednoduché, standardní nebo složité. Na základě této klasifikace jsou jednotlivé položky roznásobeny s přidělenou váhou dle následující tabulky.

	JEDNODUCHÝ	STANDARDNÍ	SLOŽITÝ
I – External Inputs	3	4	6
O – External Outputs	4	5	7
E – External Inquiries	3	4	6
L – Internal Files	7	10	15
F – External Interface Files	5	7	10

**Tabulka 1.** Váhy složitosti kategorií funkcí [3]

Součet násobků položek s přidělenými váhami se nazývá Celková hodnota nevyrovnaných funkčních jednic (*UFP – Unadjusted Function Points*), která je definována rovnicí [2]:

$$UFP = I * INP + O * OUT + E * INQ + L * FILE + F * FILEE \quad (2)$$

Další postup metody zohledňuje objektivní podmínky prostředí, ve kterém je projekt realizován. K zohlednění je využito čtrnácti parametrů, které ovlivňují realizaci daného projektu. Těmto parametrům je přiřazována hodnota mezi 0 (malý význam) a 5 (velký význam) na základě jejich významnosti. Součtem přiřazených hodnot parametrů je definován jejich celkový vliv (*TDI – Total Degree of Influence*). Výslednou hodnotu funkční jednice (*FP – Function Point*) lze získat pomocí rovnice [2]:

$$FP = UFP * [(0.01 * TDI) + 0.65] \quad (3)$$

Hodnota funkční jednice (jako taková) nemá pro potřeby projektového manažera příliš velký význam. Získaná hodnota se musí dále převést, jedním ze dvou možných způsobů, na pracnost projektu. Prvním způsobem je převod na pracnost vyjádřenou v řádcích kódu. K tomuto převodu slouží seznam programovacích jazyků s počty řádků kódu, které odpovídají jednomu funkčnímu bodu. Druhým způsobem je přímý převod funkčních bodů na člověkoměsíce pomocí empiricky stanovené konstanty. Tyto konstanty jsou silně individuální a závislé na volbě vývojového jazyka. V oficiální metodice IFPUG nejsou tyto hodnoty specifikovány, nicméně existují mnohá doporučení.

Metoda funkčních bodů má oproti metodě COCOMO výhodu ve využití funkčních bodů, které bývají přesnější při odhadu pracnosti než počet řádků kódu. Značnou výhodou metody funkčních jednic je její standardizace. Mezinárodní organizace ISO vydala hned několik norem, které upravují použití této metody. Nevýhodu metody lze spatřovat ve způsobu spolehlivého získávání funkčních bodů, které se dají spolehlivým způsobem získat až ve fázi detailního návrhu, kdy již bývají smlouvu s dohodnutou cenou uzavřeny.

## 2.6 METODA USE CASE POINTS – UCP

V roce 1993 byl tento model vyvinut a představen Gustavem Karnerem, který při jeho vývoji vycházel z modelu Function Point Analysis (FPA) od společnosti IBM. Use Case Analysis (dále UCP) vychází z předpokladu, že počet uživatelských funkcí systému je základním parametrem pro odhad velikosti informačního systému. Na základě odhadnuté velikosti informačního systému je dále stanovena odpovídající pracnost. Hodnotu use case points lze získat pomocí rovnice [6]:

$$UCP = UUCP * TCF * ECF \quad (4)$$

kde: UUCP – nevyrovnaná část UCP (*unadjusted use case points*), TCF – složitost technického faktoru (*the technical complexity factor*), ECF – složitost faktoru prostředí (*the environment complexity factor*).

Nespornou výhodou metody UCP je možnost provádění odhadů hned v počátečních fázích projektů, kdy bývá sjednávána smlouva upravující podmínky projektu. Nevýhodou metody Use Case Points oproti metodě funkčních jednic je absence jakékoli standardizace.

