

Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba

**Metodinės gairės ilgo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų (BU-LRAIC)
apskaitos modelio judriajame telefono ryšio tinkle ruošimui**

2008 spalio 24

Terminų žodynas

Visi šiame dokumente naudojami terminai yra apibrėžti Lietuvos Respublikoje galiojančiuose teisės aktuose. Toliau pateikiamas teisės aktuose neapibrėžtų, tačiau šiame dokumente naudojamų terminų bei sutrumpinimų sąrašas.

Nr.	Trumpinys	Angliškas terminas	Lietuviškas terminas	Paiškinimas
1.		[X]		Funkcija, kurios rezultatas yra didžiausias sveikas skaičius, mažesnis arba lygus X.
2.		[X]		Funkcija, kurios rezultatas yra mažiausias sveikas skaičius, ne mažesnis nei X.
3.	A	A interface	A sąsaja	Jungtis tarp BSS ir MSC/MGW.
4.	B	Byte	Baitas	Informacijos kiekio matavimo vienetas, lygus 8 bitams.
5.	bit	Bit	Bitas	Elementarusis informacijos matavimo vienetas.
6.	BSC	Base Station Controller	Bazinės stoties valdiklis	Bazinės stoties valdiklis yra GSM tinklo struktūros dalis, kuri skirsto radijo išteklius į judriąsias stoteles (telefonus), reguliuoja naudojamus dažnius ir perkėlinėja skambučius tarp bazinių stočių, esančių valdiklio kontrolės teritorijoje.
7.	BTS	Base Transceiver Station	Bazinė stotis	Bazinė stotis užbaigia radijo ryšio sąsają korinėje sistemoje. Kiekviena bazinė stotis turi keletą imtuvų/siūstuvų (nuo 1 iki 16).
8.	BHCA	Busy hour call attempts	Skambučių kiekis piko laiku	Skambučių kiekis piko laiku.
9.	BHE	Busy Hour Erlangs	Paslaugų srautas erlangais piko metu	Paslaugų srautas tuo metu, kai viešojo judriojo telefono ryšio tinklo apkrovimas yra maksimalus, išreikštas erlangais.
10.	BHT	Busy Hour Traffic	Paslaugų srautas piko metu	Paslaugų srautas didžiausio užimtumo valandos metu.
11.		Call	Skambutis	Viešųjų telefono ryšio paslaugų priemonėms sukurtas sujungimas, suteikiantis dvipusio ryšio galimybę realiu laiku.
12.	CAPEX	CAPEX	Kapitalo sąnaudas	Sąnaudos, susijusios su investicijomis į ilgalaikį turą. Kapitalo sąnaudas sudaro ilgalaikio turto nusidėvėjimas (amortizacija) bei ROI.
13.		Channel	Perdavimo kanalas	Loginis perdavimo linijos vienetas, skirtas elektrinių signalų perdavimui.
14.		Circuit	Perdavimo linija	Elektroninių ryšių įranga, užtikrinanti elektrinių signalų perdavimą.
15.	CSD	Circuit Switched Data	Duomenų perdavimo perjungiamais kanalais technologija	Technologija, naudojama duomenų perdavimui tradiciniuose antros kartos GSM tinkluose.
16.	CJC	Common and joint costs	Bendrosios sąnaudos	Sąnaudos, kurios turi būti priskiriamos kelioms paslaugų rūšims. Šios sąnaudos apima tiek bendras sąnaudas tam tikrai įrangai, tiek bendras administracines sąnaudas.
17.	CCS	Common-Channel Signalling	Bendras signalizavimo kanalas	Bendras signalizavimo kanalas – tai kanalas, kurį naudoja keletas balso ir duomenų perdavimo kanalų. Jis naudojamas tik kontrolės signalams perduoti.
18.		Cost driver	Sąnaudų veiksnys	Pagrindinis veiksnys, lemiantis tam tikrų sąnaudų atsiradimą ir apimtį.
19.	CVR	Cost volume relationship	Sąnaudų-kiekio sąryšis	Sąryšis, nusakantis tam tikros rūšies sąnaudų apimtį priklausomybę nuo sąnaudų veiksnio apimtį.

Nr.	Trumpinys	Angliškas terminas	Lietuviškas terminas	Paiškinimas
20.		Costs	Sąnaudos	Ūkio subjekto ekonominės naudos sumažėjimas dėl turto sunaudojimo, turto pardavimo, turto netekimo, turto vertės sumažėjimo bei įsipareigojimų prisiėmimo per ataskaitinį laikotarpį, kai dėl to sumažėja nuosavas kapitalas, išskyrus tiesioginį jo mažinimą.
21.	CCA	Current cost accounting	Sąnaudų apskaita einamąja verte	Sąnaudų apskaita dabartinėmis prekių ir paslaugų kainomis.
22.	CD	Current depreciation	Metinis nusidėvėjimas einamąja verte	Metinė nusidėvėjimo suma, išreikšta einamąja verte.
23.	DDF	Digital distribution frame	Skaitmeniniai skirstomieji stovai	Perjungimo įtaisas, kuriame atliekami sujungimai tarp vieno įtaisų skaitmeninių išėjimų ir kitų įtaisų skaitmeninių įėjimų.
24.	EIR	Equipment identity register	Mobiliojo įrenginio atpažinimo registras	Mobiliojo įrenginio atpažinimo registras – tai duomenų bazė, kurioje saugoma informacija apie abonentų įrangos būsenas (pavogtas telefonas, apriboto priėjimo prie tinklo įrenginys ir kt.).
25.		Erlang	Erlangas	Paslaugų srauto apimtys matavimo vienetas. Erlangų skaičius reiškia pokalbio minučių skaičių tinkle per vieną minutę.
26.	FC	Fixed costs	Pastovios sąnaudos	Sąnaudos, kurių dydžio neįtakoja gamybos (paslaugų teikimo) apimčių pasikeitimai.
27.		Forward looking cost accounting	Sąnaudų apskaita į ateitį orientuota verte	Sąnaudų apskaita į ateitį orientuotomis prekių ir paslaugų kainomis.
28.	GGSN	Gateway GPRS Support Node	GPRS tinklo sietuvas	GPRS tinklo sietuvas – tai tinklo mazgas, kuris atstoja vartus tarp GPRS bevielio duomenų perdavimo tinklo ir kitų tinklų, pvz. Interneto ar privačių tinklų.
29.	Gb	Gb interface	Gb sąsaja	Jungtis tarp SGSN ir PCU.
30.	GSM	Global System for Mobile communication	Globalus mobiliųjų telefonų ryšio standartas	GSM yra korinis tinklas, prie kurio mobiliosios stotys jungiasi per tas ląsteles, kuriose tuo metu yra.
31.	GBV	Gross book value	Įsigijimo (pasigaminimo) savikaina	Sumokėta (mokėtina) pinigų ar pinigų ekvivalentų suma ar kito mainais atiduoto ar sunaudoto turto, kuris naudojamas įsigyjant ar gaminant turta, vertė.
32.	GRC	Gross replacement cost	Bendroji atkuriamoji vertė	Sąnaudos, kurios būtų patiriamos keičiant esamos fizinės būklės ir esamų eksploatacinių bei naudingumo savybių objektus, neatsižvelgiant į esamo turto nusidėvėjimo lygį, pagal vertinimo metu taikomas darbų technologijas bei kainas.
33.	HSCSD	High Speed Circuit Switched Data	Didelės spartos duomenų perdavimo perjungiamais kanalais technologija	HSCSD yra pažangesnė duomenų perdavimo perjungiamais kanalais technologija (CSD).
34.	HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Padidintos spartos duomenų perdavimo sistema	HSDPA pagerina sistemos pajėgumus ir padidina vartotojo duomenų perdavimo spartą žemyn, t.y. vartotojo įrangos kryptimi iš bazinės stoties.
35.	HCA	Historic cost accounting	Sąnaudų apskaita istorine verte	Sąnaudų apskaita istorinėmis (faktinio įsigijimo) prekių ir paslaugų kainomis.
36.	HG	Holding gain	Turto laikymo pajamos/netekimai	Pajamos/netekimai, atsirandantys dėl turto kainos pasikeitimų ir nesusijusios su turto vertės mažėjimu dėl jo naudojimo veikloje.
37.	HLR	Home Location Register	Tinklo abonentų registras	Tinklo abonentų registras yra duomenų bazė, kuri teikia maršrutų informaciją užbaigiamiems skambučiams ir trumposioms žinutėms.
38.	HCC	Homogenous cost category	Vienarūšių sąnaudų kategorija	Savo prigimtimi panašių sąnaudų grupė, turinti tą patį sąnaudų veiksnį, sąnaudų-kiekio sąryšį bei kurių apimtys vienodai įtakoja technologijų pokyčiai.
39.		Incremental cost	Padidėjimo sąnaudos	Papildomos sąnaudos, patiriamos didėjant teikiamų paslaugų kiekiui.

