

Metodika LRIC pro službu ukončení volání ve veřejných mobilních sítích

Český telekomunikační úřad

Připraveno PricewaterhouseCoopers Česká republika, s.r.o.

10. prosince 2010



Obsah

1. Úvod	4
1.1. Účel dokumentu	4
1.2. Účel metodiky	4
1.3. Časový harmonogram	5
2. Základní principy	6
2.1. Celkový přístup	7
2.2. Časový horizont	9
2.3. Vymezení trhu	10
2.4. Definice teoretického operátora	11
2.5. Uvažované technologie	15
2.6. Topologie sítě	19
2.7. Geografický rozměr	21
2.8. Anualizace investičních výdajů	23
2.9. Definice služeb	29
3. Postup výpočtu	31
3.1. Celková struktura	31
3.2. Demografie	32
3.3. Poptávka	32
3.4. Poptávka po síťových prvcích	32

3.5.	Návrh rádiové sítě	35
3.6.	Dimenzování přístupové části přenosové sítě	40
3.7.	Dimenzování ostatních hlavních síťových prvků	43
3.8.	Dimenzování páteřní části přenosové sítě	46
3.9.	Anualizace síťových nákladů	48
3.10.	Kalkulace jednotkových nákladů služeb	49

1. Úvod

1.1. Účel dokumentu

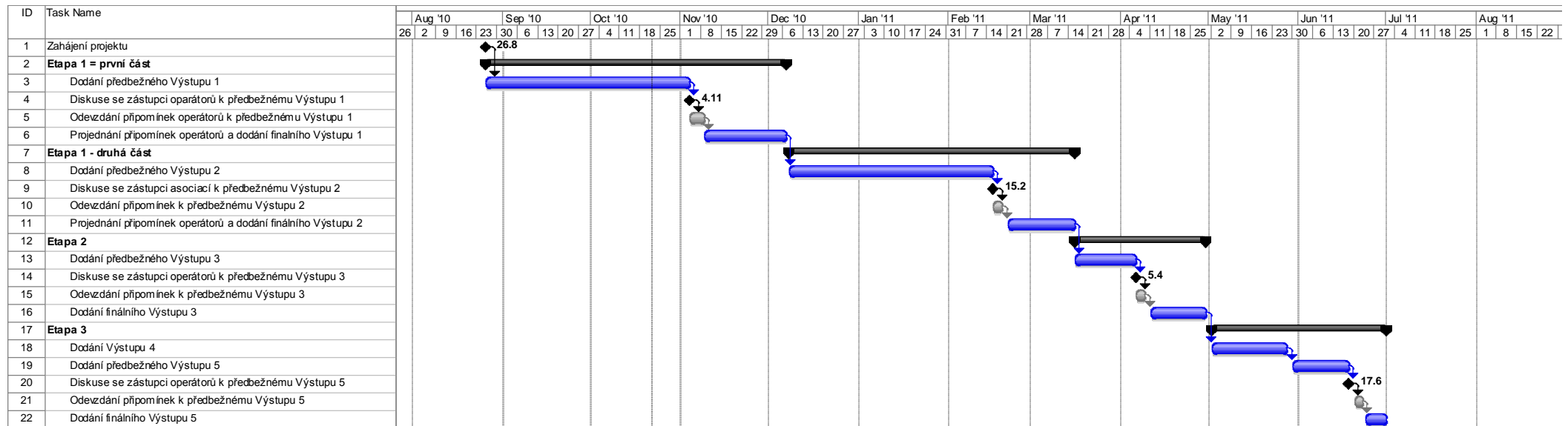
Tento dokument je „Výstup I“ (studie obsahující principy metodiky, včetně objasnění postupů výpočtu a zapracování připomínek operátorů a ČTÚ) připravený společností PricewaterhouseCoopers Česká republika, s.r.o. v rámci projektu „Vytvoření metodiky výpočtu cen na základě dlouhodobých přírůstkových nákladů (včetně modelu LRIC) pro službu ukončení volání ve veřejných mobilních sítích a spolupráce při jejím zavedení do praxe, která bude v souladu s Doporučením Komise Evropských společenství č. 2009/396/ES ze dne 7. května 2009 o regulaci sazeb za ukončení volání v pevných a mobilních sítích v EU.“

1.2. Účel metodiky

Cílem metodiky je popsat postup výpočtu nákladů na jednotku mobilní služby ukončení volání ve veřejných mobilních sítích.

1.3. Časový harmonogram

Následující diagram znázorňuje plánovaný harmonogram prací na projektu, který bude upřesněn v průběhu spolupráce.



2. Základní principy

Tato část popisuje základní principy, na kterých je založená metodika výpočtu a skládá se z následujících sekcí:

- Celkový přístup
- Časový horizont
- Vymezení trhu
- Definice operátora
- Uvažované technologie
- Topologie sítě
- Geografický rozměr
- Metody ekonomických odpisů
- Definice služeb

2.1. Celkový přístup

Hlavními východisky při vytváření této metodiky byly:

- Doporučení Komise Evropských společenství č. 2009/396/ES ze dne 7. května 2009 o regulaci sazeb za ukončení volání v pevných a mobilních sítích v EU;
- Opatření obecné povahy ČTÚ č. OOP/4/03.2006-3, kterým se stanoví metodika účelového členění nákladů a výnosů a jejich přiřazování a určuje se struktura vykazovaných informací a nákladový model LRIC „Nákladový model pro služby původu volání (originace) a ukončení volání (terminace) ve veřejné telefonní síti v pevném místě“ zveřejněný pod čj. 13 057/2006-611 a
- zkušenosti společností PricewaterhouseCoopers s tvorbou nákladových modelů LRIC.

Ekonomická teorie předpokládá, že optimálních cen je dosaženo, když se mezní příjem rovná mezním nákladům poskytovaných služeb. Mezní náklady jsou v tomto kontextu definovány jako nárůst nákladů spojený s další přidanou jednotkou produkce. Nicméně odvětví telekomunikací je charakteristické vysokým stupněm běžných a společných fixních síťových nákladů. Pro ilustraci běžné fixní síťové náklady představují například provozní náklady, náklady klíčových a podpůrných procesů a společné fixní síťové náklady jsou například síťové dohledové platformy. Tyto by nebyly do nastavování cen započítány, pokud by se používaly čistě marginální náklady. Výsledkem je, že ceny jsou založené na dlouhodobých přírůstkových nákladech (LRIC). Tento přístup předpokládá, že všechny vstupy jsou v dlouhém období variabilní (počet zaměstnanců, náklady na kapitál atd.).

Náklady LRIC jsou většinou definovány jako náklady na přidání produktu nebo služby do portfolia existujících produktů nebo služeb, nebo naopak náklad způsobený odebráním produktu nebo služby z existujících produktů či služeb. Dle Doporučení Komise Evropských společenství č. 2009/396/ES se jedná o „přírůstkové náklady (tj. náklady, kterým je možno předejít) velkoobchodní služby ukončení volání, které jsou rozdílem mezi celkovými dlouhodobými náklady operátora, jenž poskytuje celou paletu svých služeb a celkovými dlouhodobými náklady operátora, jenž třetím stranám neposkytuje velkoobchodní službu ukončení volání.“, přičemž

„Aby se zajistilo přiměřené přiřazení dotčených nákladů, je třeba rozlišovat mezi náklady, které souvisejí s provozem, a náklady, které s provozem nesouvisejí. Na náklady, které s provozem nesouvisejí, by za účelem výpočtu velkoobchodních sazeb za ukončení volání neměl být brán ohled.

Z nákladů, jež s provozem souvisejí, by měly být k příslušnému přírůstku za ukončení přiřazeny pouze ty náklady, které by nevznikly, pokud by velkoobchodní služba ukončení volání nebyla poskytována. Tyto náklady, kterým je možné předejít, mohou být vypočteny přidělením nákladů, jež souvisejí s provozem, nejprve k jiným službám, než je velkoobchodní ukončení volání (např. původ volání, SMS, MMS, atd.), kde by se k velkoobchodní službě ukončení hlasového volání přidělily pouze zbytkové náklady související s provozem.“

Přírůstkové náklady pro účely kalkulace terminace hovorů v mobilních sítích jsou tedy rozdílem mezi náklady na provoz za všechny služby poskytovanými operátorem a provozem bez kalkulovaného inkrementu, tehdy služby terminace do sítě. Inkrementální propojovací ceny zahrnují terminaci hovorů z fixních a mobilních vnitrostátních sítí, terminace hovorů z fixních a mobilních zahraničních sítí a terminaci roamingových hovorů. Roamingové hovory pro účely stanovení inkrementálních nákladů zahrnují terminaci hovorů českého zákazníka ze zahraničí do vnitrostátní mobilní sítě, terminace hovorů zahraničního zákazníka přijímajícího hovor v roamingu v ČR a terminaci hovorů zahraničního roamingového zákazníka volajícího do české mobilní sítě. Na základě našich zkušeností předpokládáme, že vliv roamingových hovorů na hodnotu přírůstkových nákladů na terminaci hovorů v mobilních sítích nebude významný. Nicméně byly roamingové hovory zařazeny mezi uvažované služby, jelikož jsou součástí portfolia služeb terminace hovorů, přičemž tento postup není v rozporu s doporučením EU ani s praxí v telekomunikačním sektoru v zahraničí.

S cenami založenými na LRIC jsou konkurenti schopni se rozhodnout, zda použít dominantního operátora, nebo alternativně zda si nepostaví vlastní síť, protože ceny za služby odrážejí náklady na vybudování efektivní sítě s moderními technologiemi, zahrnující také rozumnou míru výnosu investice.

Model stanovení přírůstkových nákladů na terminaci hovorů v mobilních sítích bude transformovat vstupy od operátorů na efektivní vstupy na základě třech variant:

- průměrné hodnoty vstupních dat operátorů,
- nejnižší hodnoty vstupních dat operátorů,
- manuální úpravy vstupů (využité např. v situaci, kdy každý operátor využívá rozdílné technologie).

Výběr nejvhodnější alternativy bude záviset na rozhodnutí ČTÚ. Nicméně na základě našich zkušeností doporučujeme využití průměrné hodnoty vstupních dat poskytnutých operátory, kde je to technicky možné.

2.2. Časový horizont

Z pohledu časového horizontu můžeme finanční modely rozdělit do dvou skupin:

- modelování jednotlivých let samostatně;
- model cílového roku.

V teoretické rovině modely zohledňující vývoj telekomunikačního trhu v jednotlivých letech přesněji zobrazují realitu, nicméně vyžadují větší množství vstupních údajů. Pokud tyto údaje nejsou dostupné, tak je třeba větší množství odborných odhadů a předpokladů a tím může docházet k tomu, že se modely stávají subjektivními. Modely cílového roku simulují předpokládaný stav v určitém okamžiku. Z podstaty modelu cílového roku je zřejmé, že tento typ vyžaduje méně vstupních parametrů, nicméně nedokáže tak přesně zohlednit dramatické tržní změny tak jako modely jednotlivých let.

