ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra telekomunikační techniky

Procesní řízení sítí Smart Grids

leden 2015

Diplomant: **Bc. Vojtěch Tikovský**
Vedoucí práce: **Ing. Zdeněk Brabec, CSc.**

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci zpracoval sám s přispěním vedoucího práce a používal jsem pouze literaturu v práci uvedenou. Dále prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé diplomové práce nebo její části se souhlasem katedry.

V Praze dne 5. ledna 2015

……

podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce, panu Ing. Zdeňku Brabcovi, CSc., za připomínky a cenné rady poskytnuté během zpracovávání této diplomové práce.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra telekomunikační techniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Vojtěch Tikovský**

Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika
Obor: Sítě elektronických komunikací

Název tématu: **Možnosti procesního řízení sítí Smart Grids**

Pokyny pro vypracování:

Smart Grids jsou energetické sítě, u nichž je možné díky informačním a komunikačním technologiím řídit výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase. Telekomunikace jsou oborem, ve kterém bylo řízení sítí velmi dobře zvládnuto, a byly vytvořeny propracované standardy.

Hlavním cílem práce je využití existujících postupů pro řízení telekomunikačních sítí pro Smart Grids. Za tímto účelem se seznamte s procesně orientovaným rámcem Frameworx, který je určen a využíván pro procesní řízení telekomunikačních sítí. Základem Vaší práce bude modelování Smart Grids. Proto se seznamte s příslušnými nástroji. Na Vámi vytvořené modely aplikujte zásady a principy Frameworx a získané výsledky zobecněte.

Vaše práce navazuje na dokončenou diplomovou práci s názvem Řízení sítí Smart Grids. Vaši práci, zejména při realizaci její praktické části, dále upřesní vedoucí práce.

Seznam odborné literatury:

[1] Wang, L.: Modeling and Control of Sustainable Power Systems: Towards Smarter and Greener Electric Grids. 380 p. Springer Verlag, 2011. ISBN: 978-3642229039
[2] Reilly, J.P.: Frameworx Distilled. 150 p. Huawei / TM Forum 2012. ISBN: 978-0979428180
[3] Webové stránky sdružení TM Forum. Dostupné z: http://www.tmforum.org
[4] Webové stránky sdružení CIGRE. Dostupné z: http://www.cigre.org

Vedoucí: Ing. Zdeněk Brabec, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015

[redacted]

prof. Ing. Boris Šimák, CSc.
vedoucí katedry

L.S.

[redacted]

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 25. 3. 2014

Anotace:

Předmětem diplomové práce je prozkoumat možnosti využití existujících postupů pro řízení telekomunikačních sítí pro Smart Grids. Pro tento účel je využit rámec Frameworx. V úvodní části bude zpracován teoretický přehled Smart Grids, procesního řízení a rámce Frameworx. Následující praktická část se bude zabývat vytvořením procesních modelů pro Smart Grids s využitím rámce Frameworx. Z této aplikace rámce Frameworx ve Smart Grids budou vyvozeny obecné závěry.

Klíčová slova:

Smart Grids, Frameworx, procesní řízení, řízení telekomunikačních sítí, eTOM, SID, TAM, microgrid

Summary:

The subject of the thesis is to explore the possibility of using existing procedures for the management of telecommunications networks to Smart Grids. For this purpose is used procedural framework Frameworx. In the first part of the work will be processed theoretical overview of Smart Grids, business process management and framework Frameworx. The following practical part will deal with the creation of process models for Smart Grids using Frameworx framework. This application of framework Frameworx will draw general conclusions.

Index Terms:

Smart Grids, Frameworx, business process management, management of telecommunications networks, eTOM, SID, TAM, microgrid

Obsah

1. ÚVOD 11

2. SMART GRIDS 13

2.1 Úvod 13
2.2 Definice Smart Grids 14
2.3 Automatizace v sítích nízkého napětí 15
2.4 Měření a sběr dat 16
2.4.1 AMI 16
2.4.2 SCADA 17
2.5 Měřící technologie 18
2.5.1 Vytáčené připojení 18
2.5.2 DSL 19
2.5.3 PLC a BPL 20
2.5.4 Mobilní sítě 20
2.6 Microgrid 21
2.7 Zdroje obnovitelné energie 22
2.8 Akumulace elektrické energie 24
2.9 Stav v oblasti Smart Grids 25

3. PROCESNÍ ŘÍZENÍ 28

3.1 Úvod 28
3.2 Proces 29
3.2.1 Charakteristiky procesů 30
3.2.2 Dělení procesů 31
3.3 Procesní mapování 33
3.4 Příklad jednoduchého procesu 33

4. FRAMEWORX 35

4.1 Úvod 35
4.2 eTOM 36
4.2.1 Definice eTOM 37
4.2.2 Dekompozice a popis eTOM 39
4.3 TAM 44
4.3.1 Členění TAM 45
4.4 SID 46
4.4.1 Členění SID 47

5. PRAKTICKÁ ČÁST 48

5.1 Úvod 48
5.2 Cíle praktické části 48
5.3 Simulace 49
5.3.1 Použité nástroje 50

5.3.2 Obecné parametry pro simulaci v programu Arena 50
5.4 VYBRANÉ PROCESY 51
5.4.1 Problem handling 51
5.4.2 Order handling 56
5.4.3 Service configuration and activation 60
5.4.4 Product offer, development and retirement 64
5.4.5 Bill invoice management 68
6. ZÁVĚR 74
SEZNAM GRAFŮ 76
SEZNAM OBRÁZKŮ 77
SEZNAM TABULEK 78
SEZNAM ZKRATEK 79
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ 81
PŘÍLOHY 85
SEZNAM PŘÍLOH 85
1. PROCES PROBLEM HANDLING 86
2. PROCES ORDER HANDLING 86
3. PROCES SERVICE CONFIGURATION AND ACTIVATION 86
4. PROCES PRODUCT OFFER, DEVELOPMENT AND RETIREMENT 86
5. PROCES BILL INVOICE MANAGEMENT 86

1. Úvod

Význam elektrických sítí je v současném světě obrovský a v budoucnu se předpokládá jeho značný nárůst. Roste počet nejrůznějších zařízení, která jsou primárně závislá na elektrické energii, respektive závislá na elektrických sítích. Ve státech OECD[1] se spotřeba elektrické energie nijak výrazně nezvyšuje z důvodu zvyšování efektivity jednotlivých zařízení a investic směřujících ke snížení spotřeby elektrické energie. Opakem jsou země mimo OECD, které rapidně zvyšují svoji spotřebu elektrické energie. V období mezi lety 1990 a 2010 se spotřeba elektrické energie v těchto zemích zvětšila téměř dvojnásobně [1]. Vzhledem k omezeným zásobám fosilních paliv je tato situace poměrně problematická. Důvodem k obavám může být zejména růst cen fosilních paliv, neekologičnost a nutný import těchto paliv z politicky nestabilních zemí. Je poměrně logické, že s přibývajícím časem bude růst význam obnovitelných zdrojů elektrické energie. Otázkou zůstává, jak rychlý bude nástup obnovitelných zdrojů.

Evropská unie přijala v roce 2008 legislativní normu zvanou „20-20-20 cílů“. Cílem této legislativní normy je do roku 2020 docílit tří klíčových změn, které jsou vztahovány k roku 1990. Prvním cílem je docílit 20% redukce produkce skleníkových plynů. Druhým cílem je zvýšit podíl produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů na 20 % celkové výrobní kapacity. Třetím cílem je 20% zlepšení efektivity celého energetického segmentu. Tyto změny mají za cíl nejenom snížení závislosti na fosilních palivech, ale druhotným efektem je vytvoření značného množství pracovních míst. Předpokládá se, že dané zvýšení produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů a zvýšení efektivity umožní vznik více než 800 000 pracovních míst v celé Evropské unii [2]. Celkově lze tuto iniciativu Evropské unie hodnotit jako velmi ambiciózní plán, který klade nároky především na elektrické sítě, jež se budou muset na tuto novou situaci připravit.

Celá oblast energetiky prošla v několika posledních dekádách velkým množstvím značných změn. V evropském měřítku došlo k instalaci omezeného množství inteligentních elektrometrů, senzorů, digitalizaci rozvoden a jiným technickým úpravám. Obecně je oblast distribuce elektrické energie monopolní a velice důležitou záležitostí, která podléhá zvýšenému dohledu státního aparátu. Regulaci provádějí jednotlivé státy, avšak například v České republice je určována legislativou Evropské unie. V příštích letech bude muset být vytvořeno velké množství nových standardů, které by reagovaly na nové potřeby celého energetického sektoru způsobenými výše zmíněnými požadavky Evropské unie.

Z výše uvedených informací je jasné, že oblast elektrických sítí bude podrobena velkému množství změn od standardů až po reálné inovace. Představu inteligentních elektrických sítí neboli Smart Grids, která bude těmito změnami vytvořena, je nutné nějakým

[1] OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development

způsobem řídit. Není nic jednoduššího než se inspirovat v existujících postupech pro řízení telekomunikačních sítí. Řízení telekomunikačních sítí je velice dobře zvládnuto pomocí procesního rámce Frameworx, který byl vytvořen mezinárodní organizací TM Forum[2]. V současné době TM Forum vytváří návrh týkající se implementace rámce Frameworx do inteligentních elektrických sítí. Cílem této práce je navrhnout způsob implementace řízení pomocí rámce Frameworx do řízení inteligentních elektrických sítí. V teoretické části práce bude zmapováno kompletní teoretické pozadí inteligentních elektrických sítí, procesního řízení a rámce Frameworx. V praktické části práce bude realizována analýza toho, zda a jak některé části rámce Frameworx uplatnit v oblasti řízení Smart Grids. Po dohodě s vedoucím práce bylo rozhodnuto, že pro popis jednotlivých částí rámců obsažených v rámci Frameworx bude použita výhradně anglická terminologie dle Mezinárodní telekomunikační unie (dále ITU[3]). Z tohoto důvodu bude daná terminologie psána v textu kurzívou.

[2] TM Forum = Telemanagement Forum
[3] ITU = International Telecommunication Union

2. Smart Grids

2.1 Úvod

Současná elektrická síť je pozůstatkem dlouhodobého vývoje odpovídající evoluci ostatních technologií. Podstatou této sítě je zejména centralizace výroby elektrické energie do poměrně malého počtu zdrojů produkujících elektrickou energii. V případě České republiky je logické, že nejvíce těchto zdrojů je situováno v oblasti těžby hnědého a černého uhlí. To znamená zejména v oblasti Severočeského a Moravskoslezského kraje. Tyto zdroje produkují přes 40 % celkové vyrobené elektrické energie v České republice. Po připočtení výkonu jaderných elektráren a vodních elektráren na přehradách, jejichž produkci elektrické energie lze do jisté naplánovat, dostáváme přes 90 % celkového instalovaného výkonu [3]. To znamená, že výroba elektrické energie se dá téměř přesně naplánovat a nehrozí výkyvy ohrožující stabilitu celé elektrické sítě. Ze statistik je také velice jednoduše odvoditelné, jak se průměrně vyvíjí spotřeba elektrické energie v průběhu dne. V klasické elektrické síti bylo vytvořeno takzvané hromadné dálkové ovládání (dále HDO), které umožňuje sepnout spotřebně náročná zařízení v určených okamžicích, a tak vykrýt období snížené zátěže celé elektrické sítě. Celková stabilita elektrické sítě se řeší především nadnárodním propojením elektrických sítí. Obecně se z těchto faktů dá usuzovat, že klasická elektrická síť je velice stabilní prostředí, kde jsou výpadky či jiné problémy velice ojedinělé.

V současné době jsou změny klimatu jednou z největších výzev lidstva. Důvodem, proč jsou změny klimatu tak často diskutovány, je především negativní ekonomický dopad na celý ekonomický komplex. Katalyzátorem změn je především nástup obnovitelných zdrojů, ale klíčovým se zdá být to, že klesají ceny za fotovoltaické panely a další zařízení pro výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů [4]. To mění trend, kdy využívání například fotovoltaických panelů nemělo valný ekonomický smysl a provoz těchto panelů bylo nutné dotovat.

V posledních letech byla přikládána zvýšená pozornost veškerým součástem, které by mohly pomoci docílit zvýšené kontroly nad celou elektrickou sítí. Primární úkolem této zvýšené kontroly elektrické sítě má být zvýšená efektivita a spolehlivost sítě. Docílení zvýšené kontroly nad celou sítí je esenciální podmínkou, aby bylo možné zvyšovat podíl energie vyrobené z obnovitelných zdrojů. Tato podmínka je nutná především kvůli tomu, že obnovitelné zdroje energie vykazují značně proměnlivou výrobu elektrické energie a to by mohlo způsobovat problémy a výpadky v celé elektrické síti. Spolu s dalšími úpravami se celý komplex těchto změn v elektrických sítích dá považovat za vytvoření inteligentních elektrických sítí neboli Smart Grids, jejichž podstata bude vysvětlena v následujících kapitolách.

2.2 Definice Smart Grids

V celosvětovém měřítku existuje velké množství definicí, pomocí nichž lze definovat Smart Grids. Tyto charakteristiky se liší ve své šíři. Některé definice se dokonce vzájemně vylučují, dle toho z jakého úhlu je na problém pohlíženo. Pro představu jsou uvedeny dvě definice významných organizací.

Dle definice Ministerstva energetiky Spojených států amerických (dále U.S. DOE[4]) se dají Smart Grids obecně definovat jako [5]: *„Soubor technologií, který je využíván pro převedení elektrické sítě do 21. století za pomoci automatizace a vzdálené kontroly.“*

Definice organizace ETP SmartGrids[5] zní obdobně [6]: „Jedná se o elektrickou síť*, která může inteligentně integrovat akce všech připojených účastníků k síti – generátory, spotřebitele a účastníky, kteří plní obě role, tak aby bylo možné obě role plnit efektivně a bezpečně.“*

Obecně je koncept inteligentních elektrických sítí neboli Smart Grids představa systému, který dokáže efektivně reagovat na všechny soudobé požadavky. Tohoto cíle bude dosaženo především za pomoci informačních technologií. Obecně se dají inteligentní elektrické sítě definovat jako sítě, které využívají technických zařízení, komunikačních technologií, výpočetní síly a kontroly, kde je cílem zvýšení funkčnosti a efektivnosti celého systému. Nejpodstatnější změnou je obecně zvýšená komunikace v celé síti, kdy inteligentní elektrometry komunikují s nadřazenými prvky a všechny možné informace se sbíhají do nadřazených entit. Inteligentní elektrická síť v tomto směru vytváří určitou telekomunikační nadstavbu nad klasickou elektrickou sítí. Z klasického poskytovatele elektrické energie se zároveň stává jakýsi skrytý poskytovatel telekomunikačních služeb.

K podrobnějšímu popisu bude vhodné použít materiály ITU. Jak bylo již řečeno, stále není celosvětově uznána jednotná definice pojmu Smart Grids, ale už teď je jasné, že tyto sítě budou muset obsahovat pokročilé měřící technologie, informační a komunikační technologie, analytické a rozhodovací technologie a technologie zajišťující automatizaci. Pokud mluvíme o Smart Grids, pak je vhodné uvést bodově několik charakterizujících cílů, které by měly tyto sítě v dlouhodobém výhledu plnit [7]:

- **Robustnost:** Inteligentní elektrické sítě by měly zajistit kontinuální a stabilní toky elektrické energie, tak aby nedocházelo k výpadkům dodávky elektrické energie v nových podmínkách světa energetiky;
- **Pozorovatelnost:** Schopnost neustále sledovat stav sítě za pomoci pokročilých senzorů a měřících technologií;

[4] U.S. DOE = United States Department of Energy
[5] ETP SmartGrids = European Technology Platform for Smart Grids

- **Kontrolovatelnost:** Možnost efektivní kontroly elektrického systému;
- **Schopnost časové analýzy a rozhodování:** Umožňuje zlepšení chování sítě za pomoci inteligentního automatického rozhodování;
- **Schopnost adaptability a obnovitelnosti sítě:** Umožňuje předcházet výpadkům sítě za pomoci diagnózy stavu sítě a hledání problémových míst v síti;
- **Schopnost integrace obnovitelných zdrojů elektrické energie:** Umožňuje integrovat zdroje obnovitelné energie. Jedná se například o solární, větrné a další obnovitelné zdroje energie. Obecně umožňuje bezpečnou a efektivní dodávku elektrické energie i za existence většího zastoupení obnovitelných zdrojů energie;
- **Optimalizace:** Schopnost optimalizovat provoz, a tak snížit náklady.

Obecně se tedy dají sítě Smart Grids definovat jako sítě, které využívají informační, výpočetní a komunikační technologie k dosažení požadovaných cílů. Tyto cíle jsou především reakcí na nové výzvy ve formě zvýšeného využívání obnovitelných zdrojů. U konceptu Smart Grids se počítá s největším využitím v oblasti distribuční části rozvodné soustavy, ale s uplatněním se počítá také v oblasti přenosových částí. V dalších kapitolách budou rozebrány významné informace, na nichž stojí koncept Smart Grids.

2.3 Automatizace v sítích nízkého napětí

Tradičně se automatizace v distribučních částech rozvodné soustavy zaměřovala na distribuční sítě vysokého napětí. Zajištění automatizace je umožněné jen díky instalaci senzorů a dalších měřících technologií, které jsou už v distribučních sítích vysokého napětí nainstalovány. Důvodem, proč se energetika zaměřovala především na distribuční sítě vysokého napětí, je velký vliv distribučních sítí vysokého napětí na spolehlivost celé sítě oproti distribučním sítím nízkého napětí. Dalším důvodem byla ekonomická nevýhodnost, protože za poměrně značné investice by se dostavilo jen malé zlepšení projevů sítě. Situace se bude v budoucnu měnit a bude kladen stále větší důraz na zajištění automatizace i v distribučních sítích nízkého napětí.

Hlavním a klíčovým důvodem, proč je nutné zaměřit se na automatizaci v oblasti distribučních sítí nízkého napětí je fakt, že bude vzrůstat distribuovaná produkce elektrické energie a budou také vzrůstat nároky na spolehlivost sítě. V současné době se dosahuje ochrany před zkraty a přepětími skrze relé a jističe. To s narůstající distribuovanou produkcí elektrické energie nebude stačit, protože klíčovým problémem se stane fluktuace napěťových úrovní. Problém se bude muset řešit pomocí důsledného měření a sběru informací z distribuční sítě a následně rozhodování elektronických

systémů, jak postupovat dále. Klíčovým součástí bude ona součást měření a sběru informací z celé distribuční sítě a tento proces se dá shrnout do několika klíčových pojmů, které budou probírány v následující kapitole 2.4 věnující se měření a sběru dat a kapitole 2.5 pojednávající o technologiích přenosu informace z inteligentních elektrometrů do vyšších entit.

2.4 Měření a sběr dat

Celkový cíl výroby elektrické energie je zajišťovat levnou a dostupnou službu pro všechny zákazníky. Tuto službu zákazník využije pro svícení, topení, napájení elektronických zařízení a dalších činností. Poskytovatel v pravidelných časových periodách odečítá odebrané množství elektrické energie a řeší následné vyúčtování, které je z velké části hrazeno z předešlých zaplacených záloh. Činnost odečítání bylo a je nutno vykonávat osobně kontrolou pracovníka, který si množství odebrané elektrické energie zapisuje. Avšak nové technologie dnes umožňují tuto činnost provádět vzdáleně a bez nutnosti fyzicky se dostát k zařízení. Právě o takovémto konceptu technologie budou následující podkapitoly.

2.4.1 AMI

Pojem automatická odečítací infrastruktura (dále AMI[6]) je pevně spojenou s ideou inteligentních elektrických sítí. AMI umožňuje odečítat vzdáleně skrze systém informace z inteligentních elektrometrů jednotlivých zákazníků v pravidelných časových intervalech. Tato schopnost umožňuje nepřebernou spoustu výhod. V první řadě dojde k odstranění chybového lidského faktoru, protože zautomatizovaný systém bude přesně a pravidelně data číst a ukládat. Za další výhody se může považovat to, že poskytovatel může sledovat celou síť velice komfortně a může zjišťovat ztráty v síti. Pomocí AMI lze dosáhnout i odhalení existence nelegálních odběrových míst či jiných technických úprav směřujících k okradení distribuční společnosti. V neposlední řadě poskytne AMI okamžitě informace o výpadku dodávky elektrické energie.

AMI poskytuje výhody, o kterých nelze pochybovat. Skýtá však otázku, jak žádaná data dopravit od zákazníka až k poskytovateli. Zatím ale není jasné, jak tato technologie bude realizována. Existuje množství způsobů přenosu informace z individuálních elektrometrů. Tyto možnosti budou teoreticky probrány v kapitole 2.5.

Nejdůležitější součást AMI je idea automatického čtení elektrometru (dále AMR[7]). Ideou AMR je to, že poskytuje automatické čtení množství odebrané elektrické energie, ale

[6] AMI = Automatic Metering Infrastructure
[7] AMR = Automatic Meter Reading

zároveň umožňuje získat data, která budou využita v širokém spektrum dalších činností [8]. Jedná se například o napěťové úrovně, počet výpadků a další údaje. To umožní monitorovat síť takovou škálou parametrů, která ještě nikdy nebyla dostupná. Tyto parametry umožní zjistit například už dříve zmíněné krádeže, jejichž zjištění je v současných podmínkách obtížné a velká část z nich zůstane neobjasněna. S touto technologií by měla zařízení automaticky reagovat a upozornit poskytovatele na možnost krádeže či jiné nesrovnalosti.

Hlavním účelem AMI/AMR je umožnění automatizace sítě skrze měření, sběru a vyhodnocení dat ze sítě, avšak existují i další důležité významy. Například se jedná o schopnost marketingově zasáhnout zákazníka. Donedávna bylo dodávání elektrické energie dosti zkostnatělé, protože existovaly spíše cenově statické tarify a pro poskytovatele elektrické energie bylo komplikované komunikovat se svými zákazníky. S pomocí AMI/AMR bude možné nabízet zákazníkovi různé marketingové akce či ho motivovat k tomu, aby odložil spotřebu elektrické energie určitých zařízení na hodiny mimo odběrovou špičku elektrické energie. Jedná se například o pračky, bojlery a podobně. Cílem je zajistit snížení zátěže v období odběrových špiček.

2.4.2 SCADA

Pro pochopení následujícího popisu Dispečerského řízení a sběru dat (dále SCADA[8]) budou nejdříve popsány pojmy nutné k pochopení [9]:

- **MTU:** Hlavní terminální jednotka (dále MTU[9]) je v pojetí SCADA server, který komunikuje s programovatelnými logickými řídicími jednotkami (dále PLC[10]) a vzdálenými terminálními jednotkami (dále RTU[11]). V této komunikaci se uplatňuje počítačový model komunikace master/slave, kde MTU plní roli mastera a PLC s RTU plní role slave;

- **IED:** Inteligentní elektronické zařízení (dále IED[12]) je takové senzorové zařízení, které dokáže získávat data, komunikovat s jinými zařízeními a zároveň být schopno na lokální úrovni vyhodnocovat data a na základě analýzy těchto dat založit řízení vlastního chování. Toto zařízení se může skládat z množství součástí od analogového vstupního senzoru až po potřebné komunikační vybavení;

- **RTU:** V případě RTU se jedná o speciální jednotku, která se stará o získávání a kontrolu dat a jejím hlavním účelem je podporovat vzdálené stanice;

[8] SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition
[9] MTU = Master Terminal Unit
[10] PLC = Programmable Logic Controller
[11] RTU = Remote Terminal Unit
[12] IED = Intelligent Electronic Devices

- **PLC:** Jedná se o malý průmyslový počítač, který byl původně zkonstruován pro provádění logických operací uvnitř elektrických zařízení. PLC jsou někdy zaměňovány s pojmem RTU, avšak RTU jsou určeny pro speciální účely, kdežto PLC jednotka je určena pro širší spektrum aplikací.

SCADA je systém řízení aktiv používaný k řízení a sběru dat. Tento systém řízení je použit v širokém spektru distribučních systémů od distribuce vody až po distribuci elektřiny. SCADA je používán pro sběr dat v reálném prostředí a převod těchto dat do formy zpracovatelné informačními systémy a v konečném důsledku pro grafické zobrazení těchto dat. Tyto činnosti by měly být vykonávány operátorem v reálném čase. Reakce na problém může být pomocí úkonu operátora nebo pomocí automatické reakce informačního systému [9].

Systémy SCADA jsou složeny z hardwaru i softwaru. Hardware je představován zejména pomocí jednotky MTU umístěné v kontrolním středisku, komunikačního zařízení a množství jednotek RTU a PLC. MTU se stára o sběr a analýzu dat přijatých od jednotek RTU. Jednotky typu RTU a PLC se starají o lokální proces kontroly. Jednotka IED umožňuje přímou kontrolu zařízení a senzorů [9]. IED může přímo komunikovat s jednotkou MTU či RTU. IED může být přímo kontrolován pomocí jednotky MTU. V systémech SCADA je počítání se značnou redundancí, i když je systémem předpokládán výskyt chyb. Software se stará o to, aby hardware věděl, co a kdy monitorovat a jaká má být reakce, pokud se údaje nepohybují v požadovaném rozsahu.

2.5 Měřící technologie

Jak je uvedeno výše v textu, největší výzvou při zavádění AMI/AMR je výběr typu technologie použité pro komunikaci, díky níž dojde k přenosu žádané informace z inteligentních elektrometrů. Tato otázka je klíčová, protože každá technologie má výrazné pozitivní stránky, ale zároveň i negativní. Výběr technologie ovlivní i cenu za pořízení a udržování technologie AMI/AMR. Není nutné vybírat čistě jednu technologii, která bude použita ve všech distribučních sítích, ale může být použita kombinace technologií na základě lokálních podmínek. U jednotlivých technologií nezkoumáme jen cenu za pořízení a udržování technologie AMI/AMR, ale zajímají nás i čistě technické parametry jako jsou například propustnost, latence, šířka pásma a útlum. Ty rozhodují o tom, jaká technologie ještě technicky dostačuje v lokálních podmínkách.

2.5.1 Vytáčené připojení

Vytáčené připojení je už dnes zastaralou a již téměř nepoužívanou technologií pro přístup k internetu. Vytáčené připojení je možné realizovat v oblastech, kde je už

existující telefonní infrastruktura neboli PSTN[13]. Pro přístup k internetu se využívá analogového modemu, který umožňuje dvěma počítačům posílat informace skrze okruh normálně používaný dvěma telefony. Výhodou je nepotřebnost jakékoliv změny na telefonní infrastruktuře v případě, že chceme používat vytáčené připojení. Analogový modem zajišťuje převod digitálního signálu obdrženého z počítače a jeho převod na analogový signál, který je posléze odeslán směrem do PSTN. Tento proces se provádí v opačném pořadí tehdy, kdy jsou data přijímána z PSTN. Nevýhodou tohoto druhu připojení je znemožnění využívání linky pro hovorové služby. Vytáčené připojení postupně ustoupilo do pozadí kvůli nedostatečné přenosové rychlosti 56 kbit/s a z důvodu nástupu technologie DSL[14] [10].