Nr.	Trumpinys	Angliškas terminas	Lietuviškas terminas	Paiškinimas
40.		Indirect costs	Netiesioginės sąnaudos	Sąnaudos, kurios su konkrečiu sąnaudų kaupimo objektu siejamos netiesiogiai ir paskirstomos, naudojant ekonominiu vertinimu pagrįstus sąnaudų nešiklius arba norminius koeficientus.
41.	lub	lub Interface	lub sąsaja	Jungtis tarp RNC ir Node B.
42.	LRAIC	Long run average incremental costing	Ilgą laikotarpio vidutinės padidėjimo sąnaudos	Vidutinių padidėjimo sąnaudų apskaitos principas – įvertinti sąnaudų pokytį, kurį įtakoja apibrėžtas teikiamų paslaugų kiekio padidėjimas ir išdalinti sąnaudas vienam teikiamos paslaugos vienetui. Sąnaudos yra vertinamos ilguoju laikotarpiu, kuris reiškia, jog ūkio subjektas, atsižvelgdamas į paslaugų teikimo apimtis gali keisti jų teikime naudojamų visų išteklių apimtis (t.y. visos sąnaudos yra kintamos).
43.	Max (...)	Maximum	Maksimumas	Funkcija, kuri parenka vieną iš didžiausių reikšmių, esančių skliausteliuose.
44.	MGW	Media Gateway	Terpių sąsaja	Pagrindinio tinklo elementas, kuris aptarnauja paslaugų srautą ir atlieka signalizavimo funkciją.
45.	Min (...)	Minimum	Minimumas	Funkcija, kuri parenka vieną iš mažiausių reikšmių, esančių skliausteliuose
46.	MSC	Mobile Switching Centre	Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis	Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis yra korinio tinklo distancinių ryšių jungiklis arba komutatorius.
47.	MSS	MSC Server	MSC tarnybinė stotis	MSC tarnybinė stotis atlieka komutacinėmis linijomis paremtų skambučių kontrolę, įskaitant pernešimo paslaugas, tele paslaugas, papildomas paslaugas, tinklo patikimumą. Taip pat kontroliuoja komutacinėmis linijomis paremtų paslaugų išteklius.
48.	MMSC	Multimedia Messaging Service Centre	Vaizdo žinučių centras	Vaizdo žinučių centras saugo ir persiunčia per tinklą išsiųstas vaizdo žinutes.
49.	NBV	Net book value	Likutinė vertė	Suma, gauta iš ilgalaikio materialiojo turto įsigijimo (pasigaminimo) savikainos atėmus nusidėvėjimo sumą, sukauptą per visą jo naudingo tarnavimo laiką, pridėjus visus šio turto vertės padidėjimus ir atėmus visus jos sumažėjimus.
50.	NRC	Net replacement cost	Grynoji atkuriamoji vertė	Sąnaudos, kurios būtų patiriamos keičiant esamos fizinės būklės ir esamų eksploatacinių bei naudingumo savybių objektus, atsižvelgiant į esamo turto nusidėvėjimo lygį, pagal vertinimo metu taikomas darbų technologijas bei kainas.
51.	NC	Network Component	Tinklo komponentas	Tinklo komponentai – tai tokie loginiai ar funkciniai elementai, kuriuos apjungiant gali būti sumodeliuota bet kuri paslauga.
52.	NE	Network element	Tinklo elementas	Bet kuris tinklo objektas arba įrenginys kuris fiziniu ar loginiu būdu gali būti identifikuojamas kaip savarankiškas tinklo vienetas (segmentas).
53.		Node B	UMTS bazinė stotis	UMTS bazinė stotis yra fizinė radijo jungtis tarp abonento įrangos ir tinklo.
54.	OPEX	OPEX	Veiklos sąnaudos	Veiklos sąnaudos apima atlyginimų, medžiagų, išorinių paslaugų bei kitų einamųjų verslo operacijų sąnaudas.
55.	ODF	Optical distribution frame	Optiniai skirstomieji stovai	Įrenginys, skirtas fiziniam kelių optinių kabelių sugrupavimui į vieną kabelį, t.y. stovas, į kurį išvestas tam tikras optinių kabelių skaičius ir kuris laiduoja bet kurį reikalaujamą jų sujungimą.
56.		Port	Lizdas	Įrenginys, kuriame yra fiziškai sujungiamos perdavimo linijos su tinklo mazgais, skirtas elektrinių signalų perdavimui ir priėmimui.
57.	RNC	Radio Network Controller	Radijo tinklo valdiklis	Radijo tinklo valdiklis – pagrindinis radijo tinklo sistemos elementas, kuris kontroliuoja radijo išteklių naudojimą ir patikimumą.

Nr.	Trumpinys	Angliškas terminas	Lietuviškas terminas	Paiškinimas
58.	ROI	Return on investment	Protingumo kriterijų atitinkanti kapitalo grąža	Reikalaujama minimali naudojamo kapitalo grąža, išreikšta kaip įdarbinto kapitalo ir vidutinės svertinės kapitalo kainos (WACC) sandauga.
59.		Routing matrix	Maršrutizavimo matrica	Matrica, atspindinti tinklo komponentų panaudojimo intensyvumą atliekant atskirų tinklo komponentų komutaciją paslaugoms teikti.
60.	SCP	Service Control Point	Paslaugų valdymo taškas	Paslaugų valdymo taškas perduoda užklausą ir „atsakymą“ komutacinei stočiai, kad pastaroji atsišvelgdama į „atsakymą“ galėtų tęsti skambučių.
61.	SGSN	Serving GPRS Support Node	GPRS paslaugų mazgas	GPRS paslaugų mazgas stebi individualios mobiliosios stotelės buvimo vietą, atlieka saugumo funkcijas ir priėjimo kontrolę.
62.	SMSC	Short Message Service Centre	Trumpųjų žinučių centras	Trumpųjų žinučių centras persiunčia žinutę nurodytu gaunančiojo abonento numeriu.
63.	SFH	Soft Handover	Tylioji skambučio perkėlimo procedūra	Tylioji skambučio perkėlimo procedūra yra skambučio perkėlimo procedūros tipas, kai radijo jungtys užimamos ir atlaisvinamos tokiu būdu, kad bent viena radijo jungtis yra sudaryta.
64.	SDCCH	Stand-alone Dedicated Control Channel	Atskirtasis valdymui skirtas kanalas	Šis kanalas naudojamas perduoti ryšį signalizavimui ir SMS žinutėms GSM sistemoje.
65.		Supporting activity	Administravimo veikla	Administravimo veikla apima buhalterinę apskaitą, planavimą, žmoniškųjų išteklių valdymą bei kitas įmonės veiklos palaikymui reikalingas veiklas.
66.		Switch (switching host)	Komutacinė stotis	Tinklo elementas, kurio paskirtis sukombinuoti skambučių srautą tarp skirtingų tinklo taškų.
67.		Telecommunications network	Viešasis telefono ryšio tinklas	Elektroninių ryšių tinklas, naudojamas teikti viešąsias telefono ryšio paslaugas, tarp jų balso perdavimo tarp tinklo galinių taškų, taip pat kitas ryšio paslaugas, tokias kaip faksimilių bei duomenų perdavimas.
68.		Termination	Skambučių užbaigimas	Skambučio perdavimas nuo vietinės telefono stoties (imtinai), esančios arčiausiai abonento, kuriam skambinama, kurioje yra arba gali būti suteiktas tinklų sujungimas, iki tinklo galinio taško, kuriame šis skambutis yra užbaigiamas.
69.	TRX	Transceiver	Siųstuvas – imtuvas	Įrenginys, galintis ir perduoti, ir priimti signalą.
70.	TRC	Transcoder Controller	Perkodavimo valdiklis	Perkodavimo valdiklio funkcija yra perduoti duomenis tarp jungiančiųjų valdiklių.
71.		Transit	Tranzitas	Skambučio perdavimas nuo telefono stoties, esančios arčiausiai skambučių inicijuojančio abonento (stoties neįskaitant), kurioje yra arba gali būti suteiktas tinklų sujungimas, iki telefono stoties (stoties neįskaitant), esančios arčiausiai abonento, kuriam skambinama, kurioje yra arba gali būti suteiktas tinklų sujungimas, per vieną (ar daugiau) telefono stotį, kuri nėra arčiausiai skambučių inicijuojančio ar skambučių priimančio abonento.
72.		Transmission link	Perdavimo tinklo jungtis	Įrenginių visuma, užtikrinanti elektrinių ir optinių signalų perdavimą tarp dviejų geografiškai atskirtų tinklo taškų.
73.		Transmission network	Perdavimo tinklas	Techninių įrenginių visuma, užtikrinanti elektrinių ir optinių signalų perdavimą tarp kitų atskirų tinklo elementų.
74.		Tributary card	Įdedamoji korta	Tankintuvo sudedamoji dalis, atstojanti sąsają tarp tankintuvo ir kitos telekomunikacinės įrangos.
75.	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Universalioji mobiliųjų telekomunikacijų sistema	Trečiosios kartos mobilios telefono ryšio tinklas, suteikiantis galimybę didesniai informacijos/raiškos priemonių spektrui.

Nr.	Trumpinys	Angliškas terminas	Lietuviškas terminas	Paiškinimas
76.		Unsuccessful call	Nesėkmingas skambutis	Nesėkmingi skambučiai apima skambučius, kai skambinančiojo paslaugos gavėjo linijoje girdimas užimtumo signalas ir dėl to pokalbis neįvyksta arba kai skambinančiojo paslaugos gavėjo vietinėje linijoje girdimas kvietimo signalas, bet niekas neatsako ir dėl to pokalbis neįvyksta.
77.	VC	Variable costs	Kintamos sąnaudos	Sąnaudos, kurių apimtis kinta priklausomai nuo paslaugų teikimo apimčių.
78.	VLR	Visitor Location Register	Abonentų vietos registras	Abonentų vietos registre yra visa informacija apie abonentus, reikalinga abonentų, šiuo metu esančių VLR kontroliuojamoje teritorijoje, skambučio reguliavimui ir mobilumo valdymui.
79.	VMS	Voice Mail Service	Balso pašto paslaugos blokas	Tinklo elementas, kuris atlieka balso žinučių įrašėjimo funkciją abonentams, kurie negali atsiliiepti į skambutį.
80.		WAP Gateway	WAP vartai	WAP vartai – tai mobiliojo ryšio bei interneto tinklų sąsaja.
81.	WACC	Weighted average cost of capital	Vidutinė svertinė kapitalo kaina	Vidutinė svertinė kapitalo kaina, kuri skaičiuojama svertinio vidurkio pagalba įvertinant tiek skolinto, tiek nuosavo kapitalo kainą (kaštus).
82.		Wholesale billing system	Didmeninių pardavimų apskaitos sistema	Didmeninių pardavimų ir sąskaitų pateikimo klientams informacinė sistema.
83.	WAP	Wireless Application Protocol	Atviras tarptautinis standartas sistemoms, kurios naudoja belaidį ryšį	Atviras tarptautinis standartas, leidžiantis pasiekti internetą, naudojant mobiliuosius įrenginius, tokius kaip mobilieji telefonai, pranešimų gavikliai.