Přístup cílového roku je v současné době používán pro LRIC model pevných sítí. Z tohoto pohledu navrhujeme tedy vytvoření modelu cílového roku.

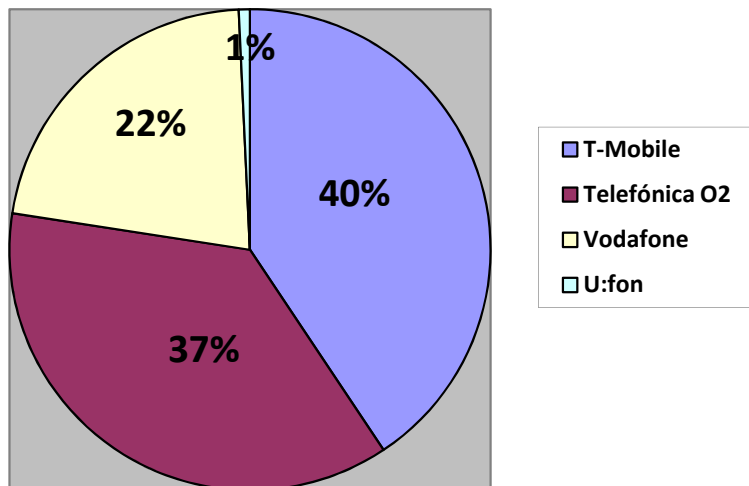
Vzhledem k tomu, že tato metodika a model podle ní vytvořený bude použita pro stanovení pro regulaci budoucích cen propojení, navrhujeme, aby byla tato metodika založena na předpokládané situaci v blízké budoucnosti. Na základě našich zkušeností se jeví jako nejvhodnější časový horizont tří let.

2.3. Vymezení trhu

V současné době působí v České republice čtyři mobilní operátoři:

- T-Mobile Czech Republic, a.s.;
- Telefónica O2 Czech Republic, a.s.;
- Vodafone Czech Republic, a.s.;
- Mobilkom, a.s. (obchodní značka U:fon).

V roce 2009 měli operátoři následující indikativní tržní podíl měřený počtem zákazníků:



Zdroj: Výroční zprávy a tiskové zprávy operátorů za roky 2009

Pouze společnosti T-Mobile Czech Republic, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s. a Vodafone Czech Republic, a.s. podléhají regulaci Českého telekomunikačního úřadu. Chápeme, že v současné době je z pohledu regulace elektronických komunikací trh č. 16 - Ukončení volání (terminace) v jednotlivých veřejných mobilních telefonních sítích, považován za tři samostatné trhy, kdy na každém jednotlivém trhu má daný celonárodní operátor 100% tržní podíl.

Vzhledem k tomu, že cílem modelu je kalkulace jednoho teoretického operátora, který bude podkladem pro určení symetrických propojovacích cen, je potřeba k definici trhu propojení přistupovat odlišně, než je tomu u stávající cenové regulace. Pro potřeby určení velikosti teoretického operátora je potřebné vycházet z celkového provozu v České republice u všech mobilních operátorů, tzn. jednoho teoretického trhu, na němž působí více operátorů. Tento trh představuje mimo jiné i veškeré terminace volání českých mobilních operátorů v síti jiného mobilního operátora v České republice. Vzhledem k stávajícímu regulačnímu rámci a minimálnímu tržnímu podílu společnosti Mobilkom, a.s. doporučujeme pro potřeby tohoto dokumentu trh ukončení volání ve veřejných mobilních sítích modelovat jako jeden trh, na kterém působí tři operátoři.

Budovaný model nevyklučuje vstup mobilního virtuálního operátora (MVNO) na český trh. V souvislosti s touto problematikou je nutno poznamenat, že ve světě existuje více modelů mobilních virtuálních operátorů, od operátorů, kteří pouze přeproductávají služby klasických mobilních operátorů svým zákazníkům, přes modely, kdy část podpůrných služeb je poskytována MVNO (např. péče o zákazníka nebo vyúčtování služeb) po operátory, kteří staví své sítě a používají např. pouze přístupovou část sítě klasického mobilního operátora. Vzhledem k uplynulému a předpokládanému vývoji na telekomunikačním trhu v České republice a okolních státech je pravděpodobné, že případný MVNO v podmínkách České republiky nebude budovat specifickou síťovou infrastrukturu, ale bude pouze využívat stávající síť. Budovaný model bude tuto situaci podporovat. Uvedené problematice se dále věnujeme v kapitole 2.4 Definice teoretického operátora.

2.4. Definice teoretického operátora

Doporučení č. 2009/396/ES je založeno na principu symetrických propojovacích cen a pro případné asymetrie vyžaduje odpovídající zdůvodnění. Na základě naší dosavadní analýzy a konzultací se zástupci Českého telekomunikačního úřadu jsme dospěli k závěru, že trh ukončení volání v mobilních sítích v České republice neodůvodňuje využití asymetrických propojovacích cen a že je tudíž možno metodiku výpočtu založit na modelu jednoho operátora.

Metodika výpočtu nákladů ukončení volání v mobilních sítích vychází z principu modelování hypotetického operátora, který by měl simulovat chování efektivního operátora na plně konkurenčním trhu. Efektivní operátor je operátor využívající efektivní technologie a efektivní síťové prvky, přičemž existují tři možné postupy na jeho stanovení:

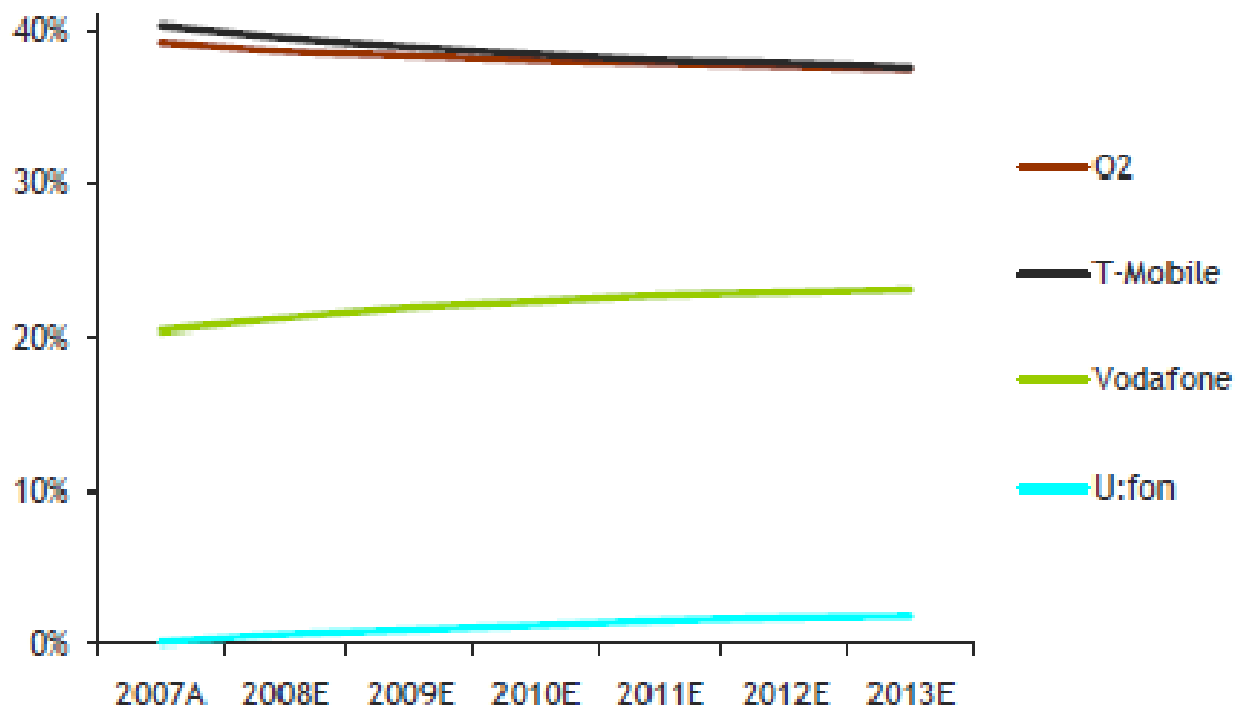
- efektivní operátor s nejnižší cenou vstupů;
- efektivní operátor stanovený na základě průměrné ceny vstupů operátorů;
- manuální stanovení efektivního operátora.

Způsob stanovení efektivního operátora závisí od rozhodnutí ČTÚ, nicméně doporučujeme využití metodiky vyplývající z průměrné ceny vstupů.

Jednou z klíčových otázek při vytváření metodiky je definice tržního podílu uvažovaného teoretického operátora. Existuje více možností jak stanovit tržní podíl teoretického operátora:

- Symetrická tržní rovnováha, tzn. tržní podíl každého operátora ve výši $1/X$, kde X je počet operátorů působících na trhu.
- Trh kulminující k symetrické tržní rovnováze ve střednědobém až dlouhodobém časovém horizontu, nicméně v krátkém období existují rozdíly v tržních podílech jednotlivých operátorů, tzn. trh se posouvá od tržní rovnováhy 40:37:22 ke 33:33:33.
- Nerovné podmínky jednotlivých operátorů (např. nerovný přístup k frekvenčnímu pásmu) vedoucí i v dlouhodobém horizontu k rozdílným tržním podílům.

Následující graf ukazuje historický a očekávaný budoucí trend (os x) vývoje tržního podílu (os y) jednotlivých operátorů měřený počtem zákazníků:



Zdroj: Pyramid Research, 2009

Z grafu je patrný výrazný odstup mezi prvními dvěma a třetím operátorem. V současné době neexistují dostatečné indikace, že by se tato situace měla ve střednědobém horizontu změnit. Tento fakt může být mimo jiné způsoben i rozdíly v dostupném frekvenčním pásmu pro jednotlivé operátory, jak je diskutováno v kapitole 2.5. Na základě tohoto trendu se domníváme, že dosažení symetrické tržní rovnováhy 33:33:33 je v blízké budoucnosti nerealistické a přikláníme se proto spíše k druhé variantě.

Pokud by byly propojovací ceny stanoveny podle nákladového modelu operátora s tržním podílem 33% nejmenší z trojice operátorů Vodafone Czech Republic, a.s. by vzhledem ke své velikosti neměl možnost realizovat předpokládané úspory z rozsahu a tato úroveň propojovacích cen by u něj nekompensovala ani přímé náklady vyvolané dodatečným provozem vyvolaným propojováním. Toto by vedlo k dalšímu oslabování jeho tržního podílu. Z pohledu zachování konkurenceschopnosti všech operátorů navrhuje proto založit teoretického operátora na předpokládané velikosti nejmenšího operátora podle následujícího modelu.

