

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



TEZE K DISERTAČNÍ PRÁCI

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra telekomunikační techniky

Ing. Michal Mrajca

**Modelování a simulace procesu Správa změn telekomunikačního
provozovatele**

Doktorský studijní program: Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: (2601V013) Telekomunikační technika

Teze disertace k získání akademického titulu "doktor", ve zkratce "Ph.D."

Praha, únor 2014

Disertační práce byla vypracována v kombinované formě doktorského studia na katedře telekomunikační techniky Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

Uchazeč: Ing. Michal Mrajca
Katedra telekomunikační techniky, FEL, ČVUT v Praze
Technická 2, Praha 6, 166 27

Školitel: Ing. Zdeněk Brabec, CSc.
Katedra telekomunikační techniky, FEL, ČVUT v Praze
Technická 2, Praha 6, 166 27

Oponenti:

.....

.....

Teze byly rozeslány dne:

Obhajoba disertace se koná dne v hod. před komisí pro obhajobu disertační práce ve studijním oboru Telekomunikační technika v zasedací místnosti č Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

S disertací je možno se seznámit na děkanátu Fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze, na oddělení pro vědu, výzkum a zahraniční styky, Technická 2, Praha 6.

....
předseda komise pro obhajobu disertační práce
ve studijním oboru Telekomunikační technika
Fakulta elektrotechnická, ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

1. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Procesní řízení bývá techniky vnímáno jako ekonomická disciplína vztahující se k managementu. Tento pohled je do jisté míry pravdivý, ale týká se především nejvyšších vrstev procesního řízení. Procesní řízení se ovšem rozpadá na několik úrovní. Jejich počet není přesně definován a záleží na potřebách, jak hluboko je nutné dané postupy a procesy popisovat.

Procesní modely se v horních vrstvách procesního řízení zabývají více strategickými a obchodními problémy, ale i ty je nutné podporovat pomocí techniky, aby bylo možné zajistit plnění jejich cílů. Popisem těchto podpůrných nástrojů se dostáváme na nižší úrovně. Jejich dalším rozkladem se pak dostáváme stále níže až k technickému vybavení, dnes ze značné míry tvořené počítačovými systémy a programovým vybavením.

Úrovně procesního řízení

Abyste bylo možné využít procesní modely v reálných aplikacích, je nutné definovat jejich napojení na nejnižší úrovně popisu organizací, systémů, zdrojů, rolí, apod. Rámec eTOM se pro udržení své nestrannosti a neutrálnosti v oblasti popisu procesů organizace nemůže soustředit na detailní popisy v nižších vrstvách [1]. Tento rámec se soustředí nejnižší na druhou úroveň rozkladu, případně pro určité procesní skupiny na třetí. V této práci jsou některé procesy rámce eTOM rozšířeny o třetí úroveň tak, aby bylo možné proces Správa změn, jehož definice vychází z rámce ITIL, popsat i v procesním prostředí popsaném podle rámce eTOM. Základní úrovně procesního řízení jsou následující:

Úroveň 0 – Podnikatelské aktivity

Úroveň 1 – Procesní seskupení

Úroveň 2 – Klíčové procesy

Úroveň 3 – Podnikové procesy

Úroveň 4 – Provozní procesy

Úroveň 5 – Detailní procesní tok

Rámec eTOM se zaměřuje primárně pouze na úrovně 0 až 3. Popis dalších úrovní je nechán na jednotlivých organizacích, čímž je možné rámec upravit na míru daným potřebám.

V případě velmi komplexních aplikací je jednotlivé úrovně možné dále dělit do podúrovní. Rámec eTOM končí s procesním popisem na 3. úrovni, čímž ponechává prostor pro nejrůznější implementace a tím si uchovává si svou neutrálnost [1].

Statický procesní popis

Pro statický popis procesu Správa změn, tedy jeho struktury a vrstvení, se vychází z popisu dle rámce ITIL. Pokud by se tento proces zaváděl do společnosti, kde procesy nejsou strukturovány a vhodně řízeny, šlo by o prostou implementaci

daných principů. V tomto konkrétním případě je tento proces implementován a využíván ve společnosti, kde je již procesní popis zaveden dle rámce eTOM. Z tohoto důvodu je nutné proces zavádění upravit tak, aby nebyly definované procesy zbytečně upravovány a duplikovány.

Možnostmi použití obou rámců a tím získání vždy toho nejlepšího z obou se zabývala především výzkumná skupina s názvem „Munich Network Management Team“, která působí na mnichovské universitě Ludvíka Maxmiliána, a která je v oblasti správy informačních a komunikačních technologií považována za špičku. V této oblasti se její členové zaměřují především na prvky, které jsou pro oba rámce rozdílné či k čemu přistupují jednotně [2], [3], jejich současnou implementací [4], [5] a také jejich sémantikou [6], [7]. Neuvažují využití rámce ITIL v již definovaných strukturách dle rámce eTOM.

Tomuto tématu se věnuje i organizace TM Forum, která rámec eTOM definovala a prosadila jako standard. Ve své publikaci [8] definuje postup, jakým by se mělo při implementaci procesů dle rámce ITIL do již definovaného procesního prostředí dle rámce eTOM postupovat. Tento postup je však velmi obecný a tato disertační práce jej rozšiřuje. Tímto tématem se zabývají také jiní [9], [10].

Mimo to jsou také v publikaci organizace TM Forum [8] k některým procesům rámce ITIL vymezeny procesy rámce eTOM, které s nimi úzce souvisejí. Tyto jsou definovány maximálně do úrovně 2. Pro vytvoření statického modelu je však zapotřebí jejich prohloubení na úroveň 3, tak aby bylo možné proces popsat tak detailně, aby jej bylo možné nasimulovat v reálném čase.

První část disertační práce, tedy tvorba struktury modelu procesu Správa změn dle rámce ITIL na procesech definovaných dle rámce eTOM, částečně navazuje na práce publikované skupinou „Munich Network Management Team“ a organizací TM Forum. Tyto poznatky jsou zde však značně rozšířeny.

Dynamický procesní popis

Hlavním nedostatkem výše uvedených rámců pro procesní popis a správu je, že neobsahují ani nedoporučují procesní simulaci jako důležitou součást jejich vývoje a zdokonalování [11], [12]. Přestože rámec ITIL klade důraz na neustále zlepšování poskytovaných služeb, není schopen zaznamenat dopad změn v procesu navrhovaných pro jeho zlepšení před jejich samotným zavedením [11], [13]. Je tedy možné, že jejich úpravou může být opomenut skrytý, ale důležitý parametr, který úpravu procesu ovlivní negativně [11], [12].

Základem dynamické simulace je obecně známá teorie hromadné obsluhy či teorie front. Na tomto principu funguje simulační program, který byl zvolen pro tento účel na základě již publikovaných prací [14], [15]. Zde jsou tyto programy srovnávány z mnoha hledisek, z nichž nejpodstatnějším byla vhodnost programu pro simulaci podnikových procesů. Jako nejvhodnější simulační program byl zvolen program Arena, produkt firmy Rockwell Automation.

Samotnou simulací procesů se zabývá několik vědeckých článků a knih [16], [17], [18], mezi nimiž jsou i publikace skupiny „Munich Network Management Team“. V žádné z těchto publikací není řešena problematika částečného vytížení zdrojů, která je v práci popsána a řešena. V uvedených publikacích není také popsán postup získávání dat, potřebných pro vytvoření dynamického modelu procesu a jejich zpracování do takové formy, která je vhodná pro zpracování simulačním programem.

2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

1. Tvorba statického modelu procesu Správa změn.

Jedním z cílů práce je vytvoření jednotného postupu, jakým způsobem je možné do společnosti založené na procesech rámce eTOM zavést proces Správa změn definovaný dle rámce ITIL. K tomuto účelu je potřeba definovat procesy třetí úrovně rámce eTOM, které s popisovaným procesem Správa změn úzce souvisejí. Tímto je znalost procesu Správa změn prohloubena o jeden stupeň z perspektivy rámce eTOM. Je také účelné navrhnout novou procesní oblast pro podporu integrace rámce eTOM s jinými rámci, v tomto případě rámcem ITIL.