Turinys

Terminų žodynas	2
Turinys.....	7
1. Įžanga	9
1.1. Teisinis pagrindas	9
1.2. Dokumento tikslas	10
2. LRAIC metodika	10
2.1. Tinklo modeliavimas	11
2.2. Padidėjimai.....	11
2.3. Modeliuojamas periodas.....	12
2.4. Sąnaudų apskaita.....	12
2.5. Kapitalo sąnaudos.....	13
2.6. Technologinis pagrindas.....	13
2.7. Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti.....	14
3. Modeliavimo principų pagrindai	16
3.1. Sudėtinės dalys	16
3.2. Modelio scenarijai.....	16
4. BU-LRAIC modeliavimo eiga.....	18
4.1. Tinklo paklausa	18
4.2. Tinklo įrangos pajėgumų įvertinimas.....	18
4.3. Tinklo vertės nustatymas.....	18
4.4. Paslaugų sąnaudų nustatymas.....	19
5. Modelio apimtis	21
5.1. Paslaugų sąrašas.....	21
5.2. Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas	22
5.3. Tinklo komponentų sąrašas.....	26
6. Paklausa	28
6.1. GSM tinklas.....	28
6.2. UMTS tinklas.....	30
6.3. Paslaugų paklausos perskaičiavimas	31
7. Tinklo įrangos pajėgumo įvertinimas	42
7.1. Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai	42
7.2. Bazinė stotis.....	45
7.3. Imtuvas/siūstuvai.....	50
7.4. UMTS bazinė stotis	52
7.5. Bazinių stočių aikštelės	55

7.6.	Bazinės stoties valdiklis	56
7.7.	Perkodavimo valdiklis	56
7.8.	Radio tinklo valdiklis	57
7.9.	Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis	58
7.10.	MSC tarnybinė stotis	62
7.11.	Terpių sąsaja.....	64
7.12.	Trumpųjų žinučių centras ir vaizdo žinučių centras	67
7.13.	Paketų kontrolės blokas ir GPRS paslaugų mazgas	68
7.14.	Balso pašto paslaugų blokas ir tinklo abonentų registras.....	70
7.15.	Paslaugų valdymo taškas (Intelektualus tinklas).....	70
7.16.	Funkcinė tinklo dalis	71
7.17.	Kiti tinklo elementai	72
7.18.	Perdavimo tinklas	72
8.	Tinklo vertės nustatymas.....	84
8.1.	Vidutinių metinių sąnaudų apskaičiavimas.....	84
8.2.	Priedų bendrosioms sąnaudoms padengti priskyrimas	85
9.	Paslaugų sąnaudų nustatymas	88
9.1.	Vienarūšių Sąnaudų Kategorijų priskyrimas Tinklo Komponentams	88
9.2.	Tinklo komponentų vienetų sąnaudos	91
9.3.	Paslaugų sąnaudos	95
Priedas Nr. 1. Antrasis sub-modelis. Su tinklų sujungimo taško suteikimu susijusios paslaugos...		98

1. Įžanga

1.1. Teisinis pagrindas

Ilgojo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų apskaitos modelio „iš apačios į viršų“ (toliau – BU-LRAIC), skirto nustatyti sąnaudomis paremtas Lietuvos judriojo telefono ryšio operatorių tinklų sujungimo paslaugų kainas, sukūrimas ir įdiegimas remiasi šiais teisės aktais:

- Europos Sąjungos (ES) elektroninių ryšių reguliavimo sistema (direktyvos);
- Lietuvos Respublikos elektroninių ryšių įstatymu;
- Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnybos (toliau – RRT) rinkos tyrimų ataskaitomis;
- RRT direktoriaus įsakymais.

Direktyvą dėl elektroninių ryšių tinklų ir paslaugų bendrosios reguliavimo sistemos (angl. *Framework Directive*), Europos Parlamentas priėmė 2002 metais. Šios direktyvos tikslas yra sukurti vieningą elektroninių ryšių paslaugų, elektroninių ryšių tinklų, susijusių įrenginių ir paslaugų reguliavimą Europoje.

2005 metais RRT inicijavo didmeninių balso skambučių užbaigimo individualiuose viešuosiuose judriojo telefono ryšio tinkluose rinkos tyrimą Lietuvoje ir remiantis gautais rezultatais paskelbė, kad:

- Lietuvoje yra 3 dominuojantys judriojo ryšio operatoriai, turintys reikšmingą rinkos galią (angl. *Significant market power*, toliau – SMP) balso skambučių užbaigimo individualių tinklų rinkoje;
- Skambučių užbaigimo kainos rinkoje dominuojančių judriojo telefono ryšio operatorių tinkluose nėra pakankamai žemos, lyginant su atitinkamomis mažmeninėmis kainomis (daugeliu atvejų jos yra net aukštesnės); tai sukuria įėjimo į rinką barjerus naujiems operatoriams ir paslaugų teikėjams ir tokiu būdu mažina konkurenciją rinkoje.

Siekdama paskatinti efektyvią konkurenciją, RRT įpareigojo didelę įtaką rinkoje turinčius Lietuvos judriojo telefono ryšio operatorius (toliau – Operatorius) nustatyti tokius judriojo ryšio skambučių užbaigimo tarifus, kurie išspręstų anksčiau minėtas konkurencijos problemas. RRT, įvertinusi pagrindines kainų kontrolės metodų alternatyvas, nusprendė, jog tinkamiausias skambučių užbaigimo kainų kontrolės metodas yra BU-LRAIC, kuris yra plačiai paplitęs įrankis skambučių užbaigimo judriojo telefono ryšio tinkluose paslaugų kainų reguliavimui Europos Sąjungos šalyse.

1.2. Dokumento tikslas

Šių metodinių gairių ilgo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų apskaitos modeliui ruošti (angl. *Modelling reference paper*, toliau – MRP) tikslas yra:

- Pristatyti BU-LRAIC modeliavimo apimtį ir detalius principus (BU-LRAIC modelio gairės ir koncepcija);

BU-LRAIC modelis yra teorinis ir gali skirtis nuo realios rinkos situacijos, vis dėlto jis modeliuoja efektyvią judriojo telefono ryšio operatoriaus veiklą konkurencingoje rinkoje.

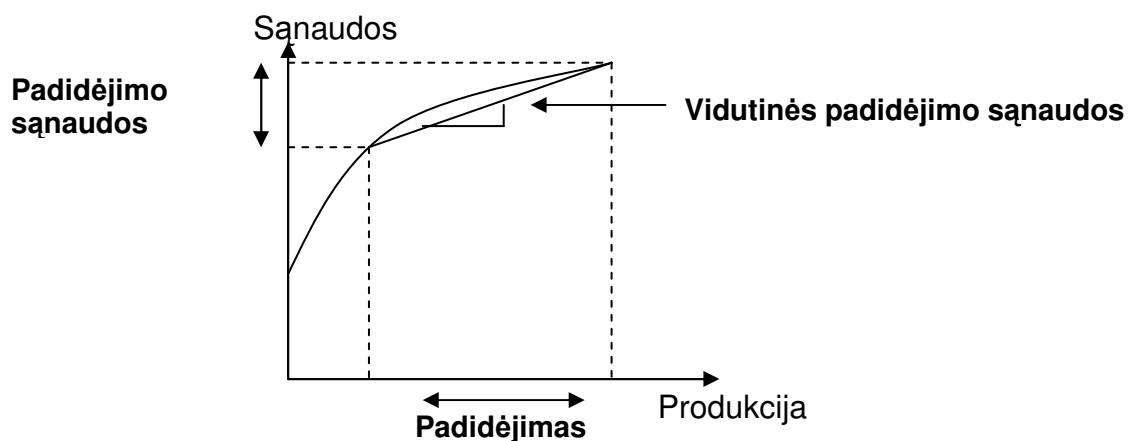
Modeliuojant BU-LRAIC metodu, gali atsirasti rizika, kad kai kurie praktiniai aspektai nebus įtraukti į modelio apimtį. Siekiant išvengti tokios situacijos, tikimasi, kad visi rinkos dalyviai aktyviai dalyvaus įgyvendinant modelį. Tuo atveju, jei BU-LRAIC modeliui reikalingi duomenys bus gauti neišsamūs ar neteisingi, bus naudojami kitų šalių palyginamieji duomenys.

2. LRAIC metodika

Visi skaičiavimai modelyje remiasi į ateitį orientuotų ilgojo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų (LRAIC) metodika, modeliuojant efektyviai konkurencingoje rinkoje veikiančių operatorių.

LRAIC apibrėžimo reikšmė yra:

1. **Ilgasis laikotarpis (Long run).** Trumpuoju laikotarpiu padidėjimo sąnaudos gali būti pastovios ir kintamos padidėjimo sąnaudos, vis dėlto ilguoju laikotarpiu visos sąnaudos yra kintamos, kas ir yra LRAIC principas. Taigi, į prognozuojamą paslaugų paklausą turėtų būti įtraukti visi įvesties faktoriai (taip pat ir kapitalo investicijos).
2. **Vidutinis padidėjimas (Average Incremental).** Vidutinių padidėjimo sąnaudų principas apima sąnaudų pokyčio dėl gamybos (paslaugų apimtys) padidėjimo (sumažėjimo) įvertinimą ir įvertintų sąnaudų priskyrimą vienam teikiamos paslaugos vienetui.



1 Paveikslas: Padidėjimo ir vidutinės padidėjimo sąnaudos

3. Orientuota į ateitį (Forward looking). Į ateitį orientuotos sąnaudos yra tokios sąnaudos, kurios patiriamos modeliuojant tinklą šiandien, atsižvelgiant į ateities paklausą bei turto vertę. Praktikoje tai reiškia, kad, jei modeliuojama yra X metais, paslaugų sąnaudos yra skaičiuojamos X+1 metams (t.y., jei modeliuojama 2008 metais, paslaugų sąnaudos skaičiuojamos 2009 metams).

Platesne prasme LRAIC (kartu su efektyvumo prielaida) yra apytikrė padidėjimo sąnaudų reikšmė, kuri pagal ekonomikos teoriją atspindi ekonomines efektyvaus operatoriaus, veikiančio konkurencingoje rinkoje, sąnaudas (ir kainą). Dėl to siekiant efektyvios konkurencijos, judriojo telefono ryšio skambučio užbaigimo tarifai turėtų artėti prie LRAIC metodu apskaičiuotų tarifų.

2.1. Tinklo modeliavimas

BU-LRAIC modelyje tinklas yra modeliuojamas nuo pradžių, t.y. nėra jokių apribojimų susijusių su šiuo metu egzistuojančiu tinklu, taip pat atsižvelgiama į moderniausią technologiją. Dėl to, reikalingi tinklo elementų kiekiai yra gaunami modeliuojant efektyvų operatorių, veikiančią konkurencingoje rinkoje. Tokiu būdu pasiekiamas toks veiklos optimizacijos lygis, kuris pakankamai tiksliai atspindi ilgo laikotarpio ekonomines tinklų sujungimo paslaugų sąnaudas ir skatina Operatorius tobulinti bei efektyvinti esamą tinklo infrastruktūrą.

Remiantis aukščiau aprašytais modeliavimo principais sudaromi detalūs tinklo elementų skaičiavimo algoritmai, kurie pateikti skyriuje 7. *Tinklo įrangos pajėgumo įvertinimas*.