Stanovení tržního podílu teoretického operátora bude krokem ve fázi sběru dat. Nicméně pro ilustraci výpočtu předpokládejme, že stávající tržní situace by se v horizontu 10 let posunula k rovnováze 33:33:33. Tržní podíl největšího operátora by se tedy za období 2010 – 2019 postupně snížil ze 40% na 33%, na druhé straně by se tržní podíl nejmenšího operátora zvýšil ze stávajících 22% na 33%.

Tržní podíl teoretického operátora

Operátor	Rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Největší		40%	40%	39%	38%	37%	36%	36%	35%	34%	33%
Střední		37%	37%	36%	36%	36%	35%	35%	34%	34%	33%
Nejmenší		22%	23%	25%	26%	27%	28%	30%	31%	32%	33%
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Dle ilustračního přepočtu by jsme časovém horizontu tří let došli k závěru, že nejmenší operátor bude mít tržní podíl na úrovni 25%.

Tento výpočet je založen na počtu zákazníků jako základním indikátoru velikosti operátora. V průběhu vytváření modelu a jeho plnění daty bude také řešena problematika převodu objemu provozu jednotlivých služeb na stejnou jednotku. Po vytvoření jednotné metodiky pro přepočet hlasového, datového a ostatních typů provozu na shodné jednotky bude alternativně možno určit velikost tržního podílu teoretického operátora na základě velikosti provozu.

2.5. Uvažované technologie

V současné době využívají čeští mobilní operátoři kombinaci GSM, CDMA a UMTS technologií na následujících frekvencích:

Pásmo 400 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Telefónica O2	451,310 – 455,730 / 461,310 – 465,730	CDMA	2 x 4,42
MobilKom (U:fon)	410 – 412,750 / 420 – 422,750	CDMA	2 x 2,75

Pásmo 872/ 917 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
T-Mobile	872 – 875,8 / 917 – 920,8	UMTS – 3,8 MHz	2 x 3,8

Pásmo 880 - 915 MHz/ 925 – 960 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Telefónica O2	880,1 – 881,9/ 925,1 – 926,9	GSM	2 x 12,4
	885,5 – 886,9/ 930,5 – 931,9		
	897,1 – 899,9/ 942,1 – 944,9		
	902,1 – 904,1/947,1 – 949,1		
	906,1 – 909,3/951,1 – 954,3		
	911,7 – 912,9/ 956,7 – 957,9		
T-Mobile	886,9 – 889,9/ 931,9 – 934,9	GSM	2 x 12,4
	894,3 – 897,1/ 939,3 – 942,1		
	899,9 – 902,1/ 944,9 – 947,1		
	904,1 – 906,1/ 949,1 – 951,1		
Vodafone	909,3 – 911,7/ 954,3 – 956,7	GSM	2 x 10
	881,9 – 855,5/ 926,9 – 930,5		
	889,9 – 894,3/ 934,9 – 939,3		
	912,9 – 914,9/ 957,9 – 959,9		

Pásmo 1710 – 1785 MHz/ 1805 - 1880 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Telefónica O2	1711,3 – 1721,9/ 1806,3 – 1816,9 1723,9 – 1727,3/ 1818,9 – 1822,3	GSM	2 x 14
T-Mobile	1729,3 – 1747,3/ 1824,3 – 1842,3	GSM	2 x 10
Vodafone	1762,9 – 1780,9/ 1857,9 – 1875,9	GSM	2 x 18

Společnost T-Mobile má v současné době také přidělený úsek 2 x 18 MHz, nicméně na základě oprávnění využívá pouze 2 x 10 MHz.

Pásmo 1900-1920 MHz/ 2010 – 2025 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Telefónica O2	1900,1 – 1905,1	UMTS, TDD	0
T-Mobile	1910,1 – 1915,1	UMTS, TDD	5
Vodafone	1905,1 – 1910,1	UMTS, TDD	0

Pásmo 1920-1980 MHz/ 2110 – 2170 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Telefónica O2	1920,3 – 1940,1/ 2110,3 – 2130,1	UMTS, FDD	2 x 5
T-Mobile	1950,9 – 1979,7/ 2149,9 – 2169,7	UMTS, FDD	2 x 5
Vodafone	1940,1 – 1959,9/ 2130,1 – 2149,9	UMTS, FDD	2 x 5

Pásmo 2500–2570 / 2620–2690 MHz a 2570–2620 MHz

Operátor	Přidělené pásmo na základě přidělu (MHz)	Technologie	Přidělený úsek na základě oprávnění (MHz)
Budoucí operátor	-	LTE, WiMax	-

Doporučení č. 2009/396/ES předpokládá vytvoření „bottom-up“ modelu, kde přístupová část sítě bude tvořena kombinací 2G a 3G technologií a páteřní síť bude založena na technologiích sítí nové generace, přičemž převážně je založena na síti využívající IP technologie.

Vzhledem k tomu, že mobilním sítím v České republice dominují technologie GSM a UMTS navrhujeme použít tyto technologie i pro teoretického operátora. Domníváme, že nejvhodnějším obrazem českého trhu mobilních telekomunikací je operátor využívající kombinaci frekvencí v pásmu 900/1800 MHz pro technologii GSM a frekvencí 1900/2100 MHz pro technologii UMTS. Páteřní síť bude tvořena kombinací sítě vybudované a vlastněné operátorem a pronajatými okruhy a spoji (prvky pokrývající oblasti, které operátor nemá pokryty vlastní sítí), přičemž zahrnuje ústředny, směrovače a následující síťové prvky blíže specifikovány v průběhu tvorby modelu.

2.6. Topologie sítě

Existují dva hlavní přístupy k modelování topologie sítě v LRIC modelech:

- „Scorched earth“ – Tento přístup bere současný počet a umístění síťových uzlů závislý na optimálním návrhu síťového designu s ohledem na současné a budoucí poptávkové profily.
- „Scorched node“ – Tento přístup bere současný počet a umístění síťových uzlů závislý na vytvořené topologii sítě.

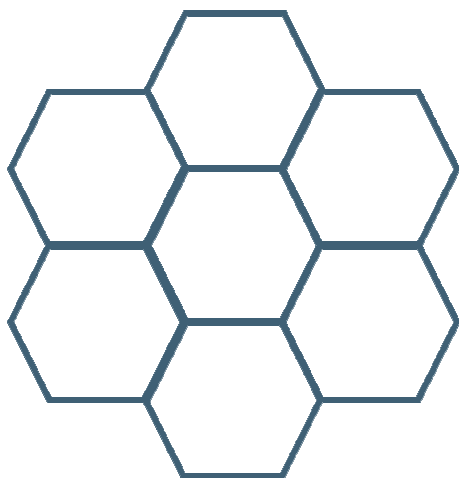
Přístup „scorched earth“ má řadu klíčových omezení:

- Je ekonomicky nerealistický, zejména u dominantních operátorů. Síťové uzly mohou být jen zřídka umístěny v teoreticky ideální pozici s tím výsledkem, že sítě jsou vždy menší než optimální.
- Je prakticky nemožné modelovat správně. Navrhování sítě je komplexní proces, zahrnující velký počet faktorů a konstrukčních parametrů, z nichž ne všechny jsou měřitelné.
- Může poskytnout pouze optimalizaci v současném okamžiku. Vývoj sítí v čase je závislý na změnách v předpovědích poptávky a umožňuje vývoj a nejistotu spíše než teoretické limity efektivity.

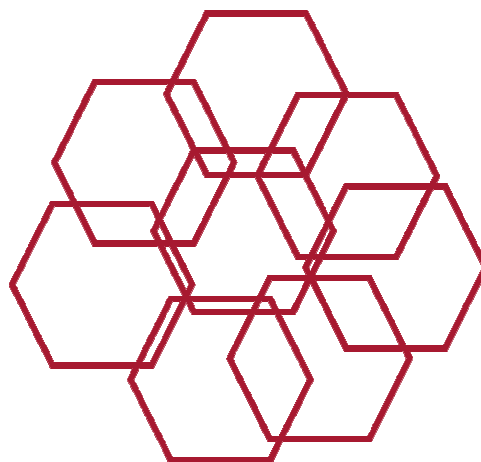
Přístup „scorched node“ je více běžně využíván, protože:

- Uznává, že je nemožné přesně zachytit dopad těchto velmi složitých procesů v čistě prediktivním modelu.
- Uvědomuje si, že je komerčně i ekonomicky nemožné průběžně měnit vzhled uzlové struktury sítě, nebo dělat zásadní změny modelu nákladů v krátkém časovém horizontu.
- Spoléhá spíše na statistiky o aktuálním návrhu sítí operátorů jako na prediktory překážek síťových návrhů, kterým čelí každý provozovatel.

Porovnání přístupu „scorched node“ a „scorched earth“ je uvedeno na následujícím příkladu pro přístupovou část sítě:



„Scorched earth“ – 7 buněk teoreticky dostatečných na pokrytí daného území



„Scorched node“ – 8 buněk v praxi použitých na pokrytí daného území

Model LRIC pro pevné sítě vychází z principu „scorched node“ s možností optimalizace sítě. Navrhujeme využít obdobný přístup „scorched node“, kde umístění síťových uzlů odpovídá aktuální síťové topologii, i pro LRIC model mobilních sítí.

2.7. Geografický rozměr

Každý finanční model je určitým zjednodušením reality, protože není možná modelovat každého individuálního zákazníka a jeho komunikační potřeby zvlášť. Při definici geografického rozměru modelu je potřebné brát do úvahy zejména následující faktory:

- Rozmístění obyvatelstva a hustota osídlení;
- Specifické technické požadavky, např. řešení radiových interferencí v příhraničních oblastech;
- Jiné faktory ovlivňující budování mobilních sítí, např. pokrytí železniční nebo dálniční sítě, turisticky vytižené střediska.

Na základě naší analýzy jsme po diskusi se zástupci Českého telekomunikačního úřadu dospěli k závěru, že pro potřeby této metodiky budeme území České republiky členit podle velikosti sídelních jednotek do následujících 3 základních geotypů a 2 specifických geotypů:

Základní geotypy zahrnují:

- Geotyp Venkov: Sídelní jednotky s počtem obyvatel menším nebo rovným 1 999.
- Geotyp Města: Sídelní jednotky s počtem obyvatel větším nebo rovným 2 000 a zároveň menším nebo rovným 49 999.
- Geotyp Aglomerace: Sídelní jednotky s počtem obyvatel větším nebo rovným 50 000.

Podle posledních dostupných údajů Českého statistického úřadu ze sčítání lidu provedeném v roce 2001 žil ve výše definovaných geotypech následující počet obyvatel:

- Geotyp Venkov: 2,7 mil. obyvatel.
- Geotyp Města: 4,2 mil. obyvatel.

- Geotyp Aglomerace: 3,4 mil. obyvatel.

Specifické geotypy budou upřesněny v následující fázi tvorby modelu, přičemž budou sloužit k vyčlenění oblastí, kde je při dimenzování sítě potřeba zohlednit také jiné faktory, například dálnice, resp. významné silniční koridory a rekreační oblasti, ve kterých se v průběhu roku koncentruje větší kapacitní potřeba.