2.5.2 DSL

Výše uvedené vytáčené připojení využívá už existující telefonní infrastrukturu stejně, jako ji využívá technologie DSL. Klíčovým rozdílem mimo technické parametry je schopnost koexistence připojení k internetu a hovorových služeb na jedné lince. Výhodou je také to, že při každé komunikaci není nutné vytáčet připojení, ale služba je dostupná neustále. Tato technologie je postavena na odesílání digitálního signálu skrze telefonní linky o větší frekvenci, než jsou přenášeny hlasové služby, které jsou obecně přenášeny na frekvencích vyšších než 4 kHz. DSL modemy umožňují použití frekvencí až přes 1 MHz. Tím se otvírá značně velká šířka pásma použitelná pro přenos digitálních informací.

Využití technologie DSL je postaveno na několika zásadních technických prvcích. V prvé řadě se jedná o DSL modem na straně zákazníka a následně splitter, který slouží jako oddělovač standardních telefonních služeb a datových služeb DSL technologie. Díky splitteru je umožněno přenášet hovorové služby a datové služby DSL technologie po jednom metalickém vedení. Na straně poskytovatele je opět umístěn splitter, který rozdělí komunikaci na dva toky. Dalším důležitým prvkem na straně poskytovatele, bez kterého by nebylo DSL možné, je DSLAM[15]. Zařízení DSLAM sdružuje několik desítek až stovek datových toků, které jsou z jednotlivých telefonních linek odkloněny pomocí splitteru a vytváří jeden vysoce kapacitní datový tok, který je dále odesílán k poskytovateli služby. Existuje velké množství jednotlivých variant technologie DSL. Obecně proto mluvíme o DSL jako o xDSL. Varianty DSL sdílejí stejné základní technické schéma, avšak liší se ve značném množství parametrů. Jedná se například o přenosové rychlosti, dosah služby a symetričnost či asymetričnost služby.

[13] PSTN = Public switched telephone network
[14] DSL = Digital Subscriber Line
[15] DSLAM = Digital Subscriber Line Access Multiplexor

2.5.3 PLC a BPL

Dosud zmíněné technologie komunikace jsou založeny na jiné než vlastní elektrické infrastruktuře. Právě idea komunikace po elektrickém vedení (dále PLC[16]) je využitím stávající elektrické infrastruktury. Pro technologie PLC je často analogicky používán pojem pro širokopásmovou variantu PLC (dále BLP[17]), která je generačním nástupcem klasické PLC. PLC byla a je používaná pro různé účely. Zejména se jedná o využití ve formě interkomů a motivací pro využívání PLC je zejména ušetření na kabeláži. Jak bylo řečeno, technologie PLC/BLP je používaná už řadu let, avšak její významný nástup lze spojovat zejména s nástupem AMI/AMR. Technologie PLC využívá už existujícího elektrického vedení pro přenos požadované informace. Principem této technologie je, že informace je modulována na vyšší frekvenci, než jaká je frekvence vlastního elektrického napětí.

2.5.4 Mobilní sítě

Pro všechny předchozí způsoby přenosu informace je společné, že přenos je realizován po metalických linkách různého určení. Přenos skrze fyzické metalické kabely s sebou nese pozitiva, ale i negativa. Další alternativou je využití bezdrátového přenosu informace. Nejvýznamnější z těchto technologií je využití mobilní sítě pro přenos požadované informace. Mobilní sítě jsou dnes nejvýznamnější modelem komunikace. Vznik mobilních sítí, respektive tohoto způsobu komunikace, se datuje do 80. let 20. století. Od té doby probíhá neustálý rozvoj této technologie, který je charakterizován postupným přechodem na nové vyšší generace mobilních sítí.

Nejvýznamnější generací mobilních sítí je 2. generace ve formě technologie GSM[18]. Tuto generaci můžeme popsat jako digitální buňkový mobilní radiotelefonní systém. Existuje několik typů buněk podle velikosti oblasti, o kterou se stará a to konkrétně makro, mikro, piko a deštníková buňka. GSM využívá několik frekvenčních pásem a to konkrétně pásma 900, 1800 a 1900 MHz. Oproti 1. generaci vykazuje mnohem lepší výsledky, jak z hlediska zabezpečení, tak přenosové rychlosti. GSM bylo rozšířeno na 2,5 generaci ve formě GPRS[19] s následným rozšířením o EDGE[20] na 2,75 generaci. Technologie GPRS a EDGE umožňují vyšší přenosové rychlosti než samotné GSM. Zavádí do světa mobilních sítí paketový způsob přenosu dat. Po 2. generaci GSM následuje 3. generace ve formě technologie UMTS[21] a 4. generace ve formě technologie LTE[22] [12] [13]. Tyto generace soustavně zvyšují možnou přenosovou rychlost.

[16] PLC = Power Line Communication
[17] BLP = Broadband over Power Lines
[18] GSM = Global System for Mobile Communication
[19] GPRS = General Packet Radio Service
[20] EDGE = Enhanced Data for GSM Evolution
[21] UMTS = Universal Mobile Telecommunications System
[22] LTE = Long Term Evolution

2.6 Microgrid

Microgrid je pojem, který je v souvislosti se Smart Grids často zmiňován. Nejlepší bude uvést definici z literatury, která věrně zachycuje pojem microgrid. Steve Bossart ho v materiálu DOE Perspective on Microgrids definuje následovně [14]: *„Microgrid je skupina propojených zátěží a zdrojů distribuované energie s jasně definovanými elektrickými hranicemi, které se chovají jako jedna kontrolovatelná entita s respektem k síti. Microgrid se může připojovat a odpojovat od sítě. Díky těmto operacím může pracovat buď v módu, kdy je microgrid připojen do sítě, nebo v takzvaném „ostrovním" módu, kdy je microgrid odpojen od sítě."*

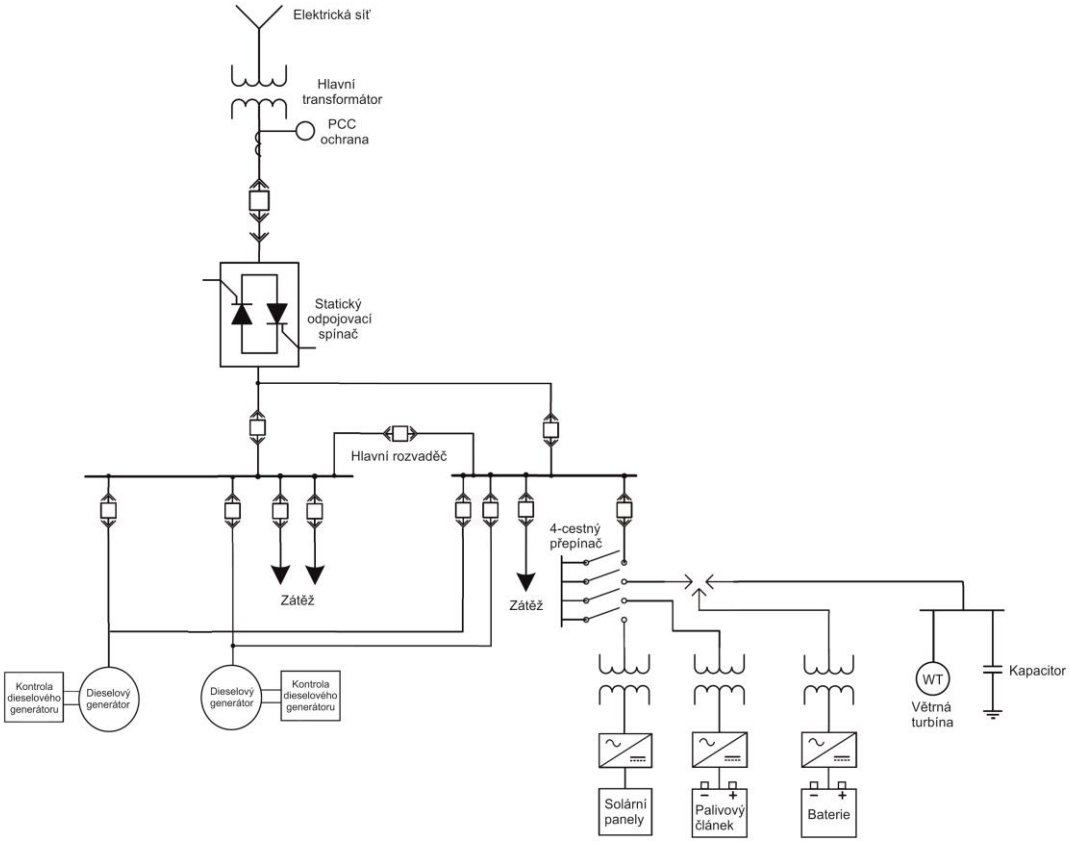
V normální situaci je microgrid připojen do sítě a chová se jako běžná součást. To je jen zdánlivě statické chování microgridu. Podstata je v tom, že microgrid se v případě problémů sítě odpojí a pracuje v už zmiňovaném „ostrovním módu". Mircogrid by měl být schopný v krátkodobém časovém úseku uspokojovat svoji spotřebu elektrické energie z akumulátorů a následně při delším časovém úseku využít vlastní kapacity pro výrobu elektrické energie.

Pro názornou představu toho, jak vypadá microgrid, byla zvolena poměrně nedávná realizace microgridu ve formě věznice Santa Rita. Věznice Santa Rita je statní nápravné zařízení nacházející se ve městě Dublin, kraj Alameda, stát Kalifornie. Grafické vyjádření věznice ve formě realizovaného microgridu je možné vidět na obrázku 2.1. Tato věznice má kapacitu 4000 vězňů. Rozkládá se na ploše 0,46 km^2. Na případu této věznice byl realizován výzkumný projekt organizace CERTS[23]. Cílem bylo reálně prozkoumat a navrhnout řešení, které by mělo potenciál ke komercionalizaci microgridu. Tento návrh počítá s tím, že bude možné automaticky a bezproblémově přejít do módu, kdy dodávka elektrické energie v případě výpadku sítě bude zajišťována za pomoci vnitřních zdrojů ve formě solárních panelů či jiných zdrojů výroby energie. Tyto možnosti byly ještě před samotnou realizací testovány v laboratorních podmínkách a až následně instalovány ve věznici Santa Rita. Cílem testování bylo vylepšit parametry sítě, tak že bude docíleno větší spolehlivosti a úspor za elektrickou energii ve stavu, kdy je microgrid připojen k vnější elektrické síti.

Ve věznici Santa Rita už před samotnou realizací existovaly různé prvky, které se daly využít, a proto bylo rozhodnuto o jejich integraci do projektu CERTS microgridu [15]. Koncept CERTS microgridu integroval obnovitelné zdroje energie a to konkrétně 1,2 MW fotovoltaický zdroj, 1 MW palivový článek a dva konvenční 1,2 MW dieselové generátory. Do věznice byly přidány dva velkokapacitní akumulátorové systémy o kapacitě 2 a 4 MWh, rychlý statický odpojovací přepínač a kapacitor o kapacitě 900

[23] CERTS = Consortium for Electric Reliability Technology Solutions

kVAR. Projekt také přidal k dieselovým generátorům nové inteligentní řízení, které umožňuje promptně reagovat na požadavek jejich zapnutí.



Obrázek 2.1: Prakticky realizovaný microgrid ve věznici Santa Rita [12]

2.7 Zdroje obnovitelné energie

Zdroje obnovitelné energie jsou významným prvkem při uvažování o Smart Grids. Jedná se o zdroje, které jsou neustále obnovovány a nelze je vyčerpat. Teoreticky vyčerpatelné jsou, ale existuje jakýsi úzus, že časový horizont vyčerpatelnosti je příliš vzdálený. Pravým opakem jsou neobnovitelné zdroje, kde budou tyto zdroje pravděpodobně vyčerpány do desítek či stovek let. Bodově jsou zde uvedeny a popsány jednotlivé významné zdroje obnovitelné energie [16]:

- **Vodní energie:** Výroba elektrické energie z vody je jeden z nejčastěji používaných zdrojů obnovitelné energie. Pro výrobu elektrické energie je zde využívána voda, respektive její kinetická energie. Tato výroba elektrické energie je situována na toky řek, kde je nejčastěji spolu s vodní elektrárnou vybudována vodní přehrada. Využití vodní energie je limitováno rychlostí a mohutností vodního toku řek. I přes pozitivum, že vodní energie je vysoce ekologická, má vybudování vodních přehrad velký vliv na celý ekosystém;

- **Solární energie:** Výroba solární energie je přímo závislá na intenzitě slunečního záření a celkové době sluneční svitu. Obecně je možné využít solární technologii k poskytnutí vytápění, světla, teplé vody, elektrické energie a klimatizace. Základem pro výrobu solární energie je solární kolektor. Existuje množství rozdílných kolektorů pracujících na odlišném principu, které se liší v principu funkce. Nejznámějším je fotovoltaický panel, který přímo transformuje zachycené sluneční záření v elektrickou energii. Donedávna byla největším negativem vysoká cena a malá účinnost solární technologie. Zejména cena se v posledních letech rapidně snižuje a to zvyšuje potenciál výroby solární energie [4];

- **Větrná energie:** Výroba elektrické energie z větru je v posledních letech na vzestupné tendenci. Jedná se o obnovitelný zdroj s největším procentuálním nárůstem využívání. Podstatou výroby je vybudování větrných turbín na místech, kde jsou stabilní a silné větry. To je nutnou podmínkou pro ekonomičnost takovéto výroby elektrické energie. Využívání větrné energie skýtá i určité problémy. Donedávna byl problém zejména hluk způsobený otáčením rotoru, který byl ale v nové generaci větrných turbín značně zredukován. Dalším problémem byli turbínou usmrcení ptáci, jejichž počet byl považován za značný. Tento fakt byl ale v nejnovějších studiích vyvrácen;

- **Energie z biomasy:** Výroba energie z biomasy je stejně jako větrná energie na poměrně velkém vzestupu. Při této výrobě se využívají vypěstované plodiny, které jsou buď vypěstované přímo pro účel výroby elektrické energie, nebo jsou využity zbytky po zpracování plodin jiným způsobem. Pro výrobu elektrické energie je nejčastěji využito spalování daných plodin, které generuje páru a následně pohání turbínu produkující elektrickou energii. Výroba energie z biomasy je efektivním využitím zejména zbytků vypěstovaných plodin či dřeva. Značnou nevýhodou je zejména to, že kvůli pěstování žádaných plodin se snižuje biodiverzita na daném území;

- **Geotermální energie:** Geotermální energie využívá přirozeného zdroje tepla produkovaného v jádru Země k produkci tepla či elektrické energie. Tento zdroj obnovitelné energie je kontinuální a jsou s ním spjaty jen malé emise. Stejně jako v případě výroby energie z biomasy je zde využita pára k rozpohybování turbíny a tedy k výrobě elektrické energie.

2.8 Akumulace elektrické energie

Už od počátků rozvoje energetiky byla snaha efektivně uložit vyrobenou elektrickou energii pro pozdější spotřebu. V budoucích inteligentních elektrických sítích budou hrát akumulátory jednu z hlavních rolí a jejich význam v energetice naroste. V oblasti energetiky se používá možnost akumulace v přečerpávacích vodních elektrárnách. Další možnosti akumulace nenašly v oblasti energetiky významného použití, ale s rozvíjející se soudobou technologií je to jen otázka času. Problémem ostatních technologií je omezená životnost, vysoká pořizovací hodnota a malá kapacita daných akumulátorů. Bodově jsou zde uvedeny a popsány jednotlivé technologické možnosti akumulace elektrické energie [17]:

- **Olověné akumulátory:** Bezesporu nejrozšířenějším typem akumulátoru je olověný akumulátor. Je použit v množství zařízení jako například v automobilech, kde se s nimi běžný uživatel setká nejčastěji;

- **Pokročilé elektrochemické akumulátory:** Tyto akumulátory jsou modernější náhradou za olověné akumulátory. Pokročilé elektrochemické akumulátory jsou založeny na prvku niklu v kombinaci s prvky jako železo nebo lithium. Tyto akumulátory umožňují využít násobně větší kapacitu baterie. Značnou nevýhodou je vysoká cena těchto akumulátorů a toxicita niklu;

- **Setrvačníkové akumulátory:** Setrvačníkový akumulátor je historicky první používaný akumulátor. Tento akumulátor se poprvé uplatnil u hrnčířského kruhu, v době průmyslové revoluce u parních strojů a dnes u množství rozličných strojů. Principem je předávání energie na úkor vlastních otáček s malým zpožděním;

- **Tlakovzdušné akumulační elektrárny:** Jedná se o variantu, kdy je využito přebytečné produkce elektráren s plynovými turbínami. Přebytečný elektrický výkon je akumulován pomocí vhánění vzduchu do utěsněných podzemních jeskyní nebo důlních kaveren;

- **Přečerpávací elektrárny:** Jedná se o nejčastější způsob, jak akumulovat velké elektrické výkony. Princip je založen na vybudování dvou nádrží, které se liší výškovým položením, kde jedna je vysoko nad druhou. V době, kdy je v síti přebytek, se voda přečerpává z dolní nádrže do horní nádrže. Pokud je potřeba uvolnit zadržený výkon energie ve formě potencionální energie, je voda vypuštěna z horní nádrže do dolní a tato voda proběhne turbínou, kde je generována elektrická energie.

2.9 Stav v oblasti Smart Grids

V současné době jsou inteligentní elektrické sítě pouze jakousi představou, protože nikde na světě nedošlo k masivnímu nasazení všech prvků Smart Grids. Samozřejmě dochází k instalaci inteligentních elektrometrů a dalších technologií, ale pouze v omezeném množství v lokálních projektech. Smart Grids jsou s ohledem k setrvačnosti energetického sektoru považovány za otázku budoucnosti a jejich výzkumu, nasazování a testování dochází zejména v rozvinutých ekonomikách. V následujících bodech budou uvedeny země, kde probíhají významné projekty v oblasti Smart Grids [18]:

- **Austrálie:** Stejně jako Evropská unie si Austrálie vytyčila za cíl zvýšit do roku 2020 podíl produkce elektrické energie z obnovitelných zdrojů na 20 % a zároveň ratifikovala Kjótský protokol. Vzhledem k tomuto cíli je nutné vyvíjet určité aktivity v oblasti Smart Grids. Austrálie je velkým exportérem uhlí a je také energeticky ze 77 % na této komoditě závislá. Austrálie je atypickou zemí, kde existuje množství distribučních sítí, které nejsou často ani vzájemně propojené. V letech 2006–2007 trpěla Austrálie nedostatkem elektrické energie, a proto bylo rozhodnuto o značných investicích nejen v podobě navýšení kapacit produkce elektrické energie, ale i v oblasti Smart Grids.

  V současnosti se realizují dva významné projekty. V obou projektech se testuje chybovost sítě, sledování kvality dodávky a automatizace sítě. V síti se také testuje distribuovaná produkce a ukládání elektrické energie. V prvním případě je zapojeno přes 4000 zákazníků a několik 11 kV distribučních transformátorů. V druhém případě se jedná o několik tisíc domácností;

- **Kanada:** Jedná se o zemi, kde je téma Smart Grids velice významné. Kanada je z 55 % energeticky závislá na výrobě vodní elektřiny. Původně země ratifikovala Kjótský protokol, ale později svůj podpis odvolala. Jediným cílem, který si Kanada vytkla je snížit emise CO_2 o 20 % oproti roku 2005 do roku 2020, avšak jedná se pouze o dobrovolný, ale nevymahatelný cíl. Elektrická síť je velice stabilní díky propojenosti s elektrickou sítí Spojených států amerických.

  V současnosti jsou realizovány tři významné projekty, které by měly prověřit funkčnost různých prvků Smart Grids. Prvním realizovaným projektem je zvýšený monitoring sítě napojené na vodní elektrárnu v provincii Manitoba. Předpokladem bylo, že v budoucnu bude nedostatek elektrické energie a bude třeba navýšit kapacitu celé elektrárny, avšak se zvýšeným monitoringem sítě a optimalizací přenosu elektrické energie to nebude nutné. Druhým projektem je oblast kolem vodní elektrárny v oblasti města Québec. Problémem je zde zejména nestabilita napěťové úrovně díky napojení na blízkou elektrickou síť Spojených států amerických, a proto zde byla nainstalovaná široká škála technologií, jejichž cílem je zamezit napěťové nestabilitě. Díky tomuto projektu

došlo k významnému zlepšení parametrů celé sítě. Třetím projektem je instalace 4,5 milionů inteligentních elektrometrů v oblasti Ontaria. Cílem je snížit odběrovou špičku o 5 až 8 % za pomoci výrazně proměnné ceny elektrické energie, ke které bude moci dojít díky instalaci inteligentních elektrometrů;

- **Velká Británie:** Ve Velké Británii si dali za cíl zredukovat emise CO_2 oproti roku 1990 o 80 % do roku 2050 a zajistit 15% podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektrické energie. Velká Británie je primárně závislá na výrobě elektrické energie z uhlí a plynu.

  V současnosti se realizují dva významné projekty v oblasti Smart Grids. Prvním projektem je tzv. „Londýn s nízkými emisemi“. Jedná se o demonstrační projekt. Cílem je integrovat co nejvíce nízkoemisních technologií. Tyto technologie zahrnují instalaci velkého množství fotovoltaických panelů, 5000 inteligentních elektrometrů, 100 elektrických automobilů a 1500 dobíjecích stanic na tyto automobily, tepelná čerpadla a centrální systém řízení distribuční sítě. Cílem je sledovat interakce těchto technologií. Druhým projektem je vytvoření prvního kryogenního úložiště elektrické energie. Tato technologie je založena na tlakovzdušné technologii zmíněné v předchozí kapitole, kdy je natlakovaný vzduch zchlazen na -200 °C. Tato elektrická energie je využita v odběrových špičkách;

- **Japonsko:** Situace Japonska se v posledních letech prudce mění a komplikuje. Původně Japonsko schválilo přijetí Kjótského protokolu, kde se zavázalo k redukci emisí CO_2 o 6 % oproti roku 1990 do roku 2030. Plán původně počítal s tím, že 50 % spotřebované elektrické energie bude uspokojeno z jaderných elektráren. Tento plán padl s havárií jaderné elektrárny ve Fukušimě, která nejenom vyřadila z provozu jeden jaderný zdroj výroby elektrické energie, ale zároveň změnil celkovou politiku japonské vlády, která rozhodla o omezení výroby elektrické energie z jaderných zdrojů. Vzhledem k těmto skutečnostem trpěla japonská ekonomika nedostatkem elektrické energie a častými výpadky a to způsobilo i vzrůstající zájem o oblast Smart Grids.

  V Japonsku je v současnosti realizován asi největší počet projektů na světě. Dá se říct, že se jedná o sedm významných projektů. Budou zmíněny alespoň dva významné projekty. Prvním z nich je vytvoření demonstračního microgridu v oblasti města Aomori. Jedná se o privátní distribuční síť s nadzemním elektrickým vedením. Cílem je zkoušet schopnost microgridu odpojovat se a určitou dobu být schopný fungovat v takzvaném „ostrovním módu“. Druhým projektem je podpora elektrických automobilů v oblasti města Yokohama. Tento projekt počítá s využitím 2000 elektrických automobilů. Cílem je snížit produkované emise CO_2 v městském prostředí Yokohamy;

- **Spojené státy americké:** Energetická situace Spojených států amerických je poměrně stabilní, ale stále se jedná o zemi, která je největším importérem ropy na světě. Země je také značně závislá na výrobě elektrické energie z fosilních paliv a to konkrétně uhlí a plynu. Tato země se také nepřidala ke Kjótskému protokolu, a tak nemá žádné legální závazky vůči jiným subjektům, že sníží emise CO_2. Nezávazně však přislíbila snížit vypouštěné emise CO_2 o 17 % oproti roku 2005 do roku 2020. Stability elektrické sítě se dosahuje nadnárodním propojením v rámci Severní Ameriky.

  V současnosti jsou realizované tři významné projekty v oblasti Smart Grids. Prvním z nich je realizovaný projekt v podobě instalace 60 000 inteligentních elektrometrů v pěti sousedních státech a to konkrétně ve státech Montana, Washington, Idaho, Oregon a Wyoming. Cílem je opět testovat určité prvky Smart Grids a obecně zvyšovat efektivitu testované sítě. Zbývající dva projekty jsou opět primárně o instalaci určitého počtu inteligentních elektrometrů, ale zároveň klade značný důraz na zavedení zvýšené automatizace do celé sítě pomocí rozličných technologií. Dohromady v obou projektech bude nainstalováno přes 5 milionů inteligentních elektrometrů.

3. Procesní řízení

3.1 Úvod

V této kapitole bude obecně popsána oblast procesního řízení, protože další část se bude zabývat procesním modelem eTOM[24], k jehož pochopení je nutné znát teoretické pozadí. Procesní řízení je dnes nezbytnou součástí činnosti téměř každé organizace a postupem času nahradilo funkční řízení. Procesní řízení je spjato zejména s nástupem podnikových informačních systémů.

Na případu funkčního řízení se dá poměrně jednoduše popsat, proč jej nahradilo procesní řízení. Podstatou funkčního řízení je rozdělení pracovníků společnosti do jednotlivých týmů, které se specializují na velice specifickou činnost. Základem je tedy dovednost jednotlivých pracovníků, respektive týmů lidí. Tento fakt vychází z historické představy, že tým pracující ve stejné oblasti se řídí výrazně jednodušeji. Výhodou tohoto systému je především to, že jednotlivé týmy se v daných činnostech opakováním či cílenou snahou zlepšují, avšak jednotlivým týmům nezáleží na celkovém výsledku organizace. Představa funkčního řízení selhává zejména ve znalostní ekonomice. Funkční řízení skýtá několik zásadních nevýhod, které právě procesní řízení odstraňuje či výrazně redukuje. Jednotlivé oblasti nevýhod funkčního řízení by se daly rozdělit [19]:

- **Snaha o zlepšování jedné činnosti na úkor ostatních:** Pokud dojde k vylepšení jedné části systému, pak se může stát, že celý systém začne vykazovat horší výsledky;
- **Komunikační bariéra:** Nejvýznamnějším problémem funkčního řízení je komunikační bariéra vznikající ostrým oddělením jednotlivých skupin. Tento nedostatek výrazně souvisí i s předcházejícím nedostatkem při vylepšování jedné činnosti, protože toto vylepšení není řádně komunikováno ostatním skupinám;
- **Vyvození odpovědnosti:** U funkčního řízení se setkáváme s problémem vyvození zodpovědnosti především z důvodu toho, že chybí popis postupu práce a definice odpovědnosti za jednotlivé kroky;
- **Předávání znalostí:** Při jednoznačném popisu postupu práce jsou všechny potřebné znalosti pro vykonání dané činnosti poměrně jednoduše předatelné. V případě funkčního řízení, kde tento celkový popis práce chybí, nastává problém například při výměně pracovníka jednotlivého týmu, kdy se ztrácí jeho vytvořený myšlenkový postup práce vycházející z nabytých zkušeností;

[24] eTOM = enhanced Telecom Operations Map

- **Reakce na změny:** V tržním prostředí společnost s funkčním řízením velice obtížně reaguje na nastalé změny. Tyto změny jsou realizovatelné, ale způsobují firmě nemalé potíže a značně zhoršují výstup celého systému.