2.2. Padidėjimai

LRAIC metodikoje padidėjimais (angl. *Increments*) vadinami veiksniai, kurie įtakoja analizuojamų objektų sąnaudas (analizuojami objektai pateikti skyriuje 5.1 *Paslaugų sąrašas*). LRAIC modelyje yra skaičiuojama kokią įtaką padidėjimas turės tam tikros paslaugos sąnaudoms (toliau vadinama padidėjimo sąnaudoms) ir, siekiant padengti bendrąsias sąnaudas, prie šių sąnaudų yra pridedami priedai bendrosioms sąnaudoms padengti. Taigi BU-LRAIC modelyje sąnaudos susideda iš padidėjimo sąnaudų (nustatytų inžinerinio modelio pagalba) ir bendrųjų sąnaudų (nustatytų kaip priedas bendrosioms sąnaudoms padengti).

BU-LRAIC modelio padidėjimai susideda iš:

- Padengimo (judriojo tinklo geografinė apimtis);
- Paslaugų srauto (balso ir vaizdo skambučiai, duomenų perdavimo paslaugos, SMS, MMS ir kt.);
- Vartotojų.

Vertinant „padengimo (judriojo tinklo geografinė apimtis)“ padidėjimo poveikį sąnaudoms yra atsižvelgiama į sąnaudas, kurios patiriamos siekiant įvykdyti leidimuose dėl dažnių naudojimo nustatytus įpareigojimus dėl teritorijos padengimo.

BU-LRAIC modelio jautrumo analizės metu bus galimybė nustatyti siauresnio padidėjimo sąnaudas. Siauresnis padidėjimas bus nustatomas „padengimo“, „paslaugų srauto“, „vartotojų“ padidėjimų apimtyje (pavyzdžiui, siauresnis padidėjimas gali būti tik skambučių srauto kitimas). Siekiant nustatyti tam tikro siauresnio padidėjimo sąnaudas yra naudojami du scenarijai: vieno scenarijaus metu vertinamas padidėjimo (sumažėjimo) poveikis sąnaudoms, o kito scenarijaus metu padidėjimas prilyginamas nuliui (0), t.y. padidėjimo nėra. Šių dviejų scenarijų rezultatų skirtumas yra tam tikro padidėjimo sąnaudos.

Detalus priedų bendrosioms sąnaudoms padengti nustatymo aprašymas pateiktas skyriuje *8.2 Priedo bendrosioms sąnaudoms padengti nustatymas*.

2.3. Modeliuojamas periodas

Siekiant giliau suprasti ir išanalizuoti judriojo telefono ryšio tinklo Operatorių sąnaudų struktūrą, sąnaudos yra modeliuojamos kelių metų periodui. Tuo tikslu BU-LRAIC modelis apima 2006–2010 metų periodą.

2.4. Sąnaudų apskaita

Tinklo sąnaudos, gautos iš BU-LRAIC modelio, turi būti pervertintos į bendrąją atkuriamąją vertę (GRC). Tai padaryti galima dviem būdais: naudojant sąnaudų apskaitą einamąja verte (angl. *Current cost accounting*, toliau – CCA) arba sąnaudų apskaitą istorine verte (angl. *Historical cost accounting*, toliau – HCA).

HCA naudoja turto vertę, nustatytą remiantis faktine sumokėta pinigų suma už turtą. Esminis HCA pranašumas yra paprastumas. Esminis HCA trūkumas yra tai, jog turto vertė gali skirtis nuo realios turto vertės esamu laikotarpiu, nes neatsižvelgiama į technologijų vystimąsi ir (ar) infliaciją.

CCA tikslas yra gauti informaciją, kiek kainuotų įsigyti turtą ar kitus reikiamus išteklius šiuo metu arba artimoje ateityje. CCA naudoja turto vertę, nustatytą remiantis esama (ar vėliausia) rinkos kaina arba pakoreguojant HCA vertę, atsižvelgiant į reikiamo turto infliaciją.

Pagal susiformavusią praktiką BU-LRAIC modelis visada turi būti grindžiamas sąnaudų apskaita einamąja verte. Tuo atveju, kai naudojamas turtas yra technologiškai pasenęs ir rinkoje juo jau nėra prekiaujama, gali būti sunku nustatyti jo einamąją vertę. Tokiu atveju nustatant turto vieneto vertę yra naudojama modernaus ekvivalentiško turto (MEA) rinkos kaina. MEA yra toks turtas,

kuris leidžia atlikti tas pačias funkcijas, kaip ir perkainojamas turtas, be to, juo yra prekiaujama rinkoje. Istorinės sąnaudos gali būti naudojamos ir kaip einamosios sąnaudos, jei turtas buvo įsigytas neseniai ir nustatyti einamąsias sąnaudas (įtraukiant ir MEA) yra neįmanoma.

2.5. Kapitalo sąnaudos

Vidutinės svertinės kapitalo kainos metodas (angl. *Weighted Average Cost of Capital*, toliau – WACC) naudojamas BU-LRAIC modelyje norint nustatyti kapitalo kainą. Vidutinė svertinė kapitalo kaina apskaičiuojama atsižvelgiant į svertinę akcininkų nuosavybės ir skolinto kapitalo naudojimo kainą.

Judriojo telefono ryšio tinklo Operatorių WACC nustatymas bus pateiktas atskiroje ataskaitoje.

2.6. Technologinis pagrindas

Visi Operatoriai 2008 m. viduryje teikė judriojo telefono ryšio paslaugas 2G ir 3G tinklais. Nėra jokio pagrindo manyti, jog modeliuojamo laikotarpio pabaigoje bus nutrauktas kurios nors iš šių technologijų naudojimas. Dėl šios priežasties projektuojant tinklą į modelį įtraukiama ir GSM, ir UMTS technologija.

Modelyje taip pat remiamasi prielaida, jog balso skambučių srautas gali būti pilnai aptarnaujamas panaudojant tik GSM tinklą. 2008 m. birželio 30 d. duomenimis bendras judriojo telefono ryšio tinklo vartotojų skaičius buvo 4964,3¹ tūkstančiai, UMTS Tinklo vartotojų – 213,4¹ tūkstančiai (UMTS Tinklo vartotojų dalis – 4,3 %). Atsižvelgiant į prielaidą, kad faktiškai dauguma UMTS vartotojų naudoja UMTS Tinklą duomenų perdavimui, o ne balso skambučiams, galima daryti išvadą, kad balso skambučių srauto dalis UMTS Tinkle yra nereikšmingai maža (lyginant su visu balso skambučių srautu).

Detalus tinklo paslaugų priskyrimo GSM / UMTS tinklams aprašymas pateikiamas skyriuje 6. *Paklausa*

Atsižvelgiant į Lietuvos ir kitų šalių operatorių pasirinktus pagrindinio tinklo, skirto aptarnauti balso paslaugų srautą, realizacijos būdus, išskiriamos dvi tinklo architektūros alternatyvos:

- Judriojo telefono ryšio komutacinių stočių panaudojimas (visas balso paslaugų srautas aptarnaujamas MSC);

¹ Ataskaita apie elektroninių ryšių sektorių (2008 m. II ketvirtis). www.rtt.lt

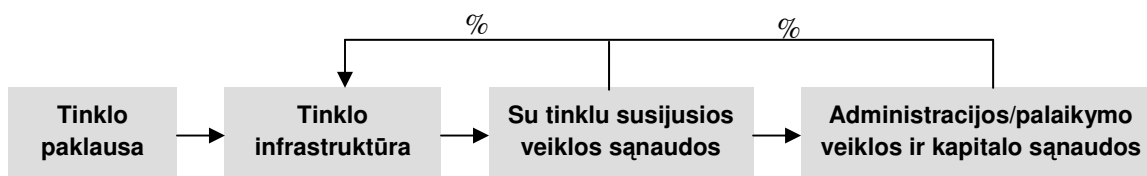
- MSC tarnybinės stoties (MSS) ir terpių sąsajos (angl. Media gateway, toliau – MGW) panaudojimas (visas balso paslaugų srautas aptarnaujamas MSS ir MGW).

BU-LRAIC modelio funkcionalumas leidžia realizuoti abi alternatyvas, o atlikus skaičiavimus bus parenkama sąnaudų prasme efektyvesnė pagrindinio tinklo architektūra.

Tinklo įrangos pajėgumo skaičiavimo algoritmai pateikiami skyriuje 7. *Tinklo įrangos pajėgumo įvertinimas*.

2.7. Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti

Kaip buvo paminėta skyrelyje 2.2. *Padidėjimai*, bendrosios sąnaudos yra dengiamos priedais bendrosioms sąnaudoms padengti (mark-ups) prie padidėjimo sąnaudų. Didžiausią įtaką tinklo infrastruktūrai turi paslaugų paklausa. Norint aptarnauti didėjančią paslaugų paklausą, reikalingi papildomi tinklo pajėgumai ir tinklo elementai. Dėl šios priežasties padidėja su tinklu susijusios veiklos sąnaudos (pvz., reikia daugiau inžinierių tinklo plėtimui ir priežiūrai). Su tinklu susijusios veiklos sąnaudos (arba darbuotojų skaičius) lemia bendrųjų ir administracijos veiklos bei kapitalo sąnaudų apimtis. Ryšys tarp paslaugų paklausos ir priedų bendrosioms sąnaudoms padengti yra pavaizduotas 2 paveiksle:



2 paveikslas: Ryšys tarp paslaugų paklausos ir priedų bendrosioms sąnaudoms padengti

Detalesnis priedų bendrosioms sąnaudoms padengti priskyrimas pateikiamas skyriuje 8.2 *Priedų bendrosioms sąnaudoms padengti priskyrimas*. Remiantis geriausia tarptautine praktika, priedai bendrosioms sąnaudoms padengti yra nustatomi, surenkant duomenis iš Operatorių ir koreguojant, remiantis palyginamaisiais koeficientais (angl. *Benchmarks*), gautais iš užsienio judriojo telefono ryšio tinklo operatorių. Šiuo metu laikoma, kad palyginamųjų koeficientų skaičiavimams bus naudojami naujausi šių šaltinių duomenys:

1. Europos Komisijos informacinės visuomenės direktorato ataskaitos, susijusios su „iš apačios į viršų“ sąnaudų apskaitos modeliais, naudojamais ES šalyse nustatant tinklų sujungimo paslaugų sąnaudas.
2. ES šalių reguliatorių vykdytų LRAIC projektų ataskaitomis ir naudojamais LRAIC sąnaudų apskaitos modeliais.
3. Federalinės komunikacijų komisijos (FCC) ataskaitos, apibendrinančios JAV operatorių finansinių ataskaitų duomenis.

4. Australijos konkurencijos ir vartotojų komisijos (ACCC) ataskaitos, susijusios su tinklų sujungimo paslaugų sąnaudų apskaičiavimu Australijoje remiantis ilgo laikotarpio padidėjimo sąnaudų koncepcija.