2. Tvorba dynamického modelu procesu Správa změn.

Druhým cílem práce je vytvoření dynamického modelu, dle kterého lze proces Správa změn simulovat. Mimo to je nutné popsat problém tzv. částečného vytížení zdrojů (multitasking zdrojů), se kterým neuvažuje žádný ze simulačních programových nástrojů, které jsou v současné době na trhu k dispozici a který vyzval v době tvorby samotného dynamického modelu.

Metodika řešení

Prvním krokem nutným ke správnému začlenění procesu Správa změn je identifikace všech procesů společnosti popsanych pomocí rámce eTOM, které jsou do jeho činnosti začleněny. Následně je vytvořen obecný statický procesní model, který definuje proces Správa změn v prostředí založeném na procesech rámce eTOM. Tento je potřeba upravit pro různé scénáře, neboť pro vyšší efektivitu zpracovávání RFC je vytvořena jejich klasifikace v závislosti na odhadované složitosti a pracnosti.

Součástí definice statického modelu je hledání společných a rozdílných oblastí rámců ITIL a eTOM, aby nedocházelo k nesouladům např. z důvodů rozdílného názvosloví.

Ke statickému popisu procesu patří také definice rolí v procesu, jejich přiřazení k jednotlivým částem procesu, neboli k procesním krokům a odhad jejich vytížení v daném procesním kroku. Toto souvisí s tzv. částečným vytížením zdrojů (multitaskingem zdrojů). Přiřazení zdrojů je také ovlivněno kategorií RFC, ke kterému je zdroj přidělen.

Dále je v disertační práci řešen matematický popis procesu za účelem vytvoření jeho dynamické simulace. Ta umožní optimalizaci procesu a testování různých scénářů jeho vývoje, což je druhotným cílem tvorby samotného modelu. Hlavním cílem práce je nalezení vzorů chování daného procesu z výsledného dynamického modelu a jeho ověření.

Dynamický model je založen na teorii hromadné obsluhy, kdy jednotlivé procesní kroky jsou popsány jako obsluhové systémy. Pro simulaci procesů byl využit simulační nástroj Arena, který z několika zkoumaných alternativ vyšel pro dané účely jako nejvhodnější.

3. ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Rámec eTOM

Rámec eTOM, nyní nově přejmenovaný na Rámec Podnikových Procesů, je projektem organizace TM Forum, který mapuje a popisuje procesy a tím vytváří rámec pro potřeby poskytovatele komunikačních a informačních služeb. Jeho cílem je integrace všech oblastí spadajících do tohoto odvětví od stanovování strategických cílů, přes fungování podpůrných systémů až po postupy při konfiguraci síťových prvků.

Rámec eTOM se zaměřuje na jednotlivé podnikové procesy využívané poskytovatelem telekomunikačních služeb či provozovatelem sítě, jejich vazbami, identifikací jejich rozhraní a jejich spojení se zákazníky, poskytovanými službami, využívanými zdroji, partnery/dodavateli a dalšími informacemi, které dané procesy zpracovávají. Rámec eTOM je tedy referenčním rámcem pro kategorizaci všech aktivit, které poskytovatel komunikačních a informačních služeb využívá [25]. Popisuje je ve strukturované formě a v různých úrovních podrobnosti. Ze zákaznického pohledu např. vymezuje rozhraní softwarových komponent tak, aby vyhovovaly jejich požadavkům. Dále definuje požadované funkce, vstupy a výstupy [26], [27].

Rámec eTOM řeší problematiku struktury procesů, jejich komponent, vztahů mezi procesy, rolí a odpovědnosti v rámci těchto procesů. Tím poskytuje základ pro určení požadavků na systémová řešení, technickou architekturu, výběr technologie a její nasazení. Rámec eTOM je technologicky neutrální, to znamená, že není určující pro výběr technologie. Na rámec eTOM se tedy dá pohlížet ze dvou úhlů. Jeden zaměřen na podnikatelské aktivity, zákazníky, produkty, atd. a druhý je zaměřen na řešení, systémy a implementace podporující podnikatelské aktivity.

Rámec eTOM nedefinuje konečnou implementaci [25]. Je upravován a rozšiřován uživateli dle jejich potřeb. Poskytuje pouze jednotný základ. Je mezinárodně standardizován doporučením Mezinárodní telekomunikační unie ITU-T řady M.3050.x

Další z předností rámce eTOM je jeho začlenění do programu organizace TM Forum Framework a jeho navázáním na další rámec, které pod něj spadají.

Rámec ITIL

Rámec ITIL (Information Technology Infrastructure Library) poskytuje soubor nejlepších praktik pro správu služeb informačních technologií. Stal se světově nevyužívanějším a nejuznávanějším přístupem pro správu služeb informačních technologií.

Rámec ITIL byl původně vyvinut britskou agenturou CCTA (Central Computer and Telecommunication Agency), která se později stala součástí OGC (UK Office of Government Commerce). Rámec ITIL byl původně souborem knih, které pojednávaly o postupech v rámci správy služeb informačních technologií. V původním rozsahu měl rámec ITIL 48 publikací.

Aby byl rámec ITIL dostupnější, bylo cílem druhé verze rámce (ITIL v2) konsolidovat publikace do logických oblastí, kde budou soustředěny související skupiny procesů z oblasti správy služeb informačních technologií. Vzniklo tak sedm knih, které se zabývaly těmito oblastmi:

- Podpora služeb (Service Support).
- Dodávka služeb (Service Delivery).
- Plánování implementace Správy služeb (Planning to Implement Service Management).
- Správa infrastruktury ICT (ICT Infrastructure Management).
- Správa bezpečnosti (Security Management).
- Správa aplikací (Application Management).
- Správa softwarových aktiv (Software Asset Management).

Některé části ITIL byly použity pro specifikaci mezinárodní normy ISO IEC 20000 (v ČR vyšla jako ČSN ISO/IEC 20000).

Teorie hromadné obsluhy

Základním prvkem z teorie hromadné obsluhy, který je nutný pro realizaci dynamického modelu pro simulaci procesu Správa změn, je obsluhový systém. Jedná se o topologické uspořádání obsluhových linek a míst k čekání, které má za úkol zajistit obsluhu požadavků, způsob, jakým požadavky přicházejí k obsluze a pravidla pro obsluhu. Obsluhovým systémem v telekomunikacích může být například ústředna, která spojuje hovory účastníků, call centrum, které vyřizuje dotazy volajících zákazníků nebo přepínač, který posílá pakety v síti na místo jejich určení. V disertační práci budou pomocí obsluhového systému popsány jednotlivé kroky simulovaného procesu.

4. SPOLEČNÉ VYUŽITÍ RÁMCŮ ITIL A eTOM

Při snaze o společné využití rámců eTOM a ITIL pro popis a zavedení procesu u telekomunikačního provozovatele vyvstává problém, který pochází ze samotné podstaty použití dvou rámců, které původně nebyly koncipovány pro použití v kooperaci s jinými. Podnětem je nalezení základu pro jejich vzájemnou spolupráci, ze které mohou těžit oba a současně každému z nich ponechat svou „individualitu“ s možností koncentrovat se na to, pro co jsou původně určeny a zaměřit se na jejich silné stránky.

Sladění zájmů podnikání a správy informačních technologií není specifické jen pro oblast telekomunikací, ale stejnou výzvu zažívají i všechna další odvětví, do jejichž činností informační technologie zasahují. Tento problém můžeme popsat sladěním rámců ITIL a eTOM (a také NGOSS). Oba rámce mají svou platnost a oba popisují daný aspekt celkové reality, ale ani jeden nedokáže popsat její komplexnost, přesněji to, jak mají podniky fungovat. Díky tomuto se můžeme pokusit stavět na obou rámcích a najít jejich společnou řeč, která by nám pomohla v popisu a zavádění procesů.