Z uvedených nedostatků funkčního řízení lze vyvodit, že procesní řízení je pro většinu společností preferovanou variantou. Přechod od funkčního řízení k procesnímu řízení u drtivého počtu organizací už proběhl. Tento přechod je vynucen aplikováním mezinárodních norem například organizace ISO[25], které procesní řízení vyžadují. Přechod od funkčního řízení je náročný proces, kde je největší tlak vyvíjen na pracovníky, kteří musí změnit svoje pojetí pracovní náplně. Tento proces je bolestivý, ale v dlouhodobém výhledu se jedná v konkurenčním prostředí o nutný krok. Základním pojmem, který nás u procesního řízení zajímá, je pojem proces. Tento pojem bude důkladně rozebrán v následující kapitole 3.2.

3.2 Proces

Proces se stal oblíbeným pojmem, který je dnes používán velice často. Značným problémem je, zda je pojem dostatečně jasný. Jedná se o to, že se sice mluví o procesech, ale panuje nepochopení toho, že s pojmem proces potažmo procesní řízení souvisí velké množství změn, které musí být ve společnosti provedeny. Pro představu pestrosti definic pojmu proces bude uvedeno několik definic z literatury.

Norma ČSN EN ISO 9001:2001 definuje chápání pojmu proces jako [20]: *„Soubor vzájemně souvisejících nebo působících činností, které využívají zdroje a přeměňují vstupy na výstupy.“*

Monika Grasseová a kolektiv definují v knize Procesní řízení z roku 2008 proces jako [21]: *„Strukturovaný sled navazujících činností popisujících tok práce – postup tvorby přidané hodnoty – postupující od jednoho pracovníka ke druhému (v případě složitých procesů z jednoho útvaru do druhého), poskytující měřitelnou službu nebo výrobek internímu nebo externímu zákazníkovi za předpokladu přeměny vstupů na výstupy a využívání zdrojů.“*

Václav Řepa definuje v knize Podnikové procesy – procesní řízení z roku 2006 proces jako [22]: *„Souhrn činností, transformujících souhrn vstupů na souhrn výstupů (zboží nebo služeb) pro jiné lidi nebo procesy, používajíce k tomu lidi nebo nástroje“.*

Ludmila Hromková a Zuzana Tučková v knize Reengineering podnikových procesů z roku 2008 charakterizuje proces jako [23]: *„Posloupnost sekvenčních aktivit, které mají společný cíl. Proces se spouští nějakým signálem na vstupu a podle definovaných*

[25] ISO = International Organization for Standardization

procedur s využitím přidělených zdrojů organizace vytváří určitý výstup pro definovaného zákazníka, ať už externího, nebo interního.“

Z definice pojmu je zřejmé, že jádro sdělení je stejné. Jedná se obecně o sled činností, kde přidaná hodnota jednotlivých činností vytváří v konečném důsledku žádaný výstup. Přidaná hodnota jednotlivých činností je vytvářena za pomoci zdrojů v prostředí, jehož parametry lze regulovat. Jednotlivé činnosti jsou prováděny jedním člověkem na jednom místě a tyto činnosti jsou dále nedělitelné. Proces tedy můžeme shrnout do několika bodů [23]:

- Proces je spouštěn určitým vstupem;
- Funkčnost procesu závisí na procedurách a zdrojích;
- Všechny procesy mají své zákazníky, ať už jsou to interní či externí zákazníci;
- Proces probíhá opakovaně a sekvenčně;
- Proces lze dekomponovat na subprocesy a aktivity;
- Každý proces má svého vlastníka.

3.2.1 Charakteristiky procesů

Procesy se dají dle Moniky Grasseové a kolektivu v knize Procesní řízení z roku 2008 hodnotit pomocí osmi základních charakteristik [21]:

- **Cíl:** Nehodnotí se cíl procesu, ale cíl celé organizace. Procesy jsou tedy uzpůsobeny tak, aby v konečném důsledku plnily cíle organizace. Tyto cíle musí být stanoveny na úrovni nejvyššího vedení organizace a je vhodné, aby pracovníci znali tyto cíle a věděli, proč jednotlivé činnosti provádí;
- **Měřitelné ukazatele:** Měřitelné ukazatele neboli metrika či indikátor plnění cílů hodnotí, do jaké míry jsou plněny samotné cíle procesů a také strategické cíle celé organizace;
- **Vlastník procesu:** Vlastníkem procesu v pojetí procesního řízení je pracovník, který je zodpovědný za dosahování cílů procesu, monitorování, efektivní fungování, řešení problémů a systematické zlepšování tohoto procesu;
- **Zákazník:** Interní či externí subjekt, kterému jsou určeny výsledky procesu. Tím může být osoba, organizace nebo další subjekt. Interní subjekt využívá výstup procesu jako vstup do svého procesu;

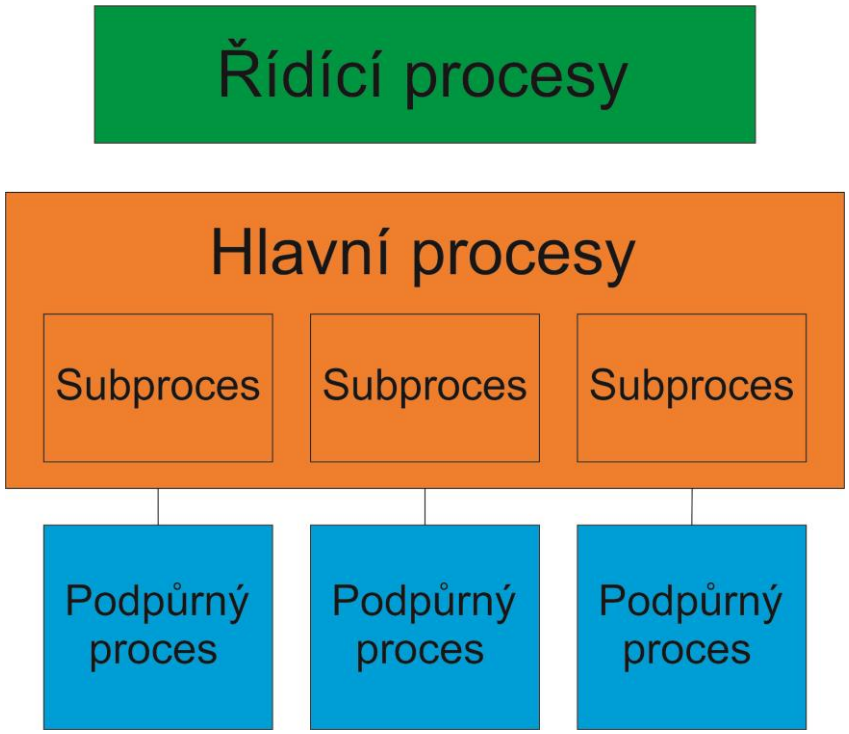
- **Vstup/výstup procesu:** Vstup do procesu je iniciátorem výstupu. Původ vstupu může být interní či externí. Za pomoci zdrojů (materiál, technologie, lidské zdroje, finanční zdroje apod.) je vstup přeměněn na žádaný výstup. Výstup může být v množství různých forem (informace, výrobek apod.);
- **Riziko procesu:** Možnost nenadálé situace, která by mohla narušit proces a ohrozit výstup procesu, a tak ohrozit i strategické cíle celé organizace;
- **Regulátory řízení:** Trvale platná pravidla, která ovlivňují provádění procesu. Jedná se o předpisy, zákony a normy;
- **Zdroje:** Zdroje jsou spolu se vstupem nezbytnými prvky při vytváření výstupů procesů.

3.2.2 Dělení procesů

Procesy můžeme dělit z několika hledisek. Základním hlediskem, podle kterého lze hodnotit jejich význam, je důležitost a účel. Souvislost těchto typů procesů může být viděna na obrázku 3.1. Pro přehled jsou uvedeny jednotlivé typy procesů dle významu [21]:

- **Hlavní procesy:** Jedná se o klíčové procesy, které jsou hlavním důvodem existence organizace. Každá organizace je mírně odlišná, proto nelze generalizovat, které konkrétní procesy jsou hlavní. Tyto procesy vždy vytváří danou přidanou hodnotu, která je vlastním důvodem podnikání dané organizace. Od toho se odvíjí, že tyto procesy jsou vždy mapovány přednostně. Hlavní procesy se většinou dělí na subprocesy, které vykonávají menší díly činností. Obecně se o hlavních procesech dá říct [19]:
    - Přinášejí společnosti zisk;
    - Jsou navenek viditelné;
    - Jednoduše identifikovatelné;
    - Jsou značně komplikované.
- **Řídící procesy:** Jedná se o manažerské procesy, které zajišťují samotné fungování organizace. Přispívají k fungování organizace jako takové tím, že řídí klíčové činnosti organizace. Jedná se například o plánování, vytváření strategie, audity a podobně. Tyto činnosti samy o sobě nepřináší zisk, ale fungující řídící procesy jsou nezbytné pro kladný hospodářský výsledek organizace. Jejich mapování se provádí ze všech procesů naposledy;

- **Podpůrné procesy:** Jedná se o procesy, které stejně jako řídící procesy nepřináší přímý zisk. Tyto procesy jsou vydělené z hlavních procesů a poskytují vstupy do hlavních procesů. Jsou nezbytné pro fungování hlavních procesů. Většinou se mapují hned po hlavních procesech.



Obrázek 3.1: Schéma souvislosti základních druhů procesu dle účelu [19]

Vlastnost	Hlavní procesy	Řídící procesy	Podpůrné procesy
Proces přidává hodnotu	Ano	Ne	Ano
Proces produkuje tržby	Ano	Ne	Ne
Proces má externí zákazníky	Ano	Ne	Ne

Tabulka 3.1: Vlastnosti hlavních, řídících a podpůrných procesů [23]

Dalším hlediskem, podle kterého lze dělit procesy, je jejich časové rozpětí [21]:

- **Trvalé procesy;**
- **Dočasné procesy.**

Poslední hlediskem, podle kterého lze dělit procesy, je jejich struktura [23]:

- **Datové procesy:** U těchto procesů je jasně dáno pořadí prováděných činností. Toto pořadí je neměnné. Tyto procesy jsou také někdy nazývány „tvrdé procesy“.

Typicky si lze představit výrobní linku a postupnou výrobu automobilu na pásové lince;

- **Znalostní procesy:** U těchto procesů je sice pořadí činností dáno, ale vzhledem k okolnostem může být změněno. Tyto procesy jsou také někdy nazývány „měkké procesy“. Typicky se jedná o tvůrčí přístup.

3.3 Procesní mapování

Fiala a Ministr v knize Průvodce analýzou a modelováním procesů z roku 2003 definují procesní mapování jako [24]: „Disciplínu procesní analýzy, která poskytuje nástroj a ověřenou metodologii k identifikaci stávajících procesů ve firmě (procesů „jak to je“) a lze ji využít jako návod pro zlepšování podnikových procesů (procesů „jak to má být“).“

Procesní mapa je důležitým nástrojem, který je úzce spjatý s využíváním procesů. Vizuálně zobrazuje jednotlivé kroky v procesu, a tak umožňuje lepší chápání průběhu procesu. Existuje množství úrovní, ze kterých se lze na procesní mapu dívat. Tyto úrovně se liší detailem zobrazení od jednotlivých úkonů konkrétních procesů až po skupiny podobných procesů vyjádřitelných jednou entitou. Procesní mapování je nezbytné zejména v případě, kdy naroste počet procesů do neúměrných mezí a je nutné je adekvátním způsobem zobrazovat. K zobrazení velkého množství procesů slouží právě ona procesní mapa, kde jsou procesy podobného zaměření reprezentovány jednou entitou. Hlavním kritériem a cílem je přehlednost takovéto mapy. Procesní řízení poskytuje značné výhody vyjádřitelné bodově [24]:

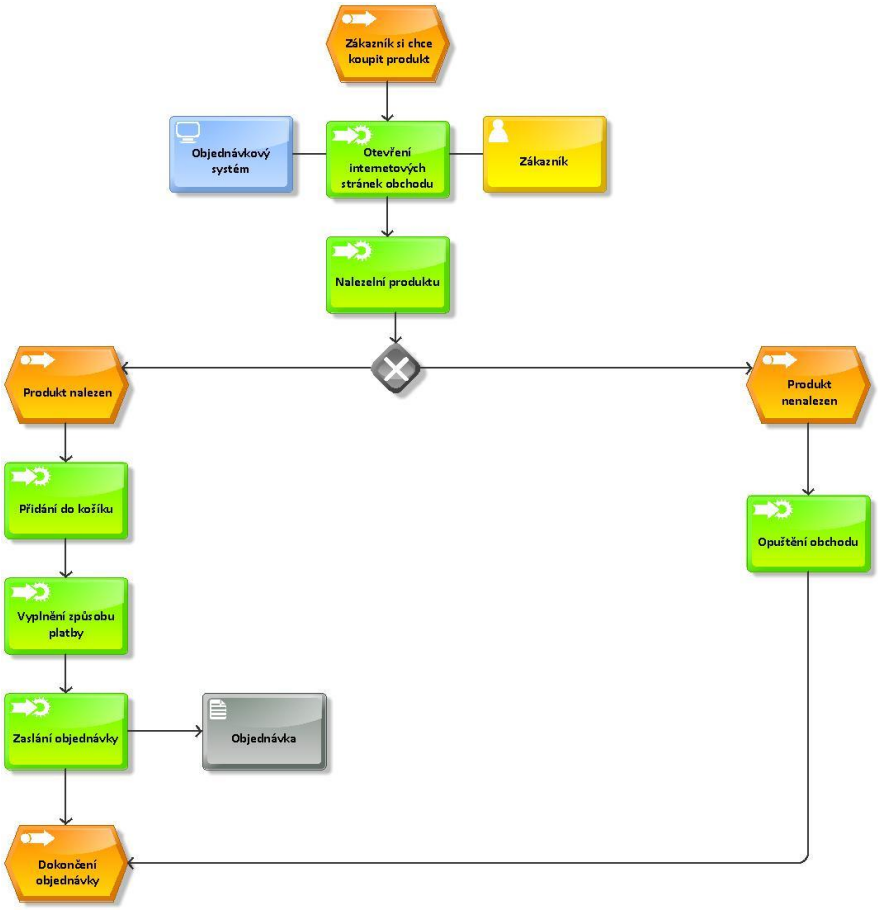
- Umožňuje kompletní pohled a pochopení pojmu proces díky jeho vizualizaci;
- Umožňuje poměrně jednoduše zjistit, zda je proces efektivní. Pokud není, je následně sjednána náprava a proces je vylepšen;
- Přesně a jednoduše dokumentuje jednotlivé na sebe navazující činnosti obsažené v procesu;
- Značně usnadňuje rozhodnutí o nutnosti vylepšení konkrétních oblastí procesní mapy.

3.4 Příklad jednoduchého procesu

Pro reálnou představu namodelování jednoduchého procesu bude použit program ARIS Express. V tomto programu bude realizován proces jednoduché sekvence činností při nákupu v internetovém obchodě. Je jasné, že v tomto případě bude vstupem do procesu

lidská činnost či jinak řečeno touha něco koupit. Jelikož se jedná o internetový obchod, zdrojem pro vykonávání činností je obecně především software.

Bude procesně namodelován jednoduchý případ, kdy si zákazník chce koupit konkrétní produkt v konkrétním internetovém obchodě. Výchozí stav je tedy ten, že zákazník se nachází v internetovém prohlížeči a chystá se otevřít stránky internetového obchodu, poté produkt nalezne a zakoupí. V případě, že produkt nenalezne, tak internetový obchod promptně opouští. Na obrázku 3.2 je vidět model procesu vytvořeného v prostředí programu ARIS Express. Iniciátorem výkonu procesu je touha zákazníka koupit zboží. Zákazník si otevře stránky internetového obchodu. Pro obsluhu dalších činností je nutné mít objednávkový systém, který nám vyplňuje prohlížeč daty. Samozřejmě je také nutné nastavit kupujícímu jeho roli. Následně se zákazník snaží svůj vybraný produkt nalézt pomocí vyhledávání. Proces se rozděluje na dvě větve, kdy parametrem, který rozhoduje o konkrétní větvi je to, zda objednávkový systém nalezne či nenalezne požadovaný produkt. V případě, že je produkt nalezen, vykonávají se dále standardní činnosti, jako jsou přidání produktu do virtuálního košíku, platba a odeslání objednávky. V případě nenalezení produktu je vykonáno pouze opuštění internetového obchodu. Obě situace vyústí k ukončení celého procesu [25].

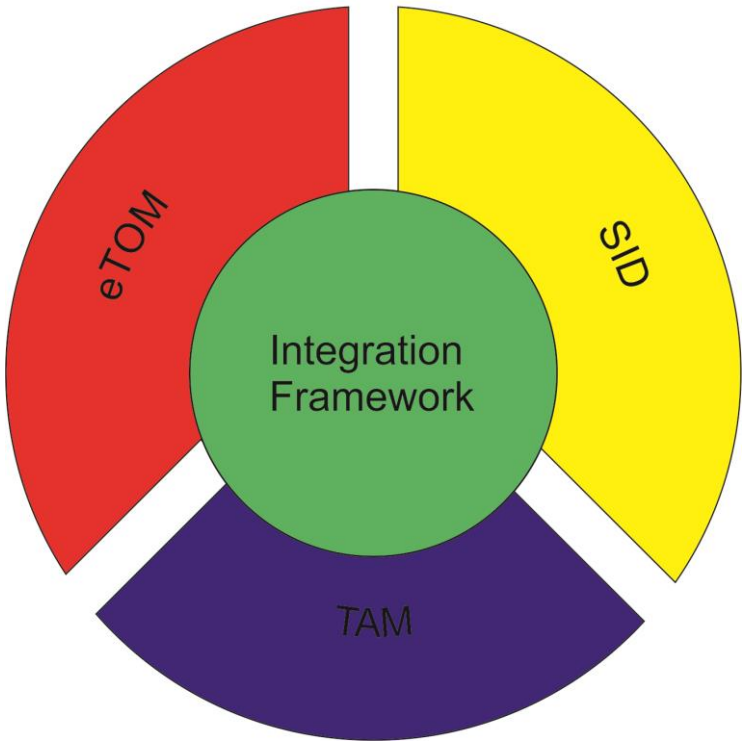


Obrázek 3.2: Model jednoduchého procesu v prostředí programu ARIS Express [25]

4. Frameworx

4.1 Úvod

Rámec Frameworx je formálněji více známý jako NGOSS[26]. Rámec Frameworx vznikl díky organizaci TM Forum a v současné době je využíván drtivou většinou poskytovatelů telekomunikačních služeb po celém světě. Obecně se rámce Frameworx skládá z několika klíčových částí. Jedná se o procesní rámec neboli eTOM, aplikační rámec neboli TAM[27], sdílený datový/informační model neboli SID[28] a integrační rámec. Tyto jednotlivé rámce budou rozebrány v následujících kapitolách. Rámec eTOM bude probrán v kapitole 4.2, rámec TAM v kapitole 4.3 a rámec SID v kapitole 4.4. Informace budou čerpány zejména z oficiálních standardů, což jsou nejdůvěryhodnější zdroje pro popis těchto rámců. Celý rámec Frameworx složený z jednotlivých rámců je graficky vyobrazen na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1: Rámec Frameworx [27]

Poskytovatelé telekomunikačních služeb čelí v dnešní době značné konkurenci a je zde obrovský tlak na efektivitu fungování poskytovatelů. Samozřejmě tento tlak na efektivitu neušel pozornosti organizace TM Forum, a proto byl vytvořen právě rámec Frameworx.

[26] NGOSS = Next Generation Operating Support System
[27] TAM = Telecom Application Map
[28] SID = Shared Information/Data Map

Jeho jediným a klíčovým cílem je vytvořit unifikovaný rámec, podle kterého by poskytovatel telekomunikačních služeb mohl nastavit fungování sebe sama, respektive namapovat fungování společnosti dle jednotného modelu. Pokud mluvíme o fungování společností, jako jsou poskytovatelé telekomunikačních služeb, pak se jedná zejména o podpůrné provozní systémy (OSS[29]) a systémy pro podporu podnikání (BSS[30]). Zlepšení efektivity vykonáváno OSS/BSS spočívá zejména v jednoduché integraci například nových produktů či služeb. V neposlední řadě právě namapování fungování společnosti umožňuje neustálé zlepšování výkonu OSS/BSS. K dalšímu popisu je nutné krátce teoreticky popsat OSS a BSS:

- **OSS:** Podpůrné operační systémy neboli OSS jsou skupinou počítačových programů nebo IT systémů, které slouží poskytovateli telekomunikačních služeb pro monitoring, kontrolu, analýzu a řízení počítačových a komunikačních systémů;

- **BSS:** Systémy pro podporu podnikání nebo BSS jsou skupinou obchodních elementů, které jsou používány v oblasti sítí k získání pohledu zákazníka, nových zdrojů zisku a dalších benefitů.

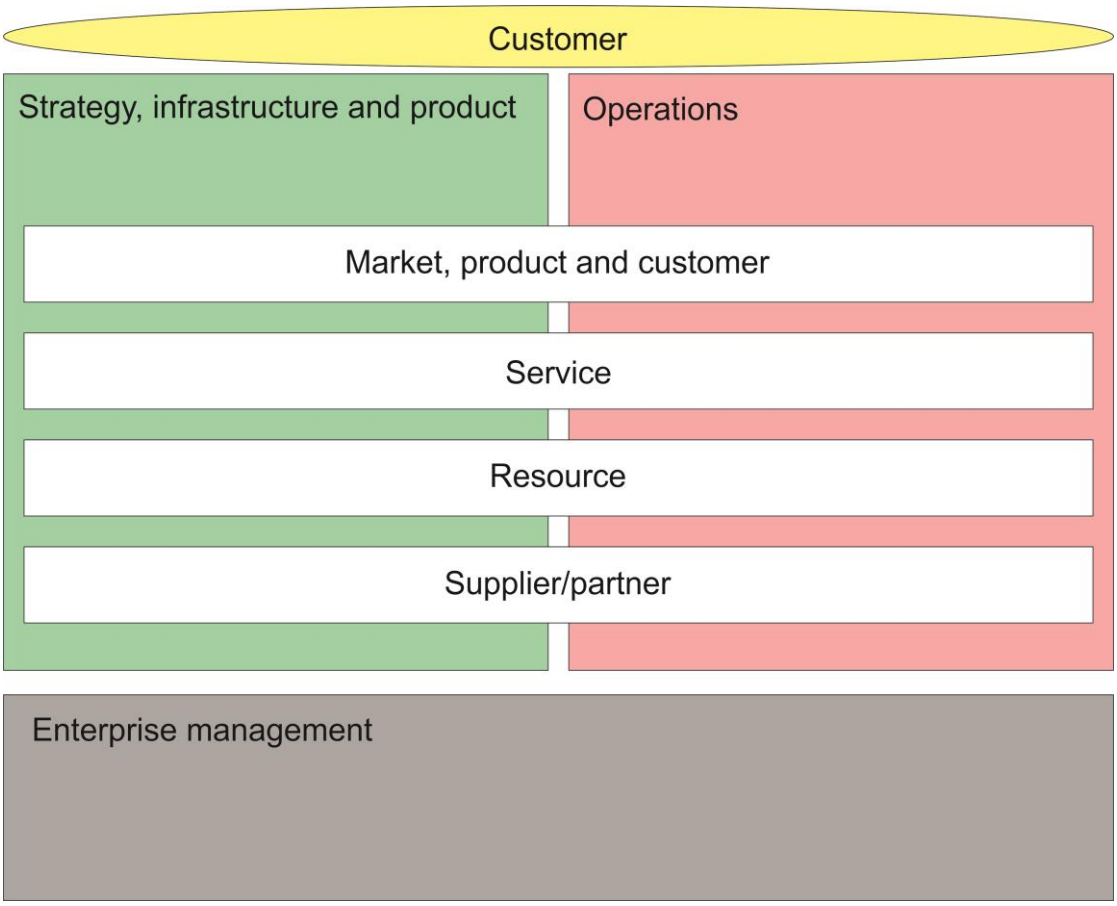
4.2 eTOM

Tradičně byla oblast telekomunikačního průmyslu dosti konzervativní. Původně existovaly monopolní společnosti, které poskytovaly tradiční telefonní služby skrze infrastrukturu, kterou vlastnily. Telekomunikační operátoři byli zvyklí dodávat služby takzvaně od začátku až do konce. S nástupem mobilních telefonních operátorů, respektive liberalizací, která na trhu nastala, se situace změnila. S rostoucí liberalizací začal vzrůstat také tlak zákazníků na zdánlivě rozcházející se parametry a to na kvalitu a cenu. Zákazník požadoval stejnou či nižší cenu za stejnou kvalitu, nebo naopak vyšší cenu, ale vzrůst kvality. Tyto jevy byly způsobeny vzrůstem konkurence způsobené liberalizací trhu. Tato fakta nutně vyžadovala ve výhledu reakci telekomunikačních operátorů v podobě nižších cen. Telekomunikační operátoři se přirozeně snažili integrovat i další technologie, a tak získat konkurenční výhodu.

Každý konkrétní telekomunikační operátor se vyskytuje v odlišné situaci. Nejenom, že má určitá specifika, ale také se pohybuje v určitém regulovaném prostředí. I když jsou společnosti odlišné, sdílejí velké množství totožných charakteristik. Tento fakt je dán především tím, že v onom konkurenčním prostředí se musejí všechny společnosti chovat téměř stejně a čelí stejným výzvám. K uspokojení stávajících i nových výzev je potřeba,

[29] OSS = Operations support systems
[30] BSS = Business Support Systems

aby společnosti disponovaly zautomatizovanými procesy. Tohoto cíle se dá dosáhnout právě díky procesnímu rámci eTOM [26].