3. Modeliavimo principų pagrindai

3.1. Sudėtinės dalys

BU-LRAIC modelį sudaro dvi atskiros sudėtinės dalys. Kiekviena iš jų apima skirtingas paslaugas (žr. 2 lentelę). Sudėtinės dalys yra fiziškai atskirtos į du nepriklausomus (tarpusavyje nesusijusius) MS Excel submodelius.

2 lentelė: BU-LRAIC modelio submodeliai

Pirmojo submodelio paslaugos	Antrojo submodelio paslaugos
Skambučio iniciavimas	Tinklų sujungimo taško suteikimas
Skambučio užbaigimas	Talpumo tinklų sujungimo taške suteikimas
Skambutis tinklo viduje	
Duomenų perdavimas (WAP, GPRS, EDGE, CSD, HSCSD, UMTS, HSDPA)	
Trumposios žinutės (SMS)	
Vaizdo žinutės (MMS)	

Pirmame submodelyje skaičiuojamos šios sąnaudos:

- CAPEX tinklo sąnaudos;
- OPEX tinklo sąnaudos;
- CAPEX – administracija ir palaikymas;
- OPEX – administracija ir palaikymas.

Su CAPEX susijusios tinklo sąnaudos apima tinklo komponentus, pateikiamus skyriuje *5.3 Tinklo komponentų sąrašas*². CAPEX tinklo valdymo sistemos sąnaudų, OPEX tinklo sąnaudų, OPEX ir CAPEX administracijos ir palaikymo sąnaudų apskaičiavimo principai yra pateikiami dalyje: *8.2 Priedo bendrosioms sąnaudoms padengti nustatymas*.

Antrame submodelyje naudojami modeliavimo principai pateikiami 1 priede.

3.2. Modelio scenarijai

Sąnaudų modeliavimo scenarijai pirmajame BU-LRAIC submodelyje yra tokie:

- Individualūs kiekvienam Operatoriui (viso trys scenarijai);
- Bendras modelio scenarijus, skirtas nustatyti efektyviai konkurencinėje rinkoje veikiančio operatoriaus patiriamas sąnaudas (vienas scenarijus).

² Tinklo valdymo sistemos sąnaudos (NMS) skaičiuojamos kaip priedas bendrosioms sąnaudoms padengti.

RRT direktoriaus įsakymuose dėl kainų kontrolės nustatymo kiekvienam Operatoriui yra nustatyta, jog Operatoriaus reguliuojamų paslaugų kainos negali viršyti ūkio subjekto, efektyviai veikiančio konkurencinėje rinkoje, kainos. Efektyvaus operatoriaus kainos yra nustatomos atsižvelgiant į BU-LRAIC sąnaudų apskaitos modelio rezultatus. Siekiant išsiaiškinti, ar tarp Operatorių yra objektyvių modeliujamų paslaugų sąnaudų skirtumų bei siekiant įvertinti Operatorių efektyvumą, kiekvienam Operatoriui bus sukuriamas individualus sąnaudų apskaitos scenarijus. Suderinus individualius modelių scenarijus ir įvertinus jų rezultatus bus kuriamas bendras modelio scenarijus, skirtas nustatyti efektyviai konkurencinėje rinkoje veikiančio operatoriaus patiriamas sąnaudas.

Esminiai parametrai, kuriais remiantis sudaromas bendras scenarijus yra:

- Rinkos dalis (paklausos rodikliai prilyginami 1/3 bendros mažmeninės rinkos);
- Teritorijos padengimas (apskaičiuojamas visų Operatorių vidurkis);
- Srauto profilis (remiamasi efektyviausio Operatoriaus duomenimis);
- Tinklo įrangos kainos (remiamasi ekonomiškumo prasme efektyviausiomis faktinėmis Operatorių gaunamomis kainomis bei atsižvelgiant į realiai Operatoriaus galimą nupirkti tinklo įrangos rinkinį).

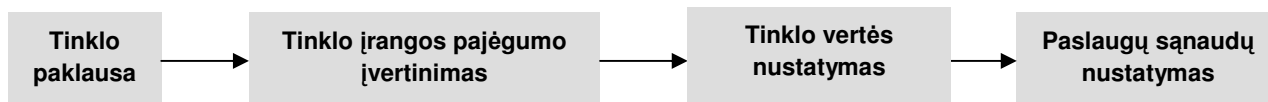
Individualių sąnaudų modeliavimo scenarijų naudojimas numatomas tik pirmajame submodelyje.

Antrojoje sudėtinėje dalyje, skaičiuojant su tinklų sujungimo taško suteikimu susijusias sąnaudas, bus naudojamas paprastesnis algoritmas.

4. BU-LRAIC modeliavimo eiga

BU-LRAIC metodo tikslas yra nustatyti paslaugų sąnaudas, kurias patirtų naujas efektyviai konkurencingoje rinkoje veikiantis operatorius, darant prielaidą, kad tinklas yra sumodeliuotas taip, kad tenkintų esamą ir į ateitį orientuotą paklausą.

3 paveikslas iliustruoja BU-LRAIC metodikos eigą. Šio dokumento struktūra toliau atitinka iliustruotą BU-LRAIC metodikos eigą.



3 Paveikslas.: Bendroji BU-LRAIC metodikos eiga.

4.1. Tinklo paklausa

Tinklo paklausos dalis modelyje būtina tam, kad įvertinus tinklo paklausą, atitinkamai būtų modeliuojama tinklo infrastruktūra. Kadangi tinklo įrangos pajėgumai yra įvertinami, atsižvelgiant į piko laiko srautus, tinklo paklausos dalyje įvertintas tinklo srautas turi būti perskaičiuotas į piko laiko srautą.

Nei vienas tinklas nėra kuriamas dabartiniam rinkos poreikiui tenkinti. Tinklas kuriamas atsižvelgiant į rinkos ateities poreikius. Siekiant tai tinkamai įvertinti, reikia apibrėžti laikotarpį, kuriam yra planuojamas tinklas. Tai daroma lyginant trumpuoju laikotarpiu esamas rezervinių perteklinių pajėgumų sąnaudas su sąnaudomis, atsirandančiomis didinant pajėgumus tiksliai tada, kai tam yra poreikis.

Detalus aprašymas bei tinklo paklausos principai yra pateikti skyriuje 6. *Paklausa*.

4.2. Tinklo įrangos pajėgumų įvertinimas

Įvertinus tinklo paklausą, identifikuojama reikiama tinklo įranga, kuri palaiko nustatytą paklausos lygį piko metu. Tai yra daroma naudojant inžinerinį modelį, kuris atsižvelgia į agreguotą tinklų įrangos prigimtį ir nustato kiekvieną apibūdinto tinklo elemento komponentą. Naudojant kintamųjų sąnaudų struktūras tai leidžia nustatyti sąnaudas kiekvienam elementui.

Detalus tinklo įrangos pajėgumų įvertinimo aprašymas yra pateiktas skyriuje 7. *Tinklo įrangos pajėgumų įvertinimas*.

4.3. Tinklo vertės nustatymas

Identifikavus visus būtinus tinklo įrangos elementus, nustatomos vienaarūšių sąnaudų kategorijos (angl. *Homogenous Cost Categories*, toliau – HCC) (tinklo elementų sudedamosios dalys yra padauginamos iš dabartinės jų vertės, gautos investicijos yra paverstos į metines reikšmes). HCC

yra sąnaudų grupė, turinti tą patį veiksnį bei tą patį sąnaudų-kiekio sąryšį (angl. *cost volume relationship*, toliau – CVR) ir kurių apimtis vienodai veikia technologiniai pokyčiai. HCC vertės yra nustatomos pagal tokį principą: tinklo elementų sudedamosios dalys yra padauginamos iš dabartinės jų vertės, gautos investicijos yra paverstos į metines reikšmes; prie apskaičiuotų metinių CAPEX sąnaudų tinklo elementams pridedamas priedas bendrosioms sąnaudoms padengti (CAPEX ir OPEX sąnaudoms). HCC sąrašas pateikiamas skyriuje 5.2 *Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas*.

Rezultatai, gauti įvertinus tinklo įrangos pajėgumą, atspindi tinklo elementų bendrąją atkuriamąją vertę (angl. *Gross Replacement Cost*, toliau – GRC). Norint apskaičiuoti ilgojo laikotarpio padidėjimo sąnaudas modeliuojamoms paslaugoms, metinės GRC sumos turi būti paskirstytos atsižvelgiant į:

- Kapitalo sąnaudas (CAPEX);
- Veiklos sąnaudas (OPEX).

CAPEX sąnaudas sudaro kapitalo sąnaudos ir ilgalaikio turto nusidėvėjimas. OPEX sąnaudas sudaro darbo užmokestis (įtraukiant socialinį draudimą), medžiagų bei išorinių paslaugų sąnaudos (transportavimas, apsauga, ir kt.)

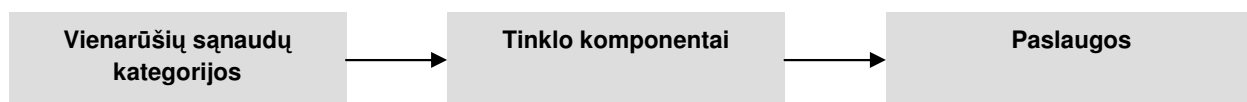
CAPEX sąnaudos yra perskaičiuojamos į metinius dydžius naudojant 8.1. *Vidutinių metinių sąnaudų apskaičiavimas* skyriuje aprašyta metodiką.

OPEX sąnaudos yra padengiamos kaip priedas bendrosioms sąnaudoms padengti naudojant 2.7 *Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti* ir 8.2 *Priedų bendrosioms sąnaudoms padengti priskyrimas* skyriuose aprašyta metodiką.

HCC, tinklo komponentų (NC) ir modeliuojamų paslaugų sąrašas pateikiamas skyriuje 5. *Modelio apimtis*.

4.4. Paslaugų sąnaudų nustatymas

Pagrindinis LRAIC metodikos principas – sąnaudos yra paskirstomos tinklų komponentams, tinklo komponentai suderinami su tinklo paslaugomis ir tokiu būdu nustatomos sąnaudos (žr. 4 paveikslą).