Sladěním obou rámců lze dosáhnout komplexnější náhled na fungování telekomunikační společnosti a na strukturu jejich procesů. Pokud by byl využit pouze rámec eTOM, jak tomu v mnoha případech u poskytovatelů telekomunikačních služeb je, musel by se vystavět most pro propojení podnikání a správy informačních technologií. Pokud by byl použit pouze rámec ITIL bez rámce eTOM a jeho popisu a strukturalizace podnikových procesů v rámci byznysu, kterou rámec eTOM poskytuje, byli bychom u stejného problému.

Integrace obou rámců je nutná pro následnou optimalizaci procesu Správa změn pomocí simulace dle požadavku telekomunikačního provozovatele, kdy je integrací rámců eTOM a ITIL vytvořen statický model sledovaného procesu.

Obecný postup popisu procesů pomocí rámců eTOM a ITIL

Rámec ITIL popisuje procesy, které se zabývají určitými tématy bez ohledu na to, v jaké procesní oblasti (viděno z pohledu rámce eTOM) se nacházejí a do jakých alespoň částečně zasahují. Naopak rámec eTOM nejprve definuje jednotlivé procesy a subprocessy v rámci celého fungování společnosti a těm dále dává další strukturu. Z těchto procesů pak mohou být vytvořeny jednotlivé procesní toky.

Níže uvedený postup není nutné využívat pouze v případě, že již je zaveden rámec eTOM, ale také v případě, že bude uživatel chtít využít výhody obou přístupů a oba je použít při jejich společném zavádění. Postup je následující:

1. Popsat procesy a jejich strukturu na základě rámce eTOM (v mnoha telekomunikačních společnostech tomu tak již je).
2. Výběr procesů rámce ITIL, které je potřeba zavést.
3. Analýza procesů rámce eTOM, které s daným procesem rámce ITIL souvisejí v daném prostředí.

4. Analýza procesů rámce ITIL z hlediska různých vrstev rámce eTOM.
5. Definice procesů rámce eTOM nutných pro popis procesu rámce ITIL.
6. Analýza nutnosti zavedení neimplementovaných procesů rámce eTOM, které proces rámce ITIL vyžaduje a jejich případná implementace. (nepovinný krok).
7. Definice procesních toků v závislosti na vrstvě, ve které se proces pohybuje.

Tento princip je využit a jeho funkčnost otestován v následujících fázích řešení cílů disertační práce.

Statický model procesu Správa změn

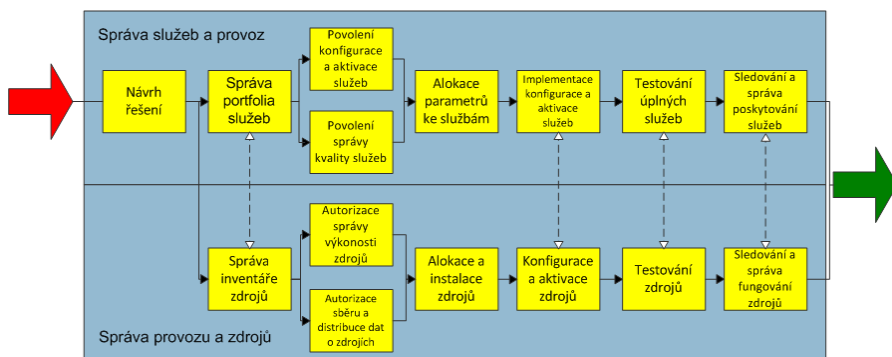
Aby bylo možné vytvořit funkční proces Správa změn, který bude možné implementovat, modelovat a finálně nasimulovat, musejí být identifikovány procesní elementy třetí úrovně rámce eTOM, pomocí kterých bude procesní tok procesu Správa změn sestaven. V tabulce 4.1 jsou procesy druhé úrovně rozloženy do procesů třetí úrovně, které byly identifikovány tak, že mají přímou souvislost s plněním funkce procesu Správa změn, tak jak je definován modelovaný scénář v kapitole 4.4. Z tabulky je zřejmé, že realizovaný scénář nevyužívá všech procesů druhé úrovně, které byly definovány organizací TM Forum.

Proces rámce eTOM druhé úrovně	Proces rámce eTOM třetí úrovně
SM&O podpora a pohotovost	Správa portfolia služeb
	Povolení konfigurace a aktivace služeb
	Povolení správy kvality služeb
Konfigurace a aktivace služeb	Návrh řešení
	Alokace parametrů ke službám
	Sledování a správa poskytování služeb
	Implementace, konfigurace a aktivace služeb
	Testování úplných (end-to-end) služeb
RM&O podpora a pohotovost	Autorizace správy výkonnosti zdrojů
	Autorizace sběru a distribuce dat o zdrojích
	Správa inventáře zdrojů
Poskytování zdrojů	Alokace a instalace zdrojů
	Konfigurace a aktivace zdrojů
	Testování zdrojů
	Sledování a správa fungování zdrojů

Tabulka 4.2: Definice procesů rámce eTOM třetí úrovně využitých v popisu procesu Správa změn.

Z vybraných procesních elementů je zřejmé, že se proces Správa změn pohybuje pouze ve vrstvách Správa služeb a provoz a Správa provozu a zdrojů rámcem eTOM. Nejsou do něj zahrnuty vrstvy Trhu, produktů a zákazníků a Dodavatelů/partnerů. Provozní změny by se těchto dvou vrstev v ideálním případě ani dotýkat neměly. Např. pro strategické změny by tyto dvě další vrstvy zahrnuté být měly.

V dalším kroku je potřeba popsat výsledný procesní tok, kde budou jednotlivé procesní elementy transformovány na procesní kroky tohoto toku. Tento výsledný tok je obecný a je ho možné přiřadit pro všechny kategorie RFC, které do procesu vstupují. Obecný procesní tok tak odpovídá maximálnímu procesnímu toku a přísluší tedy kategorii, které zpracovává nejkomplexnější RFC. V tomto obecném modelu je také znázorněno přerušovanými čarami, které z procesů v úrovni služeb a úrovni zdrojů spolu souvisejí a musejí probíhat ve stejném čase. Je znázorněn na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1: Obecný model procesu Správa změn.

Přiřazení rolí k procesním krokům procesu Správa změn

Všechny typy zdrojů neboli role, které jsou procesem Správa změn využívány a které vykonávají samotnou práci, tedy přeměňují vstupy na výstupy. Tyto zdroje je nutné přidělit k jednotlivým procesním krokům.

Alokace typů zdrojů k jednotlivým procesním krokům je snadná, neboť je známo, co se v daných procesních krocích odehrává a jaké role je nutné pro danou činnost alokovat. Alokace se provádí pomocí RACI matic, které přiřazují k jednotlivým procesním krokům role a počty využívaných zdrojů daných rolí. Počty alokovaných zdrojů pro jednotlivé procesní kroky jsou také pevně dány. Jak množství daných zdrojů, tak jejich typy jsou však závislé na kategorii RFC. Je tedy nutné, definovat tři různé RACI matice pro všechny kategorie RFC.

Před jejich vytvářením je však nutné ošetřit rozdíly mezi využitím zdroje, který jednu činnost vykonává, dokud ji nedokončí a až poté se začne věnovat další činnosti a zdrojem, který vykonává několik činností souběžně. Tímto není myšleno

v jeden časový okamžik. Pro další postup v jedné činnosti vyžaduje např. zpětnou vazbu od dalších zdrojů, na kterou nějakou dobu musí čekat. V okamžicích čekání nebo také volném stavu se pak může věnovat jiným činnostem. Jeden zdroj tak vykonává několik aktivit souběžně, nikoliv však současně. Pokud bychom pro tento problém použili telekomunikační terminologii, mohli bychom rozdělit „zdroje s přepínáním okruhů“ a „zdroje s přepínáním paketů“. Pro potřeby procesního popisu je účelné zavést následující terminologii:

- **Plně vytížené zdroje** – zdroje, které se po započetí určité aktivity nemohou věnovat další, dokud tato není dokončena.
- **Částečně vytížené zdroje** – zdroje, které mohou mít rozpracováno více aktivit souběžně, nikoliv však současně.