2.8 Anualizace investičních výdajů

Cílem modelu je spočítat jednotkové přírůstkové náklady služeb pro jednotlivý rok. Náklady na vybudování sítě jsou investiční výdaje, které je třeba anualizovat pomocí výpočtu ekonomických odpisů.

Odpisy, v ekonomickém pojetí, by měly odrážet změnu hodnoty aktiva během daného období.

Hodnota aktiva může být ovlivněna mnoha faktory, včetně:

- úrovní provozních nákladů a změn v provozních nákladech během doby životnosti;
- hodnoty výstupů a změn hodnoty výstupů během doby životnosti;
- produktivity aktiva (ve smyslu objemu výstupu, který může vytvořit) a změny produktivity během doby životnosti;
- existence, nebo očekávání konkurenčního aktiva (např. alternativní technologie).

V praxi tento přístup není obvykle používán, protože by to mohlo být velice složité a vyžadovalo by to specifikaci mnoha složitých a/nebo subjektivních předpokladů. Navíc by se mohly objevit problémy s racionálním očekáváním hodnoty výstupů, protože v regulovaném odvětví jsou tyto hodnoty ovlivněny odpisy vstupů.

Ve světle těchto problémů je více praktické pro určení ekonomických odpisů přijmout růstovou, nebo nakloněnou anuitní metodu. Předtím než začneme popisovat tyto metody, je vhodné popsat standardní anuitu.

Standardní anuita

Standardní anuita je užívána k výpočtu konstantní opakující se platby za daný počet období. V kontextu naší problematiky je analogická k sumě ekonomických odpisů a nákladů kapitálu. Anuitu vyjadřuje následující vzorec:

$$C = I_{t=0} \cdot \frac{r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

Kde: C je roční kapitálová platba

$I_{t=0}$ hodnota aktiva na začátku období;

r je cena kapitálu

n je životnost aktiva

Standardní anuita by přesně popisovala roční kapitálové náklady spojené s aktivem v situaci, kdy by se během celé životnosti aktiva neměnila jeho cena. Je však zřejmé že tento předpoklad nekorresponduje s realitou v odvětví telekomunikací, které je charakteristické používáním aktiv, u kterých dochází k podstatným změnám cen.

Nakloněná anuita („tilted annuity“)

Nakloněná anuita nabízí způsob, jak začlenit efekt změny ceny aktiva a může být vyjádřena v následující formě:

$$C_t = I_{t=0} \cdot \frac{(r-i)}{1 - \left(\frac{1+i}{1+r}\right)^n} \cdot (1+i)^{t-1}$$

Kde: C_t jsou roční kapitálové náklady v čase t

i je roční změna ceny aktiva

$I_{t=0}$ hodnota aktiva na začátku období;

r je cena kapitálu

n je životnost aktiva

$t-1$ je hodnota předcházejícího období

Vzhledem k tomu, že pro nás není relevantní, pro které období měříme (za předpokladu že měříme pro stejné období, pro které máme zadanou změnu ceny aktiva i) můžeme jednoduše vyjádřit vzorec pro první období ($t=1$).

$$C_{t=1} = I_{t=0} \cdot \frac{(r-i)}{1 - \left(\frac{1+i}{1+r}\right)^n}$$

Kde: $C_{t=1}$ jsou roční kapitálové náklady

i je roční změna ceny aktiva

$I_{t=0}$ hodnota aktiva na začátku období;

r je cena kapitálu

n je životnost aktiva

Výše uvedený vzorec předpokládá, že tempo změny ceny aktiva i je v souladu s ekonomickou dobou životnosti n . Nicméně obě proměnné, jak i tak n jsou definované jako exogenní proměnné, z čehož vyplývá, že i je průměrná roční míra změny ceny aktiva během doby životnosti aktiva. Výše zmíněný přístup vyžaduje, aby obě proměnné byly zadávány jednotlivě pro každé aktivum, které bude modelované.

Dosud jsme předpokládali, že majetek je získaný, vložený do procesu a využíváný současně od prvního okamžiku prvního období. Tento předpoklad pomíjí dobu na vystavění sítě, během které je sice kapitál vázaný, ale žádné příjmy ještě nejsou generovány. V běžném životě průběžných investic by tento přístup znamenal nulový pracovní kapitál a podhodnocovalo by to skutečné náklady sítě. Abychom opravili toto opomenutí, může být cena aktiva na počátku období upravena tak, aby odpovídala tomu, kdy byly investiční výdaje skutečně vynaloženy a také zohledňovala náklady kapitálu, které byly vázány během této neproduktivní doby. Toho může být dosaženo následujícím vzorcem:

$$I'_{t=0} = I_{t=0} \cdot (1+i)^{-u} \cdot (1+r)^u = I_{t=0} \left(\frac{1+r}{1+i} \right)^u$$

Kde: $I'_{t=0}$ je upravená hodnota aktiva odrážející čas potřebný na vytvoření aktiva

u je průměrný čas potřebný k vytvoření aktiva

i je roční změna ceny aktiva

r je cena kapitálu

Vhodná formulace pro roční náklady kapitálových aktiv je v následující podobě:

- pro jednoduchou anuitu

$$C = I_{t=0} \cdot \left(\frac{1+r}{1+i} \right)^u \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}}$$

- pro nakloněnou anuitu

$$C_{t=1} = I_{t=0} \left(\frac{1+r}{1+i} \right)^u \frac{(r-i)}{1 - \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^n}$$

Na základě našich zkušeností a na základě praxe doporučujeme použití modifikované nakloněné anuity, jelikož nejvíce odpovídá reálním podmínkám. Výsledky se budou měnit v čase v závislosti od vstupních parametrů. Doporučujeme tedy vybrat jednu formu odepisování a tuto metodu neměnit při výpočtech v jednotlivých letech. Úroveň výšky nákladů bude záležet na vstupních datech jako například cenový trend.

2.9 Definice služeb

Mobilní sítě přepravují širokou škálu hlasových a datových služeb prostřednictvím sdílené infrastruktury. Z tohoto důvodu musí být nákladový model postaven na celkovém provozu, aby náklady na síť mohly být alokovány mezi jednotlivé služby. Tento přístup nám umožní určovat náklady na službu ukončení volání (zvýrazněné šedě), ale stejně tak i na jiné služby.

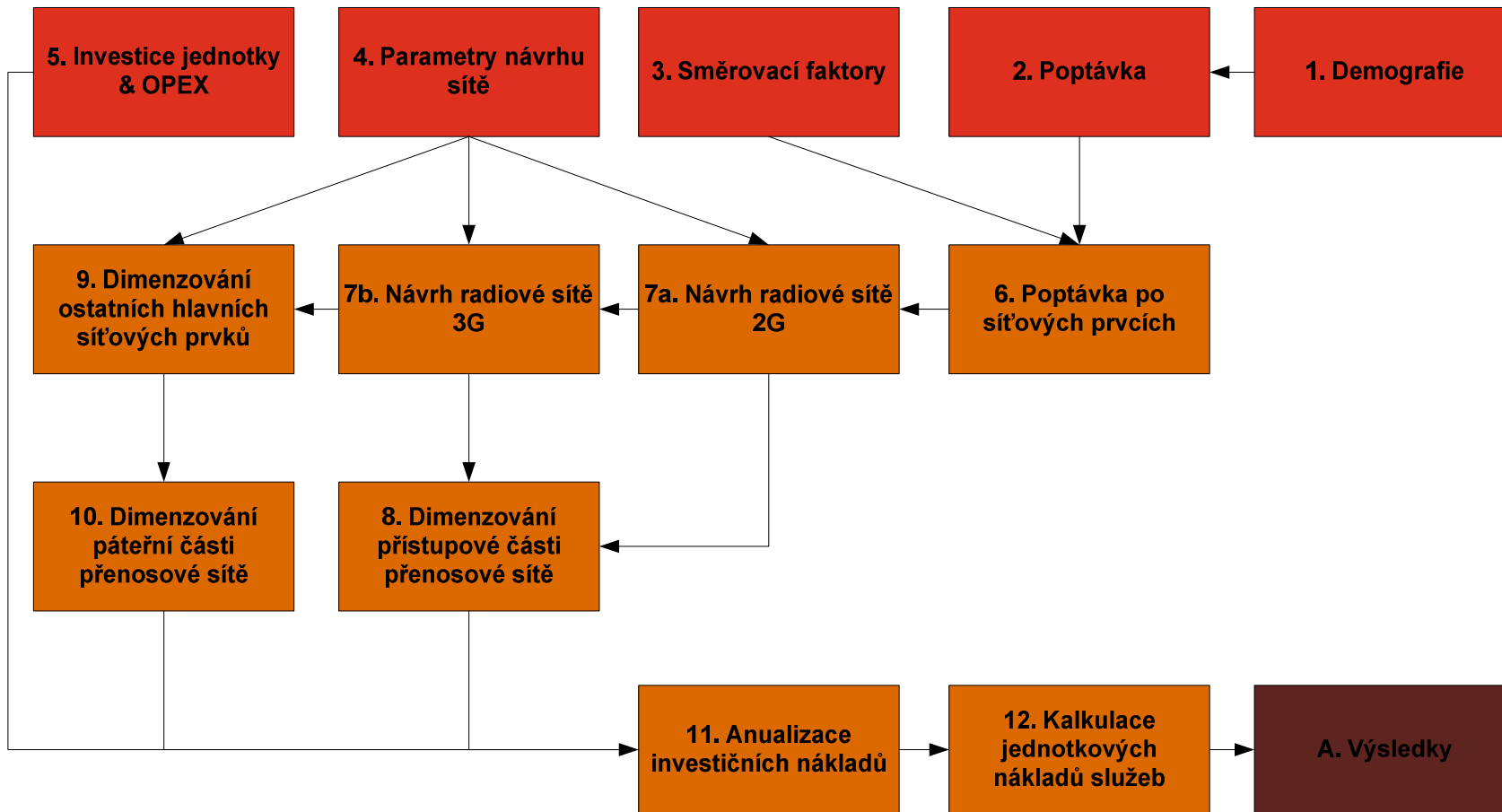
Tabulka 1: Mobilní služby

Služby mobilních komunikací		
Hlasové služby	Odchozí	On-net
Hlasové služby	Odchozí	Off net na mobil
Hlasové služby	Odchozí	Off-net na pevnou linku
Hlasové služby	Odchozí	Off-net do zahraničí
Hlasové služby	Odchozí	Příchozí roaming
Hlasové služby	Odchozí	Hovory do hlasové schránky
Hlasové služby	Odchozí	Hovory na tísňová čísla
Hlasové služby	Odchozí	Hovory na bezplatná čísla
Hlasové služby	Odchozí	Hovory na čísla Premium
Hlasové služby	Příchozí	Hovory od jiných mobilních operátorů
Hlasové služby	Příchozí	Hovory z pevných operátorů
Hlasové služby	Příchozí	Hovory ze zahraničí
Hlasové služby	Příchozí	Příchozí roaming
SMS	Odchozí	On-net
SMS	Odchozí	Off net na mobil
SMS	Odchozí	Off-net do zahraničí
SMS	Příchozí	Z jiných mobilů
SMS	Příchozí	Ze zahraničí
MMS	Odchozí	MMS
MMS	Příchozí	MMS
Mobilní data		

3. Postup výpočtu

3.1. Celková struktura

Celkový postup výpočtu zobrazuje následující obrázek:



V prvním kroku je z předpokládaného demografického vývoje v České republice odvozena poptávka po mobilních komunikačních službách teoretického operátora. Poté je pomocí směrovacích faktorů („routing factors“) tento celkový počet poptávaných služeb převeden na poptávku po jednotlivých síťových prvcích. Na základě pravidel dimenzování sítí je potom na základě této poptávky stanovena velikost potřebné přístupové sítě (skládající se z kombinace 2G a 3G technologie), přenosové sítě na připojení přístupové sítě, páteřní přenosové sítě a ostatních síťových prvků. Na konci tohoto kroku jsou výsledkem investiční náklady na síť teoretického operátora odpovídající předpokládané velikosti trhu a jeho tržního podílu. V dalším kroku jsou tyto náklady analýzovány a jsou aplikovány provozní náklady. V posledním kroku dostáváme výsledné jednotkové náklady na jednotku provozu.