4 paveikslas: Sąnaudų paskirstymo principas

Nustačius HCC, jos yra paskirstomos tinklo komponentams (angl. *Network Components*, toliau – NC). NC yra loginiai elementai, kurie jungia pagal funkcinę paskirtį vienarūšius tinklo elementus. NC sąrašas pateikiamas skyriuje 5.3 *Tinklo komponentų sąrašas*. Toliau NC sąnaudos yra

nustatomos sumuojant priskirtas sąnaudas (HCC). NC sąnaudos yra padalijamos iš paslaugų apimtys ir taip gaunamos NC vieneto sąnaudos. Galiausiai, paslaugų sąnaudos yra apskaičiuojamos atsižvelgiant į NC vieneto sąnaudas bei NC naudojimosi statistikos duomenis.

Detali paslaugų sąnaudų nustatymo metodika pateikta skyriuje 9. *Paslaugų sąnaudų nustatymas.*

5. Modelio apimtis

Modelio apimtis yra nustatoma atsižvelgiant į modeliuojamas paslaugas, tinklo komponentus ir vienerūšes sąnaudų kategorijas, įtraukiamas į BU-LRAIC modelį. Tai apibrėžia modeliuojamo tinklo architektūrą ir jos detalumo lygį.

5.1. Paslaugų sąrašas

Pirmojo BU-LRAIC submodelio modeliuojamos paslaugos:

1. Skambučio iniciavimas;
2. Skambučio užbaigimas;
3. Skambutis tinklo viduje;
4. Duomenų perdavimas (WAP, GPRS, EDGE, CSD, HSCSD);
5. Trumposios žinutės (SMS);
6. Vaizdo žinutės (MMS).

Antrojo BU-LRAIC submodelio modeliuojamos paslaugos:

1. Tinklų sujungimo taško suteikimas;
2. Talpumo tinklų sujungimo taške suteikimas.

BU-LRAIC modelis yra pritaikytas paslaugų sąnaudoms nustatyti, paslaugų teikimą modeliuojant GSM (900MHz), DCS (1800 MHz), UMTS ir HSDPA standartų (tinklų) pagrindu.

Atsižvelgiant į pirmojo BU-LRAIC submodelio paslaugų sąrašą bei BU-LRAIC modeliavimo principus, aptartus šiame dokumente, pateikiama laukiama modelio rezultatų struktūra:

3 lentelė. Modelio rezultatų struktūra

Paslaugos pavadinimas	Vieneto sąnaudos	Tinklo komponentų sąnaudos, Lt																	
		Tinklo bokštų ir alkštelių paruošimas	BTS	BSC	NodeB	RNC	MSC arba MSS / MGW	TX / BTS/NodeB- BSC/RNC	TX / BSC-MSC arba BSC-MGW arba RNC-MGW	TX / MSC-MSC arba MGW-MGW	SMSC	MMS	SGSN / GGSN	EDGE	HSDPA	WAP	HLR	Apskaitos sistema	Numerio perkėlimo platforma
Skambučio iniciavimas																			
Skambučio užbaigimas																			
Skambutis tinklo viduje																			
WAP duomenų perdavimas																			
GPRS																			

Paslaugos pavadinimas	Vieneto sąnaudos	Tinklo komponentų sąnaudos, Lt																	
		Tinklo bokštų ir aikštelių paruošimas	BTS	BSC	NodeB	RNC	MSC arba MSS / MGW	TX / BTS/NodeB- BSC/RNC	TX / BSC-MSC arba BSC- MGW arba RNC-MGW	TX / MSC-MSC arba MGW-MGW	SMSC	MMSC	SGSN / GGSN	EDGE	HSDPA	WAP	HLR	Apskaitos sistema	Numerio perkėlimo platforma
duomenų perdavimas																			
EDGE duomenų perdavimas																			
UMTS duomenų perdavimas																			
HSDPA duomenų perdavimas																			
CSD duomenų perdavimas																			
HSCSD duomenų perdavimas																			
SMS																			
MMS																			

5.2. Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas

Kaip ir buvo minėta 4 skyriuje, HCC vertės yra nustatomos skaičiuojant metines CAPEX sąnaudas tinklo elementams prie šių sąnaudų pridėdant priedą bendrosioms sąnaudoms padengti (CAPEX ir OPEX sąnaudoms).

4 lentelėje pateikiamas vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas, naudojamas BU-LRAIC modelyje.

4 lentelė. Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas

HCC pavadinimas	HCC subkomponentai
Aikštelė (angl. Site)	<p><i>Makro laštelė: bokšto ir aikštelės paruošimas</i></p> <p><i>Mikro laštelė: aikštelės paruošimas</i></p> <p><i>Piko laštelė: aikštelės paruošimas</i></p> <p><i>Papildomos perdavimo tinklo mikrobangos: tinklo bokštų ir aikštelės paruošimas</i></p>

HCC pavadinimas	HCC subkomponentai
Bazinė stotis (BTS)	<p><i>Makro ląstelė: įranga (omni sektorius)</i></p> <p><i>Makro ląstelė: įranga (2 sektoriai)</i></p> <p><i>Makro ląstelė: įranga (3 sektoriai)</i></p> <p><i>Mikro ląstelė: įranga</i></p> <p><i>Piko ląstelė: įranga</i></p> <p><i>Makro ląstelė: siųstuvas – imtuvas (TRX)</i></p> <p><i>Mikro ląstelė: TRX</i></p> <p><i>Piko ląstelė: TRX</i></p>
UMTS bazinė stotis (Node B)	<p><i>Makro ląstelė: įranga (omni sektorius)</i></p> <p><i>Makro ląstelė: įranga (2 sektoriai)</i></p> <p><i>Makro ląstelė: įranga (3 sektoriai)</i></p> <p><i>Mikro ląstelė: įranga</i></p> <p><i>Piko ląstelė: įranga</i></p>
PDH / SDH mikrobangos	<p><i>2 Mbit/s PDH mikrobanga</i></p> <p><i>8 Mbit/s PDH mikrobanga</i></p> <p><i>16 Mbit/s PDH mikrobanga</i></p> <p><i>32 Mbit/s PDH mikrobanga</i></p> <p><i>SDH mikrobanga (1+1)</i></p>
Bazinės stoties valdiklis / Radijo tinklo valdiklis (BSC / RNC)	<p><i>BSC: pagrindinė dalis</i></p> <p><i>BSC: TRX plėtinys</i></p> <p><i>Perkodavimo valdiklis (TRC): pagrindinė dalis</i></p> <p><i>TRC: TRC E1 plėtinys (A sąsajos).</i></p> <p><i>RNC: pagrindinė dalis</i></p> <p><i>RNC: lub jungčių plėtiniai</i></p> <p><i>RNC: sektorių plėtiniai</i></p> <p><i>RNC: aikštelės plėtiniai</i></p>

HCC pavadinimas	HCC subkomponentai
Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis (MSC)	<p><i>MSC: pagrindinė dalis ir programinė įranga</i></p> <p><i>MSC: procesoriaus plėtinys</i></p> <p><i>MSC: abonentų vietos registro (VLR), mobiliojo įrenginio atpažinimo registro (EIR) plėtinys</i></p> <p><i>MSC: signalizavimo sistemos (SS7) plėtinys</i></p> <p><i>MSC: magistralinių lizdų plėtinys</i></p> <p><i>MSC: įeinantys/Išeinantys įrenginiai</i></p> <p><i>MSS: pagrindinė dalis ir programinė įranga</i></p> <p><i>MSS: procesoriaus plėtinys</i></p> <p><i>MGW: pagrindinė dalis ir programinė įranga</i></p> <p><i>MGW: procesoriaus plėtinys</i></p> <p><i>MGW: magistralinių lizdų plėtinys</i></p>
Funkcinė tinklo dalis	<p><i>SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (Visame tinkle)</i></p> <p><i>SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (MSS plėtinys)</i></p> <p><i>SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (RNC plėtinys)</i></p> <p><i>SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (Node B plėtinys)</i></p> <p><i>GSM/DCS: Kontrolė (Visame tinkle)</i></p> <p><i>GSM/DCS: Kontrolė (MSC plėtinys)</i></p> <p><i>GSM/DCS: Kontrolė (BSC plėtinys)</i></p> <p><i>GSM/DCS: Kontrolė (BTS plėtinys)</i></p>

HCC pavadinimas	HCC subkomponentai
Duomenų perdavimas	<p><i>EDGE: duomenų perdavimas (Visame tinkle)</i></p> <p><i>EDGE: duomenų perdavimas (MSC plėtinys)</i></p> <p><i>EDGE: duomenų perdavimas (BSC plėtinys)</i></p> <p><i>EDGE: duomenų perdavimas (BTS plėtinys)</i></p> <p><i>HSDPA: duomenų perdavimas (Visame tinkle)</i></p> <p><i>HSPDA: duomenų perdavimas (MSS plėtinys)</i></p> <p><i>HSDPA: duomenų perdavimas (RNC plėtinys)</i></p> <p><i>HSDPA: duomenų perdavimas (Node B plėtinys)</i></p> <p><i>PCU: Paketų kontrolės bloko pagrindinė dalis</i></p> <p><i>PCU: Paketų kontrolės bloko plėtinys (Gb jungtis)</i></p> <p><i>SGSN: GPRS paslaugų mazgo pagrindinė dalis</i></p> <p><i>SGSN: GPRS paslaugų mazgo plėtinys</i></p> <p><i>GGSN: GPRS tinklo sietuvo pagrindinė dalis ir leidimas</i></p> <p><i>WAP: tinklų sietuvas</i></p>
Trumpųjų žinučių centras (SMSC) / Vaizdo žinučių centras (MMSC)	<p><i>SMSC: pagrindinė dalis</i></p> <p><i>SMSC: plėtinys</i></p> <p><i>MMSC: pagrindinė dalis</i></p> <p><i>MMSC: plėtinys</i></p>
Kiti tinklo elementai	<p><i>SSP: Paslaugų komutacinis taškas (Visame tinkle)</i></p> <p><i>SCP: Paslaugų valdymo taško pagrindinė dalis (susijusi su išankstiniu apmokėjimu)</i></p> <p><i>SCP: Plėtinys – abonentų dalis</i></p> <p><i>SCP: Plėtinys – transakcijų dalis</i></p> <p><i>VMS: Balso pašto paslaugų bloko pagrindinė dalis</i></p> <p><i>VMS: Balso pašto paslaugų bloko plėtinys</i></p> <p><i>HLR: Tinklo abonentų registro pagrindinė dalis</i></p> <p><i>HLR: Tinklo abonentų registro plėtinys</i></p> <p><i>Apskaitos sistema: techninė ir programinė įranga</i></p> <p><i>Numerio perkėlimo sistema: techninė ir programinė įranga</i></p>