Na základě tohoto rozdělení je nyní nutné RACI matici doplnit o další aspekt a to kolik procent svého času dané aktivitě v procesu věnuje. Toto je, podle mého názoru, jediný schůdný přístup, jak popsat využití částečně vytížených zdrojů tak, aby bylo možné částečně vytížené zdroje využít v simulačním nástroji Arena.

5. DYNAMICKÁ SIMULACE PROCESU SPRÁVA ZMĚN

Byly objeveny následující vztahy mezi dynamickou simulací a rámci ITIL a eTOM:

- Dynamická simulace je prostředek pro analýzu podnikových procesů a je tak vhodná i pro jiné rámce než rámce ITIL a eTOM.
- Dynamická simulace může být považována za typ manažerské metody pro správu podnikových procesů. Dynamická simulace stejně jako rámce eTOM nebo ITIL se vyvíjejí samostatně a současně se navzájem ovlivňují. Dynamická simulace může být využita jako analytický a kontrolní mechanismus při zavádění procesů rámců eTOM nebo ITIL.
- Dynamická simulace je zdrojem relevantních informací pro procesy vybudované na základě rámců jako eTOM nebo ITIL. Může se tak stát jejich klíčovým prvkem.

Podpůrný systém pro správu a vývoj změn

Podpůrný systém pro správu a vývoj změn ACD je aplikace, vyvinutá pro ukládání následujících informací:

- Čas začátku a konce daného procesního kroku.
- Role zdrojů, které se v daném procesním kroku vyskytují.
- Množství jednotlivých zdrojů.

Čas konce procesního kroku je vždy shodný s časem začátku následujícího procesního kroku. Časy jsou zaznamenávány s přesností na dny. Toto je minimální rozlišení, kterého lze v tomto prostředí dosáhnout s ohledem na časovou vytiženost jednotlivých zdrojů a na to, že většina informací je zdávána zpětně.

Přestože jsou jednotlivé role specifikovány v RACI maticích, je nutné jejich správnost ověřit. Mohou existovat, a dle naměřených údajů také existují výjimky, kde jsou využity jiné role, než bylo definováno. Jde o RFC kategorie 2 a 3. U RFC kategorie 1 byla do posledního vyhodnocování měření shledána 100% shoda. U RFC kategorie 2 byla shoda 98,93% a pro kategorii 3 byla shoda 99,45%. Tyto hodnoty de facto potvrzují správnost dříve definovaných RACI matic. Několik výjimek nalezených v měřených datech bylo zanedbáno a daná RFC a související hodnoty nebyly vzaty pro simulační model v potaz.

S třetím a posledním bodem, tedy sledováním množství využití zdrojů pro jednotlivé procesní kroky a role, se objevuje specifický problém. Množství zdrojů se pro jednotlivé procesní kroky pro různá RFC v mnoha případech liší. Jde o rozdíly v jednotkách zdrojů, ale i toto vnáší do problematiky přiřazování počtu zdrojů daných rolí pro jednotlivé procesní kroky stochastičnost, kterou je potřeba popsat a do modelu zavést. Žádný ze simulačních nástrojů tuto možnost nepodporuje.

Intervaly mezi příchody požadavků

Stejně tak jak je tomu u měření doby trvání jednotlivých procesních kroků, tak také pro intervaly mezi příchody RFC je minimální rozlišovací jednotkou jeden den. Stává se tedy, že v některých dnech přichází do systému více než jeden požadavek. Abychom zachovali ordinárnost vstupního toku, tedy aby platilo:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{k>1}(\Delta t)}{\Delta t} = 0 \quad (1)$$

kde $P_{k>1}(\Delta t)$ je pravděpodobnost výskytu více než jednoho požadavku a Δt časový interval, předpokládejme, že RFC přicházející ve stejný den, nepřicházejí ve stejný okamžik. Doba příchodu RFC je odvozena z osmihodinového intervalu (standardní délka pracovní doby) rozděleného na stejně dlouhé intervaly dle vztahu:

$$t_x = \frac{8}{n} \quad (2)$$

kde n je počet RFC současně přichozích v jeden den. Čas příchodu požadavku pak je:

$$t_n = t_x \cdot n, \quad \text{kde } n = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

Pokud v daný den do procesu vstoupí pouze jedno RFC, pak uvažujeme, že RFC přichází v polovině intervalu definované pracovní doby.

Z naměřených a odvozených hodnot je možno jednoduše určit vhodnou funkci, která rozdělení mezi příchody RFC popíše. Z provedené analýzy naměřených časových údajů bylo nalezeno jako nejhodnější pro popis rozdělení intervalů

mezi příchody RFC exponenciální rozdělení pravděpodobnosti se střední hodnotou 618, které je definováno vztahem:

$$1 + \frac{1}{618} e^{-\frac{x}{618}} \quad (4)$$

Tento vstupní tok je společný pro všechny kategorie RFC. Kategorizace RFC je provedena jako druhý krok simulace a to rozvětvením procesu na tři paralelní větve podle definované pravděpodobnosti, která určuje, o kterou kategorii RFC se jedná. Hodnoty pravděpodobností výskytu jednotlivých kategorií jsou uvedeny v následující tabulce.

Kategorie	Pravděpodobnost výskytu [%]
1	41,4
2	51,8
3	6,8

Tabulka 5.1: Pravděpodobnost výskytu jednotlivých kategorií RFC v procesu Správa změn.

Doba trvání obsluhy

Dobou trvání obsluhy je v tomto případě myšlena doba trvání jednotlivých procesních kroků. Jde tedy o dobu, po jakou budou obsazeny zdroje, které jsou v daném procesním kroku využity. Uvažujeme tedy, že všechny role, které jsou označeny jako typy obsluhových linek, jsou obsazeny po konstantní dobu. Stejně tak je to pro jednotlivé obsluhové linky (zdroje) v rámci daného typu obsluhových linek (rolí). Situaci je možno si představit tak, že daný obsluhový systém (procesní krok) využívá definovaný počet typů obsluhových linek. Počty obsluhových linek pro jednotlivé role se v průběhu času liší.

Doba trvání obsluhy pro daný procesní krok je vypočtena pro jednotlivá RFC odečtením časových hodnot, kdy do daného procesního kroku RFC vstoupilo, a časem, kdy z daného procesního kroku RFC vystoupilo (případně časem vstupu RFC do následujícího procesního kroku). Tyto hodnoty popisují náhodnou veličinu X pro daný procesní krok a kategorii RFC. Náhodná veličina X je posléze analyzována a popsána pravděpodobnostní funkcí s příslušnými parametry, která danému souboru náhodných hodnot nejvíce odpovídá.

Pravděpodobnostní funkce, které byly testovány pro svou vhodnost pro popis náhodné veličiny X , jsou vybrány ze souboru 13 funkcí, které simulační nástroj Arena pro simulaci využívá. Náhodné veličiny byly podrobeny srovnání také s dalšími pravděpodobnostními funkcemi. Jelikož je však není možné v simulačním nástroji použít, nejsou dále v této práci zohledňovány.

K hledání nejvhodnější funkce popisující náhodou veličinu X , byly použity tři testy: Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling a Chí-kvadrát.

Zdroje

V simulovaném procesu jsou přesně definovány maximální počty jednotlivých rolí, které mohou být současně využívány. V podpůrném systému ACD byl pro každý procesní krok dané instance procesu zaznamenáván počet zdrojů, které byly využívány. Toto číslo se pro jednotlivé instance procesu u některých procesních kroků liší. Zásadním problémem všech zkoumaných nástrojů pro simulaci podnikových procesů je to, že pro daný procesní krok definují buď stálý počet zdrojů, který je možné využít, nebo jejich počet definovat podle tzv. „schedule“. Ten však umožňuje pouze rozdělit tuto pevně nastavenou hodnotu na více, také pevně nastavených, hodnot. V našem případě má však počet zdrojů u některých procesních kroků charakter náhodné veličiny X , jejíž hodnoty byly zaznamenány podpůrným systémem ACD.