3.2. Demografie

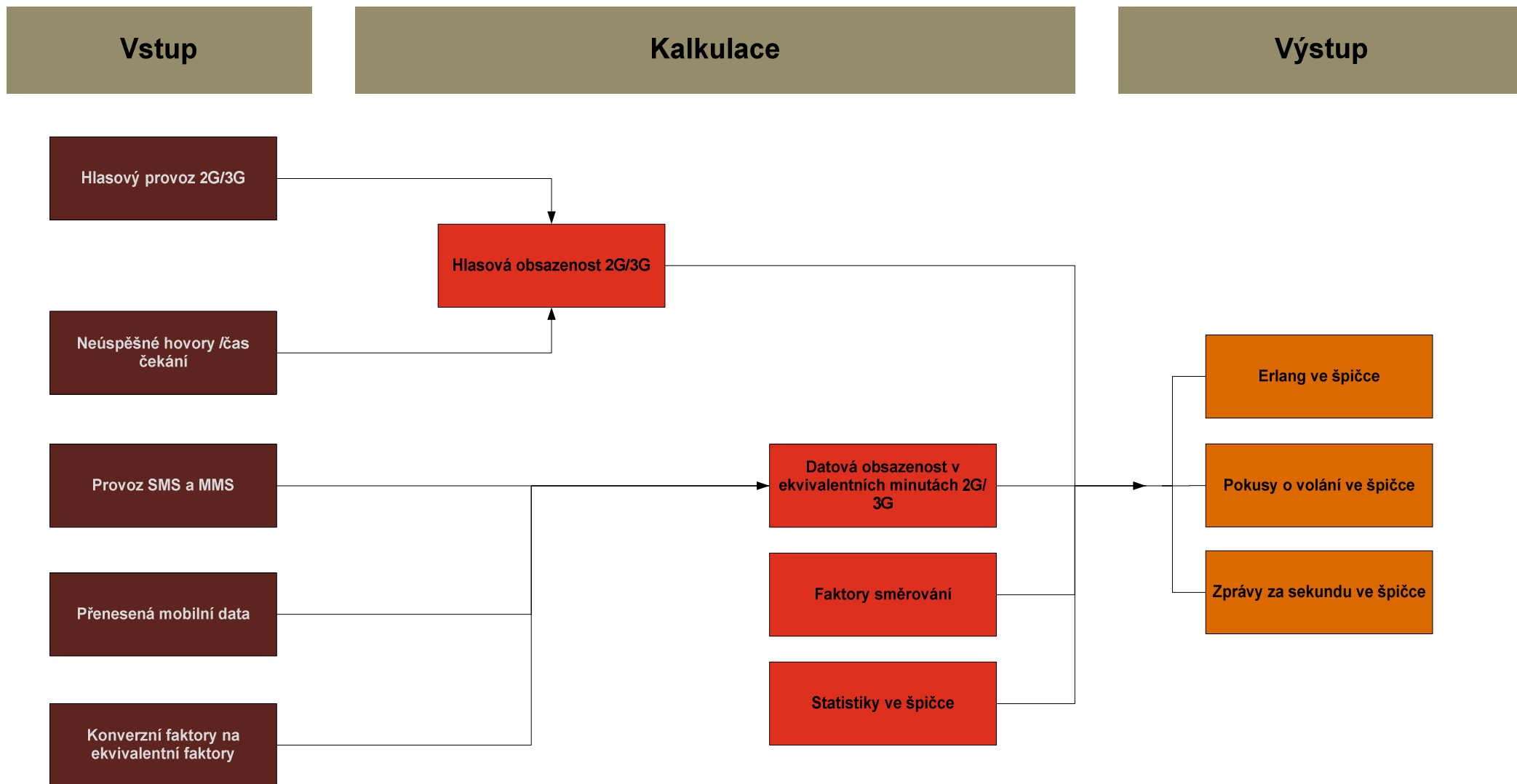
V rámci této části metodiky se na základě údajů od Českého statistického úřadu vypočítá očekávaná velikost a struktura populace v České republice. Důležité je také členění do jednotlivých geotypů definovaných v předchozí části. Pro každý geotyp je třeba udělat projekci počtu obyvatel, které slouží jako základní výchozí bod pro předpovídání poptávky po mobilních komunikačních službách.

3.3. Poptávka

Z předpovídaného počtu obyvatel a předpokládané penetraci mobilními službami odvodíme počet aktivních zákazníků (počet aktivních SIM karet). Na základě historického vývoje skutečné spotřeby telekomunikačních služeb a předpokládaných trendů poté odvodíme poptávku po jednotlivých komunikačních službách.

3.4. Poptávka po síťových prvcích

Postup výpočtu poptávky po síťových prvcích je popsán v následujícím schématu:



Do výpočtu poptávky po síťových prvcích vstupují čtyři faktory: hlasová obsazenost 2G/3G, datová obsazenost v ekvivalentních minutách 2G/3G, faktory směrování a statistiky provozu ve špičce.

Při kalkulaci hlasové obsazenosti 2G/3G jsou použity jako základní vstupní data do výpočtu počty minut jednotlivých služeb za rok, průměrná délka hovoru dané služby, průměrný procentuální podíl úspěšně spojených hovorů, atd. Poptávka odvozená na základě uvedených dat je následně dle stanoveného vstupního koeficientu rozdělena mezi 2G a 3G čímž je určena hlasová obsazenost 2G a 3G síťových prvků. Do kalkulace je zahrnut všechen provoz včetně času na přípravu (čas čekání) a neúspěšná volání.

K vypočtení datové obsazenost v ekvivalentních minutách 2G/3G jsou využity vstupní informace o počtu SMS a MMS za jednotlivé služby za rok a objem datového provozu v síti (v MB). Následně jsou tyto hodnoty překonvertovány konverzními faktory na datovou obsazenost v ekvivalentních minutách a opět podle vstupního koeficientu rozděleny mezi 2G a 3G.

Faktory směrování pro jednotlivé služby a elementy sítě indikují vážený průměr využití prvku sítě specifickou službou.

Statistiky ve špičce jsou stanoveny jako procento denního provozu ve špičce a počtu dní ve špičce čímž se vypočte roční procentní poměr provozu během špičky.

Erlang ve špičce je stanoven výpočtem, při kterém jsou na celkovou obsazenost (hlasová a datová) aplikovány faktory směrování. Následně je použito procentní hodnoty statistiky ve špičce. Výsledné Erlangy stanovují objem provozu ve špičce pro jednotlivé komponenty sítě.

Pokusy o volání ve špičce jsou vypočteny stejně jako Erlang ve špičce ale při přepočtu je použita kvantita hovorů místo ekvivalentních minut.

Počet zpráv za sekundu je stanoven jako množství SMS a MMS ve špičce vydělených 3 600.

3.5. Návrh rádiové sítě

Postup návrhu rádiové sítě 2G je popsán v diagramu na další straně.

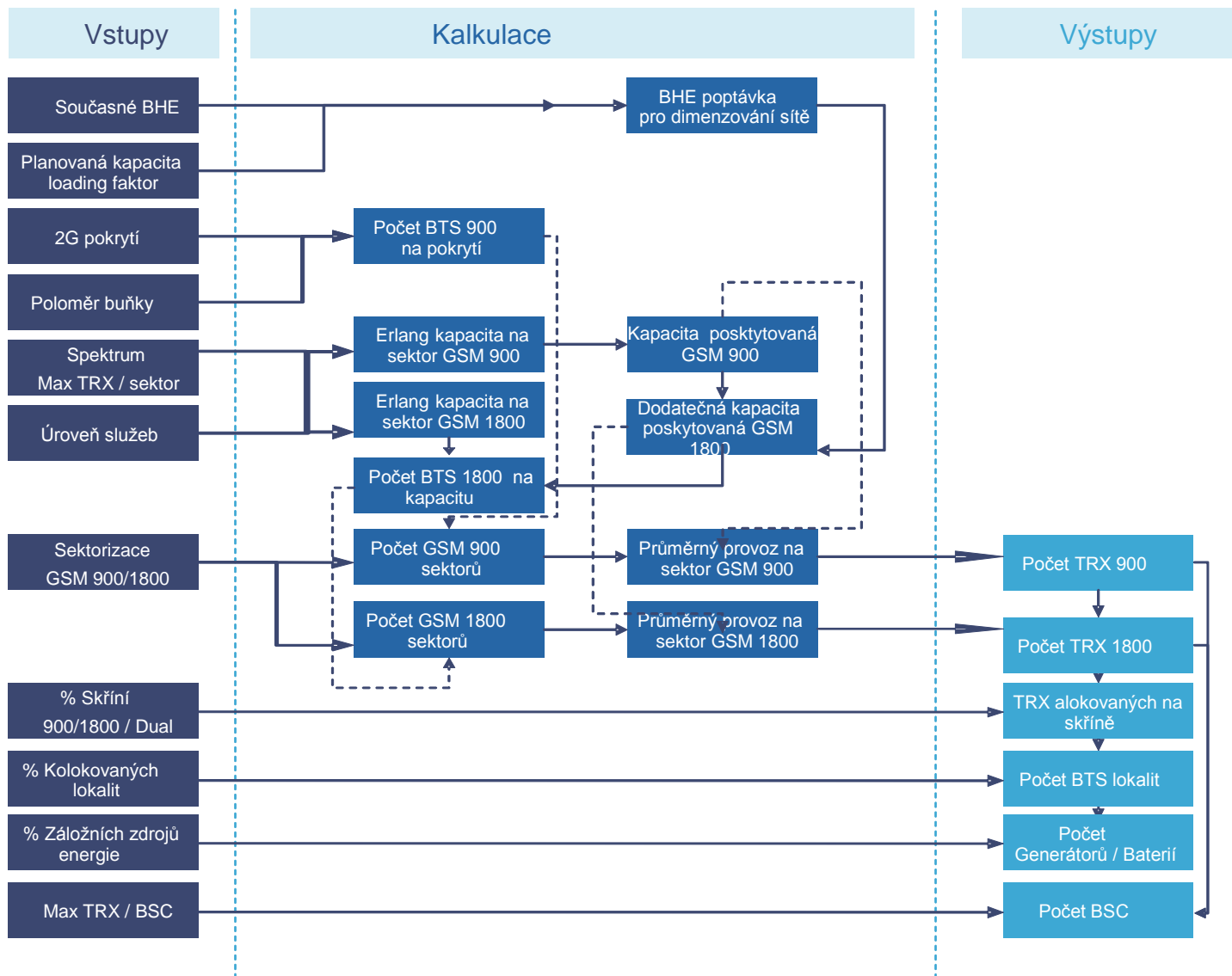
Kde: Erlang je telekomunikační jednotka měřící objem provozu v hodině