Obrázek 4.2: 0. úroveň procesního rámce eTOM [26]

4.2.1 Definice eTOM

Procesní rámec eTOM je doporučením organizace TM Forum ve formě standardu GB921. Rámec eTOM byl přijat jako doporučení i organizací ITU ve formě doporučení M.3050. Tento standard je využit v rámci Frameworx organizací TM Forum. Rámec eTOM také poskytuje všem poskytovatelům telekomunikačních služeb a dalším subjektům z telekomunikačního průmyslu procesní model či jinak řečeno rámec. Tento rámec dostatečně popisuje všechny podnikové procesy, které jsou požadovány subjekty z telekomunikačního průmyslu, a zároveň je analyzuje a kategorizuje na různých úrovních podrobností na základě jejich významu pro subjekty telekomunikačního průmyslu. Pro subjekty v telekomunikačním průmyslu slouží tento rámec pro efektivní vytvoření procesů ve společnosti, ale zároveň nic neříká o samotném obchodním modelu daného subjektu. Zároveň eTOM umožňuje zdárnou kooperaci jednotlivých subjektů v telekomunikačním průmyslu, díky standardizovanému pojetí procesů ve

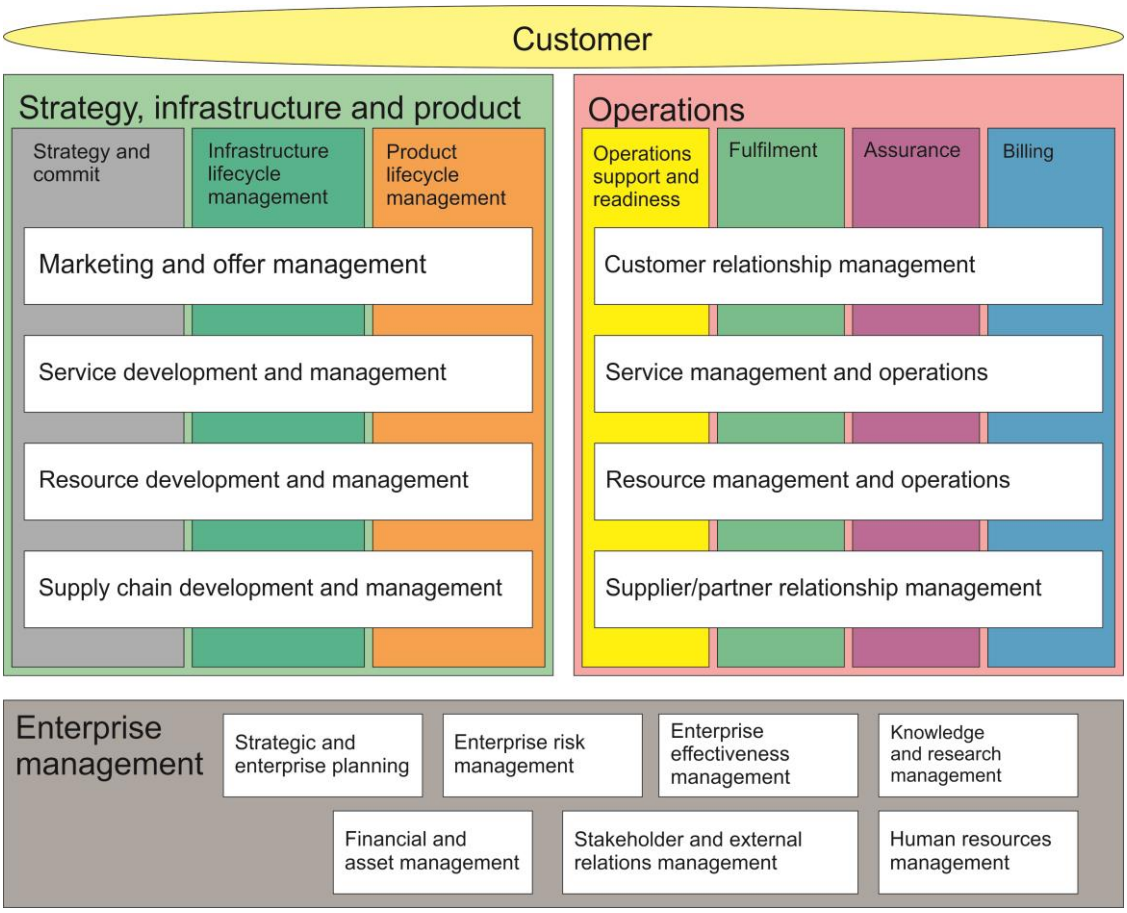
společnosti. Význam eTOMu se zvyšuje díky propojení v jednotném rámci Frameworx [26].

Rámec eTOM se od 90. let 20. století zasloužil o zdárný přechod společností v telekomunikačním sektoru k procesnímu způsobu řízení společností. Společnost si musí být jistá, že ve své procesní mapě respektive procesech postihuje všechny funkce nutné pro podporu OSS/BSS zejména dodání služby a podporu samotné služby. Samozřejmě jako každá jiná procesní mapa umožňuje nalézat duplicitní procesy případně jednotlivé procesy vylepšovat. Obecně se dají klady vycházející z využívání procesního rámce eTOM popsat bodově takto [27]:

- Poskytuje standardizovanou strukturu, terminologii a klasifikační schéma, které jsou nutné pro popis obchodních procesů. Rámec eTOM také poskytuje konzistentní struktury procesů, a tak zajišťuje stálost procesních map společností;
- Poskytuje základní informace, jak aplikovat získané informace na vytváření obchodních procesů ve společnostech telekomunikačního průmyslu;
- Poskytuje základní informace pro pochopení a řízení portfolia IT služeb/produktů z pohledu požadavku obchodních procesů;
- Použití eTOM umožňuje konzistentní a vysoce kvalitní end-to-end procesní toky. Tato znalost end-to-end procesního toku umožňuje zlepšit výkonost a zlepšovat existující procesy a systémy;
- Jednou z klíčových výhod eTOM je použití skrze celý telekomunikační průmysl. Toto použití má pozitivní vliv na celkovou kooperaci jednotlivých společností, ale zejména umožňuje snížit ceny za různé podnikové systémy z důvodů standardizace těchto systémů. Dojde tedy ke snížení pořizovacích cen těchto systémů.

Na rámec eTOM se dá nahlížet z většího množství úrovní, které se liší podrobností rámce. Na obrázku 4.2 je vidět eTOM z nejvyšší úrovně, ze které na eTOM můžeme nahlížet. Jedná se o takzvanou nultou úroveň. To umožňuje celkový pohled, který odděluje strategii podniku a životní cyklus procesů od provozních procesů. Část diagramu, která se zaobírá právě strategií podniků a životním cyklem procesů, je část v levé oblasti diagramu obrázku 4.2 nazvaná *Strategy, infrastructure and product* (dále SIP). Pravá část diagramu se zaobírá právě oněmi provozními procesy a je nazvána jako *Operations*. Z horizontálního pohledu je hlavní část diagramu rozdělena v jednotlivé vrstvy klíčových funkcí. Na obrázku 4.2 je také vidět část, která se zaobírá čistě řízením společnosti.

Obrázek 4.3 nabízí celkový pohled na eTOM, kdy jsou nulté úrovně dekomponovány v množství procesů 1. úrovně. V praktickém použití eTOM se pracuje s jednotlivými 3. úrovněmi procesů.



Obrázek 4.3: 1. úroveň procesního rámce eTOM [26]

4.2.2 Dekompozice a popis eTOM

Rámec eTOM se dělí horizontálně a vertikálně na procesní skupiny. Tyto skupiny se protínají se skupinami v TAM a SID. V dalších podkapitolách je bodově uvedeno vertikální a horizontální členění procesní rámce eTOM. Toto členění je jasně znatelné na obrázku 4.3. Jedná se o skupiny druhých úrovní rámce eTOM [27].

Vertikální členění procesní oblasti SIP

- **Strategy and commit:** V překladu se jedná o skupinu procesů s názvem Strategie a poskytování služeb a je silně zaměřena na analýzu a řízení závazků uvnitř společnosti, které jsou nutné pro vytvoření strategií. Tato vertikální skupina procesů je zodpovědná za tvorbu strategií tedy podporu procesů životního cyklu

infrastruktury a produktu. Zodpovědnost sahá až k vytvoření vnitropodnikových závazků pro splnění oněch cílů;

- **Infrastructure lifecycle management:** Soubor s názvem Řízení životního cyklu infrastruktury se stará zejména o identifikaci a zavádění nové infrastruktury, která je nutná k zavádění nových prvků infrastruktury. Tato vertikální skupina procesů je zodpovědná za všechny činnosti spojené s životním cyklem infrastruktury. Jedná se o definici, plánování, design a implementaci jakékoliv potřebné infrastruktury;

- **Product lifecycle management:** Jde o skupinu pojmenovanou Řízení životního cyklu produktu, která slouží k dosažení daných požadavků. Tato vertikální skupina procesů je zodpovědná za všechny činnosti spojené s životním cyklem produktu. Jedná se o definici, plánování, design a implementaci jakéhokoliv produktu. Cíle jsou zejména dosažení požadované ziskovosti, uspokojení zákazníků, definování poskytované kvality služby ale i zavádění nových produktů do celkové nabídky společnosti.

Horizontální dělení procesní oblasti SIP

- **Marketing and offer management:** Horizontální skupina procesů Marketing a řízení nabídky se zaměřuje především na rozvoj klíčové oblasti podnikání společností v telekomunikačním průmyslu. Obsahuje zejména schopnosti, které jsou nutné pro podporu definic strategií, zavádění a udržování produktů a nakonec také marketingových strategií;

- **Service development and management:** Rozvoj a řízení služeb je horizontální soubor procesů zabývající se především plánováním, rozvojem a dodáváním služeb do provozní oblasti procesů. Zaobírá se především schopnostmi, které jsou nutné pro podporu definic strategií služeb a jejich tvorby, zavádění a udržování služeb a zajišťování kapacit pro služby;

- **Resource development and management:** Skupina nesoucí název Rozvoj a řízení zdrojů obsahuje zejména schopnosti, které jsou nutné pro podporu služeb i produktů a definování jejich strategií, řízení a udržování a zajišťování kapacit. Tato horizontální skupina procesů se zabývá především plánováním, rozvojem a dodáváním zdrojů do provozní oblasti procesů;

- **Supply chain development and management:** Rozvoj a řízení dodavatelských zdrojů je označením horizontálního uskupení, které je zodpovědné za vytváření, udržování a zánik vztahů se subjekty tvořící dodavatelský řetězec. V současné době je tato procesní oblast velmi důležitá, protože zejména u elektronického

podnikání je velká část potřebných služeb a produktů poskytována jinými subjekty a je nutné vytvářet, udržovat a také rušit dodavatelské vztahy. Klíčovým úkolem této procesní skupiny je ověřovat, jak dodavatelé plní svoje závazky.

Vertikální členění procesní oblasti operations

- **Operations support and readiness**: Smyslem procesů ve vertikální skupině Podpora provozu a připravenosti není vykonávat činnosti v reálném čase jako tomu je u ostatních vertikálních procesních skupin oblasti provoz. Tato vertikální procesní skupina je zodpovědná za podporu provozu a připravenosti ostatních procesních skupin ve vertikálním členění procesní oblasti provoz, to znamená poskytování služeb, záruky a účtování. Klíčovým úkolem je zajišťovat efektivní běh procesů zmíněných ostatních vertikálních procesních skupin;

- **Fulfilment:** Oblast Poskytování služeb transformuje požadavky jednotlivých zákazníků v uspokojující řešení. Tato procesní skupina je zodpovědná za poskytování služeb zákazníkům. Toto řešení je dodáno skrze produkty v nabídkách jednotlivých společností. Součástí této vertikální skupiny procesů je také zjišťování stavu požadavků, zajištění včasného vyřešení a celkového uspokojení zákazníka;

- **Assurance:** Další soubor procesů je pojmenován jako Záruky. Tato vertikální procesní skupina je zodpovědná za to, že služby jsou poskytovány za daných podmínek, to znamená kontinuálně a v požadované kvalitě. Jedná se zejména o naplnění parametrů SLA[31] a QoS[32]. Průběžně zjišťuje případné problémy a také proaktivně předchází problémům tím, že analyzuje data a řeší potencionální problémy. Při vyřešení případného problému se zákazník ani nedozví, že nějaký vůbec existoval. Součástí této vertikální skupiny procesů je také zjišťování stavu problémů, zajištění vyřešení problémů a zjištění zpětné reakce zákazníka na vyřešení problémů;

- **Billing:** Skupina s názvem Účtování představuje včasnou a přesnou tvorbu účtů, poskytování předčasných informací o vývoji účtu a zpracování plateb zákazníků. Tato vertikální skupina procesů je zodpovědná za kompletaci účetních záznamů. Tato procesní skupina se také stará o vyřízení dotazů ohledně stavů účtů a rozličných problémů.

[31] SLA = Service-Level Agreement
[32] QoS = Quality of Service

Horizontální členění procesní oblasti operations

- **Customer relationship management:** Jedná se o skupinu Správa vztahů se zákazníkem. Tato skupina procesů se zaobírá především základními znalostmi potřeb zákazníka. Tyto znalosti zahrnují množství potřebných funkcionalit, mezi něž patří vytvoření, posílení a udržení vztahů se zákazníkem. V reálném fungování společnosti to znamená zejména pravidelný kontakt se zákazníkem. V dnešním konkurenčním prostředí se jedná o jednu z nejdůležitějších součástí fungování společností, protože vše je směřováno k uspokojení zákazníka a tudíž snížení rizika odchodu tohoto zákazníka;

- **Service management and operations:** Správa služeb a provoz je horizontální skupina procesů, která se zaobírá především základními znalostmi jednotlivých nabízených služeb. Tyto znalosti zahrnují množství potřebných funkcionalit, mezi něž patří zejména schopnosti řídit poskytované služby. Tato horizontální skupina procesů se zaměřuje především na splnění minimálních požadavků zákazníka na kvalitu poskytované služby;

- **Resource management and operations:** Správa prostředků a provoz je soubor procesů zodpovědný za řízení zdrojů takovým způsobem, aby byly plněny služby v požadované kvalitě. Tato horizontální skupina procesů se zaobírá především základními znalostmi o dostupných zdrojích a jejich řízení;

- **Supplier/partner relationship management:** Správa vztahů s dodavatelem/partnerem zajišťuje podporu pro ostatní vertikální procesní skupiny procesní oblasti provoz. Tato horizontální skupina procesů se zaobírá především klíčovými obchodními procesy procesní skupiny provoz.

Procesní oblast enterprise management

- **Strategic and enterprise planning:** Podniková skupina procesů Strategické a podnikové plánování se zabývá tvorbou strategií a plánů poskytovatele telekomunikačních služeb. Tvorba strategie definuje typy poskytovaných služeb a zaměření společnosti. Zaměření spočívá zejména v rozhodnutí na jaké trhy a zákazníky bude společnost cílit. Toto rozhodnutí je klíčové, protože pokud by k němu nedošlo, pravděpodobně by byla společnost podrobena finančním ztrátám;

- **Enterprise risk management:** Oblast pojmenovaná Strategické řízení podnikových rizik má za cíl vytvořit taková protiopatření, aby byly identifikované hrozby minimalizovány nebo úplně odstraněny. Tato podniková skupina procesů se zabývá analýzou hrozeb, které mohou mít vliv na společnost. Identifikovaná

rizika mohou mít množství forem a jejich vyřešení je klíčové pro každou společnost;

- **Enterprise effectiveness management:** Skupina procesů Řízení kvality podniku se zabývá nástroji, metodologiemi a tréninkem, tak aby byly jednotlivé činnosti ve společnosti vykonávány co nejefektivněji. Tato procesní skupina primárně dohlíží na to, aby se procesy vyvíjely v čase a přizpůsobovaly se požadavkům efektivity;

- **Knowledge and research management:** Procesní soubor Řízení znalostí a výzkumu se zabývá znalostním řízením a výzkumem technologií. Předmětem zkoumání je také vyhodnocení jednotlivých technologických akvizic, které společnost zvažuje;

- **Financial and asset management:** Finanční řízení a správa majetku se zabývá veškerými činnostmi, které mají vliv na finanční stav společnosti. Tato podniková skupina procesů se zabývá řízením financí a aktiv společnosti. Jedná se například o pohledávky, závazky, odpisy a tak dále. Hlavními činnostmi finančního řízení jsou sběr a analyzování dat a vyvození důsledku do řízení společnosti;

- **Stakeholder and external relations management:** Oblast s označením Řízení vztahů se zainteresovanými subjekty a vnějšími subjekty se zabývá vztahy s interními i externími subjekty. Zainteresovanými subjekty jsou myšleni např. podílnici a zaměstnanci společnosti. Vnějšími subjekty jsou myšleny jakékoliv externí subjekty spolupracující se společností. Vztahy s externími i interními subjekty jsou velice důležité a mají velký vliv na finanční kondici společnosti;

- **Human resources management:** Řízení lidských zdrojů je podnikovou skupinou procesů vztahujících se k lidem, respektive cílem je řídit zaměstnance. Pomocí těchto procesů se nastavuje organizace společnosti ve vztahu k zaměstnancům. Příkladem takovéto organizace je nastavení platových úrovní, hodnocení pracovních výkonů, nastavení programu pracovních benefitů, nastavení pracovněprávních vztahů a tak dále.

4.3 TAM

Telekomunikační aplikační rámec neboli TAM je rámec, který je standardizován organizací TM Forum ve formě standardu GB929. Tento rámec je součástí celkového rámce Frameworx. TAM se dá vyjádřit jako jakýsi most mezi procesním rámcem eTOM a sdíleným informačním/datovým modelem SID tím, že spojuje jednotlivé procesní funkce a data do aplikací či služeb na podporu OSS/BSS. Důvodem existence rámce TAM je to, že poskytovatelé telekomunikačních služeb nutně potřebovali aplikační mapu, kde si mohli prohlédnout záběr jednotlivých OSS/BSS aplikací. Aplikační mapa umožňuje toto zobrazení a také z ní lze poměrně jednoduše zjistit chybějící aplikace, které jsou v telekomunikačním sektoru nezbytností. Další zjevnou výhodou je odhalení redundantních aplikací vykonávajících stejnou činnost, jejichž úpravou či zrušením lze docílit zvýšení efektivity fungování společnosti. Samotný eTOM říká pouze, jaké mají být obchodní procesy a jejich vzhled, ale neříká nic o samotné obchodní politice jednotlivých firem. Tento stejný princip drží i aplikační rámec TAM, který není závislý na žádné specifické softwarové platformě, ale pouze se zaměřuje na to, jaké mají být výstupy a činnost těchto aplikací [28] [29]:

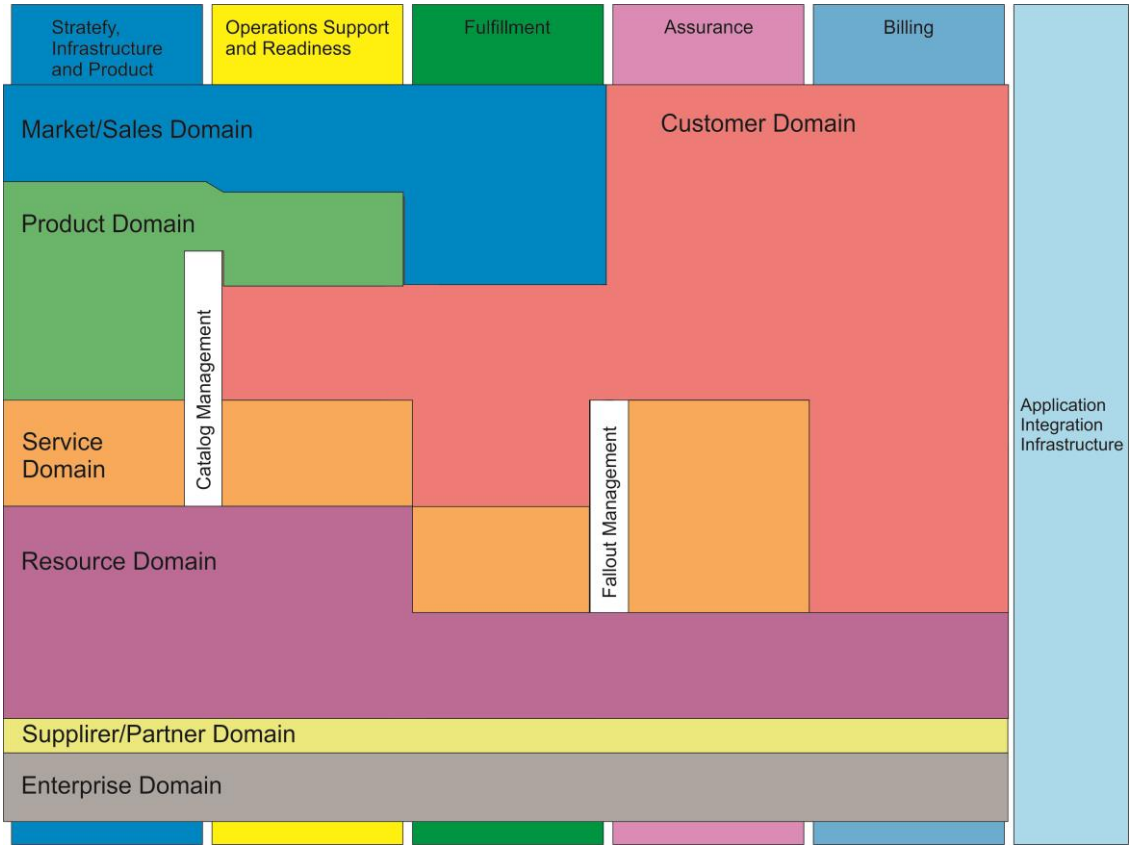
- **Společný jazyk aplikací:** Telekomunikační aplikační mapa TAM poskytuje jakýsi slovník pro jednotlivé aplikace. Tato standardizace poskytne v konečném důsledku snížení nákladů díky sladění fungování společnosti. Ke snížení nákladů dojde v důsledku unifikaci dodávaného softwaru. Unifikace způsobí snížení výdajů na modifikace při dodávce tohoto softwaru. Jednodušší bude také zadávání poptávek na nákup softwaru díky jasným parametrům, které lze požadovat po dodávajícím;

- **Standardní požadavky na aplikace:** Adopce standardu TAM umožňuje k vývoji aplikací přistupovat značně modulárně. Důvodem je především to, že aplikační mapa je rozdělena na jednotlivé části, které se mohou zásadně lišit implementací, ale jen předmět činnosti aplikace, vstupy a výstupy z nich jsou závazné. Tato modulárnost zaručí snížení nákladů, protože při změnách v aplikacích stačí vyměnit jeden modul či jinak řečeno aplikaci a není nutné měnit celou aplikační strukturu;

- **Umožnění automatizace:** Standardizace ve formě TAM umožní automatizovat procesy probíhající ve společnosti, což umožní snížení chybovosti a obecně lepší efektivitu fungování. S jasnou aplikační mapou lze také poměrně automaticky měnit fungování konkrétních aplikací;

- **Usnadnění fúzí a akvizic:** Fúze a akvizice budou snadněji řiditelné a jednotlivé body fúzí a akvizic bude jednodušší naleznout;

- **Efektivní podniková architektura:** Mapování jednotlivých aplikací rámce TAM na procesy rámce eTOM umožňuje nalézt redundantní funkce uvnitř společnosti a tak zvýšit efektivitu.



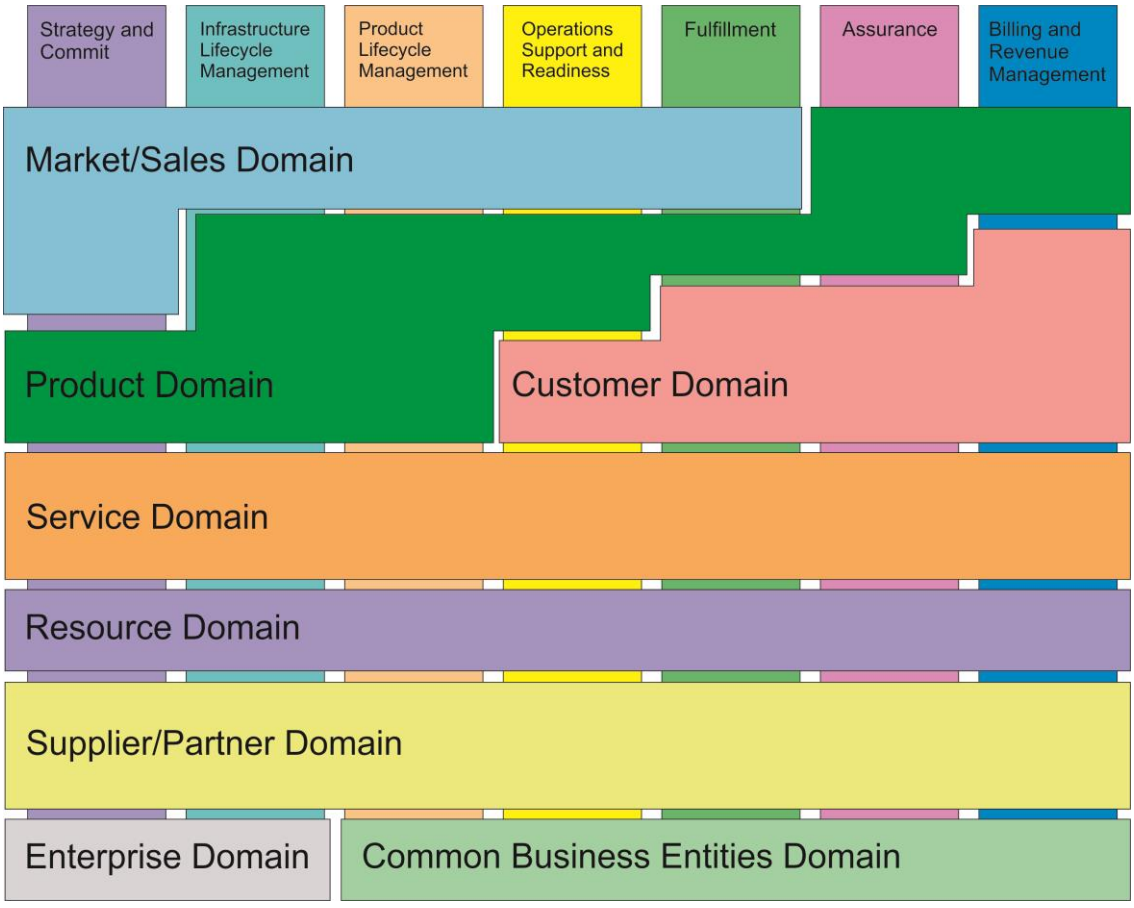
Obrázek 4.4: 0. úroveň aplikačního rámce TAM [28]

4.3.1 Členění TAM

Rámec TAM se dělí horizontálně a vertikálně na skupiny v tomto případě aplikací. Tyto skupiny se protínají se skupinami v eTOM a SID. Toto členění je jasně znatelné na obrázku 4.4. Jedná se o skupiny druhých úrovní rámce TAM. Vertikálně se rámce TAM dělí na *Strategy, Infrastructure and Product*, *Operations, Support and Readiness*, *Fulfilment*, *Assurance*, *Billing* a *Application Integration Infrastructure*. Horizontálně se dělí rámec TAM na *Market/Sales Domain*, *Product Domain*, *Customer Domain*, *Service Domain*, *Resource Domain*, *Supplier/Partner Domain*, *Enterprise Domain*, *Catalog Management* a *Fallout Management* [29].

4.4 SID

Sdílený informační/datový model neboli SID je rámec, který je standardizován organizací TM Forum ve formě standardu GB922. SID je informační a také datový model. Jak bylo řečeno, jedná se o součást rámce Frameworx a je považován za velice důležitý, avšak je stále ve vývoji. Může být považován za jakýsi společný jazyk rámce Frameworx. Pomocí něho mohou být identifikovány obchodní entity, které hrají v určitém procesu roli. Například pokud zákazník poptává určitou službu, pak jsou tyto entity například *Product Domain*, *Customer Domain*, *Resource Domain*, *Service Domain* a tak dále. SID umožňuje identifikovat právě tyto obchodní entity zapojené v procesu a jejich vztahy. Tato identifikace je využitá při návrhu řešení pomocí rámce Frameworx. Jelikož návrh řešení je velice náročný, SID umožní značné zjednodušení tohoto procesu. Spolu s eTOM se jedná o mocný nástroj, bez kterého se návrh řešení dělá jen velice obtížně. Celkový pohled na nultou úroveň rámce SID je vidět na obrázku 4.5 [30].