Jelikož není možné množství přidělených zdrojů určovat pomocí pravděpodobnostního rozdělení, byly zvoleny pro každý procesní krok pevně stanové hodnoty. Tyto jsou určeny podle vzorce:

$$p_k = \frac{1}{t_c} \sum_{i=1}^n t_{ki} \cdot p_{ki} \quad (5)$$

kde p_k je počet zdrojů dané role využitých v simulaci pro procesní krok k , t_c je součet všech dob trvání všech instancí procesního kroku k , t_{ki} je doba trvání i -té instance procesního kroku k a p_{ki} je počet zdrojů dané role, které jsou využity v i -té instanci procesního kroku k .

Dalším úskalím přiřazování zdrojů k procesním krokům je patrný z definovaných RACI matic. Zdroje nejsou vždy přiřazeny k danému procesnímu kroku tak, aby mu věnovaly 100% ze své kapacity po celou dobu jeho trvání (částečné vytížení zdrojů). Tyto hodnoty nejsou také pro všechny instance procesních kroků shodné. Hodnoty uvedené v RACI maticích byly odhadnuty Správci změn a samotnými představiteli rolí telekomunikačního provozovatele, které daný procesní krok vykonávají. Z těchto odhadů bylo vyvozeno, že Správci změn reálné vytížení většinou podhodnocují a naopak samotní aktéři rolí jej nadhodnocují.

6. ANALÝZA SIMULAČNÍHO MODELU

Na základně simulačního modelu vytvořeném popsaného postupu byla provedena analýza současného, tedy „as is“ stavu. Simulace daného procesu probíhala na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Koeficient spolehlivosti P je tedy roven 0,95. Výsledky simulace ukázaly, že úzkým hrdlem daného procesu je přetížení rolí Analytik a Architekt. V tabulce 6.1 je znázorněno vytížení jednotlivých rolí v procesu. Pro dosažení vhodnějšího vytížení analytiků a architektů při zachování počtu ostatních zdrojů je nutné jejich počty upravit tak, jak je znázorněno v tabulce 6.2. Zde je také uvedeno jejich nové vytížení.

Role	Vytížení
Správce změn	67%
Analytik	97%
Architekt	98%
Správce IS	78%
Tester	76%
Správce nasazení	83%

Tabulka 6.1: Vytížení jednotlivých rolí v procesu dle stávajícího stavu.

Dalším důležitým cílem simulačního modelu je také simulovat situace nových stavů, tedy „as if“, díky čemuž může být odhadnuto chování procesu v nejrůznějších situacích.

Role	Počet zdrojů	Vytížení	Rozdíl počtu zdrojů
Správce změn	15	73%	0
Analytik	48	84%	7
Architekt	57	85%	8
Správce IS	147	83%	0
Tester	45	80%	0
Správce nasazení	30	84%	1

Tabulka 6.2: Optimalizovaný počet zdrojů, jejich vytížení a rozdíl jejich počtu s původním.

Srovnání průběhů dob trvání procesních kroků

Nalezením nejvhodnějších funkcí pro doby trvání obsluhy pro všechny procesní kroky bylo umožněno tyto průběhy porovnat. Na následujících obrázcích jsou znázorněny některé průběhy (všechny jsou v disertační práci) pro RFC kategorie 1. Je z nich zřejmé, že průběhy jsou velmi podobné.

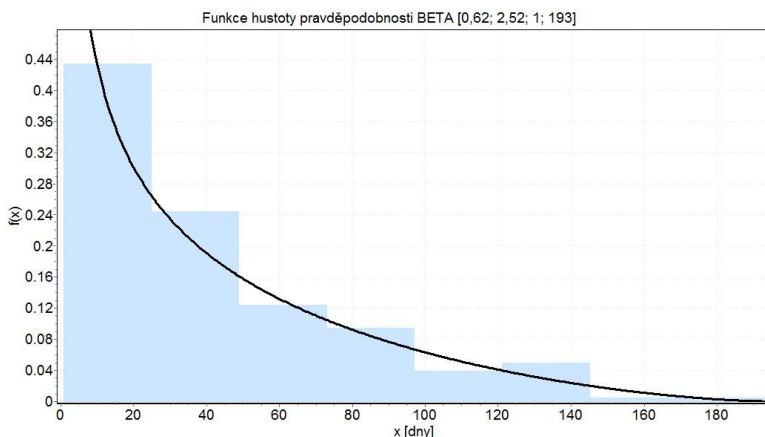
Toto zjištění vyvrací předpoklad, kterým byl, že procesní kroky alespoň první kategorie, tedy nejsložitějších změn, trvají ve většině případů déle než deset dní. To především u procesních kroků „Návrh řešení“, „Konfigurace a aktivace zdrojů“ a „Implementace, konfigurace a aktivace služeb“. Z výsledků naopak vyplývá, že většina těchto procesních kroků má dobu trvání rovnou minimálnímu rozlišení doby měření, tedy jednomu dni.

Výsledky popírají obecně přijímaný fakt [19], [20], že doby trvání těchto stěžejních aktivit mohou být popsány Gaussovým rozdělením. Toto zjištění je výsledkem měření trvajícího dva roky, po které byly procesy monitorovány a analyzovány. Za tuto dobu bylo zaznamenáno více než tři tisíce RFC.

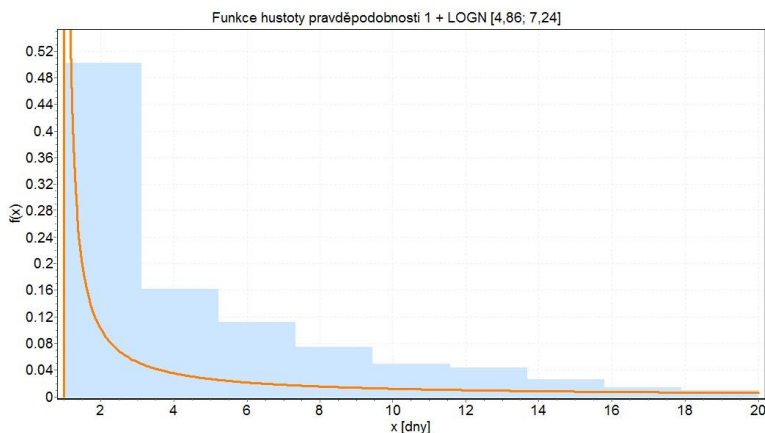
V tabulce 6.3, kde jsou popsány nejvhodnější funkce pro popis doby trvání obsluhy procesních kroků, je vidět, že se opakuje pouze několik funkcí. Z

výsledků testů pro hledání nejvhodnějších funkcí pro popis náhodné veličiny bylo dále shledáno, že se tyto funkce vždy nacházejí na prvních příčkách vhodnosti pro popis zkoumaných náhodných veličin.

Dále bylo zjištěno, že průběhy všech funkcí popisujících náhodné veličiny, které definují délky trvání všech procesních kroků, mají velmi podobný průběh. Pro názornost jsou průběhy nejvhodnějších funkcí pro RFC kategorie 1 znázorněny na obrázcích 6.1 až 6.2 (v tezi jsou pro názornost použity pouze dva grafy). Na základě těchto skutečností byly vytvořeny tři nové modely, popisující shodný proces.



Obrázek 6.1: Průběh nejvhodnější funkce popisující rozdělení doby obsluhy procesního kroku „Návrh řešení“ RFC kategorie 1.