BHE (Busy-Hour Erlang) je Erlang (provozní zatížení) v hlavní provozní hodině

BTS (Base Transceiver Station, 2G) nebo Node B (3G) je základnová stanice

BSC (Base Station Controller, 2G) nebo RNC (Radio Network Controller) je řídicí blok základnových stanic

TRX (Transceiver), vysílač/přijímač

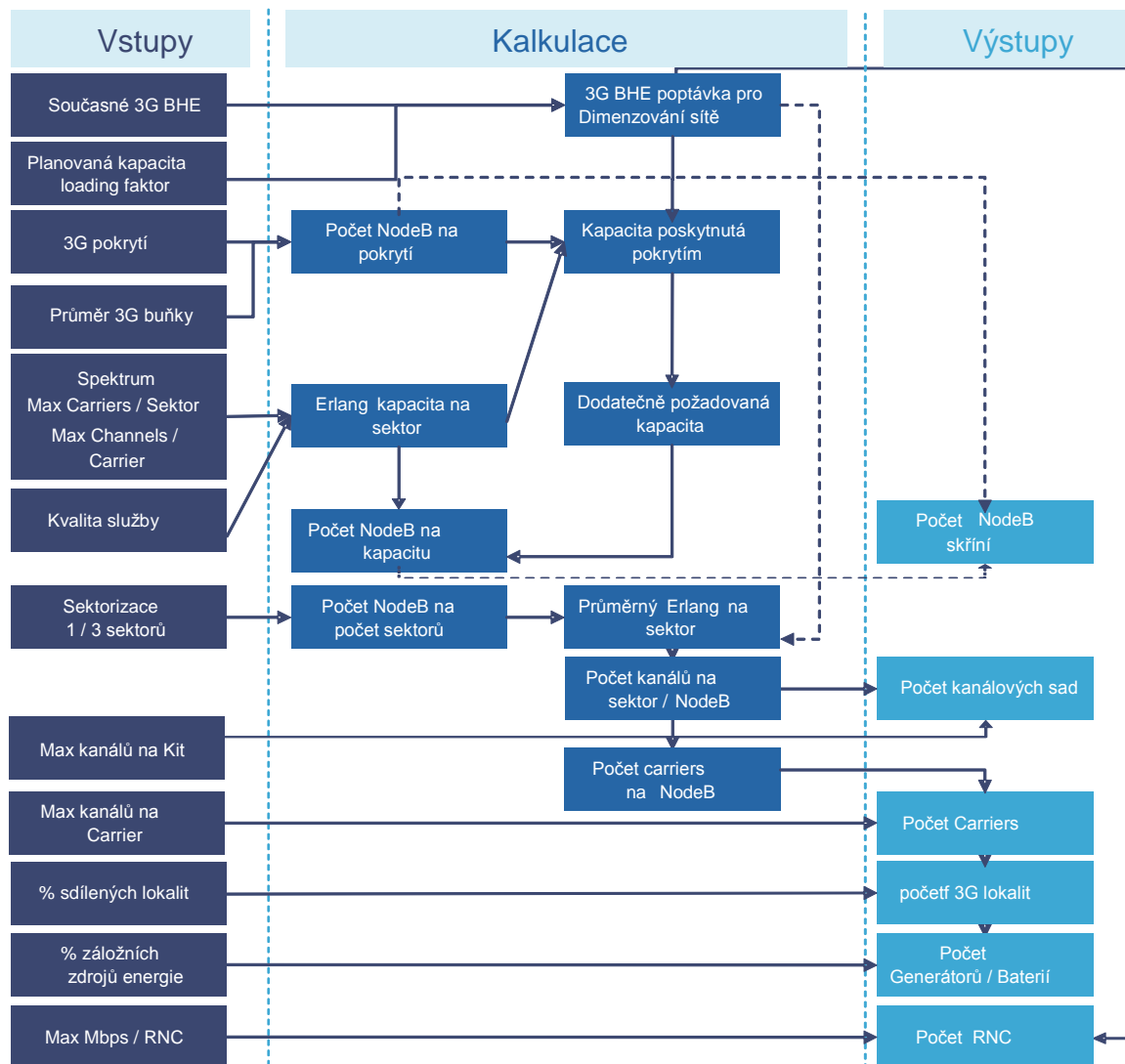


Základem pro stanovení počtu TRX (odděleně pro 900 MHz a 1800 MHz) je erlang kapacita sektoru (odděleně pro 900 MHz a 1800 MHz) včetně dodatečné kapacity vyplývající z využití volné kapacity sektoru 1800 MHz pro sektor 900 MHz (v případě, že je takové volná kapacita k dispozici). Na základě výsledků výpočtu počtu sektorů a jednotlivých kapacit je stanoven objem průměrného provozu v daném sektoru. Výsledný počet TRX (pro 900 MHz a 1800 MHz) je vypočten rozdělením počtu 900 MHz a 1800 MHz sektorů na průměrný provoz jednotlivých sektorů. Při stanovení počtu BTS lokalit se přímo vychází z požadavků na pokrytí a proto se rovná výslednému počtu BTS, kde do stanovení počtu vstupuje množství sdílených lokalit.

Na základě možností pokrytí energetických požadavků lokací ze záložních zdrojů je dále stanoven počet generátorů a baterií nezbytných pro provoz sítě.

Výsledný počet BSC je odvozen od kapacitních požadavků (počet TRX), přičemž se předpokládá maximální počet TRX na BSC.

Analogicky bude přístupováno i k dimenzování 3G části radiové sítě podle následujícího schématu.



Na základě počtu NodeB na pokrytí, poptávky na dimenzování sítě a Erlang kapacity na sektor je vypočtena kapacita poskytnutá pokrytím. Následně je na základě kapacity poskytnuté pokrytím a dodatečné požadované kapacity vypočten počet NodeB na kapacitu podle parametru jedné základnové stanice. Z výsledků kalkulace počtu NodeB je odvozeno i množství potřebných skříní.

Počet kanálových sad v 3G části rádiové sítě je funkcí Erlang poptávky na sektor. Výsledné množství je určeno počtem sektorů na základnovou stanici a počtem kanálů na sadu.

Počet Carriers je stanoven na základě počtu kanálů na NodeB. K stanovení množství Carriers je potřeba vzít na zřetel i maximum kanálů na jeden Carrier.

Protože NodeB může být nainstalován samostatně ale i na již existující 2G stanici, je počet lokalit stanoven také se zřetelem na množství sdílených lokalit.

Na základě možností pokrytí energetických požadavků lokací ze záložních zdrojů je dále stanoven počet generátorů a baterií nezbytných pro provoz sítě.

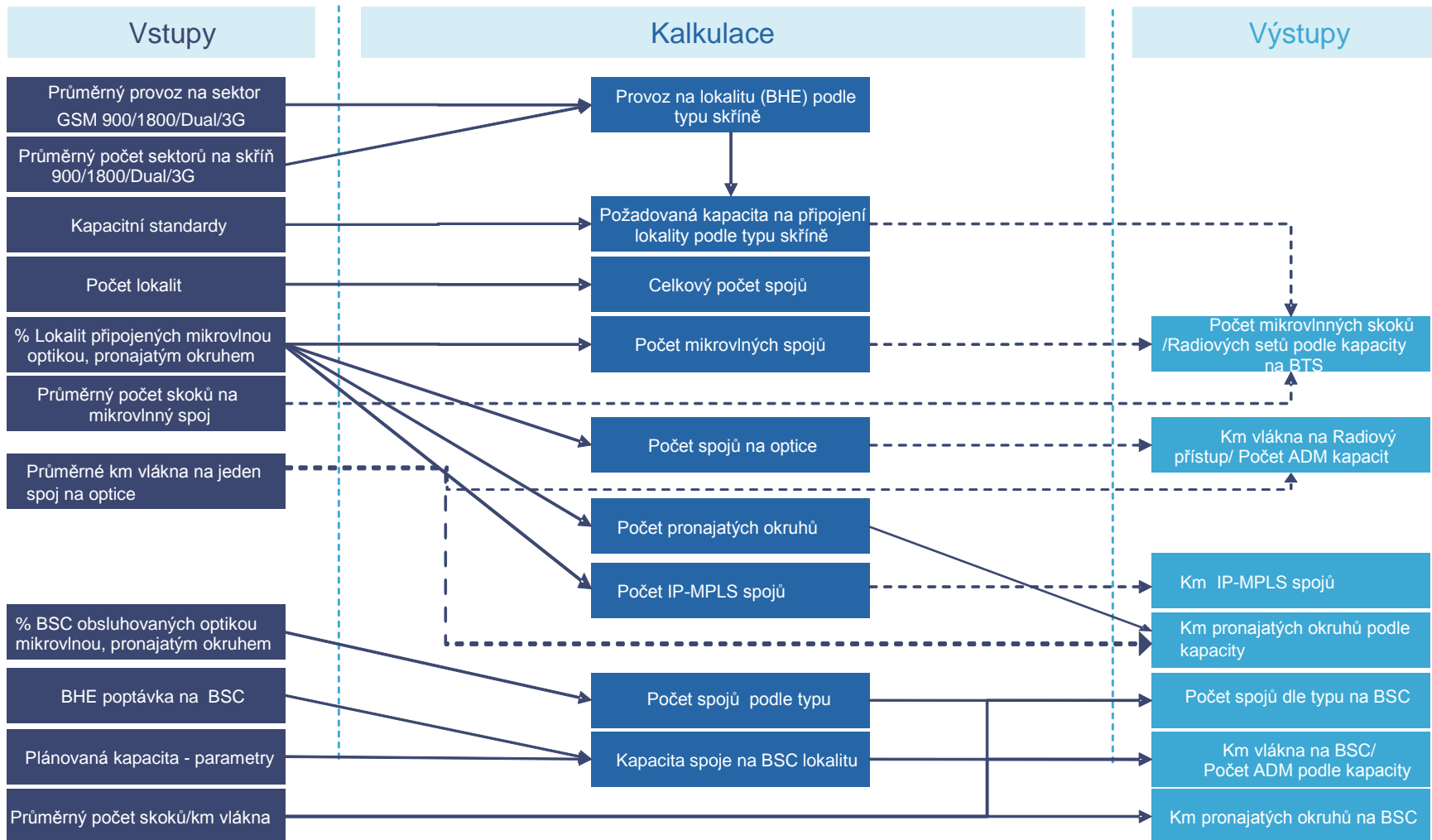
Počet RNC je stanoven dle 3G BHE poptávky dělené maximální kapacitou přenosu jedné RNC v Mbs.