HCC pavadinimas	HCC subkomponentai
Licenzijos bei dažnių mokesčiai	<i>Licenzijos bei dažnių mokesčiai - GSM 900 MHz (bendra vertė)</i> <i>Licenzijos bei dažnių mokesčiai - GSM 1800 MHz (bendra vertė)</i> <i>Licenzijos bei dažnių mokesčiai - UMTS (bendra vertė)</i>
Skirtosios linijos	<i>Skirtosios linijos BSC-MSC arba BSC-MGW (RNC – MSC arba RNC-MGW), vienetai</i> <i>Skirtosios linijos BSC-MSC arba BSC-MGW (RNC – MSC arba RNC-MGW), km</i> <i>Skirtosios linijos MSC-MSC arba MGW- MGW, vienetai</i> <i>Skirtosios linijos MSC-MSC arba MGW- MGW, km</i>
Tinklo valdymo sistema (NMS)³	-

5.3. Tinklo komponentų sąrašas

Tinklo komponentų, naudojamų BU-LRAIC modelyje, sąrašas:

- Bokšto ir aikštelės paruošimas;
- Bazinė stotis (BTS);
- Bazinės stoties valdiklis (BSC);
- UMTS bazinė stotis (Node B);
- Radijo tinklo valdiklis (RNC);
- Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis (MSC);
- MSC tarnybinė stotis (MSS) ir terpių sąsaja (MGW);
- Perdavimo tinklas (TX):
 - BTS-BSC (Node B – RNC);
 - BSC-MSC arba BSC-MGW (RNC – MSC arba RNC-MGW);
 - MSC-MSC ar MGW – MGW;
- Trumpųjų žinučių centras (SMSC);
- Vaizdo žinučių centras (MMSC);

³ NMS sąnaudos nustatomos kaip priedas bendrosioms sąnaudoms padengti (žr. skyrių 8.2 *Priedo bendrosioms sąnaudoms padengti nustatymas*)

- GPRS paslaugų mazgas / GPRS tinklo sietuvas (SGSN / GGSN);
- Skaitmeninė mobiliųjų telefonų technologija, skirta pagerinti duomenų persiuntimą (EDGE) (programinė įranga ir leidimas);
- Padidintos spartos duomenų perdavimo sistema (angl. High-Speed Downlink Packet Access, toliau – HSDPA);
- Atviro tarptautinio standarto sistemos, kurios naudoja belaidį ryšį (WAP), sietuvas;
- Tinklo abonentų registras (HLR);
- GPRS specifiniai elementai;
- Apskaitos sistema;
- Numerio perkėlimo platforma;
- Kitos sąnaudos.

6. Paklausa

Judriojo ryšio tinklo infrastruktūros pajėgumai yra įvertinami atsižvelgiant ne į vidutinę, o į piko laiko paslaugų paklausą. Dėl to paklausos duomenys, išreikšti vidutiniais dydžiais, turi būti perskaičiuoti į piko laiko dydžius naudojant operatorių tinklo valdymo sistemų duomenis apie paslaugų srauto pasiskirstymą.

Tuo tikslu BU-LRAIC modelyje yra panaudojami šie paklausos duomenys:

- Paslaugų paklausa (išreikšta balso ir vaizdo skambučių minutėmis, trumpųjų (SMS) ir vaizdo (MMS) žinučių skaičiumi, duomenų perdavimo apimtys minutėmis ir baitais);
- Abonentų skaičius;
- Paslaugų srauto pasiskirstymas tinkle, tinklo elementų panaudojimo koeficientai;
- Paslaugų pobūdis pagal dienos srauto struktūrą, skambučio sudarymo trukmę, procentinę nesėkmingų skambučių dalį.

Nagrinėjamos judriojo telefono ryšio tinkle teikiamos paslaugos sudarant BU-LRAIC modelį suskirstomos į dvi grupes pagal tai, kokios technologijos reikalingos paslaugoms teikti:

- UMTS technologijų tinklas;
- GSM technologijų tinklas.

Tinklo apkrovimas matuojamas erlangų skaičiumi piko laiku (BHE). Skirtingos tinkle teikiamos paslaugos generuoja skirtingą BHE tinklo elementuose ir jungtyse tarp jų. Todėl BHE skaičiavimai atliekami kiekvienai paslaugai pagal tai paslaugai teikti naudojamą tinklo įrangą. Tolimesnėse dokumento dalyse pateikiami BHE skaičiavimo algoritmai.

6.1. GSM tinklas

GSM tinklo paslaugų paklausą sudaro šios paslaugų grupės:

1. Balso skambučiai, minutės⁴;
2. Trumposios žinutės (SMS), vienetai;
3. Vaizdo žinutės (MMS), vienetai;
4. Duomenų perdavimas komutuojamomis ryšio linijomis (HSCSD/CSD), minutės;
5. Paketinis duomenų perdavimas, MB.

Balso skambučių minutės skirstomos į keturias grupes:

⁴ Faktinių minučių srauto duomenys tinkle, neapvalinti pardavimų apskaitos sistemos duomenys

- Skambučių minutės⁴ savame tinkle (skambučiai inicijuojami ir terminuojami savame tinkle, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą siųsti skambučiams tinklo viduje);
- Išėinančių skambučių minutės⁴ (į fiksuoto ryšio tinklus, į užsienio šalių operatorių tinklus, į kitus judriojo telefono ryšio tinklus, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia skambučius į kitus tinklus);
- Priimamos minutės⁴ (iš fiksuoto ryšio tinklų, iš užsienio šalių operatorių tinklų, iš kitų judriojo ryšio tinklų, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir priima skambučius, kurie terminuojami savame tinkle);
- Tranzitinės minutės⁴ (skambučių minutės, kurios nei inicijuojamos, nei užbaigiamos, o tik perduodamos per savąjį tinklą).

Trumposios žinutės (SMS) skirstomos į tris grupes:

- SMS savame tinkle (SMS išsiųstos iš savojo į savąjį tinklą, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio SMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia SMS savame tinkle);
- Išėinančios SMS (į kitus judriojo telefono ryšio tinklus, įskaitant virtualius operatorius, į užsienio šalių operatorių tinklus, tarptinklinio ryšio SMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia SMS į kitus tinklus);
- Priimamos SMS (iš kitų judriojo telefono ryšio tinklų, įskaitant virtualius operatorius, iš užsienio šalių operatorių tinklų, tarptinklinio ryšio SMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir priima SMS į savąjį tinklą).

Vaizdo žinutės (MMS) skirstomos į tris grupes:

- MMS savame tinkle (MMS išsiųstos iš savojo į savąjį tinklą, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio MMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia MMS savame tinkle);
- Išėinančios MMS (į kitus judriojo telefono ryšio tinklus, įskaitant virtualius operatorius, į užsienio šalių operatorių tinklus, tarptinklinio ryšio MMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia MMS į kitus tinklus);
- Priimamos MMS (iš kitų judriojo telefono ryšio tinklų, įskaitant virtualius operatorius, iš užsienio šalių operatorių tinklų, tarptinklinio ryšio MMS, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir priima MMS į savąjį tinklą).

Paketinio duomenų perdavimo srautas GSM tinkle skaidomas į duomenų srautą (MB) bazinės stoties kryptimi (angl. – up-link) (toliau – duomenų perdavimas aukštyn) ir srautą (MB) mobiliojo prietaiso kryptimi (angl. – down-link) (toliau – duomenų perdavimas žemyn)⁵.

6.2. UMTS tinklas

Skyriuje 2.6 *Technologinis pagrindas* buvo paminėta, jog balso skambučių srauto dalis UMTS Tinkle yra nereikšmingai maža lyginant su visu balso skambučių srautu, todėl balso skambučių srautas galėtų būti aptarnaujamas tik GSM tinkle. Be to, atsižvelgiant į esamą judriojo telefono ryšio tinklų išvystymo lygį, nei vienas abonentas nesijungtų prie UMTS tinklo tik dėl to, kad galėtų naudotis balso skambučių paslaugomis. Atsižvelgiant į tai, kas išdėstyta aukščiau, daroma prielaida, jog UMTS tinklo paslaugų paklausą sudaro šios paslaugų grupės:

1. Vaizdo skambučiai, minutės⁶;
2. Paketinis duomenų perdavimas, MB.

Vaizdo skambučiai yra skirstomi į tris grupes:

- Skambučių minutės⁶ savame tinkle (skambučiai inicijuojami ir terminuojami savame tinkle, įskaitant virtualius operatorius, tarptinklinio ryšio skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia skambučius tinklo viduje);
- Išėinančių skambučių minutės⁶ (į kitus judriojo telefono ryšio tinklus, įskaitant virtualius operatorius, į užsienio šalių operatorių tinklus, tarptinklinio ryšio vaizdo skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir siunčia vaizdo skambučius į kitus tinklus);
- Priimamos minutės⁶ (iš kitų judriojo telefono ryšio tinklų, įskaitant virtualius operatorius, iš užsienio šalių operatorių tinklų, tarptinklinio ryšio vaizdo skambučių minutes, kai atvykę užsieniečiai naudoja tinklą ir priima vaizdo skambučius, kurie terminuojami savame tinkle);

Paketinio duomenų perdavimo srautas UMTS tinkle skaidomas taip kaip ir GSM tinkle: duomenų srautas (MB) bazinės stoties kryptimi ir srautas (MB) mobiliojo prietaiso kryptimi⁷.

⁵ Įtraukti užsienio šalių operatorių abonentų srautai, kai naudojamos tarptinklinio ryšio duomenų perdavimo paslaugomis.

⁶ Faktinių minučių srauto duomenys tinkle, neapvalinti parodavimų apskaitos sistemos duomenys

⁷ Įtraukti užsienio šalių operatorių abonentų srautai, kai naudojamos tarptinklinio ryšio duomenų perdavimo paslaugomis.

6.3. Paslaugų paklausos perskaičiavimas

Vidutinės tinklo paslaugų paklausos perskaičiavimas į paklausą piko metu reikalingas tam, kad būtų įvertintas tinklas (tinklo elementų, įrangos kiekiai), kuris galėtų efektyviai aptarnauti paslaugų paklausą/apimtį. Perskaičiavimas į paklausą piko metu atliekamas pagal kiekvieną tinklo elementą, t.y. apskaičiuojamas konkrečiam elementui tenkantis BHE skaičius (UMTS duomenų perdavimui – megabaitai piko laiku), pagal kurį įvertinami elementų kiekiai. Vidutinė tinklo paslaugų paklausa yra neapdoroti statistiniai paslaugų apimčių duomenys. Paslaugų paklausa piko metu yra maršrutizavimo, nehomogeniškumo ir kitais koeficientais (skaičiavimai pateikiami toliau gairėse) įvertinti neapdoroti statistiniai paslaugų srautų duomenys. Vidutinės tinklo paslaugų paklausos perskaičiavimas atliekamas tokia seka:

1. Apskaičiuojamas skambučių kiekis (balso ir vaizdo);
2. Apskaičiuojamas apmokestintų srautų kiekis, tenkantis atskiriems tinklo elementams;
3. Apmokestintų balso ir vaizdo minučių srautas paverčiamas į bendrą skambučių srautą;
4. Paslaugų srautai perskaičiuojami į ekvivalentinių minučių srautus;
5. Paslaugų srauto įvertinimas netipinėmis dienomis.