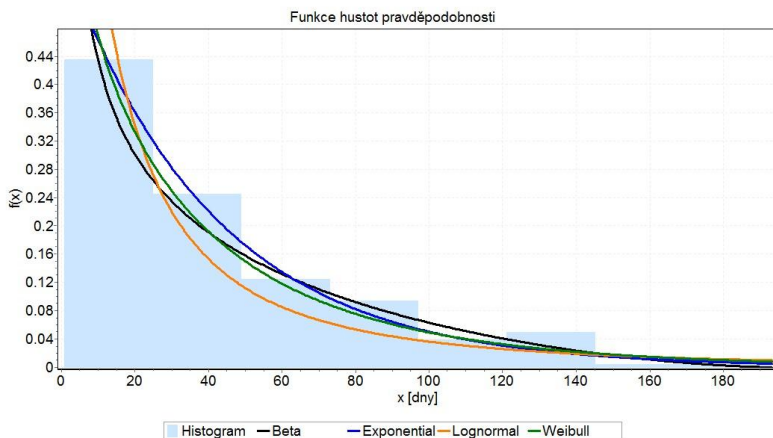
Obrázek 6.2: Průběh nejvhodnější funkce popisující rozdělení doby obsluhy procesního kroku „Správa portfolia služeb“ RFC kategorie 1.

Srovnání simulačních modelů

Analýzou modelů založených na využití vždy pouze jednoho typu funkce hustoty pravděpodobnosti zjistíme odchylku, s jakou se liší od modelu, který byl původně vytvořen k simulaci procesu. Při těchto změnách byly sledovány dva klíčové ukazatele výkonnosti procesu, které jsou těmito změnami přímo ovlivněny a kterými jsou:

- Doba obsluhy RFC procesem.
- Využití zdrojů.

Pro názornost jsou na obrázku 6.3 znázorněny průběhy funkcí hustot pravděpodobností Beta, jakožto nejhodnější funkce (best fit), a funkcí Logaritmicke-normální, Weibull a Exponenciální, jakožto funkcí, které byly určeny jako vhodné pro popis všech procesních kroků v simulačním modelu.



Obrázek 6.3: Průběhy různých funkcí popisujících rozdělení doby obsluhy procesního kroku „Návrh řešení“ RFC kategorie 1.

Pro všechny procesní kroky simulačního modelu byly nalezeny parametry tří zvolených funkcí a na jejich základě pozměněny simulační modely. Výsledky simulací jsou znázorněny a srovnány v tabulkách 6.3 a 6.6. V tabulkách 6.3 až 6.5 jsou uvedeny doby, po které jsou jednotlivá RFC celým procesem obsluhována. V tabulce 6.6 jsou uvedeny procentuální hodnoty popisující vytíženost jednotlivých typů zdrojů. Experiment byl proveden na modelu „as-is“, tedy na modelu, který nebyl podroben optimalizaci, a nebyly zde tedy upraveny počty zdrojů.

Z uvedených tabulek je patrné, že rozdíly v klíčových ukazatelích výkonnosti porovnávaných modelů jsou minimální. Rozdíly jsou vždy menší než 1%. Vyšší rozdíly jsou pouze u minimální doby obsluhy a to maximálně 9,4%. Tento rozdíl je

však způsoben nejnižším rozlišovacím intervalem měření, který je jeden den. Nejkratší doba obsluhy se tomuto intervalu velmi blíží.

Z uvedených výsledků je možné vyvodit závěr, že daný proces je možné popsat exponenciálním rozdělením pro všechny jeho procesní kroky. To znamená, že pravděpodobnost definované doby obsluhy všech procesních kroků exponenciálně klesá s rostoucí dobou obsluhy. Toto zjištění je v rozporu s obecně uznávaným faktem [48], [49], dle kterého doby trvání těchto stěžejních aktivit mají rozdělení definováno dle Gaussova rozdělení.

	Průměrná doba obsluhy [dny]	Minimální doba obsluhy [dny]	Maximální doba obsluhy [dny]
Exponenciální rozdělení	150,3570	9,3523	529,2547
Logaritmicko-normální rozdělení	150,9841	9,1221	533,4873
Weibullovo rozdělení	148,6497	9,8143	534,4876
"Best fit"	149,6549	9,6709	532,3660

Tabulka 6.3: Doby obsluhy RFC kategorie 1 procesem dle různých funkcí použitých v modelu.

	Průměrná doba obsluhy [dny]	Minimální doba obsluhy [dny]	Maximální doba obsluhy [dny]
Exponenciální rozdělení	60,3570	5,3523	229,2547
Logaritmicko-normální rozdělení	59,9841	5,1221	231,4873
Weibullovo rozdělení	60,6497	5,8143	232,4876
"Best fit"	60,3549	5,6709	230,3660

Tabulka 6.4: Doby obsluhy RFC kategorie 2 procesem dle různých funkcí použitých v modelu.

	Průměrná doba obsluhy [dny]	Minimální doba obsluhy [dny]	Maximální doba obsluhy [dny]
Exponenciální rozdělení	19,3570	4,3523	132,8547
Logaritmicko-normální rozdělení	18,9841	4,2221	132,1873
Weibullovo rozdělení	19,6497	4,8143	133,0876
"Best fit"	19,6549	4,6709	132,3660

Tabulka 6.5: Doby obsluhy RFC kategorie 3 procesem dle různých funkcí použitých v modelu.

	Správce změn [%]	Analytik [%]	Architekt [%]	Správce IS [%]	Tester [%]	Správce nasazení [%]
Exponenciální rozdělení	67,14	96,78	97,47	77,97	76,47	82,47
Logaritmicko-normální rozdělení	67,59	96,97	97,89	77,99	75,89	82,89
Weibullovo rozdělení	67,89	96,83	97,91	77,13	75,91	82,91
"Best fit"	67,21	97,11	98,02	77,83	76,28	82,90

Tabulka 6.6: Procentuální využití zdrojů procesem dle různých funkcí použitých v modelu.

7. ZÁVĚRY PRÁCE

V disertační práci byla řešena problematika modelování a simulace podnikových procesů v prostředí současného telekomunikačního provozovatele. Hlavním cílem disertační práce bylo vytvoření statického modelu procesu Správa změn v tomto prostředí a jeho následná dynamizace. Práce se opírá o rozsáhlý soubor dat získaných z reálného prostředí telekomunikačního provozovatele.

Procesy v prostředí telekomunikačního provozovatele jsou standardně popisovány dle rámce eTOM, ale modelovaný proces Správa změn je definován dle rámce ITIL. Z tohoto důvodu bylo nutné nalézt postup jak oba rámce integrovat. V práci byly vyřešeny problémy současného použití obou rámců pro procesní popis společností, které se zabývají poskytováním telekomunikačních služeb. Byla provedena integrace těchto rámců, která byla nutná k vytvoření statického modelu procesu Správa změn. Bylo prokázáno, že současné využití rámců eTOM a ITIL možné je, což byl jeden z dílčích cílů disertační práce.

Dále byly dále identifikovány procesy třetí úrovně rámce eTOM, které byly nutné pro vytvoření statického modelu, který by bylo možné dále simulovat. Pomocí procesů třetí úrovně rámce eTOM byly vytvořeny statické modely procesu Správa změn pro jednotlivé kategorie Požadavků na změnu. Byl popsán nový aspekt v oblasti využívání zdrojů, který byl nazván Částečné vytížení zdrojů (Multitasking zdrojů), který byl použit při tvorbě tří RACI matic. RACI matice bylo proto nutné rozšířit o nový prvek, a to procentuální využití zdroje v daném procesním kroku.

Jelikož byly jednotlivé procesní kroky v použitém simulačním prostředí definovány jako samostatné obsluhové systémy, bylo nutné pro účely simulace procesu specifikovat jejich parametry. Byla popsána metodika výběru vhodného pravděpodobnostního rozdělení doby obsluhy v jednotlivých procesních

krocích a stejně tak bylo určeno rozdělení dob mezi příchody Požadavku na změnu. Rovněž byly specifikovány další parametry obsluhových systémů jako např. režim fronty, velikost populace, počet obsluhových linek nebo délka fronty. K získávání reálných dat o provozu procesu Správa změn, z jejichž analýzy byly parametry definovány, byl vytvořen podpůrný systém pro správu a vývoj změn.