3.6. Dimenzování přístupové části přenosové sítě

Tato část modeluje spoje mezi základnovými stanicemi BTS a síťovými prvky BSC/RNC a Media Gateway. Postup výpočtu je uveden v následujícím schématu:

Kde: ADM: (Add-Drop Multiplexer)

BSC: (Base Station Controller)

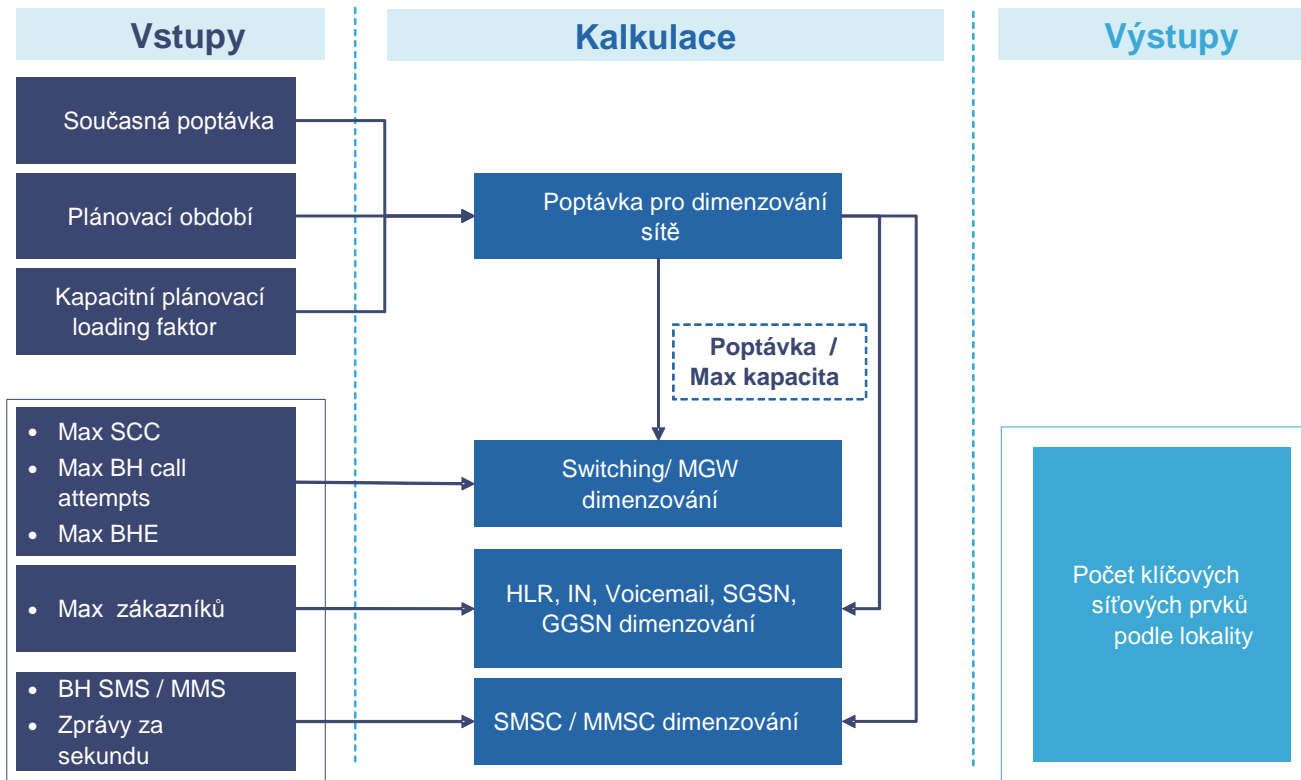


Počet mikrovlnných skoků/Radiových setů podle kapacity na BTS je funkce požadované kapacity na připojení lokality podle typu skříně, počtu mikrovlnných spojů a průměrného počtu skoků na spoj. Požadovaná kapacita na připojení lokality je stanovena přes BHE lokality a maximálním povoleným objemem definovaným v kapacitních standardech. Počet mikrovlnných spojů je vypočten z počtu lokalit a podílu mikrovlnného přenosu z celkového objemu. Vynásobením počtu požadovaných skoků počtem linek se stanoví celkový počet radiových setů.

Délka vlákna na radiový přístup je vypočtena přenásobením počtu spojů na optice průměrnou délkou vlákna na jeden spoj. Při počtu ADM kapacit se předpokládá 1 ADM na jednu lokalitu, protože každá BTS může být spojena mikrovlnně s bodem propojení na hlavní vlákno.

Výpočet počtu spojů dle typu na BSC, Km vlákna na BSC/Počet ADM podle kapacity a Km pronajatých okruhů je uskutečňován na základě tří společných vstupů (počet spojů podle typu, kapacita spoje na BSC lokalitu a průměrný počet skoků/km vlákna). Počet spojů podle typu je stanoven proporčně dle způsobu obsluhování BSC. Kapacita spoje na BSC je stanovena kombinací BHE poptávky a plánované kapacity.

3.7. Dimenzování ostatních hlavních síťových prvků



Kde: BH SMS (Busy Hour) je počet SMS v hlavní provozní hodině

Max BH call attempts je maximální možný počet pokusů o volání v hlavní provozní hodině

Max BHE (Busy-Hour Erlang) je maximální možný Erlang v hlavní provozní hodině

MSC (Mobile Switching Centre)

MGW (Media Gateway) je ústředna

HLR (Home Location Register) je domovský registr

IN je zkratka pro Intelligent Network

SGSN (Serving GPRS Support Node) je síťový uzel SGSN

GGSN (Gateway GPRS Support Node) je síťový uzel GGSN

SMSC (je SMS Centre) je SMS centrum

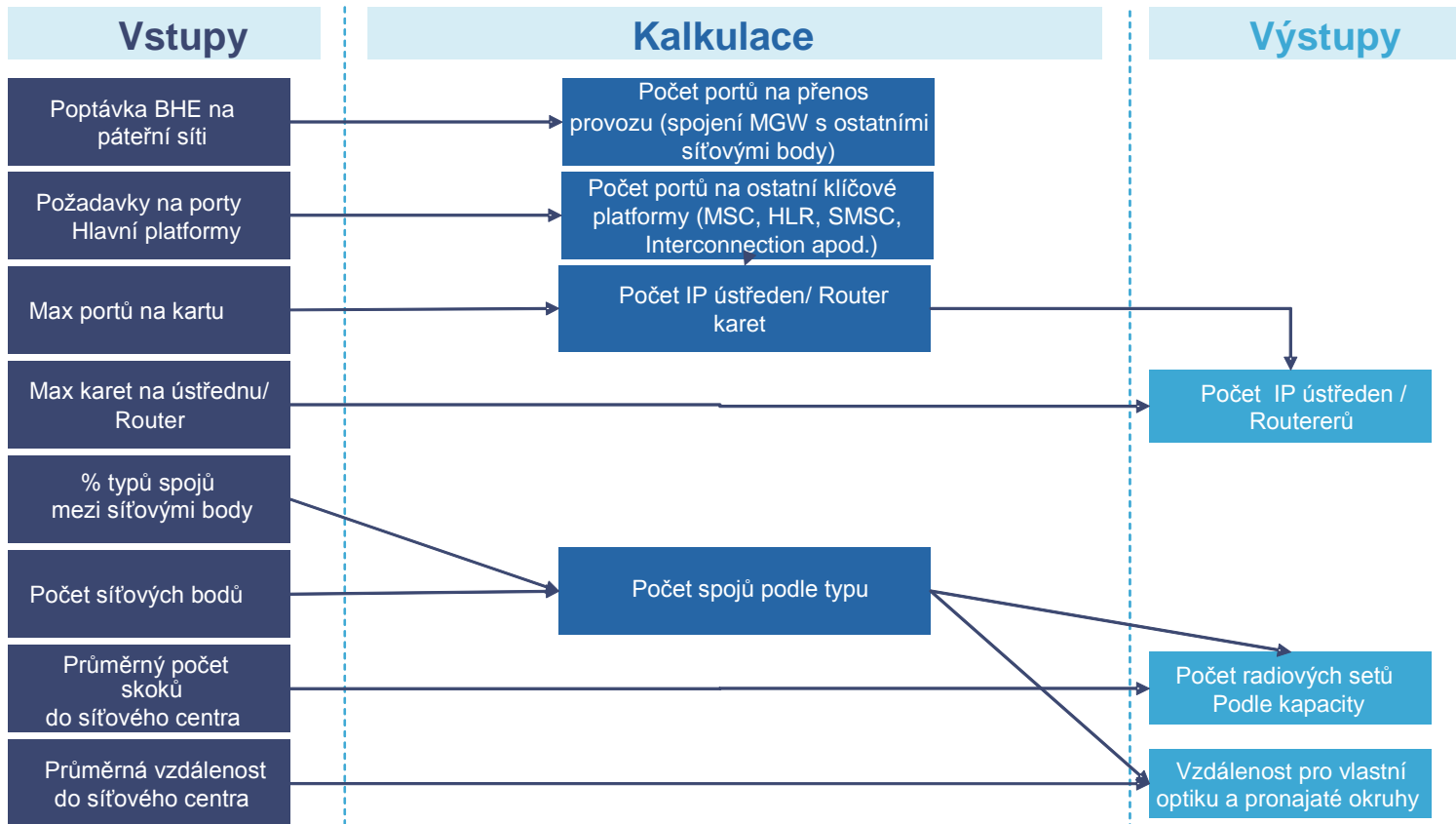
MMSC (MMS Center) je MMS centrum

Výpočet požadovaného množství ústředen je stanoven kalkulací, při které je poptávka pro dimenzování sítě vydělena maximální kapacitou na základě tří alternativních omezení: BHE, SSC a počtem pokusů o volání. Nejvyšší hodnota z uvedených alternativ je vybrána pro určení počtu ústředen. Poptávka pro dimenzování sítě je určena současnou poptávkou upravenou o růst v průběhu plánovacího období, přičemž je taky zohledněn kapacitní faktor. K stanovení počtu MGW dochází pomocí vydělení poptávky kapacitou na základě dvou omezení: BHE a SSC. Výsledek alternativy, která přináší vyšší hodnoty je brána za požadovaný výsledek.