Obrázek 4.5: 0. úroveň informačního/datového rámce SID [30]

4.4.1 Členění SID

Rámec SID se dělí horizontálně a vertikálně na skupiny dat/informací. Tyto skupiny se protínají se skupinami v eTOM a TAM. Toto členění je jasně znatelné na obrázku 4.5. Jedná se o skupiny druhých úrovní rámce SID. Vertikálně se rámce SID dělí na *Strategy and Commit*, *Infrastructure Lifecycle Management*, *Product Lifecycle Management*, *Operations Support and Readiness*, *Fulfilment*, *Assurance* a *Billing and Revenue Management*. Horizontálně se dělí rámec SID na *Market/Sales Management*, *Product Domain*, *Customer Domain*, *Service Domain*, *Resource Domain*, *Supplier/Partner Domain*, *Enterprise Domain* a *Common Business entities Domain*.

5. Praktická část

5.1 Úvod

Předmětem této diplomové práce bylo prozkoumat možnosti využití rámce Frameworx pro řízení Smart Grids. Vzhledem k tomuto faktu byla v praktické části této práce provedena důkladná analýza aplikovatelnosti rámce Frameworx na základě dostupných materiálů zaobírajících se jednotlivými procesy eTOM respektive jejich podpůrnými částmi TAM a SID. Přímo propojené podpůrné části rámců TAM a SID jsou obecně představovány simulačním programem Arena. Cílem bylo zvážit možnosti aplikace těchto procesů eTOM v oblasti energetiky a zamyslet se nad problémy při aplikaci do tohoto prostředí. Výstupem této analýzy je, že rámec Frameworx se jeví jako univerzální a bez větších potíží aplikovatelný na oblast energetiky. Tento fakt vychází zejména z toho, že rámec Frameworx je souborem doporučení získaných ze zkušeností z dlouhodobého fungování velkého množství společností telekomunikačního sektoru. Cílem rámce Frameworx tedy není pevně svázat fungování společností, ale nastavit jen určitá pravidla a mantinely. Z tohoto faktu vychází směr vypracování praktické části diplomové práce, který bude představen v následujících kapitolách.

5.2 Cíle praktické části

Na výstupu z analýzy aplikovatelnosti rámce Frameworx bylo rozhodnuto o provedení modelování obchodních procesů odpovídajícím eTOM respektive rámci Frameworx. Cílem bylo vymodelování 5 procesů, které byly shledány klíčovými, s cílem ukázat na nich aplikovatelnost rámce Frameworx na oblast energetiky. Tyto procesy se nacházejí na 2. úrovni rámce eTOM, a proto bylo rozhodnuto detailněji teoreticky popsat tyto procesy a rozvinou je do jednotlivých 3. úrovní procesů. Další cíle spočívaly v simulování vybraných procesů v kapitole 5.4 pomocí výše zmíněných simulačních nástrojů. U všech procesů byla snaha podložit hodnoty, které jsou vstupem do simulací, daty ze světa energetiky. Konkrétně tedy byly vybrány procesy *Problem handling*, *Order handling*, *Service configuration and activation*, *Product offer, development and retirement* a *Bill invoice management*. Hlavními cíli bylo tedy namodelování a simulování daných vybraných procesů.

5.3 Simulace

V současné době je těžko představitelné zkoumat či vyvíjet téměř cokoliv, bez toho aniž bychom použili k ověření teoretických předpokladů simulaci. Cílem je ověřovat si teoretické předpoklady a umožnit simulaci prakticky těžko realizovatelných činností. Simulace je obecně počítačovým programem, který simuluje chování vybraného systému. Kvalita daného programu je dána tím, do jaké míry se jeho chování shoduje se systémem jím modelovaným. Na počítačové lze nahlížet z mnoha úhlů pohledu [31]:

- **Z pohledu pravděpodobnosti událostí/požadavků:**
    - **Stochastická simulace:** Vznik událostí/požadavků je čistě náhodný. To znamená, že je statisticky nereálné opakovat stejné výsledky;
    - **Deterministické simulace:** Vznik událostí/požadavků je předem definovaný v daných časech. S ohledem na to jsou při stejných podmínkách výsledky stejné.
- **Z pohledu chápání času probíhající simulace:**
    - **Spojitá simulace:** Čas je v tomto případě chápán spojitě respektive diskrétně s velmi malým konstantním krokem změny času;
    - **Diskrétní simulace:** Čas je v tomto případě chápan diskrétně, kde se čas mění o variabilní hodnotu vždy do času, kde je potřeba provést další výpočet.
- **Z pohledu místa realizace simulace:**
    - **Lokální simulace:** Realizace simulace probíhá na jednom zařízení. Jedná se většinou o méně náročné simulace, anebo naopak v případě náročných simulací o velmi výkonné zařízení;
    - **Distribuovaná simulace:** Využívá se zejména v případě velkých nezávislých simulací, kdy je výpočet realizován na obrovském množství zařízení, kde každé zařízení poskytuje malé množství svého výpočetního výkonu a tím je získán celkově značný výkon.

Z výše uvedených informací by se mohlo zdát, že simulace je dokonalou možností, jak ověřovat chování téměř čehokoliv. Bezesporu jsou simulace výborným prostředkem, ale je nutno dodat, že existují i určitá úskalí. V případě každé simulace nastává otázka správnosti výsledků, která udává kvalitu simulačního modelu. U některých simulací je problémem výpočetní náročnost a cena, které mohou být vyšší, než pokud by se daná věc zrealizovala například ve formě zmenšeného fyzického modelu.

5.3.1 Použité nástroje

Pro modelování a simulaci těchto procesů byl využit program Arena od společnosti Rockwell Automation. Arena je mocný simulační nástroj, pomocí něhož lze modelovat a simulovat širokou škálu činností s přesahem do reálného světa. Jedná se o simulátor diskrétních událostí, jehož podstata je založena na klasické teorii hromadné obsluhy. Je navržen tak, aby bylo možné analyzovat změny v simulačním modelu. Simulační nástroj Arena se dá využít v mnoha oblastech od logistiky až po řízení telekomunikačních sítí. Tento program byl zvolen z důvodu toho, že je univerzálním nástrojem vhodným k simulaci diskrétních událostí z jakékoliv oblasti.

Dalším použitým programem byl program GridLAB-D od společnosti PNNL[33], který byl využit pro simulaci běhu procesu *Bill invoice management*. Tento program je pilotním projektem financovaným U. S. DOE. GridLAB-D je simulační nástroj primárně určený pro simulaci přenosových a distribučních elektrických sítí s velkým počtem zařízení, přičemž je zohledněno budoucí začlenění velkého množství zdrojů obnovitelné energie. Program kombinuje pokročilé modelovací techniky a matematické algoritmy. GridLAB-D vznikl z touhy umožnit modelování elektrických přenosových a distribučních sítí, které lze považovat za inteligentní elektrické sítě. Tato aplikace obsahuje vícero modulů umožňující široké množství funkcí [32] [33]:

- Kontrola energetického toku podporující distribuovanou generaci a uložení elektrické energie;
- Energetické operace zahrnující automatizovanou distribuci, reakce na úbytek spotřeby elektrické energie a pohotovostní operace;
- Podpora technologií, zařízení a kontroly na straně uživatele;
- Sběr dat od koncových zařízení;
- Získání profilů chování spotřebitelů umožňující denní, týdenní i sezónní analýzu, které lze využít pro cenovou politiku;
- Různé finanční operace (účtování).

5.3.2 Obecné parametry pro simulaci v programu Arena

Výše byl představen program Arena, který je simulátorem diskrétních událostí. V této podkapitole budou představeny důvody vybrání konkrétních parametrů. Důležitým prvkem celé simulace bylo vybrání parametrů jednotlivých bloků. Dané nastavení je klíčové zejména z důvodu relevantnosti výsledků dané simulace. Pro celou simulaci

[33] PNNL = Pacific Northwest National Laboratory

respektive pro obsluhový systém reprezentovaný každým jednotlivým vybraným procesem a jeho blokem bylo vybrané exponenciální rozložení dob příchodů požadavků do systému, kde jsou tyto intervaly vzájemně nezávislé a požadavky přicházejí jednotlivě. Tento vstupní tok požadavků se dá považovat za poissonovský. Doby obsluhy jednotlivých požadavků jsou taktéž exponenciálního rozložení. Tyto systémy se dají kvalifikovat pomoci Kendallovy klasifikace jako obsluhové systémy M/M/N/∞. Důvod výběru poissonovského vstupního toku je, že se jedná o nejužívanější model vstupního toku. U tohoto modelu také předpokládáme velké množství nezávislých zdrojů, což odpovídá požadovaným vlastnostem. Konkrétní parametry daných rozložení a počty zdrojů (obsluhové linky) budou představeny v kapitolách věnujících se konkrétním procesům [34].

5.4 Vybrané procesy

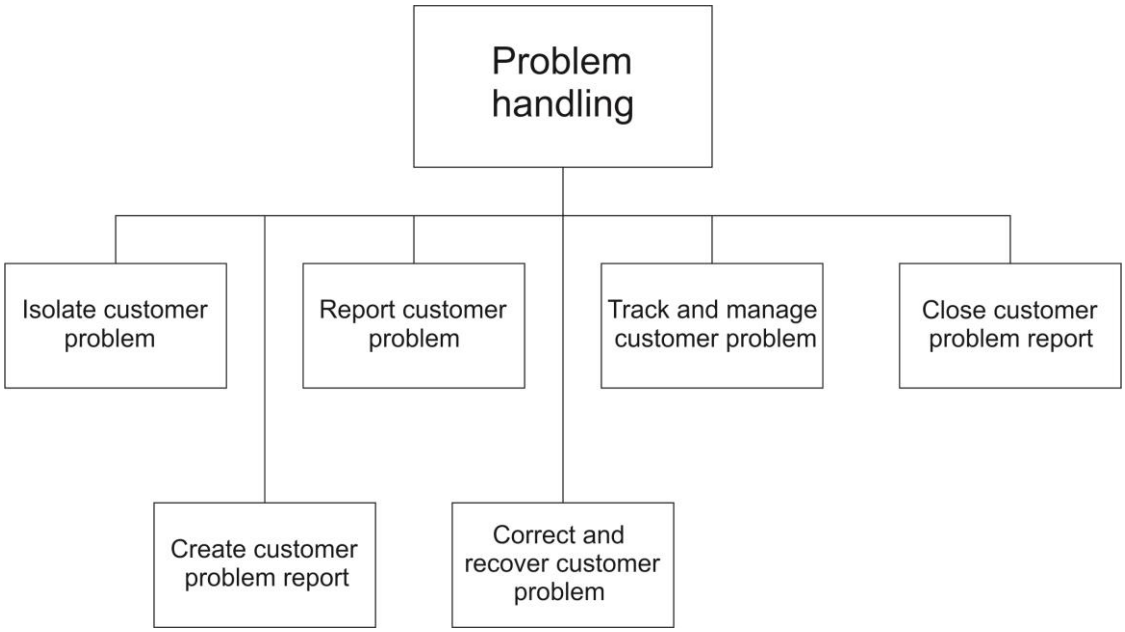
Výběru modelovaných a simulovaných procesu předcházela důkladná analýza všech procesů s cílem vybrat, ty které jsou klíčové z hlediska fungování společnosti. Je tím myšleno, že vybrané procesy mají obrovský vliv na samotné fungování a hospodářské výsledky společnosti. Dřívější implementací rámce Frameworx telekomunikačními společnostmi bylo docíleno značných úspor a zefektivnění fungování těchto společností. Bylo to zejména v oblastech fungování společnosti obsluhovanými skrze vybrané procesy. Z těchto důvodů byly vybrány tyto procesy:

- *Problem handling*;
- *Order handling;*
- *Service configuration and activation*;
- *Product, offer development and retirement*;
- *Bill invoice management*.

5.4.1 Problem handling

Jako první byla modelována procesní skupina *Problem handling* rámce eTOM, která se nachází na 2. úrovni tohoto rámce. Tato procesní skupina se nachází v oblasti *Operations* na průniku horizontální skupiny *Customer relationship management* a vertikální skupiny *Assurance*. Procesní skupina *Problem handling* vychází z požadavků, které jsou na ní ze strany rámce Frameworx kladeny. Tyto požadavky jsou vyjádřeny základními činnostmi vykonávanými skrze tento proces. Tyto jednotlivé základní činnosti jsou patrné z obrázku

5.1. Tento obrázek by se dal považovat za jednoduchý model procesní supiny *Problem handling*.



Obrázek 5.1: Problem handling z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27]

Procesní skupina *Problem handling* je obecně zodpovědná za přijímání zpráv o problémech od zákazníků, kde cílem je tyto problémy co nejrychleji a nejlépe vyřešit ke spokojenosti zákazníka. Pokud je problém ve stavu řešení, je nutné zákazníka adekvátně informovat o vývoji řešení jeho problému. *Problem handling* je také zodpovědná za kontakt se zákazníkem v případě, že je dříve detekován problém na straně dodavatele než na straně zákazníka. Obecně je tedy procesní skupina *Problem handling* zodpovědná za [27]:

1) Odchyt, analýzu, řízení a reportování zákazníkem oznámených problémů;
2) Opravu problémů;
3) Reportování stavů řešení problémů;
4) Iniciaci proaktivních zpráv o problémech;
5) Přiřazování a dohledování aktivit spojených s opravou problému;
6) Řízení rizik vzniknuvších z důvodu problému.

Problem handling je jako každý obchodní proces podporován aplikacemi z rámce TAM a informacemi/daty ze SID. V případě TAM se jedná o aplikační skupinu *Customer problem management*, která poskytuje aplikační zázemí právě procesní skupině *Problem handling*. Aplikace i informace/data jsou v případě modelování v programu Arena

reprezentované právě tímto programem. Odpovídající komplexní model celé procesní skupiny *Problem handling*, který je jedním ze stěžejních výstupů praktické části, je umístěn v příloze této diplomové práce.

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se cíli praktické části, práce s daným procesem se dá rozdělit do několika fází. Všechny fáze byly realizovány v programu Arena. V první fázi docházelo k modelování daného obchodního procesu rámce eTOM. Modelování procesu zahrnovalo nejprve rozvržení jednotlivých činností respektive bloků, které spolu vzájemně interagují a dosazení konkrétních numerických hodnot nutných k simulaci. Rozvržení bloků bylo v této fázi realizováno na základě empiricky zjištěných informací, jak k takovémuto obchodnímu procesu přistupují v telekomunikačních společnostech v rámci Frameworx. Pro ověření funkčnosti procesu v různě velikých entitách elektrické sítě bylo rozhodnuto o simulaci tří scénářů. Tyto scénáře zahrnovaly Smart Grids město, oblast okresu a oblast kraje. Konkrétní výchozí numerické hodnoty byly získány z tiskové zprávy společnosti ČEZ. Z tohoto zdroje bylo určeno, jakou by měly mít jednotlivé bloky střední dobu obsluhy a také přibližný odhad chybovosti za rok připadající na jednoho odběratele. V tabulce číslo 5.1 jsou uvedeny uvažované parametry vstupního toku v závislosti na zvoleném scénáři pro období jednoho roku. U ostatních bloků bylo také nastaveno exponenciální rozložení se středními dobami obsluhy dle nejlepšího uvážení. U většiny bloků byly provedeny činnosti SDR[34], kde je požadavek uchopen, obsloužen a vypuštěn dále. U jednoho bloku byla provedena činnost Delay, která pouze požadavek zdrží, aniž by využila zdroj (obsluhovou linku). Důvodem pro použití Delay je čistě to, že požadavek je dán do stavu čekání a tedy není po danou dobu obsluhován. Těmito činnostmi byla ohraničena první fáze praktické části věnující se tomuto procesu. Výše zmíněné vstupní parametry bloků jsou jasně patrné z tabulky 5.2 [35].

Smart Grids scénář	**Počet obyvatel/zákazníků**	**Počet požadavků za rok**	**Distribuční funkce dob příchodů**	**Střední doba mezi příchody požadavků[min]**
Město	50 000/12 500	1 250	Exponenciální rozložení	421
Okres	200 000/50 000	5 000	Exponenciální rozložení	105
Kraj	1 200 000/300 000	30 000	Exponenciální rozložení	17

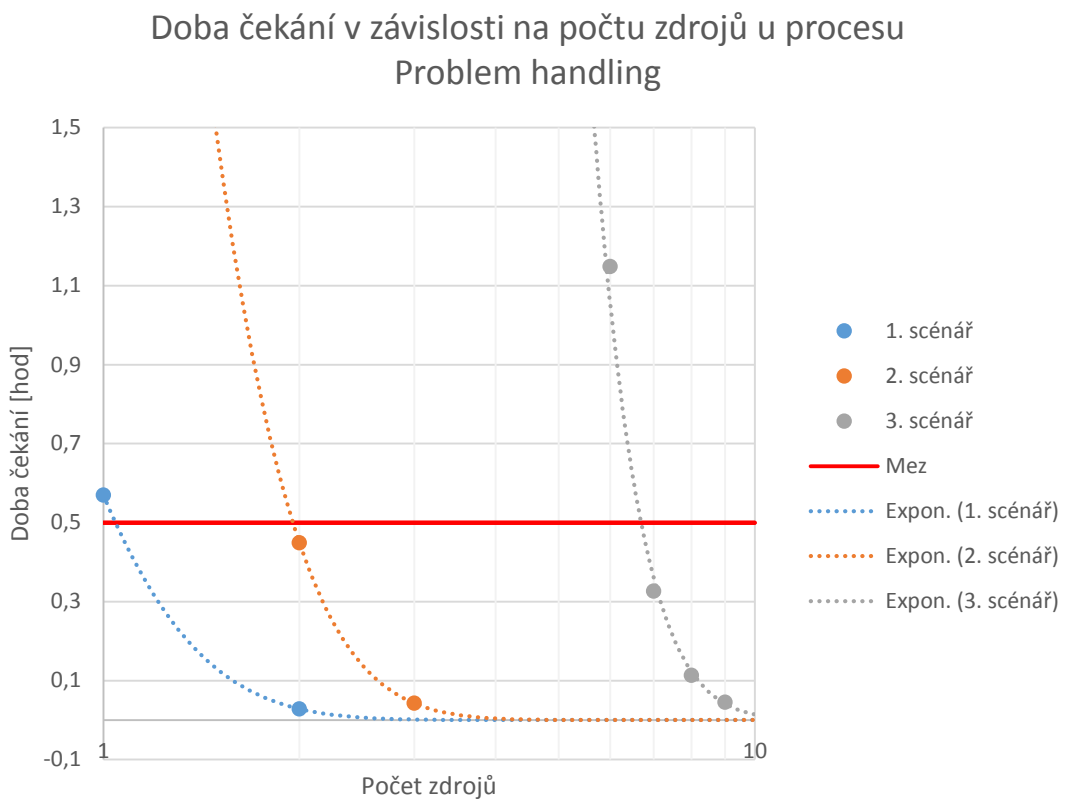
Tabulka 5.1: Parametry vstupního toku pro proces Problem handling

[34] SDR = Seize, Delay and Release

Blok	Provedeno	Distribuční funkce obsluhy	Střední hodnota distribuční funkce obsluhy [min]
Create indicent report	SDR	Exponenciální rozložení	5
Gather information about service	SDR	Exponenciální rozložení	7
Gather problem ticket	SDR	Exponenciální rozložení	5
Produce incident ticket	SDR	Exponenciální rozložení	5
Retrive identified ticket	SDR	Exponenciální rozložení	7
Assign owner to ticket	SDR	Exponenciální rozložení	5
Investigate incident ticket	SDR	Exponenciální rozložení	10
Escalate	SDR	Exponenciální rozložení	5
Try to make service running with possible fixes	SDR	Exponenciální rozložení	50
Trigger a new problem ticket	Delay	Exponenciální rozložení	5
Assign problem ticket	SDR	Exponenciální rozložení	5
Link incident ticket to problem ticket	SDR	Exponenciální rozložení	5
Change incident ticket to pending state	SDR	Exponenciální rozložení	-
Close indicent ticket	SDR	Exponenciální rozložení	1

Tabulka 5.2: Vstupní parametry bloků procesu Problem handling

V druhé fázi docházelo k simulacím navrženého modelu s počtem vstupních požadavků lišících se dle scénáře s přímou spojitostí na třetí fázi, kde docházelo k optimalizaci fungování tohoto procesu. Vstupní parametry získané v první fázi zůstávaly při této simulaci a optimalizaci konstantní a hlavním úkolem tedy bylo přizpůsobit počet zdrojů dostupných všem blokům. Pro názornost je uveden graf číslo 5.1, který představuje kumulovanou dobu čekání všech bloků procesu v závislosti na počtu zdrojů a daném scénáři.

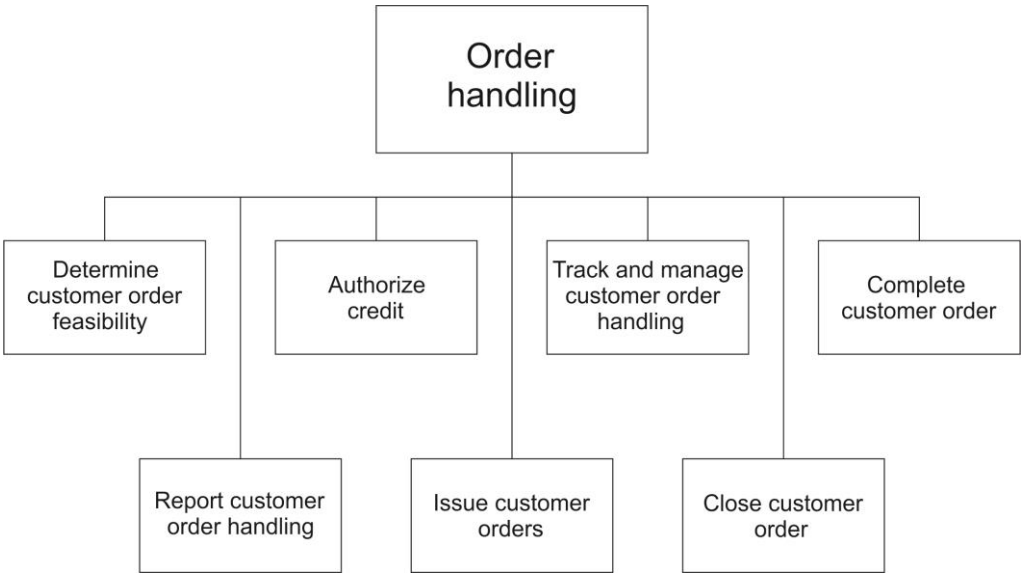


Graf 5.1: Doba čekání procesu Problem handling v závislosti na počtu zdrojů

Dílčím závěrem modelace a simulace této procesní skupiny je to, že se úspěšně podařilo proces *Problem handling* namodelovat a nasimulovat v prostředí energetiky s využitím reálných dat. Procesní skupina *Problem handling* je velice důležitou z hlediska zajištění kontinuity dodávek elektrické energie. V moderní společnosti je dodávka elektrické energie nezbytnou součástí jejího fungování. Modelace a simulace procesní skupiny řešící problémy v elektrické síti se tak zdá být velice významnou, a proto byla také zvolena. V případě procesu *Problem handling* byla vstupní data založena na reálných číslech energetické společnosti. Cílem dané simulace bylo potvrdit realizovatelnost tohoto Frameworx procesu respektive vytvořeného modelu v oblasti energetiky a následně ho optimalizovat. Simulace byla realizována na výše zmíněném modelu ve třech scénářích. V našem případě byla jako mezní hodnota přijatelné kumulované doby čekání zvolena hodnota 0,5 hodiny a právě tomu odpovídá minimální počet 2 zdrojů v prvním scénáři, 2 zdrojů ve druhém a 7 zdrojů ve třetím případě.

5.4.2 Order handling

Jako druhá byla modelována procesní skupina *Order handling* rámce eTOM, která se nachází na 2. úrovni tohoto rámce. Tato procesní skupina se nachází v oblasti *Operations* na průniku horizontální skupiny *Customer relationship management* a vertikální skupiny Fulfilment. Procesní skupina *Order handling* vychází z požadavků, které jsou na ní ze strany rámce Frameworx kladeny. Tyto požadavky jsou vyjádřeny základními činnostmi v tomto procesu. Tyto jednotlivé činnosti jsou patrné z obrázku 5.2. Tento obrázek by se dal považovat za jednoduchý model procesní supiny *Order handling*.



Obrázek 5.2:Order handling z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27]

Procesní skupina *Order handling* je obecně zodpovědná za přijímání a vystavování objednávek. Jednotlivé činnosti prováděné skrze *Order handling* se dají shrnout bodově [27]:

1) Vystavování nových zákaznických objednávek, jejich upravování a uzavírání;
2) Ověřování zda je objednávka vyplnitelná;
3) Kontrola platební schopnosti zákazníka;
4) Kontrola ukončené objednávky, zda vše funguje, jak má;
5) Úprava informací v zákaznické databázi o pořízení, modifikaci či ukončení využívání konkrétního produktu;
6) Přiřazování a dohledování aktivit spojených s objednávkou;
7) Řízení rizik vzniknuvších z důvodu objednávky;

8) Reportování stavů řešení objednávky.

Order handling je jako každý obchodní proces podporován aplikacemi z rámce TAM a informacemi/daty ze SID. V případě TAM se jedná o aplikační skupinu *Customer order management*, která poskytuje aplikační zázemí právě procesní skupině *Order handling*. Aplikace i informace/data jsou v případě modelování v programu Arena reprezentovány právě tímto programem. Odpovídající komplexní model celé procesní skupiny *Order handling*, který je jedním ze stěžejních výstupů praktické části, je umístěn v příloze této diplomové práce.

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se cíli praktické části, práce s daným procesem se dá rozdělit do několika fází. Všechny fáze byly realizovány v programu Arena. V první fázi docházelo k modelování daného obchodního procesu rámce eTOM. Modelování procesu zahrnovalo nejprve rozvržení jednotlivých činností respektive bloků, které spolu vzájemně interagují a dosazení konkrétní numerických hodnot nutných k simulaci. Rozvržení bloků bylo v této fázi realizováno na základě empiricky zjištěných informací, jak k takovémuto obchodnímu procesu přistupují v telekomunikačních společnostech v rámci Frameworx. Pro ověření funkčnosti procesu v různě velikých entitách elektrické sítě bylo rozhodnuto o simulaci tří scénářů. Tyto scénáře zahrnovaly Smart Grids město, oblast okresu a oblast kraje. Je velice obtížné určit parametry vstupního toku, protože je nesnadné stanovit, co vše bude pod tento proces ve Smart Grids řazeno. Vzhledem k tomu bylo dle nejlepšího uvážení určeno, že každý zákazník vyprodukuje 0,2 objednávky za rok. V tabulce číslo 5.3 jsou uvedeny uvažované parametry vstupního toku v závislosti na zvoleném scénáři pro období jednoho roku. U ostatních bloků bylo také nastaveno exponenciální rozložení se středními dobami obsluhy dle nejlepšího uvážení. U většiny bloků byly provedeny činnosti SDR, kde je požadavek uchopen, obsloužen a vypuštěn dále. U jednoho bloku byla provedena činnost Delay, která pouze požadavek zdrží, aniž by využila zdroj (obsluhovou linku). Důvodem pro použití Delay je čistě to, že požadavek je dán do stavu čekání a tedy není po danou dobu obsluhován. Těmito činnostmi byla ohraničena první fáze praktické části věnující se tomuto procesu. Výše zmíněné vstupní parametry bloků jsou jasně patrné z tabulky 5.4.