Pomocí simulačního modelu byl proces Správa změn optimalizován z pohledu ideálního využití zdrojů. Při tom bylo zjištěno, že doby obsluh jednotlivých procesních kroků vykazují shodné vlastnosti v jejich průběhu. Pro účely experimentálního ověření byly vytvořeny další modely založené na funkcích popisujících doby obsluhy, které byly zvoleny podle výsledků testů jejich vhodnosti. Z výsledků experimentu je patrné, že při záměně funkcí popisujících rozdělení pravděpodobnosti jednotlivých procesních kroků, dochází k zanedbatelným změnám v klíčových ukazatelích výkonnosti procesu Správa změn. Doby obsluhy všech procesních kroků (doby trvání) vykazují exponenciální pokles pravděpodobnosti jejich výskytu s rostoucí dobou obsluhy je tak tedy možné popsat je exponenciálním rozdělením. Toto zjištění je v rozporu s obecně uznávaným faktem, dle kterého doby trvání některých stěžejních aktivit mají rozdělení definováno dle Gaussova rozdělení. Vytyčené cíle práce byly splněny. Výsledky práce byly průběžně publikovány.

Hlavní, pro praxi využitelné, přínosy práce jsou:

- Vytvoření postupu pro integraci rámců eTOM a ITIL při zavádění procesu rámce ITIL do prostředí procesně popsaném dle rámce eTOM, což umožňuje rozšíření doporučení ITU-T M.3050 Dodatek 1 (příloha C)
- Identifikace procesů třetí úrovně rámce eTOM spjatých s procesem Správa změn dle rámce ITIL, což naznačuje postup vedoucí k rozšíření doporučení ITU-T M.3050 Dodatek 1 (kapitola 12).
- Definování pojmu „částečné vytížení zdrojů“ (multitasking zdrojů) pro simulaci podnikových procesů a upravení postupu tvorby simulačního modelu procesu Správa změn dle této definice.
- Zjištění, že doby trvání reálných procesních kroků procesu Správa změn telekomunikačního provozovatele vykazují exponenciální pokles pravděpodobnosti výskytu v závislosti na růstu doby obsluhy.

Na práci lze navázat v několika směrech. V oblasti integrace rámce ITIL do prostředí procesně popsaném podle rámce eTOM je možné postup využitý pro integraci procesu Správa změn využít i pro další procesy rámce ITIL. Pro tvorbu dynamických modelů podnikových procesů by měly být simulační nástroje doplněny o možnost definování částečně vytížených zdrojů a zohlednit tak tzv. multitasking zdrojů. Dále při tvorbě modelů procesu Správa změn je možné využít poznatku o charakteru rozdělení doby obsluhy jednotlivých procesních kroků.

8. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] TeleManagement Forum. *Enhanced Telecom Operations Map (eTOM)-The Business Process Framework, Concepts and Principles*, vyd. 9.2, 2012.
- [2] HAMM, M. K. – MARCU, P. – YAMPOLSKIY, M. Beyond Hierarchy: Towards a Service Model supporting new Sourcing Strategies for IT Services, In *Proceedings of the 2008 Workshop of HP Software University Association (HP-SUA)*, Infonomics-Consulting, Hewlett-Packard, Marrakech, Morocco, 2008.
- [3] SCHAAF, T. Frameworks for Business-driven Service Level Management — A Criteria-based Comparison of ITIL and NGOSS, In *Proceedings of 2nd IEEE/IFIP International Workshop on Business-driven IT Management*, Mnichov, 2007.
- [4] DANCIU, V. Formalisms for IT Management Process Representation, In *Information Technology Management from a Business Perspective*, s. 45–54, IEEE, 1st IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management, Vancouver, 2006.
- [5] DANCIU, V. – KEMPTER, B., From Processes to Policies – Concepts for Large Scale Policy Generation, In *Managing Next Generation Convergence Networks and Services: Proceedings of the 2004 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS)*, 2004, IEEE/IFIP, Seoul, 2004.
- [6] BRENNER, M., Classifying ITIL Processes — A Taxonomy under Tool Support Aspects, In *Proceedings of First IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management (BDIM 06)*, 2006, s. 19-28, IEEE, Vancouver, 2006.
- [7] RICHTER, C. A general process model to analyze and optimize the tool-landscape of IT Service Provider, In *Proceedings of Fourth IEEE/IFIP International Workshop on Business-driven IT Management (BDIM 2009)*, 2009, IEEE/IFIP, New York, 2009.
- [8] TeleManagement Forum. *Enhanced Telecom Operations Map (eTOM)-The Business Process Framework, Building Bridges: ITIL and eTOM*, vyd. 1.0, 2009.
- [9] *eTOM and ITIL: a Powerful Combination for end-to-end Service Management* [online]. Květen 2008. [cit 22. 01. 2013]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.hpcollateral.com/Files/EcoCollateral_20090429_4AA1-9803ENNeTOMiTiL-A_dcer.pdf>
- [10] WATSON, B. *Services Creation Best Practices* [online]. 2011. [cit 22. 01. 2013]. Dostupné na World Wide Web:
<ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/whitepapers/Stratecast_Services_Creation_Best_Practices.pdf>

- [11] YIFEI, T. – TAKAKUWA, S., *Predicting the impact on business performance of enhanced information system using business process simulation*, Simulation Conference, 2007, s. 2203 – 2211.
- [12] BARTOLINI, C. – STEFANELLI, C. – TORTONESI, M., *SYMIAN: Analysis and performance improvement of the IT incident management process*, Network and Service Management, IEEE Transactions on, 132 - 144 vyd. 7, č. 3, 2010
- [13] RUTH, S. Business Process Modeling: Review and Framework. *International Journal of Production Economics*, 2004, vyd. 90, č. 2, s. 129-149.
- [14] GREASLEY, A. Using process mapping and business process simulation to support a process-based approach to change in a public sector organisation. *Technovian*, 2006, vyd. 26, č. 1, s. 95-103.
- [15] INDULSKA, M. – GREEN, P. – RECKER, J. – ROSEMAN, M. Business Process Modeling: Perceived Benefits. *Conceptual Modeling – ER*. 2009, vyd. 5829, s. 458-471. ISBN 978-3-642-04840-1.
- [16] KOIZUMI, S. Workload-aware Business Process Simulation with Statistical Service Analysis and Timed Petri Net. *Web Services, 2007. ICWS 2007. IEEE International Conference on*. Salt Lake City, 2007, s. 70-77. ISBN 0-7695-2924-0.
- [17] JUNG, H. – L. IT Service Management Case Based Simulation Analysis & Design: Systems Dynamics Approach. *Convergence Information Technology*. Gyeongju, 2007, s. 1559-1566. ISBN 0-7695-3038-9.
- [18] BARTOLINI, C. – STEFANELLI, C. Business-impact analysis and simulation of critical incidents in IT service management. *Integrated Network Management, 2009. IM '09. IFIP/IEEE*. Long Island, 2009, s. 9-16. ISBN 978-1-4244-3486-2.
- [19] LUECKE, R. *Managing Change and Transition*. 1. vyd., Harvard Business Press. 2003. 138 s. ISBN: 1578518741.
- [20] HAITT, J. – CREASEY, T. *Change Management*. 1. vyd. Prosci Research. 2003. 148 s. ISBN: 1930885180.