Počet klíčových síťových prvků je dimenzován vydělením poptávky po těchto prvcích, upravenou o růst v průběhu plánovacího období, přičemž je taky zohledněn kapacitní faktor, kapacitou vzhledem na specifické omezení jako je například BH SMS, počet předplatitelů HLR a podobně.

Dimenzování SMSC/MMSC je provedeno stejně jako v předchozích případech, dělením poptávky kapacitou se zohledněním specifických omezení.

3.8. Dimenzování páteřní částí přenosové sítě



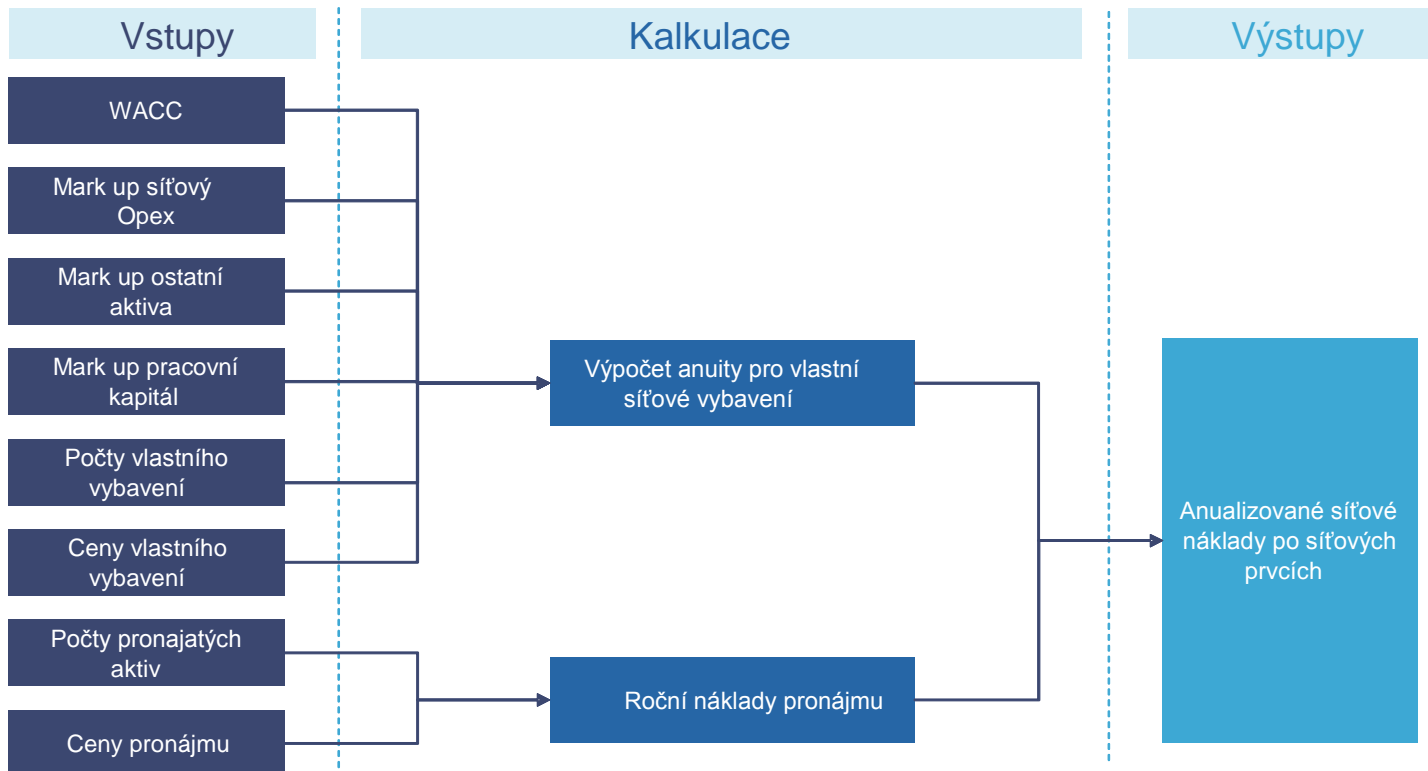
Dimenzování páteřní části přenosové sítě je primárně vymezené stanovením počtu IP ústředen/směrovačů, radiových setů a délky optických kabelů a pronajatých okruhu. Počet IP ústředen a směrovačů je vypočten na základě poptávky v Mbit/s, které jsou vyděleny maximální kapacitou měřenou počtem karet na ústřednu a portů na kartu.

Stanovení počtu radiových setů vychází z dvou základních veličin. První je výpočet spojů podle typu, kde je počet síťových bodů vynásoben procentem daného typu spoje mezi síťovými body. Druhou je průměrný počet skoků do síťového centra. Vynásobením výsledných veličin se stanoví počet radiových setů.

Výpočet vzdáleností optického kabelu a pronajatých okruhů využívá stejného postupu kalkulace počtu spojů podle typu (optika) stejně jako v předcházejícím případně spojení. Následně je počet spojů vynásoben průměrnou vzdáleností do síťového centra.

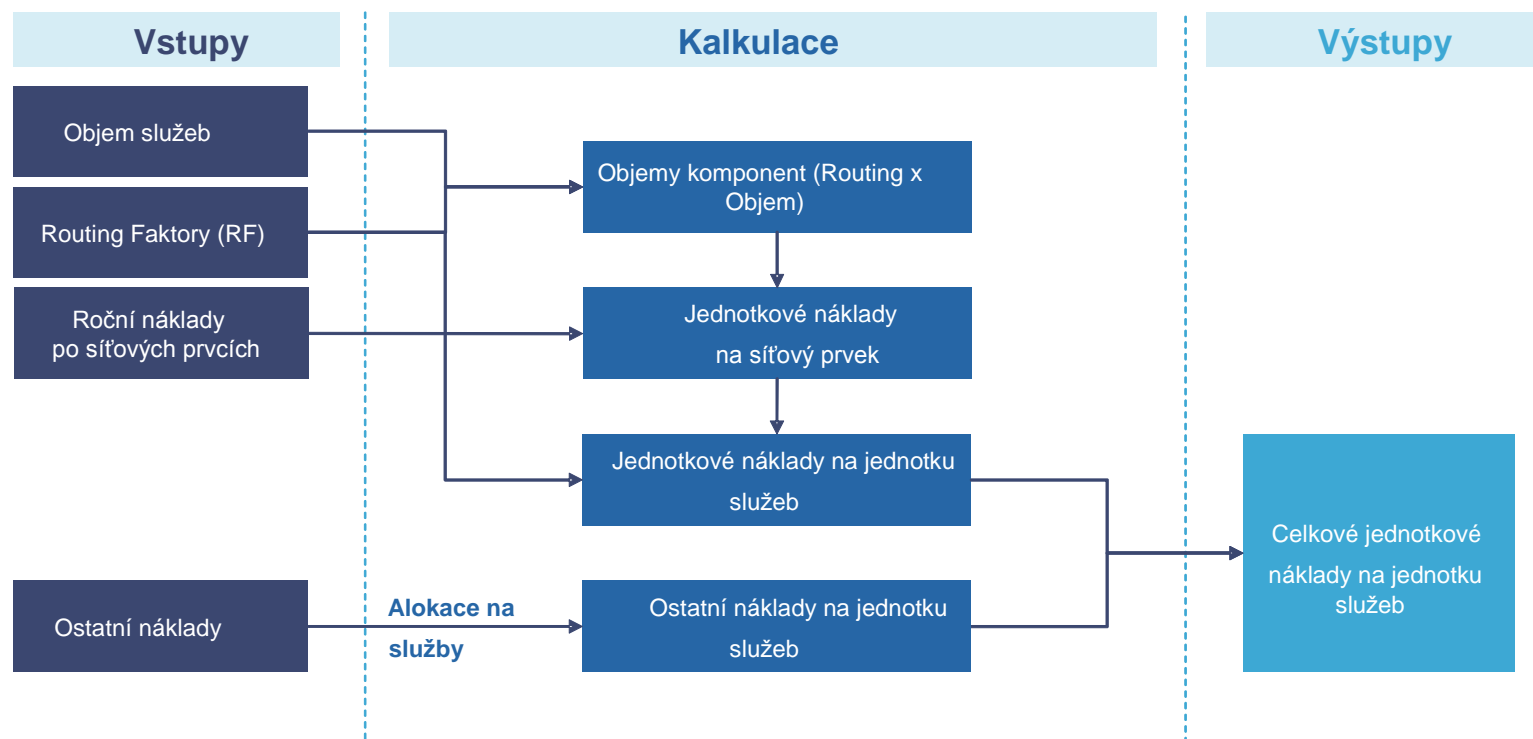
3.9. Anualizace síťových nákladů

Kde: WACC je průměrné vážené náklady kapitálu



Anualizované síťové náklady po síťových prvcích se skládají ze součtu dvou hlavních oblastí a to anuity pro vlastní síťové vybavení a ročních nákladů pronájmu. Výpočet anuity pro vlastní síťové vybavení vychází ze vzorců pro ekonomické odpisy. Hodnota vybavení zahrnuje anualizovanou současnou cenu a mark up nepřímých aktiv. Anualizované kapitálové náklady jsou navýšeny o mark up OPEXu a pracovního kapitálu. Roční náklady pronájmu jsou vypočteny vynásobením počtem pronajatých okruhů průměrnou cenou pronájmu za daný okruh na trhu.

3.10. Kalkulace jednotkových nákladů služeb



Výpočet celkových jednotkových cen za služby je založen na výpočtu třech jednotkových nákladů. Jedná se o jednotkové náklady na síťový prvek, na jednotku služeb sítě a na jednotku maloobchodních služeb (ostatní náklady na jednotku služeb).

Jednotkové náklady na síťový prvek jsou funkcí analýzovaných síťových nákladů po síťových prvcích (Roční náklady po síťových prvcích) a objemu komponent, jimž jsou převedeny pomocí Routing Factors (RF) na objem služeb. Následně jsou na základě uplatnění RF a jednotkových nákladů na síťový prvek stanoveny jednotkové náklady jednotlivých služeb. Při výpočtu ostatních nákladů na jednotku služeb jsou specifické maloobchodní náklady a alokované společné náklady přiřazeny na různé maloobchodní služby podle alokačních klíčů a to následovně:

Přímé náklady jsou přiřazeny přímo na relevantní služby

Specifické maloobchodní náklady, včetně podílu administrativních nákladů, regulační náklady, nepřímá nesíťová aktiva a pracovní kapitál jsou alokovány na základě příjmů a objemů na všechny maloobchodní služby

Z jednotkových nákladů na jednotku služeb a ostatních nákladů na jednotku služeb jsou v konečném kroku vypočteny celkové jednotkové náklady na jednotku služeb.