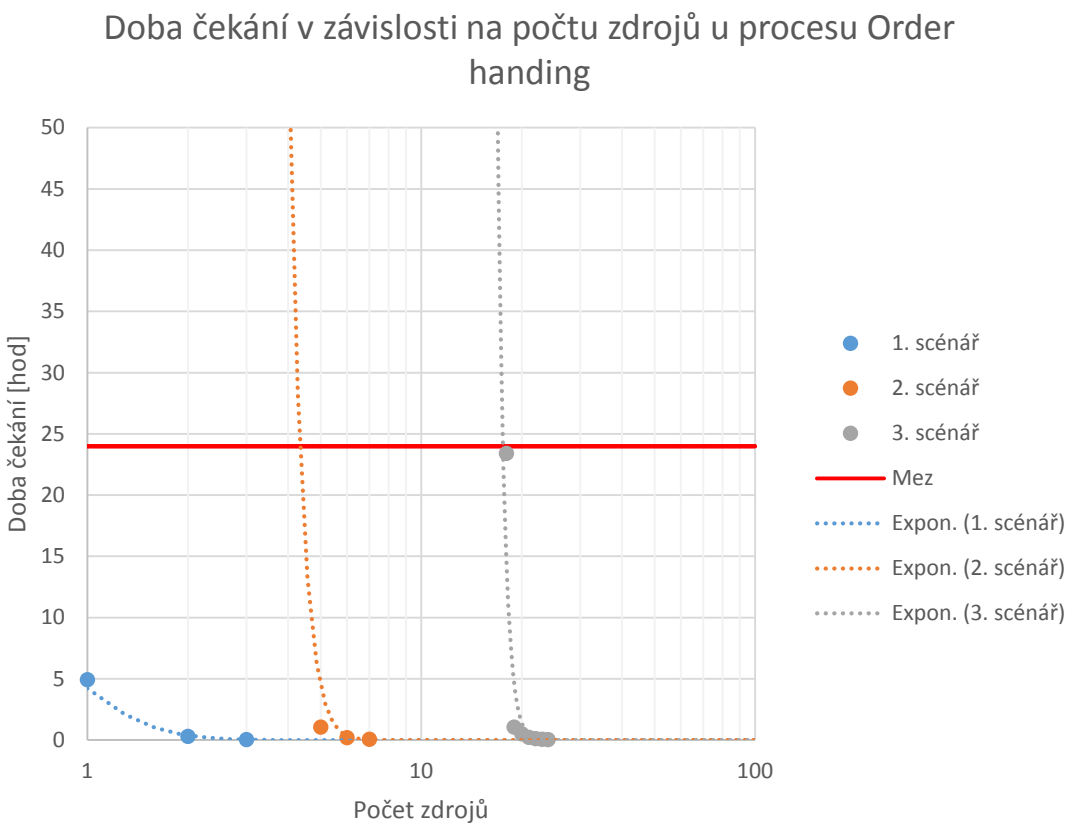
Smart Grids scénář	**Počet obyvatel/zákazníků**	**Počet požadavků za rok**	**Distribuční funkce dob příchodů**	**Střední doba mezi příchody požadavků[min]**
Město	50 000/12 500	2 500	Exponenciální rozložení	211
Okres	200 000/50 000	10 000	Exponenciální rozložení	53
Kraj	1 200 000/300 000	60 000	Exponenciální rozložení	9

Tabulka 5.3: Parametry vstupního toku pro proces Order handling

Blok	Provedeno	Distribuční funkce obsluhy	Střední hodnota distribuční funkce obsluhy [min]
Receive the order	SDR	Exponenciální rozložení	1
Receive customer data	SDR	Exponenciální rozložení	1
Request missing data for sales	SDR	Exponenciální rozložení	10
Resend data	SDR	Exponenciální rozložení	1
Update data	SDR	Exponenciální rozložení	5
Request information for price estimate	SDR	Exponenciální rozložení	5
Prepare estimate price	Delay	Exponenciální rozložení	15
Request credit check	SDR	Exponenciální rozložení	1
Prepare credit check	SDR	Exponenciální rozložení	1
Negotiate price	SDR	Exponenciální rozložení	15
Confirm price from management	SDR	Exponenciální rozložení	60
Update database	SDR	Exponenciální rozložení	5
Receive data	SDR	Exponenciální rozložení	5
Make service running	SDR	Exponenciální rozložení	1 440

Tabulka 5.4: Vstupní parametry bloků procesu Order handling

V druhé fázi docházelo k simulacím navrženého modelu s počtem vstupních požadavků lišících se dle scénáře s přímou spojitostí na třetí fázi, kde docházelo k optimalizaci fungování tohoto procesu. Vstupní parametry získané v první fázi zůstávaly při této simulaci a optimalizaci konstantní a hlavním úkolem tedy bylo přizpůsobit počet zdrojů dostupných všem blokům. Pro názornost je uveden graf číslo 5.2, který představuje kumulovanou dobu čekání všech bloků procesu v závislosti na počtu zdrojů a daném scénáři. Tyto zdroje jsou obecně nazvány Source.

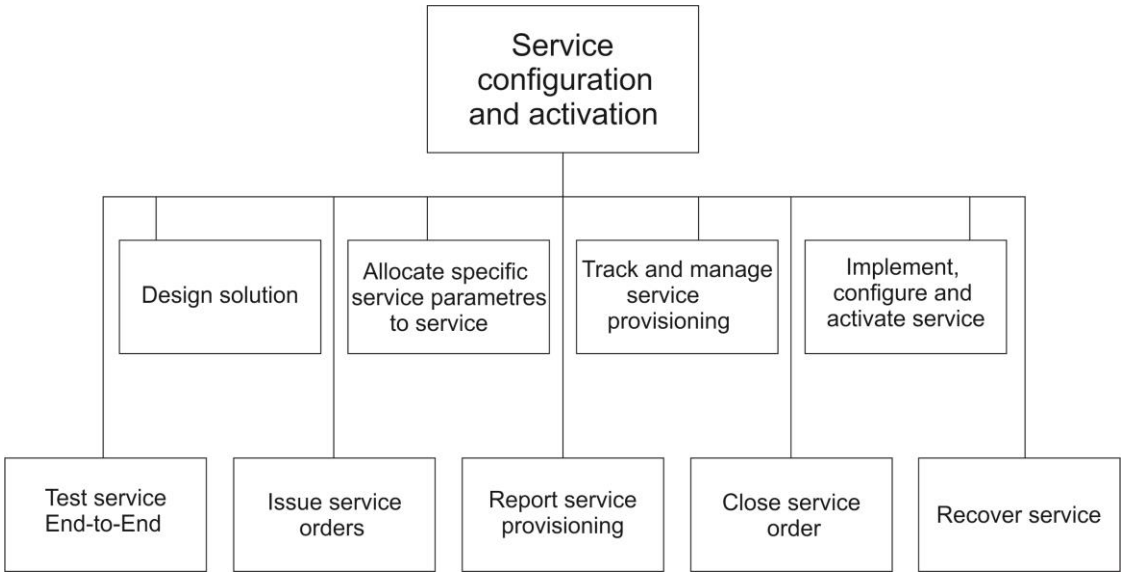


Graf 5.2: Doba čekání procesu Order handling v závislosti na počtu zdrojů

Dílčím závěrem modelace a simulace této procesní skupiny je to, že se úspěšně podařilo proces *Order handling* namodelovat a nasimulovat i přes nutnou úpravu vstupních dat. Procesní skupina *Order handling* je velmi důležitou součástí ve světě telekomunikací a postupně s liberalizací distribuce elektrické energie nabrala na významu i tady. S nástupem Smart Grids by její pozice měla být ještě silnější. Vstupní data pro simulaci tohoto procesu bylo těžké zhodnotit. Vstupní data, která vycházela z reálných dat, byla pro potřeby simulace zvýšena. Důvodem bylo, že se v následujících letech očekávají zvýšené nároky na tento proces. V budoucnosti by se mělo jednat o jednu z klíčových komponent procesního řízení energetických společností, která byla donedávna omezena pouze na vyřízení žádosti o zřízení či ukončení služby. Mezní hodnotou přijatelné kumulované doby čekání bylo určeno 24 hodin. Této hodnotě odpovídá minimální počet jednoho zdroje v prvním scénáři, 5 zdrojů v druhém a 18 zdrojů ve třetím případě. Simulace a modelace se v případě procesní skupiny *Order handling* dá hodnotit jako úspěšná.

5.4.3 Service configuration and activation

Jako třetí byla modelována procesní skupina *Service configuration and activation* rámce eTOM, která se nachází na 2. úrovni tohoto rámce. Tato procesní skupina se nachází v oblasti *Operations* na průniku horizontální skupiny *Service management and operations* a vertikální skupiny *Fulfilment*. Procesní skupina *Service configuration and activation* vychází z požadavků, které jsou na ní ze strany rámce Frameworx kladeny. Tyto požadavky jsou vyjádřeny základními činnostmi v tomto procesu. Tyto jednotlivé činnosti jsou patrné z obrázku 5.3. Tento obrázek by se dal považovat za jednoduchý model procesní supiny *Service configuration and activation*.



Obrázek 5.3: Service configuration and activation z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27]

Procesní skupina *Software configuration and activation* je obecně zodpovědná za alokaci, implementaci, konfiguraci, aktivaci a testování specifických služeb. Jednotlivé činnosti prováděné skrze *Software configuration and activation* se dají shrnout bodově [27]:

1) Ověření, zda je specifická služba dostupná pro daného zákazníka (např. pro procesní skupinu *Order handling*);
2) Nastavování specifických parametrů dle požadavků ostatních procesů;
3) Implementace, konfigurace a aktivace služeb;
4) Testování služeb;
5) Oprava služeb;

6) Úprava informací v zákaznické databázi o alokaci, modifikaci či opravě využívání;

7) Přiřazování a dohledování aktivit spojených s požadavky na konfiguraci a aktivaci;

8) Řízení rizik vzniknuvších z požadavku na konfiguraci a aktivaci;

9) Reportování stavů řešení požadavku na konfiguraci a aktivaci.

Service configuration and activation je jako každý obchodní proces podporován aplikacemi z rámce TAM a informacemi/daty ze SID. V případě TAM se jedná o aplikační skupinu Service order management, která poskytuje aplikační zázemí právě procesní skupině *Service configuration and activation*. Aplikace i informace/data jsou v případě modelování v programu Arena reprezentované právě tímto programem. Odpovídající komplexní model celé procesní skupiny *Service configuration and activation*, který je jedním ze stěžejních výstupů praktické části, je umístěn v obrazové příloze.

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se cíli praktické části, práce s daným procesem se dá rozdělit do několika fází. Všechny fáze byly realizovány v programu Arena. V první fázi docházelo k modelování daného obchodního procesu rámce eTOM. Modelování procesu zahrnovalo nejprve rozvržení jednotlivých činností respektive bloků, které spolu vzájemně interagují a dosazení konkrétních numerických hodnot nutných k simulaci. Rozvržení bloků bylo v této fázi realizováno na základě empiricky zjištěných informací, jak k takovémuto obchodnímu procesu přistupují v telekomunikačních společnostech v rámci Frameworx. Pro ověření funkčnosti procesu v různě velikých entitách elektrické sítě bylo rozhodnuto o simulaci tří scénářů. Tyto scénáře zahrnovaly Smart Grids město, oblast okresu a oblast kraje. Konkrétní výchozí numerické hodnoty byly získány z tiskové zprávy společnosti ČEZ. Z tohoto zdroje bylo určeno, jakou by měly mít jednotlivé bloky střední dobu obsluhy a také přibližný odhad chybovosti za rok připadající na jednoho odběratele. V tabulce číslo 5.5 jsou uvedeny uvažované parametry vstupního toku v závislosti na zvoleném scénáři pro období jednoho roku. U ostatních bloků bylo také nastaveno exponenciální rozložení se středními dobami obsluhy dle nejlepšího uvážení. U většiny bloků byly provedeny činnosti SDR, kde je požadavek uchopen, obsloužen a vypuštěn dále. U jednoho bloku byla provedena činnost Delay, která pouze požadavek zdrží, aniž by využila zdroj (obsluhovou linku). Důvodem pro použití Delay je čistě to, že požadavek je dán do stavu čekání a tedy není po danou dobu obsluhován. Těmito činnostmi byla ohraničena první fáze praktické části věnující se tomuto procesu. Výše zmíněné vstupní parametry bloků jsou jasně patrné z tabulky 5.6 [36].

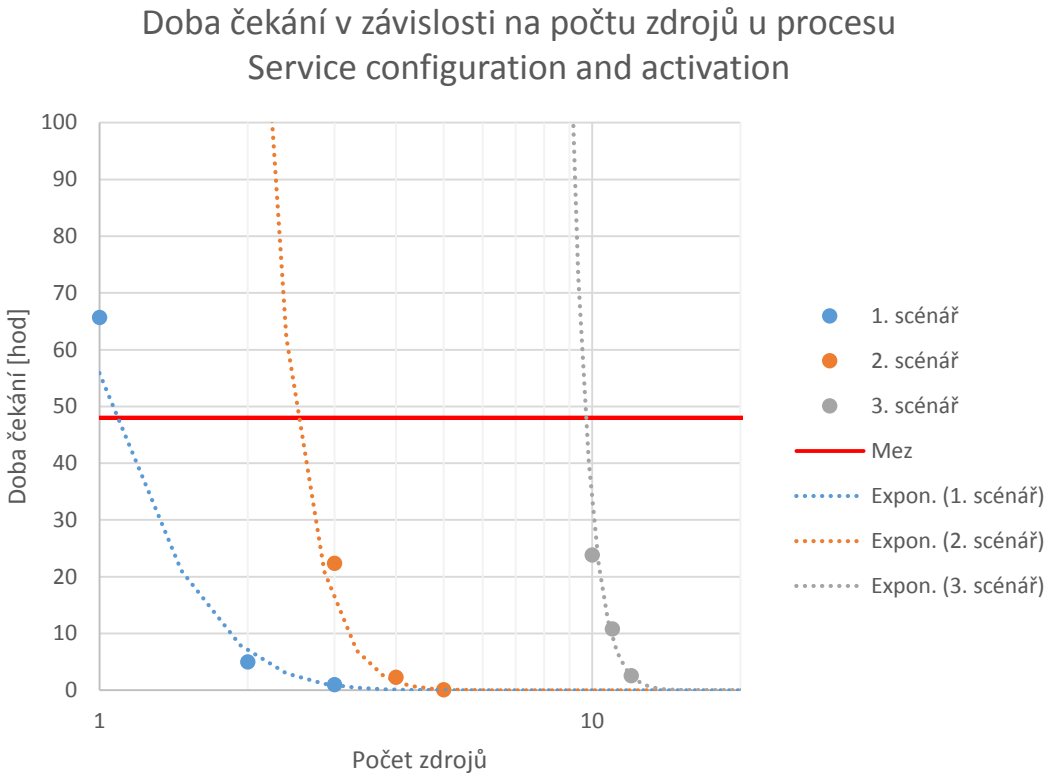
Smart Grids scénář	Počet obyvatel/zákazníků	Počet požadavků za rok	Distribuční funkce dob příchodů	Střední doba mezi příchody požadavků[hod]
Město	50 000/12 500	57	Exponenciální rozložení	156
Okres	200 000/50 000	227	Exponenciální rozložení	39
Kraj	1 200 000/300 000	1 360	Exponenciální rozložení	7

Tabulka 5.5: Parametry vstupního toku pro proces Service configuration and activation

Blok	Provedeno	Distribuční funkce obsluhy	Střední hodnota distribuční funkce obsluhy [min]
Receive request	SDR	Exponenciální rozložení	1 440
Select service package	SDR	Exponenciální rozložení	5
Perform customer information inquiry	SDR	Exponenciální rozložení	10
Create new customer	SDR	Exponenciální rozložení	5
Check address	SDR	Exponenciální rozložení	2
Check service availability	SDR	Exponenciální rozložení	5
Check resource availibility	Delay	Exponenciální rozložení	10
Prepare for service configuration and activation	SDR	Exponenciální rozložení	7 200
Perform service configuration and activation	SDR	Exponenciální rozložení	7 200

Tabulka 5.6: Vstupní parametry bloků procesu Service configuration and activation

V druhé fázi docházelo k simulacím navrženého modelu s počtem vstupních požadavků lišících se dle scénáře s přímou spojitostí na třetí fázi, kde docházelo k optimalizaci fungování tohoto procesu. Vstupní parametry získané v první fázi zůstávaly při této simulaci a optimalizaci konstantní a hlavním úkolem tedy bylo přizpůsobit počet zdrojů dostupných všem blokům. Pro názornost je uveden graf číslo 5.3, který představuje kumulovanou dobu čekání všech bloků procesu v závislosti na počtu zdrojů a daném scénáři. Tyto zdroje jsou obecně nazvány Source.

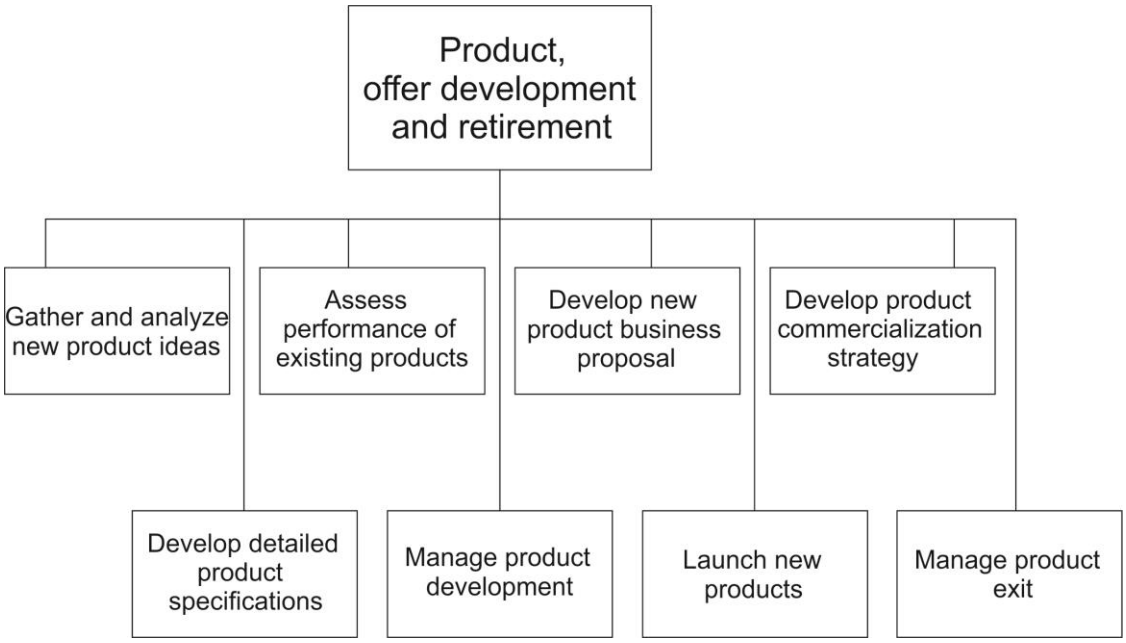


Graf 5.3: Doba čekání procesu Service configuration and activation v závislosti na počtu zdrojů

Simulaci a modelaci lze v případě procesní skupiny *Service configuration and activation* považovat za úspěšnou. U procesní skupiny *Service configuration and activation* by se mohlo zdát, že nedojde k žádné výrazné změně s přechodem ke Smart Grids. To je ale omyl. Proces *Service configuration and activation* se bude muset vyrovnat se vzrůstajícími nároky ze strany zákazníků. Zákazníci zvyklí na rychlý přechod z jedné služby na druhou, budou totéž vyžadovat i v případě služeb poskytovaných energetickými společnostmi. Stejně jako v případě procesu *Order handling* zde musela být vstupní data upravena respektive zvýšena, protože se předpokládá zvýšený počet požadavků ze strany zákazníků. Mezní hodnotou přijatelné kumulované doby čekání pro tento proces bylo stanoveno 48 hodin. Této hodnotě odpovídá minimální počet 2 zdrojů v prvním scénáři, 3 zdrojů v druhém a 10 ve třetím případě.

5.4.4 Product offer, development and retirement

Jako čtvrtá byla modelována procesní skupina *Product offer, development and retirement* rámce eTOM, která se nachází na 2. úrovni tohoto rámce. Tato procesní skupina se nachází v oblasti SIP na průniku horizontální skupiny *Marketing and offer management* a vertikální skupiny *Product lifecycle management*. Procesní skupina *Product offer, development and retirement* vychází z požadavků, které jsou na ní ze strany rámce Frameworx kladeny. Tyto požadavky jsou vyjádřeny základními činnostmi v tomto procesu. Tyto jednotlivé činnosti jsou patrné z obrázku 5.4. Tento obrázek by se dal považovat za jednoduchý model procesní supiny *Product offer, development and retirement*.



Obrázek 5.4: Product offer, development and retirement z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27]

Procesní skupina *Product offer, development and retirement* je obecně zodpovědná za vývoj a dodávku nových produktů a jejich vylepšení. Výstupem je nový produkt či vylepšení, které je následně přebráno procesy z oblasti *Operations*. Tato procesní skupina je projektově orientována. Iniciací a zároveň vstupem do této procesní skupiny mohou být vlastní informace o možném vylepšení produktu, technický vývoj či vývoj na trhu s daným produktem [27].

Product offer, development and retirement je jako každý obchodní proces podporován aplikacemi z rámce TAM a informacemi/daty ze SID. V případě TAM se jedná o aplikační skupinu *Product lifecycle management*, která poskytuje aplikační zázemí právě procesní skupině *Product offer, development and retirement*. Aplikace i informace/data jsou v případě modelování v programu Arena reprezentované právě tímto programem.

Odpovídající komplexní model celé procesní skupiny *Product offer, development and retirement*, který je jedním ze stěžejních výstupů praktické části, je umístěn v příloze této diplomové práce.

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se cíli praktické části, práce s daným procesem se dá rozdělit do několika fází. Všechny fáze byly realizovány v programu Arena. V první fázi docházelo k modelování daného obchodního procesu rámce eTOM. Modelování procesu zahrnovalo nejprve rozvržení jednotlivých činností respektive bloků, které spolu vzájemně interagují a dosazení konkrétní numerických hodnot nutných k simulaci. Rozvržení bloků bylo v této fázi realizováno na základě empiricky zjištěných informací, jak k takovémuto obchodnímu procesu přistupují v telekomunikačních společnostech v rámci Frameworx. Na rozdíl od ostatních procesů zde nebyly realizovány tři scénáře, ale pouze scénář jedné modelové společnosti. Vzhledem k tomu bylo dle nejlepšího uvážení určeno, že uvnitř firmy bude každé 3,5 dne vytvořen požadavek na vytvoření či úpravu produktu. V tabulce číslo 5.7 jsou přehledně uvedeny uvažované parametry vstupního toku pro definovaný scénář modelové společnosti. U ostatních bloků bylo také nastaveno exponenciální rozložení se středními dobami podle nejlepšího uvážení. U všech bloků byly provedeny činnosti SDR, kde je požadavek uchopen, obsloužen a vypuštěn dále. Těmito činnostmi byla ohraničena první fáze praktické části věnující se tomuto procesu. Výše zmíněné vstupní parametry bloků jsou jasně patrné z tabulky 5.8.

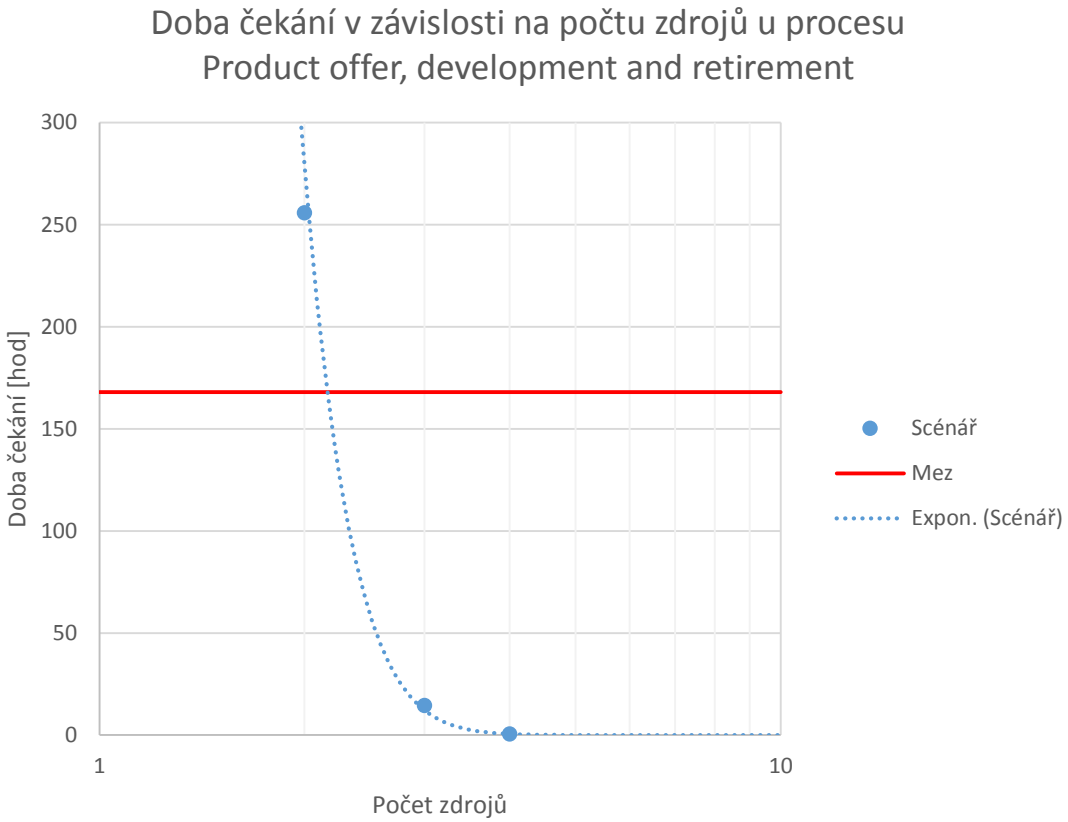
Smart Grids scénář	**Počet obyvatel/zákazníků**	**Počet požadavků za rok**	**Distribuční funkce dob příchodů**	**Střední doba mezi příchody požadavků[hod]**
Modelová společnost	50 000/12 500	57	Exponenciální rozložení	156

Tabulka 5.7: Parametry vstupního toku procesu Product offer, development and retirement

Blok	Provedeno	Distribuční funkce obsluhy	Střední hodnota distribuční funkce obsluhy [hod]
Discussions to determine whether to propose a project	SDR	Exponenciální rozložení	12
Project proposal	SDR	Exponenciální rozložení	24
Perform needs assesment and feasibility study or preliminary plan	SDR	Exponenciální rozložení	12
Project scope	SDR	Exponenciální rozložení	24
Submit project scope to stakeholders	SDR	Exponenciální rozložení	48
Finalize scope	SDR	Exponenciální rozložení	24
Discover	SDR	Exponenciální rozložení	48
Plan	SDR	Exponenciální rozložení	48
Execute	SDR	Exponenciální rozložení	48
Close	SDR	Exponenciální rozložení	24
Investigate SLA or QoS	SDR	Exponenciální rozložení	96

Tabulka 5.8: Vstupní parametry bloků procesu Product offer, development and retirement

V druhé fázi docházelo k simulacím navrženého modelu s přímou spojitostí na třetí fázi, kde docházelo k optimalizaci fungování tohoto procesu. Vstupní parametry získané v první fázi zůstávaly při této simulaci a optimalizaci konstantní a hlavním úkolem tedy bylo přizpůsobit počet zdrojů dostupných všem blokům. Pro názornost je uveden graf číslo 5.4, který představuje kumulovanou dobu čekání všech bloků procesu v závislosti na počtu zdrojů. Tyto zdroje jsou obecně nazvány Source.