9. PUBLIKACE AUTORA VZTAHUJÍCÍ SE K DIS. PRÁCI

Publikace v recenzovaných časopisech

- [1] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Predikce vývoje poskytovatelů ICT služeb. *Elektrorevue* [online]. 2010, roč. 13, č. 110, s. 110-1-110-5. Internet: <http://elektrorevue.cz/cz/clanky/komunikacni-technologie/0/predikce-vyvoje-poskytovatelu-ict-sluzeb/>. ISSN 1213-1539. 50%

Publikace excerptované WOS

- [2] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Cooperation of OSSs by Means of Web Services. In *TSP - 32nd International Conference on Telecommunications and Signal Processing* [CD-ROM]. Budapest: Asszisztencia Szervező Kft., 2009, ISBN 978-963-06-7716-5. 50%

- [3] Mrájca, M. - Brabec, Z.: Probabilistic Description of the NGOSS Change Management Process. In *TSP 2010 - 33rd International Conference on Telecommunications and Signal Processing* [CD-ROM]. Budapest: Asszisztencia Szervező Kft., 2010, p. 452-455. ISBN 978-963-88981-0-4. 50%
- [4] Mrájca, M. - Martinek, M. - Brabec, Z.: Business Process Modeling and Simulation with the Stress on the Roles in Process. In *International Symposium Advances in Mechatronics 2011* [CD-ROM]. Brno: Univerzita obrany, Fakulta vojenských technologií, 2011, p. 89-92. ISBN 978-80-7231-847-6. 33%
- [5] Mrájca, M. - Serafin, J. - Brabec, Z.: Two Different Approaches for NGOSS Process Modeling and Simulation. In *Proceedings of the International Conference on Advances in Information and Communication Technology* [CD-ROM]. NEW YORK: The Association of Computer Electronics and Electrical Engineers (ACEEE), 2011, p. 39-42. ISBN 978-81-910691-5-0. 33%
- [6] Mrájca, M. - Brabec, Z.: NGOSS Process Optimization by Means of the Process Simulation. In *Proceedings of the 2011 International Conference on Telecommunication Systems Management*. Dallas, TX: American Telecommunications Systems Management Association Inc., 2011, p. 179-184. ISBN 978-0-9820958-4-3. 50%
- [7] Mrájca, M. - Brabec, Z.: Probabilistic Description of the NGOSS Change Management Process. In *Proceedings of the 2nd National Conference on Telecommunications 2011* [CD-ROM]. Pomona, California: IEEE Communications Society, 2011, p. 1-4. ISBN 978-1-4577-1046-9. 50%
- [8] Mrájca, M. - Serafin, J. - Brabec, Z.: Optimization of the NGOSS Change Management Process Simulation Model. In *Proceedings of the 11th International Conference Knowledge in Telecommunication Technologies and Optics* [CD-ROM]. Ostrava: VŠB - TUO, FEI, Katedra elektroniky a telekomunikační techniky, 2011, p. 14-18. ISBN 978-80-248-2399-7. 33%

Publikace ve sbornících mezinárodních konferencí

- [9] Mrájca, M. - Brabec, Z.: New Generation Networks Management. In *RTT 2008* [CD-ROM]. Bratislava: STU v Bratislave, 2008, ISBN 978-80-227-2939-0. 50%
- [10] Mrájca, M. - Brabec, Z.: Problems of Specification with Focus on Method TRIZ. In *RTT 2008* [CD-ROM]. Bratislava: STU v Bratislave, 2008, ISBN 978-80-227-2939-0. 50%
- [11] Mrájca, M. - Brabec, Z.: Integration of Operation Support Systems. In *Problemy nedropolzovanya*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Mining Institute, 2010, vol. 2, p. 169-171. ISBN 978-5-94211-447-3. 50%
- [12] Mrájca, M. - Brabec, Z.: Necessary Steps for ICT Service Providers Evolution. In *Technical Computing Bratislava 2010* [CD-ROM]. Bratislava: RT systems, s.r.o, 2010, ISBN 978-80-970519-0-7. 50%

- [13] Mrajca, M. - Brabec, Z.: The Usage of ITIL for Information Security Management. In *Workshop 2010* [CD-ROM]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010, p. 72-73. ISBN 978-80-01-04513-8. 50%
- [14] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Business Process Modeling Based on the Roles. In *Problemy nedropolozovanya*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Mining Institute, 2011, vol. 2, p. 68-70. ISBN 978-5-94211-506-7. 50%
- [15] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Concept of Roles Modeling within the Business Processes. In *Proceedings of 9th International Conference Vsacký Cáb 2011*. Brno: VUT v Brně, FEKT, 2011, p. 98-100. ISBN 978-80-214-4319-8. 50%
- [16] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Techniques for Business Process Modeling in Telecommunication. In *Sborník příspěvků konference KRÁLÍKY 2009*. Brno: VUT v Brně, FEKT, 2009, p. 188-193. ISBN 978-80-214-3938-2. 50%
- [17] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Usage of BPEL for OSS Collaboration. In *International Workshop wRTT 2009* [CD-ROM]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, p. 0107_0050. ISBN 978-80-01-04411-7. 50%
- [18] Mrajca, M. - Brabec, Z.: The Next Steps for ICT Service Providers. In *Králíky 2010*. Brno: Brno University of Technology, 2010, p. 99-102. ISBN 978-80-214-4139-2. 50%

Publikace ve sbornících tuzemských konferencí

- [19] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Klíčové prvky pro automatizaci podnikových procesů. In *ICTM 2009 - Sborník přednášek z konference*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, s. 137-142. ISBN 978-80-01-04338-7. 50%
- [20] Mrajca, M. - Brabec, Z.: Metody modelování podnikových procesů. In *ICTM 2009 - Sborník přednášek z konference*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, s. 83-90. ISBN 978-80-01-04338-7. 50%
- [21] Mrajca, M. - Serafin, J. - Boháč, Z.: Využití simulačního nástroje k optimalizaci zdrojů IT procesů. In *ICTM 2011 - Sborník přednášek z konference*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, s. 189-200. ISBN 978-80-01-04811-5. 33%

Citace

- [22] Chromy, E., Misuth, T., Weber, A.: Application of Erlang Formulae in Next Generation Networks. In: *International Journal of Computer Network and Information Security(IJCNIS)*, Vol. 4, No. 1, February 2012, MECS Publisher, 2012, pp. 59-66, ISSN: 2074-9090 (Print), ISSN: 2074-9104 (Online), DOI: 10.5815/ijcnis.2012.01.08

Řešené granty

- [23]Mrajca Michal Ing.: Metody řízení služeb rozsáhlých ICT systémů. Období: 2009; Ext. číslo: CTU0904013.
- [24]Návrh řešení informační bezpečnosti s využitím pracoviště bezpečnostního managementu – pracoviště INFOSEC (Ministerstvo obrany ČR), 2010.
- [25]Rozbor, analýza a simulace změnových procesů (Telefónica Czech Republic, a.s.), 2010 – 2013.
- [26]Analýza možností uplatnění služeb dálkového přenosu údajů na českém trhu (ČEZ ICT Services, a.s.), 2011.
- [27]Analýza metod řízení rozlehlých sítí Smart Grids (Grant SGS12/186/OHK3/3T/13), 2012-2013.

SUMMARY

The thesis deals with ITIL and eTOM frameworks, foremost their parts which are related to the Change Management. Thesis compares both frameworks and introduces the methodology how they can be used together in formerly clearly eTOM environment. Based on these definitions is defined static model of the Change Management.

The key part of the thesis is creation of the dynamic simulation model of the Change Management process. The process is mathematically described and simulated in the real time. The simulation model enables to introduce any possible changes which are necessary in the future.

The final part concludes findings connected particularly with the dynamic simulation model of the Change Management. Based on these findings the simulation model is adjusted, the results are presented and assessed.

RESUMÉ

Disertační vychází z rámců ITIL a eTOM určených pro procesní popis poskytovatelů telekomunikačních, respektive informačních služeb. Pozornost je věnována především částem, které souvisejí s procesem Správa změn.

Rámce eTOM a ITIL jsou následně vzájemně srovnány a je navržen postup pro jejich současné použití. Jelikož je proces Správa změn definován rámcem ITIL a prostředí, do kterého se implementuje je popsáno rámcem eTOM, je nutné vytvořit metodiku pro implementaci procesu Správa změn do prostředí rámce eTOM. Pomocí této metodiky jsou k procesu Správa změn dle rámce ITIL identifikovány odpovídající procesy rámce eTOM. Výsledkem integrace obou rámců je statický model procesu Správa změn v prostředí poskytovatele telekomunikačních služeb.

Je specifikován postup pro vytváření dynamického modelu procesu Správa změn v prostředí poskytovatele telekomunikačních resp. informačních a komunikačních služeb. Na základě tohoto postupu je sestaven dynamický model pomocí zvoleného programového nástroje, který vychází z dříve vytvořeného statického modelu.