### 3 SOUHRN VYBRANÝCH METOD ODHADU PRACNOSTI

PRINCIP	ZKRATKA	NÁZEV	METRIKA	HLAVNÍ VÝHODY	HLAVNÍ NEVÝHODY
Síťový diagram	CCPM	Critical Chain Project Management	člověkodny	– zohledněny disponibilní zdroje – zohledněn lidský faktor	– projektový nárazník nemusí vždy postačovat
Algoritmus	COCOMO	Constructive Cost Model 1.1	řádky kódu	– snadná aktualizace odhadu	– není zohledněna znovupoužitelnost kódu a objektový přístup k programování – náročné časově a pracné
Algoritmus	COCOMO II	Constructive Cost Model 2.0	objektové body	– zohledněna znovupoužitelnost kódu a objektový přístup k programování – snadné aktualizace odhadu	– náročné časově a pracné
Síťový diagram	CPM	Critical Path Method	člověkodny	– přesná u projektů s rutinními činnostmi	– není zahrnuta nejistota prostředí – nejsou zohledněny disponibilní zdroje – nevhodná pro velké projekty
Algoritmus	FPA	Function Point Analysis	funkční body	– standardizováno dle ISO – přesné odhady	– přesné výsledky lze získat až ve fázi detailního návrhu – není zohledněna kvalita pracovníků
Síťový diagram	PERT	Program Evaluation and Review Technique	člověkodny	– počítá s nejistotou – vhodná pro velké projekty	– náročné časově a pracné – nejsou zohledněny disponibilní zdroje
Algoritmus	UCP	Use Case Points	use case body	– jednoduchost – lze použít v úvodních fázích projektu	– metoda není standardizována

**Tabulka 2.** Souhrn vybraných metod odhadu pracnosti [7]



## 4 ZÁVĚR

Využití matematických modelů pro odhad pracnosti projektů umožňuje projektovým manažerům eliminovat chyby. V počátečních fázích projektů se jedná především o opomíjení činností, kdy během plánování pracnosti projektu mohou být opomíjeny některé aktivity, které se zprvu nezdají jako nutné pro realizaci projektu, a při vytváření odhadů pracnosti, které jsou ve velké většině případů zatíženy různou mírou subjektivity. Matematické modely usnadňují řízení projektů i během jeho samotné realizace, kdy dochází k různým druhům změn v důsledku turbulentního prostředí a nepřesných informací.

Nicméně osoba projektového manažera zůstává tím nejdůležitějším prvkem správně řízeného a úspěšně dokončeného projektu. Záleží na každém, jakým způsobem přistoupí k metodám odhadu pracnosti a využije jejich potenciál s ohledem na jejich nedostatky. V případech, kdy jsou projekty řízeny špatně, může docházet k chaotickému pojetí realizace předmětu projektu a zde nepomůže sebestopracovanější metoda odhadu pracnosti, ale spíše výměna samotného projektového manažera.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BOEHM, Barry a kolektiv. *COCOMO II – Model Definition Manual*, verze 2.1, Center for Software Engineering, 2000, 86 str.
- [2] BRADLEY, Mary a kolektiv. *International Function Point Users Group (IFPUG) – Function Point Counting Practices Manual*, verze 4.1, Wisconsin: Counting Practices Comitee, 1999, 335 str.
- [3] GÁLA Libor, POUR Jan, ŠEDIVÁ Zuzana. *Podniková informatika*, 2. vydání, Praha: Grada Publishing, 2009, 496 str., ISBN 978-80-247-2615-1
- [4] GOLDRATT, Eliyahu. *Kritický řetězec*, Praha: InterQuality, 1999, 199 str. ISBN 80-902770-0-4
- [5] GRYCZ, Vladislav. *Použití metody PERT při řízení projektů*, 5. Odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí, Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební, 2003. [cit. 21.10.2012]  
URL: <http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2003texty/pdf/5-3/np/grycz.pdf>
- [6] KARNER, Gustav. *Resource estimation of objectory projects*, Kista: Objective Systems, 1993. [cit. 21.10.2012] URL:  
[http://pessoal.facensa.com.br/daniel/files/es2/UseCasePoints\\_GustavKarner93.pdf](http://pessoal.facensa.com.br/daniel/files/es2/UseCasePoints_GustavKarner93.pdf)
- [7] KRÁL, Miroslav. *Plánování a analýza velkých projektů za pevnou cenu*, Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2010, 86 str.
- [8] LACKO, Branislav. *Expertní odhady v projektech tvorby software*. Tvorba softwaru 2010. Ostrava: VŠB TU, 2010, s. 90–97. ISBN 978-80-248-2225-9.
- [9] ROSENAU, Milton. *Řízení projektů*, 1. vydání, Brno: Computer Press, 2003, 344 str. ISBN 80-7226-218-1
- [10] SCHWALBE, Kathy. *Řízení projektů v IT: Komplettní průvodce*, 1. vydání, Brno: Computer Press, 2007, 720 str., ISBN 978-80-251-1526-8
- [11] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2006, 356 str., ISBN 80-247-1501-5