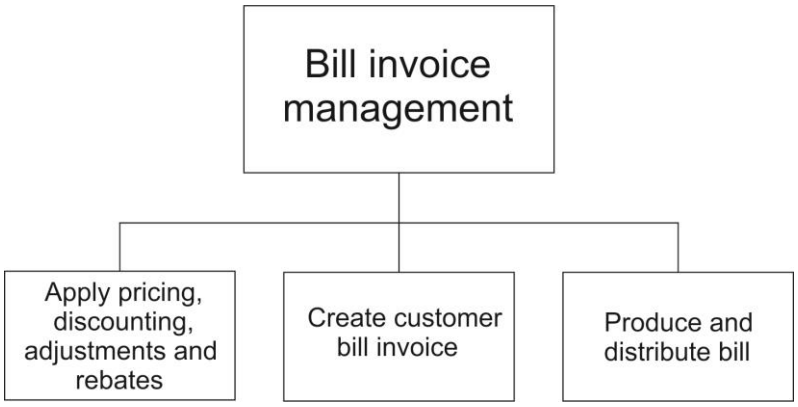


Graf 5.4: Doba čekání procesu Product offer, development and retirement v závislosti na počtu zdrojů

Modelace a simulace procesní skupiny *Product offer, development and retirement* se dá považovat za úspěšnou. Skupina *Product offer, development and retirement* byla v minulosti z hlediska energetiky asi nejvíce podceňovanou procesní skupinou ze všech vybraných. V minulosti se produktem respektive službou myslel maximálně nízký a vysoký tarif. S nástupem AMI/AMR by mělo začít docházet k velkému nárůstu počtu poskytovaných produktů respektive služeb. Tyto služby by měly být zaměřeny na specifické potřeby skupin zákazníků. Vzhledem k tomu, že energetická společnost většinou operuje ve větší oblasti, než jsou námi zvolené scénáře, bylo počítáno s jedním modelovým scénářem energetické společnosti. Mezní hodnotou přijatelné kumulované doby čekání pro tento proces byla určena hodnota 168 hodin a právě tomu odpovídá minimální počet 3 zdrojů.

5.4.5 Bill invoice management

Jako druhá byla modelována procesní skupina *Bill invoice management* rámce eTOM, která se nachází na 2. úrovni tohoto rámce. Tato procesní skupina se nachází v oblasti *Operations* na průniku horizontální skupiny *Customer relationship management* a vertikální skupiny Billing. Procesní skupina *Bill invoice management* vychází z požadavků, které jsou na ní ze strany rámce Frameworx kladeny. Tyto požadavky jsou vyjádřeny základními činnostmi v tomto procesu. Tyto jednotlivé činnosti jsou patrné z obrázku 5.5. Tento obrázek by se dal považovat za jednoduchý model procesní supiny *Bill invoice management.*



Obrázek 5.5: Bill invoice management z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27]

Procesní skupina *Bill invoice management* je obecně zodpovědná za správné účtování/fakturování v elektronické nebo ve fyzické podobě, dodání těchto dokumentů zákazníkovi a uplatnění správných daní, slev a podobně. Jednotlivé činnosti prováděné skrze *Bill invoice management* se dají shrnout bodově [27]:

1) Aplikace daní a slev na služby poskytnuté zákazníkovi;
2) Aplikace úprav účtů;
3) Produkce a distribuce účtů;
4) Předpověď zdrojů potřebných k produkci účtů;
5) Řízení rozdělování reklamních materiálů spojených s distribucí účtů;
6) Řízení dohod a komunikace s třetími stranami spojenými s procesní skupinou *Bill invoice management*.

Bill invoice management je jako každý obchodní proces podporován aplikacemi z rámce TAM a informacemi/daty ze SID. V případě TAM se jedná o aplikační skupinu *Product lifecycle management*, která poskytuje aplikační zázemí právě procesní skupině *Bill invoice management*. Aplikace i informace/data jsou v případě modelování v programu

Arena reprezentované právě tímto programem. Odpovídající komplexní model celé procesní skupiny *Bill invoice management*, který je jedním ze stěžejních výstupů praktické části, je umístěn v příloze této diplomové práce.

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se cíli praktické části, práce s daným procesem se dá rozdělit do několika fází. Všechny fáze byly realizovány v programu Arena. V první fázi docházelo k modelování daného obchodního procesu rámce eTOM. Modelování procesu zahrnovalo nejprve rozvržení jednotlivých činností respektive bloků, které spolu vzájemně interagují a dosazení konkrétní numerických hodnot nutných k simulaci. Rozvržení bloků bylo v této fázi realizováno na základě empiricky zjištěných informací, jak k takovémuto obchodnímu procesu přistupují v telekomunikačních společnostech v rámci Frameworx. Pro ověření funkčnosti procesu v různě velikých entitách elektrické sítě bylo rozhodnuto o simulaci tří scénářů. Tyto scénáře zahrnovaly Smart Grids město, oblast okresu a oblast kraje. Výchozí numerické údaje byly uvažovány pro případ měsíčního účtování, kdy tedy jeden zákazník vyprodukuje 12 požadavků připadající na jeden rok. V tabulce číslo 5.9 jsou uvedeny uvažované parametry vstupního toku v závislosti na zvoleném scénáři pro období jednoho roku. U ostatních bloků bylo také nastaveno exponenciální rozložení se středními dobami obsluhy dle nejlepšího uvážení. U většiny bloků byly provedeny činnosti SDR, kde je požadavek uchopen, obsloužen a vypuštěn dále. U jednoho bloku byla provedena činnost Delay, která pouze požadavek zdrží, aniž by využila zdroj (obsluhovou linku). Důvodem pro použití Delay je čistě to, že požadavek je dán do stavu čekání a tedy není po danou dobu obsluhován. Těmito činnostmi byla ohraničena první fáze praktické části věnující se tomuto procesu. Výše zmíněné vstupní parametry jsou jasně patrné z tabulky 5.10.

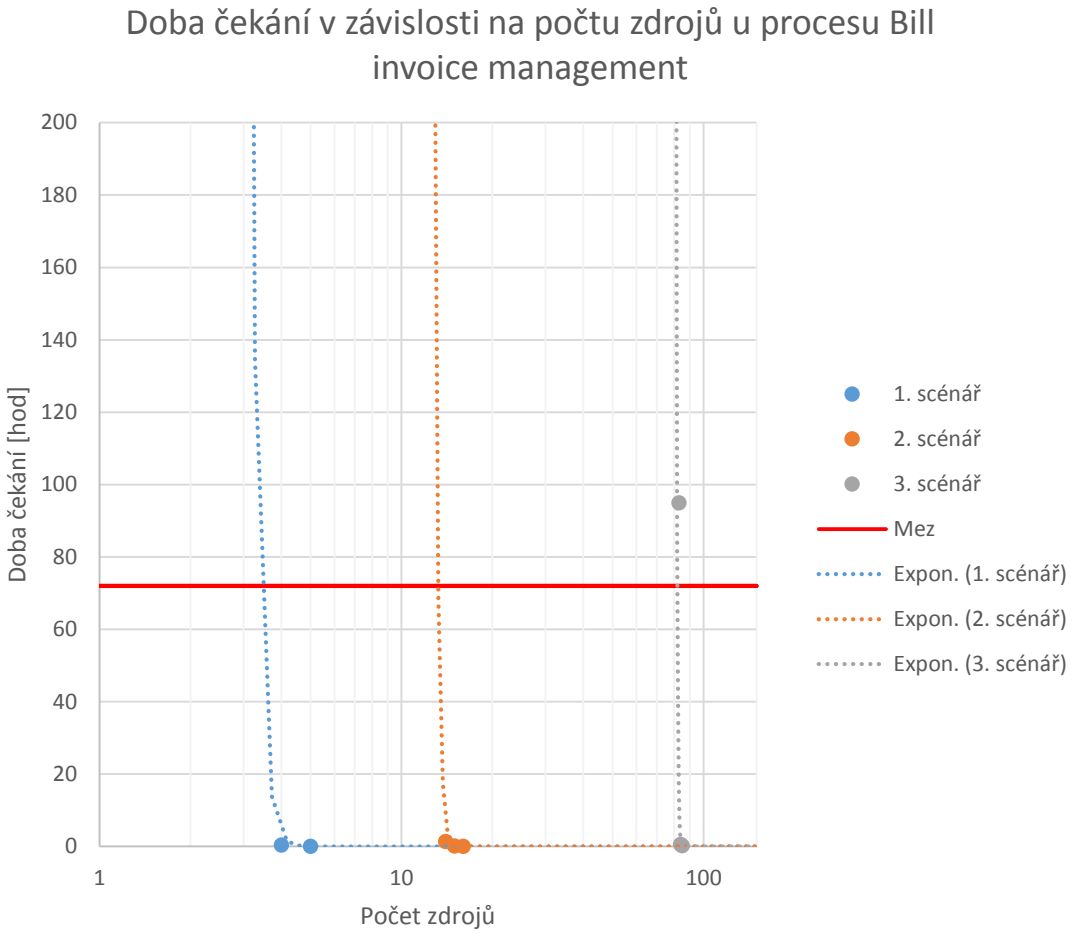
Smart Grids scénář	**Počet obyvatel/zákazníků**	**Počet požadavků za rok**	**Distribuční funkce dob příchodů**	**Střední doba mezi příchody požadavků[s]**
Město	50 000/12 500	150 000	Exponenciální rozložení	210
Okres	200 000/50 000	600 000	Exponenciální rozložení	53
Kraj	1 200 000/300 000	3 600 000	Exponenciální rozložení	9

Tabulka 5.9: Parametry vstupního toku procesu Bill invoice management

Blok	Provedeno	Distribuční funkce obsluhy	Střední hodnota distribuční funkce obsluhy [min]
Gathering the data about used telecommunication services	SDR	Exponenciální rozložení	1
Preprocessing of gathered data	SDR	Exponenciální rozložení	1
Rating of used telecommunication services	SDR	Exponenciální rozložení	1
Billing process	SDR	Exponenciální rozložení	2
Print pending invoice register	SDR	Exponenciální rozložení	1
Correct pending invoices	SDR	Exponenciální rozložení	1
Post invoice 1	SDR	Exponenciální rozložení	1
Print invoice 1	SDR	Exponenciální rozložení	1
Invoice	SDR	Exponenciální rozložení	1
Send to customer	SDR	Exponenciální rozložení	1
Review customer balances	SDR	Exponenciální rozložení	1
Create correction invoice	SDR	Exponenciální rozložení	2
Post invoice 2	SDR	Exponenciální rozložení	1
Print invoice 2	SDR	Exponenciální rozložení	1
Create manual customer invoice	SDR	Exponenciální rozložení	5
Print customer invoice	SDR	Exponenciální rozložení	1

Tabulka 5.10: Vstupní parametry bloků procesu Bill invoice management

V druhé fázi docházelo k simulacím navrženého modelu s počtem vstupních požadavků lišících se dle scénáře s přímou spojitostí na třetí fázi, kde docházelo k optimalizaci fungování tohoto procesu. Vstupní parametry získané v první fázi zůstávaly při této simulaci a optimalizaci konstantní a hlavním úkolem tedy bylo přizpůsobit počet zdrojů dostupných všem blokům. Pro názornost je uveden graf číslo 5.5, který představuje kumulovanou dobu čekání všech bloků procesu v závislosti na počtu zdrojů a daném scénáři. Tyto zdroje jsou obecně nazvány Source.

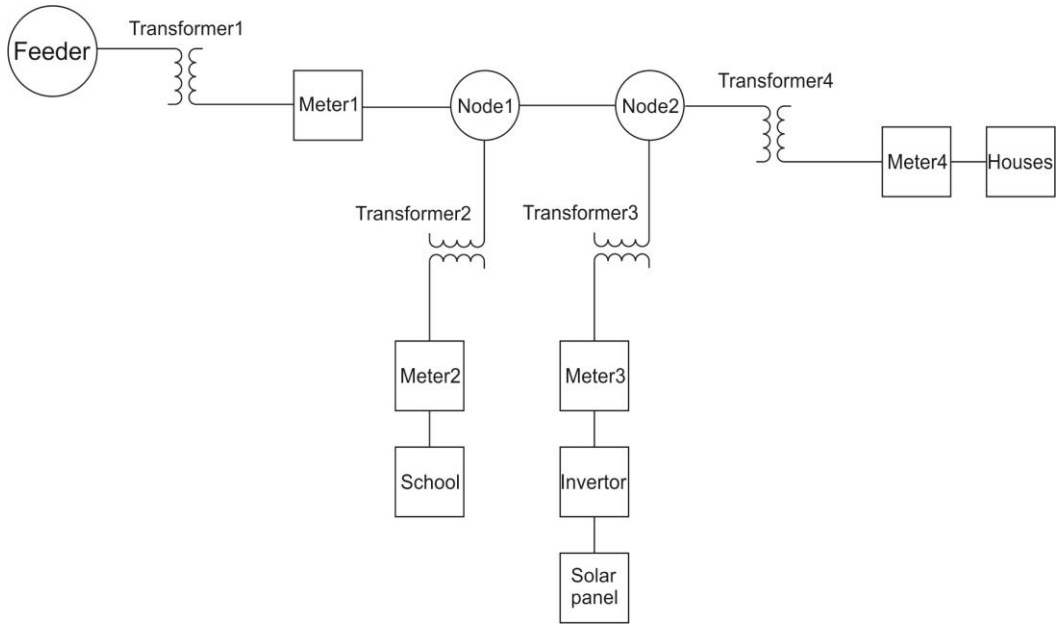


Graf 5.5: Doba čekání procesu Bill invoice management v závislosti na počtu zdrojů

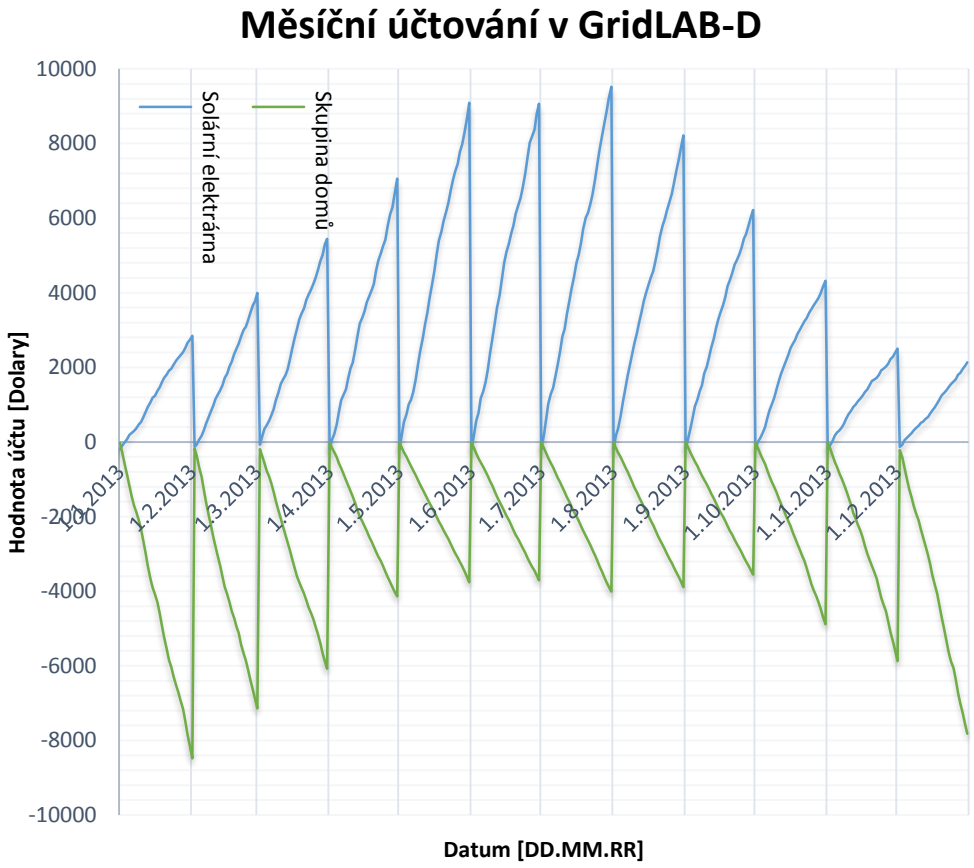
Jediná možnost, jak reálně simulovat proces *Bill invoice management* v energetice, se objevila ve formě již zmíněného programu GridLAB-D, který umožňuje ilustrovat stav účtu v čase. Na obrázku 5.6 je vyobrazen model, s kterým bylo v rámci GridLAB-D pracováno. Tento model vyobrazuje microgrid, kde existuje několik významných odběratelů elektrické energie a také jeden zdroj solární energie. Jako typický zástupce odběratele byl vybrán blok Houses, který symbolizuje ulici 20 domů, které využívají elektrickou energii pro vytápění i klimatizaci a pro množství dalších běžných spotřebičů. Průměrná spotřeba v případě této simulace byla 9 522 kWh na jeden dům, což odpovídalo rozmezí od 6 367 do 15 046 kWh průměrné spotřeby elektrické energie ve Spojených státech amerických. Při ceně 0,33 dolaru za kWh to odpovídá průměrné měsíční útratě 5 237,1 dolarů u 20 domů [37].

Jako typický představitel dodavatele byl vybrán blok Solar panel, který symbolizuje solární elektrárnu o instalovaném výkonu přibližně 0,25 MW. Na grafu 5.6 je jasně patrné, jak se vyvíjí účtování skupiny domů a solární elektrárny. Skupina domů bude za

elektřinu platit a solární elektrárna bude dostávat zaplaceno za své dodávky. Z grafu je jasně patrný vliv počasí na jednotlivé bloky.



Obrázek 5.6: Simulovaný model v GridLAB-D



Graf 5.6: Ilustrace měsíčního účtování procesu Bill invoice management v GridLAB-D

Dílčím závěrem modelace a simulace této procesní skupiny je to, že se úspěšně podařilo namodelovat a nasimulovat procesní skupinu *Bill invoice management*. Procesní skupina *Bill invoice management* je stejně jako pro společnosti telekomunikačního segmentu klíčovou procesní oblastí pro společnosti energetického segmentu. Skrze *Bill invoice management* dochází k účtování za spotřebované služby a také k distribuci souhrnných účetních materiálů směrem k zákazníkům. V současnosti je zvykem, že vyúčtování je generováno jednou za delší časový úsek, než je jeden měsíc a také je zde poměrně malý počet různých druhů služeb. V budoucnosti se přepokládá kratší časový interval než ve stávající situaci a také mnohem více možností služeb. U tohoto procesu byly stejně jako u ostatních simulovány scénáře modelovaného procesu, ale navíc také odlišný model v programu GridLAB-D. V prvním případě byla jako mezní hodnota přijatelné kumulované doby čekání zvolena hodnota 72 hodin a právě tomu odpovídá minimální počet 5 zdrojů v prvním scénáři, 20 zdrojů v druhém a 118 zdrojů ve třetím případě. V druhém případě byl simulován model v programu GridLAB-D, kde bylo hlavním cílem ilustrovat účtování.

6. Závěr

Cílem diplomové práce s názvem Procesní řízení sítí Smart Grids bylo posoudit implementaci rámce Frameworx do oblasti inteligentních elektrických sítí, aby bylo umožněno řízení těchto sítí skrze tento rámec. Nejprve byla věnována pozornost základnímu náhledu na jednotlivé stěžejní teoretické oblasti dané problematiky, poté byly zjištěné poznatky využity k vypracování praktické části diplomové práce.

V první části práce byla teoreticky rozebrána problematika inteligentních elektrických sítí. Tato problematika je značně obsáhlá a existuje značná roztříštěnost v oblasti standardizace a chápání pojmu inteligentních elektrických sítí. Snahou bylo obecně popsat jednotlivé klíčové body, na kterých jsou Smart Grids postaveny. Smart Grids jsou primárně postaveny na zavádění soudobých technologií do energetického sektoru, ale těchto technologií je opravdu velké množství, a proto bylo snahou dodržet jistou stručnost v popisu a nezabředávat do periferií a směřovat k výkladu dalších důležitých oblastí. Bylo proto popsáno zejména definiční pozadí Smart Grids a následně obecně sběr a měření dat, pojem microgrid, akumulace elektrické energie, výroba elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů a současný stav v oblasti implementace Smart Grids v celosvětovém měřítku. V druhé části bylo obecně popsáno procesní řízení, které je nutné k pochopení procesní rámce eTOM. Výklad byl nejprve směřován k rozličným definicím pojmu proces a následně k pochopení, co vlastně znamená myslet v měřítku procesního řízení. Poté bylo zmíněno množství parametrů, podle kterých lze popisovat jednotlivé procesy. Následně bylo uvedeno sdružování procesů do procesních map, čehož je příkladem právě eTOM jako procesní mapa pro subjekty v telekomunikačním průmyslu. Nakonec bylo na příkladu jednoduchého procesu ukázáno, jak v reálu vypadá modelování procesů. V třetí a též poslední teoretické části se výklad dostal ke klíčovému tématu, čímž byl popis rámce Framewrox, který se skládá z jednotlivých rámců eTOM, TAM a SID. Tyto rámce poskytují dohromady jasný rámec pro řízení telekomunikačních sítí. Postupně byly probrány jednotlivé rámce. Největší důraz byl kladen na procesní rámec eTOM, který je základem, na nějž jsou navázány zbylé dva rámce. U rámce eTOM byly popsány jednotlivé oblasti procesů až do 1. úrovně procesů, kde byla na základě dohody s vedoucím práce dodržena anglická terminologie pro názvy procesů. Procesy byly následně rozváděny do dalších úrovní v následující praktické sekci.

V praktické části práce bylo realizováno zejména modelování jednotlivých procesů eTOM respektive na ně navázané aplikace z rámce TAM, kde bylo cílem zhodnotit aplikovatelnost těchto procesů do oblasti Smart Grids. Procesy byly modelovány až do 3. úrovně procesů eTOM. Jednotlivé 3. úrovně procesů eTOM byly modelovány na podkladu vymezených aplikací z rámce TAM. Záměrem výběru bylo identifikovat a zaměřit se na nejdůležitější procesy. Procesy byly vybírány proporčně, tak aby se v analyzovaných procesech vyskytovaly procesy z oblasti Operations i z oblasti SIP. Analýza těchto procesů odhalila poměrně bezproblémovou aplikovatelnost téměř všech

procesů na oblasti Smart Grids. Následně byly tyto procesy modelovány a simulovány. Názorná simulace ukázala úspěšnou implementaci pravidel rámce Frameworx v daných scénářích simulací.

Organizace TM Forum vyvíjí v oblasti aplikace rámce Frameworx do oblasti Smart Grids značnou aktivitu. Z prozkoumaných teoretických poznatků a reálného modelování procesů je zřejmé, že v tomto ohledu nic nebrání v integraci rámce Frameworx. Současné aktivity jsou vyvíjeny především ze strany telekomunikačního průmyslu a čeká se na to, jestli subjekty energetického sektoru vyjádří zájem o implementaci tohoto rámce. Zatím však není jisté, v jakém časovém horizontu, či zda bude vůbec rámec s těmito subjekty integrován. Problém je v současnosti v nedostatečné motivaci subjektů energetického sektoru pro implementaci rámce Frameworx.

Seznam grafů

Graf 5.1: Doba čekání procesu Problem handling v závislosti na počtu zdrojů 55

Graf 5.2: Doba čekání procesu Order handling v závislosti na počtu zdrojů..... 59

Graf 5.3: Doba čekání procesu Service configuration and activation v závislosti na počtu zdrojů 63

Graf 5.4: Doba čekání procesu Product offer, development and retirement v závislosti na počtu zdrojů 67

Graf 5.5: Doba čekání procesu Bill invoice management v závislosti na počtu zdrojů .. 71

Graf 5.6: Ilustrace měsíčního účtování procesu Bill invoice management v GridLAB-D 72

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Prakticky realizovaný microgrid ve věznici Santa Rita [12] 22

Obrázek 3.1: Schéma souvislosti základních druhů procesu dle účelu [19] 32

Obrázek 3.2: Model jednoduchého procesu v prostředí programu ARIS Express [25] .. 34

Obrázek 4.1: Rámec Frameworx [27] 35

Obrázek 4.2: 0. úroveň procesního rámce eTOM [26] 37

Obrázek 4.3: 1. úroveň procesního rámce eTOM [26] 39

Obrázek 4.4: 0. úroveň aplikačního rámce TAM [28] 45

Obrázek 4.5: 0. úroveň informačního/datového rámce SID [30] 46

Obrázek 5.1: Problem handling z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27] 52

Obrázek 5.2:Order handling z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27] 56

Obrázek 5.3: Service configuration and activation z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27] 60

Obrázek 5.4: Product offer, development and retirement z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27] 64

Obrázek 5.5: Bill invoice management z hlediska požadavků eTOM respektive rámce Frameworx [27] 68

Obrázek 5.6: Simulovaný model v GridLAB-D 72

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Vlastnosti hlavních, řídících a podpůrných procesů [23] 32

Tabulka 5.1: Parametry vstupního toku pro proces Problem handling..... 53

Tabulka 5.2: Vstupní parametry bloků procesu Problem handling 54

Tabulka 5.3: Parametry vstupního toku pro proces Order handling..... 57

Tabulka 5.4: Vstupní parametry bloků procesu Order handling 58

Tabulka 5.5: Parametry vstupního toku pro proces Service configuration and activation 62

Tabulka 5.6: Vstupní parametry bloků procesu Service configuration and activation .. 62

Tabulka 5.7: Parametry vstupního toku procesu Product offer, development and retirement..... 65

Tabulka 5.8: Vstupní parametry bloků procesu Product offer, development and retirement..... 66

Tabulka 5.9: Parametry vstupního toku procesu Bill invoice management..... 69

Tabulka 5.10: Vstupní parametry bloků procesu Bill invoice management..... 70

Seznam zkratek

AMI	Advanced Metering Infrastructure
AMR	Automatic Meter Reading
BSS	Business Support Systems
CERTS	Consortium for Electric Reliability Technology Solutions
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexor
EDGE	Enhanced Data for GSM Evolution
eTOM	enhanced Telecom Operations Map
ETP SmartGrids	European Technology Platform for Smart Grids
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communication
HDO	Hromadné dálkové ovládání
IED	Intelligent Electronic Devices
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
LTE	Long Term Evolution
MTU	Master Terminal Unit
NGOSS	Next Generation Operational Support System
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OSS	Operations support systems
PLC	Power Line Communication
PLC	Programmable Logic Controller
PNNL	Pacific Northwest National Laboratory
PSTN	Public switched telephone network
QoS	Quality of Service
RTU	Remote Terminal Unit

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SID	Shared Information/Data model
SDR	Seize, Delay and Release
SLA	Service Level Agreement
TAM	Telecom Application Map
TM Forum	Telemanagement Forum
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
U.S. DOE	United States Department of Energy

Seznam použitých zdrojů

[1] INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2013: World energy demand and economic outlook. *EIA* [online]. 2013 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.eia.gov/forecasts/ieo/world.cfm

[2] The 2020 climate and energy package. *European Commission* [online]. 2014 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

[3] Data do kapsy. *ČEPS* [online]. 2013 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.ceps.cz/CZE/Media/Ke-stazeni/Documents/Data%20do%20kapsy%202012%20%C4%8CJ.pdf

[4] Top 10 Smart Grid and Smart City predictions. *TM Forum* [online]. 2014 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://inform.tmforum.org/opinions/the-outsider/2014/01/top-10-smart-grid-and-smart-city-predictions/

[5] Smart Grid. *U.S. Department of Energy* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://energy.gov/oe/technology-development/smart-grid

[6] The SmartGrids European Technology Platform. *ETP SmartGrids* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.smartgrids.eu/ETPSmartGrids

[7] Smart-O-34Rev.4. *ITU* [online]. 2011 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/smart/Documents/smart-o-0034r4-overview-output.doc

[8] AMR vs AMI. *POWERGRID International* [online]. 2008 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z:http://www.elp.com/articles/powergrid_international/print/volume-13/issue-10/features/amr-vs-ami.html

[9] STOUFFER, Keith, Joe FALCO a Karen KENT. NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. *Guide to Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and Industrial Control Systems Security: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology*. 2006. Dostupné z: http://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/csd-nist-guidetosupervisoryanddataccquisition-scadaandindustrialcontrolsystemssecurity-2007.pdf

[10] ODOM, Wendell. *Cisco CCENT/CCNA ICND1 100-101 official Cert guide: Cisco IP telephony flash cards and exam practice pack*. Indianapolis, Ind.: Cisco, c2005, lvii, 899 pages. ISBN 978-1587143854.

[11] DSL White Paper. ALLIED TELESIS. *Allied Telesis* [online]. 2007 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.alliedtelesis.com/media/pdf/dsl_wp.pdf

[12] Mobilní sítě. PIKHART, Zdeněk. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, FEL. *Access server* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z:http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2004072801

[13] Generations of Mobile Wireless Technology: A Survey. BHALLA, Mudit Ratana a Anand Vardhan BHALLA. *CiteSeerx* [online]. 2010 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.206.5216&rep=rep1&type=pdf

[14] BOSSART, Steve. DOE Perspective on Microgrids - Advanced Microgrid Concepts and Technologies Workshop. NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY. *U.S. Department of Energy* [online]. 2012 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Energy%20Efficiency/smart%20grid/presentations/Army-Advanced-Microgrids-060712-short.pptx

[15] ALEGRIA, Eduardo, Tim BROWN, Erin MINEAR a Robert H. LASSETER. *CERTS Microgrid Demonstration With Large-Scale Energy Storage and Renewable Generation*. San Francisco, 2014. Dostupné z: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6670071&queryText%3DCERTS+Microgrid+Demonstration+With+Large-Scale+Energy+Storage+and+Renewable+Generation

[16] Renewable Energy Sources in the United States. *National Atlas of the United States* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://nationalatlas.gov/articles/people/a_energy.html

[17] Cesty k akumulaci elektrické energie. *ČEZ* [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/06/cesty_1.html

[18] GLOBAL SMART GRID FEDERATION. *SMART GRID FEDERATION REPORT* [online]. 2012 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: https://www.smartgrid.gov/sites/default/files/doc/files/Global_Smart_Grid_Federation_Report.pdf

[19] LUKASÍK, Petr, Jaroslav PROCHÁZKA a Vladimír VANĚK. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA V OSTRAVĚ. *Procesní řízení* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www1.osu.cz/~prochazka/rpri/skripta_ProcesniRizeni.pdf

[20] ISO 9001. *Info-ISO.cz* [online]. [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.info-iso.cz/iso_9001_informace/

[21] GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, v, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.

[22] ŘEPA, Václav, Radek DUBEC a Roman HORÁK. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 265 s. ISBN 80-247-1281-4.

[23] HROMKOVÁ, Ludmila a Zuzana TUČKOVÁ. *Reengineering podnikových procesů*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 139 s. ISBN 978-80-7318-759-0. FIALA, J., MINISTR, J. Průvodce analýzou a modelováním procesů. 1. vyd. Ostrava VŠB, 2003. 109 s. ISBN 80-248-0500-6, s. 54.

[24] Process mapping: A guide for health service staff. VICTORIAN QUALITY COUNCIL. [online]. 2007 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.health.vic.gov.au/qualitycouncil/downloads/process_mapping.pdf

[25] How to model a SmartDesign process. *ARIS Community* [online]. 2014 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.ariscommunity.com/videos/how-model-smartdesign-process

[26] ITU. *M.3050.1* [online]. 2007 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-M.3050.1-200703-I!!PDF-E&type=items

[27] ITU. *M.3050.2* [online]. 2007 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-M.3050.2-200703-I!!PDF-E&type=items

[28] TM FORUM. *Frameworx 13.0, GB929D* [online]. 2013 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.tmforum.org/components/community_download_file.aspx?dodownload=true&did=frs3670&dtype=ContributionAttachment&dpid=artf4235&releaseID=rel2642

[29] TM FORUM. *Frameworx 13.0, GB929U* [online]. 2014 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.tmforum.org/components/community_download_file.aspx?dodownload=true&did=frs3663&dtype=ContributionAttachment&dpid=artf4235&releaseID=rel2641

[30] TM FORUM. *Information framework (SID), GB 922 0-P* [online]. 2011 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://www.tmforum.org/components/community_download_file.aspx?dodownload=true&did=frs3645&dtype=ContributionAttachment&dpid=artf4223&releaseID=rel26

[31] WINSBERG, Eric. Computer Simulations in Science. 2013. Dostupné z: http://plato.stanford.edu/entries/simulations-science/

[32] PNNL. *GridLAB-D* [online]. 2014 [cit. 2014-08-01]. Dostupné z: http://sourceforge.net/projects/gridlab-d/

[33] TIKOVSKÝ, Vojtěch. *Možnosti simulace řízení Smart Grids*. Praha, 2012. Bakalářská práce. FEL ČVUT.

[34] HAMPL, Petr. Kendallova klasifikace obsluhových systémů. *Access server* [online]. 2005 [cit. 2014-08-13]. Dostupné z:http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2005111601

[35] VIDLÁKOVÁ, Sylva. Osádky poruchové služby Skupiny ČEZ na území severní Moravy a Slezska vyjížděly v loňském roce 18 000 krát. [online]. 2006 [cit. 2014-08-16]. Dostupné z: http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/374.html

[36] HENDRYCHOVÁ, Soňa. Energetici připojují na severu Čech stále více odběrných míst. [online]. 2008 [cit. 2014-08-16]. Dostupné z: http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/1905.html

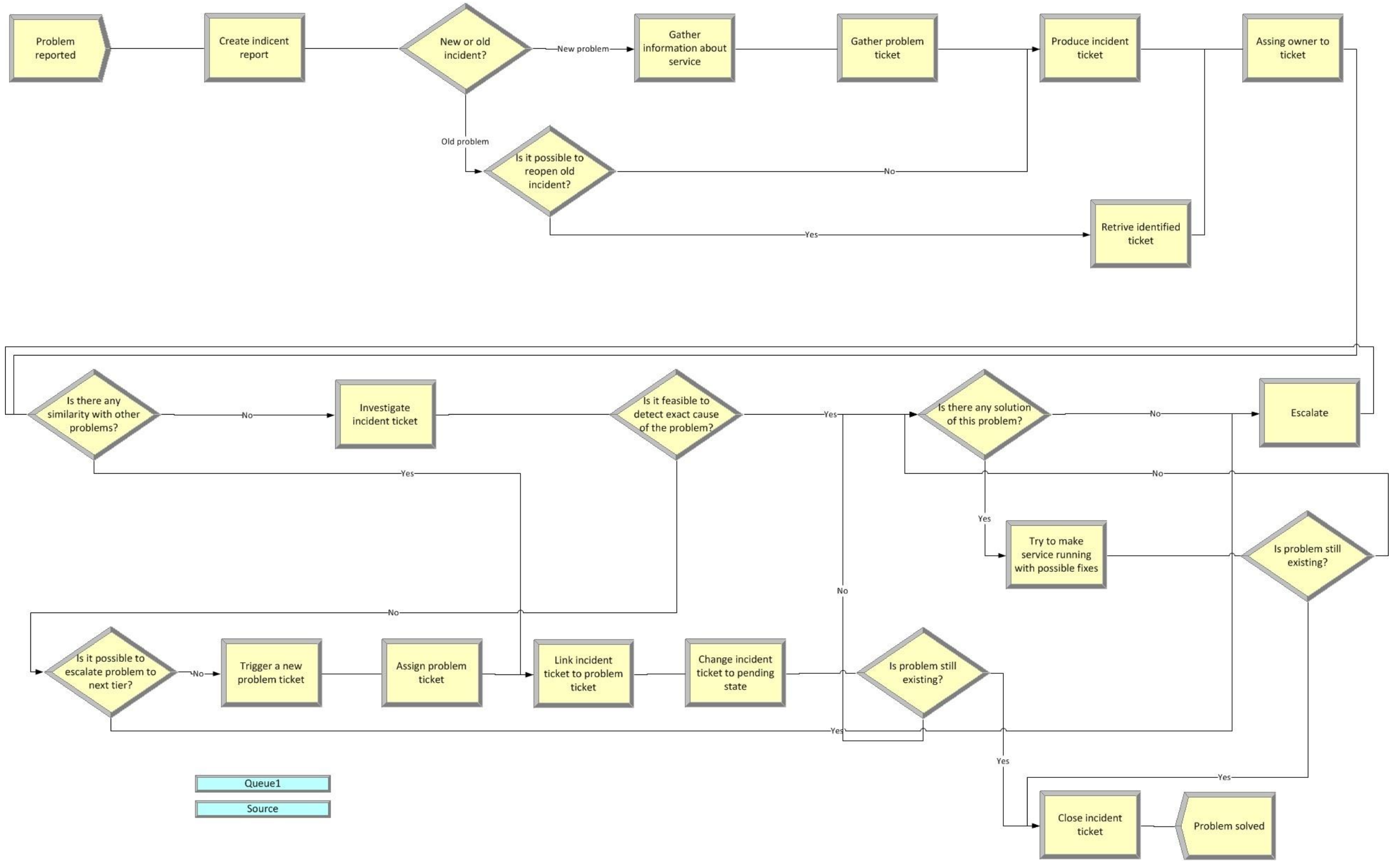
[37] FREQUENTLY ASKED QUESTIONS: How much electricity does an American home use?. [online]. 2014 [cit. 2014-08-13]. Dostupné z: http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=97&t=3

Přílohy

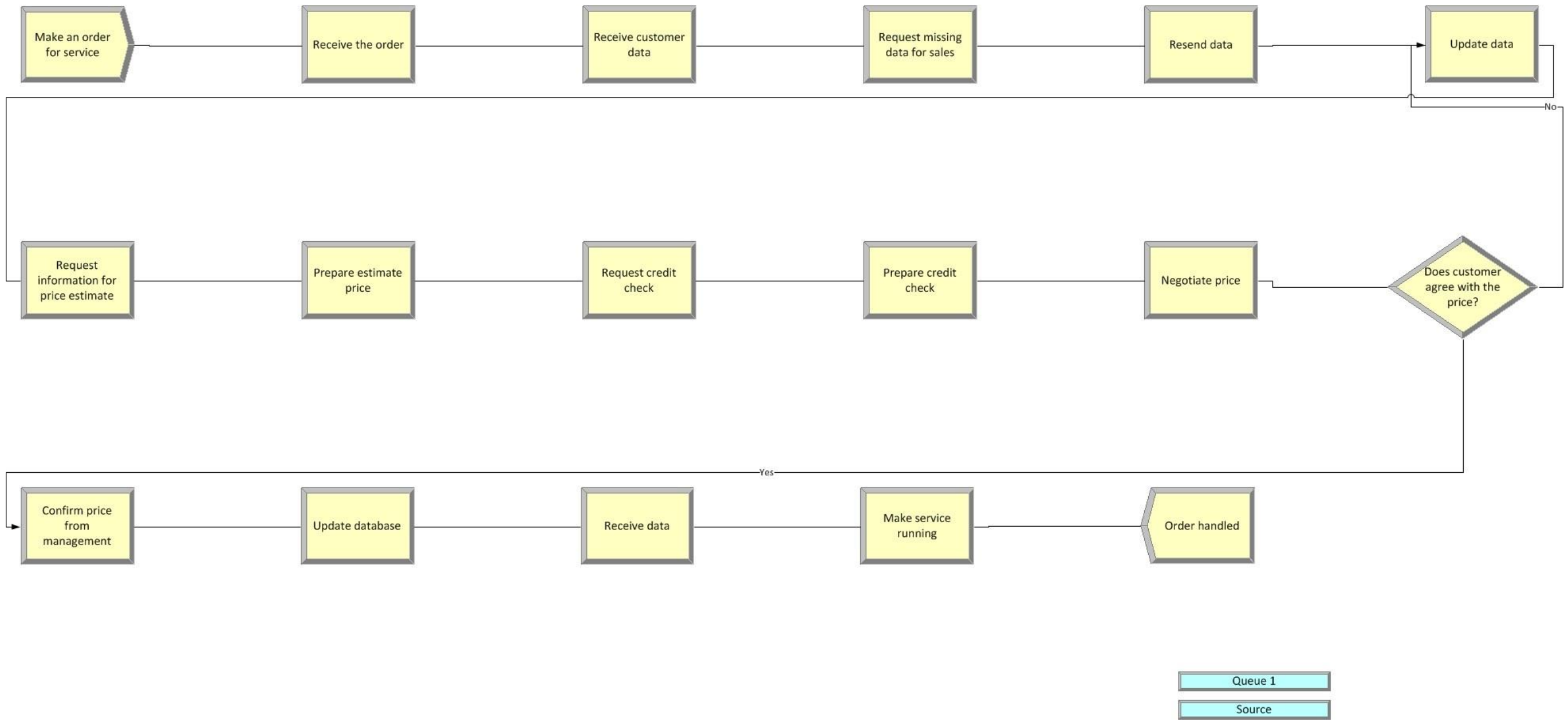
Seznam příloh

1. Proces Problem handling
2. Proces Order handling
3. Proces Service configuration and activation
4. Proces Product offer, development and retirement
5. Proces Bill invoice management

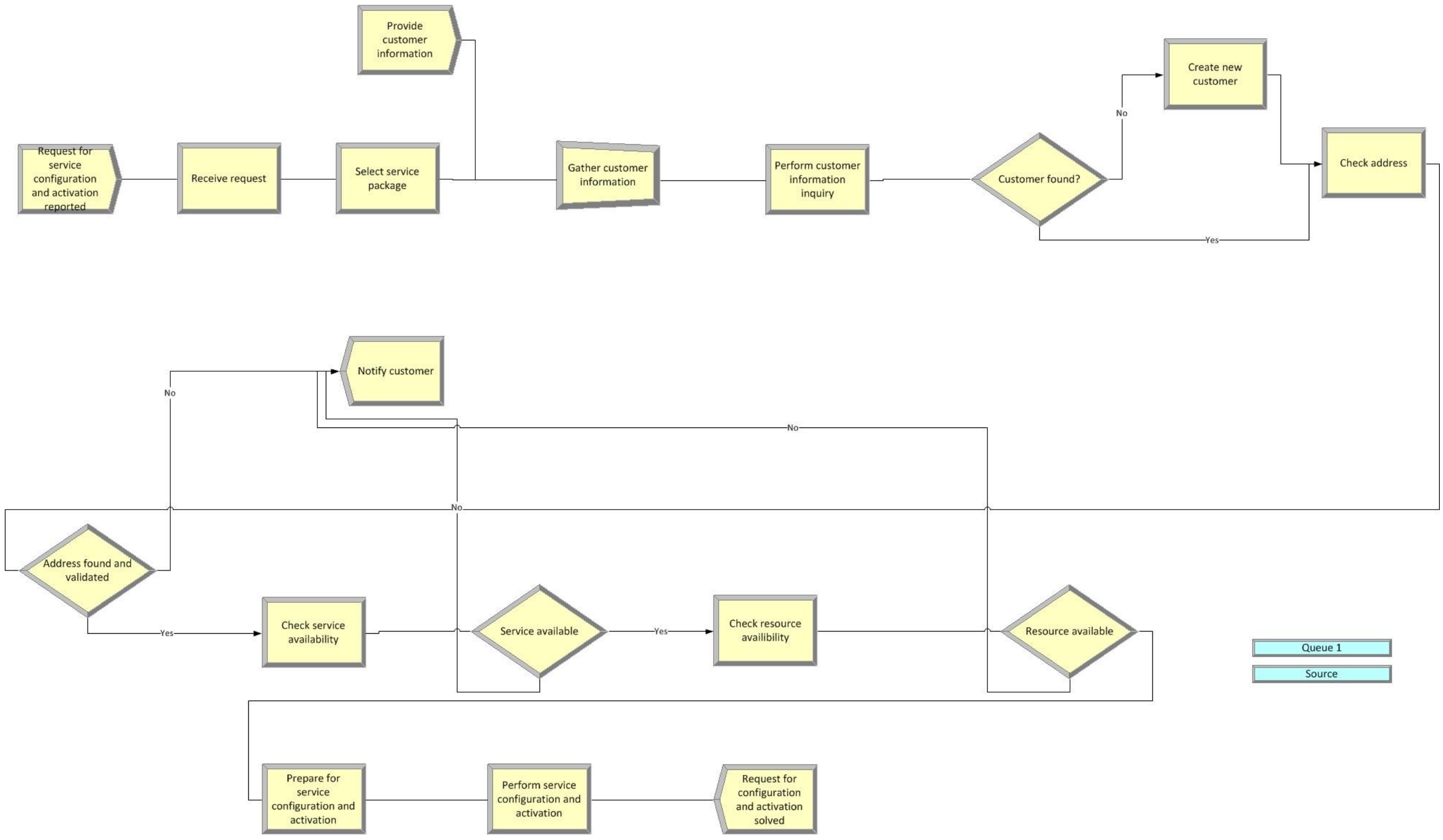
1. Proces Problem handling



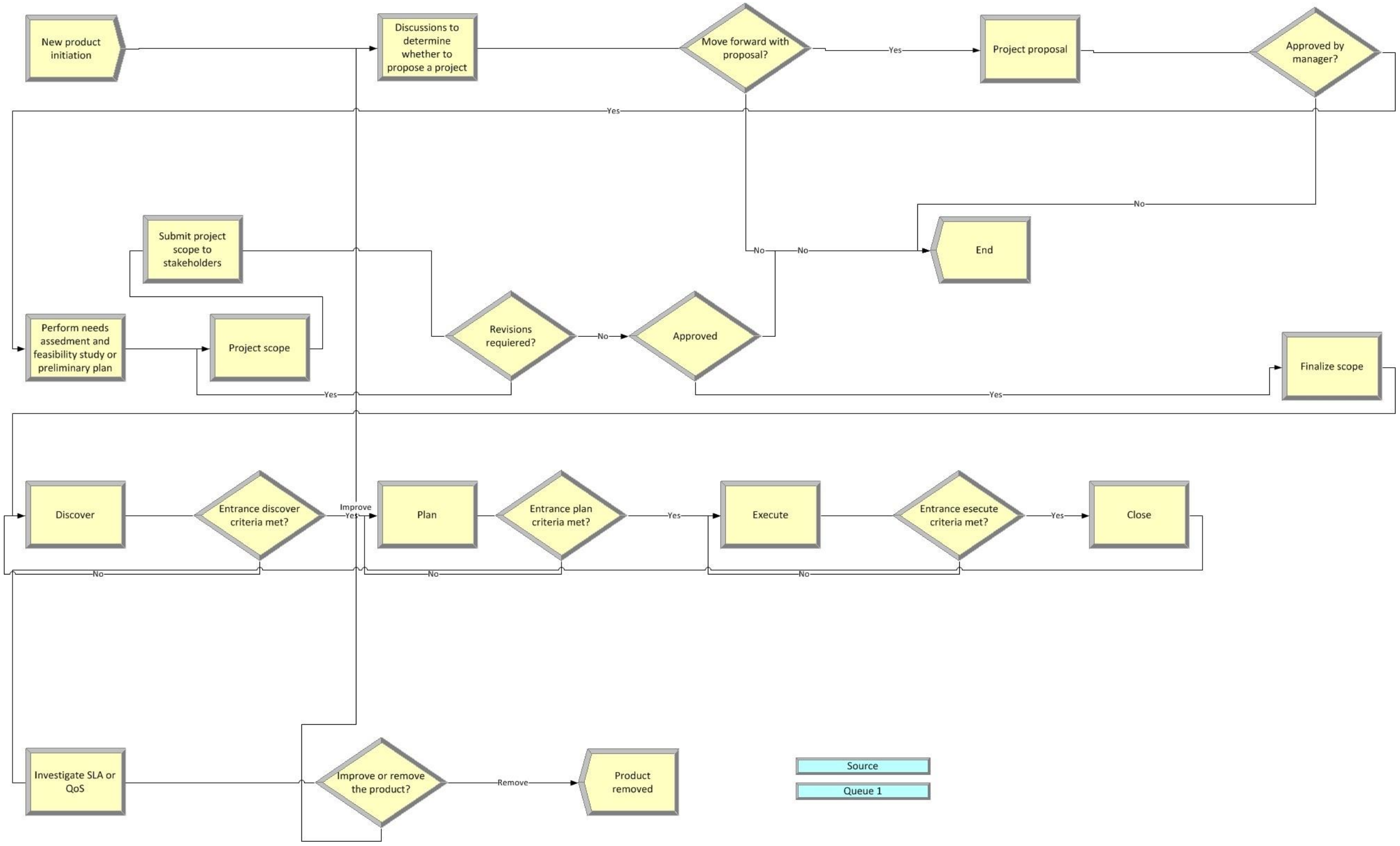
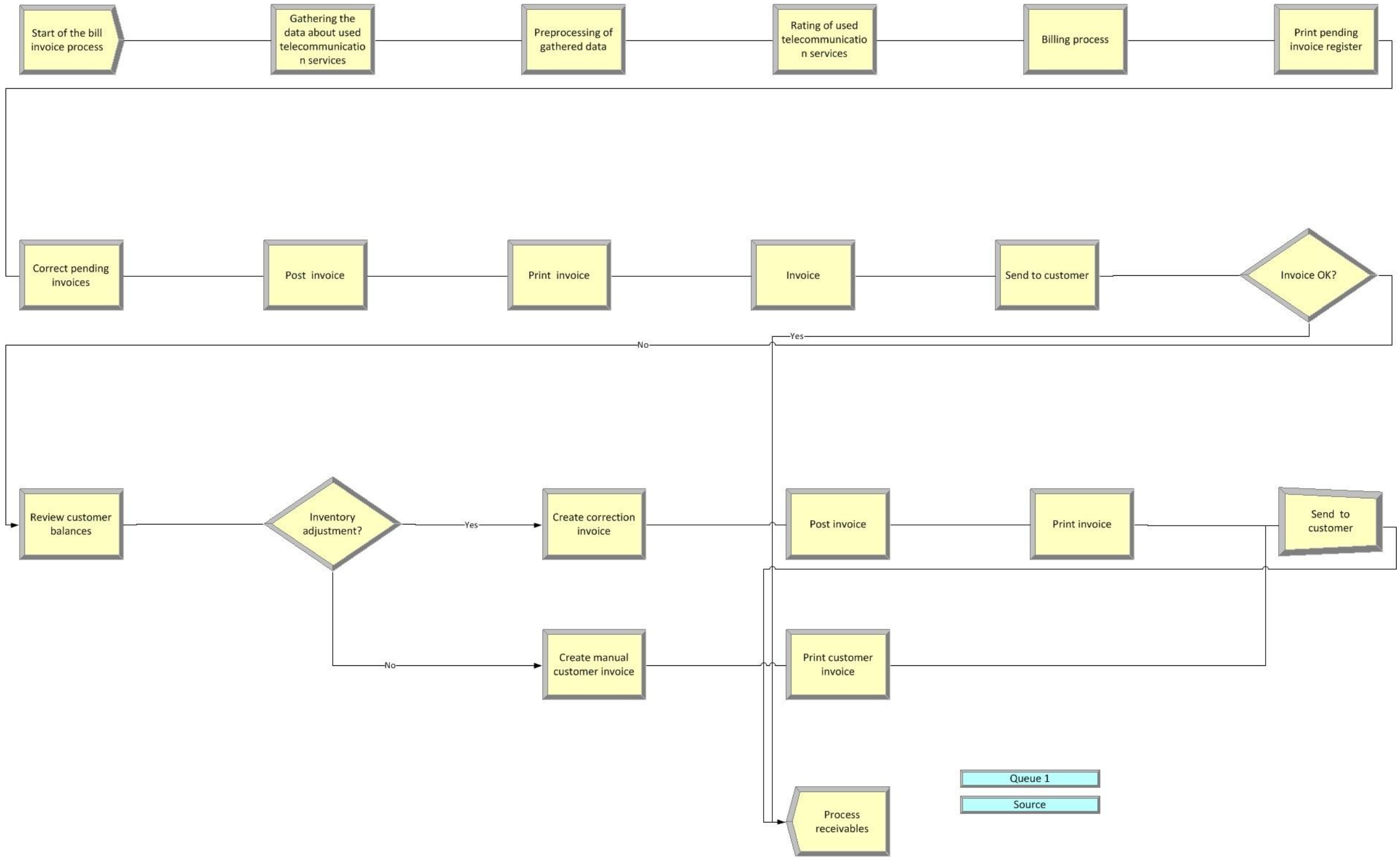
2. Proces Order handling



3. Proces Service configuration and activation



4. Proces Product offer, development and retirement



5. Proces Bill invoice management