Skambučių kiekis (N_{CA} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{CA} = \frac{T_{call}}{\alpha_{CD}} \quad (1)$$

Paaiškinimai:

T_{call} – Vaizdo arba balso skambučių srautas, minutės;

α_{CD} – Vidutinė skambučio trukmė, minutės.

Skambučių kiekis modeliavimo gairėse yra perskaičiuojamas į skambučių kiekį piko metu pagal tinklo elementą. Pastarasis dydis naudojamas įvertinti judriojo telefono ryšio komutacinės stoties (MSC), MSC tarnybinės stoties (MSS), terpių sąsajos (MGW) ir intelektualaus tinklo (IN) tinklo elementų procesoriaus dalies pajėgumus.

Skambučių kiekis piko metu per minutę apskaičiuojamas skambučių metinį kiekį (N_{CA}) įvertinus maršrutizavimo koeficientais (atitinkamai vietoj paslaugų srauto skambučių kiekiui pritaikant 2 formulę), perskaičiavus į skambučių kiekį piko laiku (atitinkamai pritaikant 16 formulę), įvertinus nesėkmingų skambučių dalį lyginant su sėkmingais skambučiais ir dalinant iš minučių kiekio metuose. Taigi skambučių kiekis piko laiku (N_{BHCA} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{BHCA} = \frac{N_{CA} \times r_f \times f_{DA} \times (1 + r_u)}{365 \times 24 \times 60} \quad (2)$$

Paiškinimai:

N_{CA} – Skambučių kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 1

f_R – Maršrutizavimo koeficientas konkrečiai paslaugai tam tikrame tinklo elemente. Šio dydžio reikšmės pateiktos 5 lentelėje.

f_{DA} – Skambučių kiekio perskaičiavimo į skambučių kiekį piko laiku koeficientas. Žiūrėti formulėje Nr. 18

r_u – Nesėkmingų skambučių dalis lyginant su sėkmingais skambučiais, %. Šio dydžio reikšmė pateikta 6 lentelėje.

Dalyba iš 365, 24 ir 60 yra metinio skambučių kiekio perskaičiavimas į skambučių kiekį per minutę.

Svertinė konkrečios paslaugos srauto apimtis, atsižvelgiant į atskiriems tinklo elementams tenkantį srautą arba maršrutizavimo koeficientus (T_w , minutės, žinutės ar MB), apskaičiuojama remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$T_w = T \times f_R \quad (3)$$

Paiškinimai:

T – Konkrečios paslaugos srauto apimtis; minutės, žinutės ar MB;

f_R – Maršrutizavimo koeficientas konkrečiai paslaugai tam tikrame tinklo elemente. Šio dydžio reikšmės pateiktos 5 lentelėje.

Maršrutizavimo koeficientai pateikti maršrutizavimo koeficientų lentelėje (žiūrėti 5 lentelę). Lentelės eilutės žymi paslaugų rūšis, o stulpeliai – tinklo elementus. Maršrutizavimo koeficientas nusako kiek kartų konkrečios paslaugos srautas panaudoja tam tikrą tinklo elementą. Pavyzdžiui, trumpųjų žinučių savame tinkle ir BTS elemento maršrutizavimo koeficientas lygus 2. Tai reiškia, kad trumpųjų žinučių tinklo viduje srautas nuo abonento prietaiso iki kito abonento prietaiso praeina pro BTS elementą vidutiniškai du kartus.

5 lentelė. Maršrutizavimo koeficientas

Paslaugų rūšis	Maršrutizavimo koeficientai						
	1	2	3	4	5	6	7
	BTS/ NodeB	BSC/ RNC	MSC/MGW ar SMSC ar MMSC ar SGSN	BTS/ NodeB- BSC/ RNC	BSC/ RNC- MSC/ MGW/ SGSN	MSC/MGW/ SGSN- MSC/MGW/ SGSN	MSC/ MGW -IC
Balso skambučių srautas (minutės)							
1	Skambučių minutės savame tinkle						
		2,00	2,00	1,20	2,00	2,00	0,20
							0,00

Paslaugų rūšis		Maršrutizavimo koeficientai						
		1	2	3	4	5	6	7
		BTS/ NodeB	BSC/ RNC	MSC/MGW ar SMSC ar MMSC ar SGSN	BTS/ NodeB- BSC/ RNC	BSC/ RNC- MSC/ MGW/ SGSN	MSC/MGW/ SGSN- MSC/MGW/ SGSN	MSC/ MGW -IC
2	Išeinančių skambučių minutės	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	0,50	1,00
3	Priimamos minutės	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	0,50	1,00
4	Tranzitinės minutės	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00
Vaizdo skambučių srautas (minutės)								
5	Skambučių minutės savame tinkle	2,00	2,00	1,20	2,00	2,00	0,20	0,00
6	Išeinančių skambučių minutės	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
7	Priimamos minutės	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
SMS srautas (vienetai)								
8	SMS savame tinkle	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00
9	Išeinančios SMS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
10	Priimamos SMS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
MMS srautas (vienetai)								
11	MMS savame tinkle	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00
12	Išeinančios MMS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
13	Priimamos MMS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas (minutės)								
14	HSCSD/CSD minutės	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Paketinio duomenų perdavimo srautas (Mbit)								
15	Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (GSM abonentai)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
	Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (GSM abonentai)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
	Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (UMTS abonentai)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
	Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (UMTS abonentai)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00

Balso ir vaizdo skambučių minutės apskaičiuojamos įvertinant apmokestintą bei neapmokestintą tinklo išteklių panaudojimą. Apmokestintas minučių srautas arba tiesiog apmokestintos minutės apibrėžiamos kaip laikas, nuo skambučio sujungimo, kai atsiliepiama į skambutį, iki skambučio užbaigimo, kai padedamas ragelis. Atliekant skaičiavimus į apmokestintą minučių srautą įtraukiamos ir trumpųjų numerių, pagalbos telefono, informacijos numerių ir pan. skambučių minutės, t.y. visos faktinės įvykusių pokalbių minutės. Neapmokestintas laikas susideda iš laukimo laiko ir nesėkmingų skambučių. Nesėkmingi skambučiai apima skambučius, kai skambinantysis girdi užimtumo signalą, tačiau pokalbis neįvyksta arba kai skambutį priimanti šalis girdi kvietimą, tačiau neatsako ir dėl to pokalbis neįvyksta.

Kitos tinkle teikiamos paslaugos (SMS, MMS ir duomenų perdavimas) yra apmokestintos (išsiųsta žinutė ar duomenų perdavimas yra užfiksuojamas tinklo apskaitos sistemose), kai naudoja tinklo išteklius, todėl koregavimas dėl neapmokestinto srauto nėra taikomas.

Bendras skambučių srautas (T_{B+U}) (apmokestintas ir neapmokestintas) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$T_{B+U} = T_W \times (1 + f_A) \quad (4)$$

$$f_A = \frac{S_s}{\alpha_{CD} \times 60} + \frac{S_u \times r_u}{\alpha_{CD} \times 60} \quad (5)$$

Paaiškinimai:

f_A – Koeficientas, apmokestintų minučių skaičių paverčiantis bendru skambučių srautu minutėmis;

T_W – Svertinis apmokestintas skambučių srautas, minutės. Apskaičiuotas remiantis 3 formulėje pateiktu principu.

S_s – Sėkmingų skambučių sudarymo trukmė, sekundės. Šio dydžio reikšmė pateikta 6 lentelėje.

S_u – Nesėkmingų skambučių sudarymo trukmė, sekundės. Šio dydžio reikšmė pateikta 6 lentelėje.

r_u – Nesėkmingų skambučių dalis lyginant su sėkmingais skambučiais, %. Šio dydžio reikšmė pateikta 6 lentelėje.

α_{CD} – Vidutinė skambučio trukmė, sekundės. Šio dydžio reikšmė pateikta 6 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes.

Koeficientų dydžiai, naudojami formulėse Nr. 4 ir 5 yra nurodyti 6 lentelėje.

6 lentelė. T_{B+U} skaičiavimo parametrai

Parametras	Matavimo vienetai	Vertė
Sėkmingų skambučių sudarymo trukmė	sekundės	8
Nesėkmingų skambučių sudarymo trukmė	sekundės	15
Vidutinė skambučio trukmė	sekundės	120
Nesėkmingų skambučių dalis lyginant su sėkmingais skambučiais	%	40

BU-LRAIC modelyje nagrinėjamos paslaugos apibrėžiamos skirtingais matavimo vienetais. Norint įvertinti bendrai visoms paslaugoms teikti reikalingos tinklo įrangos poreikį, reikia suvienodinti kiekvienos paslaugos matavimo vienetus. Todėl tam tikrų paslaugų srautai perskaičiuojami į ekvivalentinių minučių srautus. Paslaugų, kurių srautai perskaičiuojami į minutes, sąrašas pateiktas žemiau:

1. Vaizdo skambučiai;
2. Trumposios žinutės (SMS);
3. Vaizdo žinutės (MMS);
4. Paketinių duomenų perdavimas GSM tinkle (GSM):
 - a. GPRS duomenų perdavimas;

- b. EDGE duomenų perdavimas.
5. Paketinių duomenų perdavimas UMTS tinkle (UMTS):
- a. UMTS R99 duomenų perdavimas;
 - b. HSDPA duomenų perdavimas.

Konkreto srauto perskaičiavimas į ekvivalentų srautą, išreikštą minutėmis (T_C , minutės) atliekamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$T_C = T_W \times f_C \quad (6)$$

Paaiškinimai:

T_C – Perskaičiuotas konkrečios paslaugos srautas, minutės;

T_W – Svertinis konkrečios paslaugos srautas (šiuo atveju neįtraukiami balso skambučiai), žinutės ar MB. Apskaičiuotas remiantis 3 formulėje pateiktu principu.

f_C – Tam tikro srauto (vaizdo skambučių, SMS, MMS žinučių, duomenų perdavimo GPRS, EDGE, UMTS R99, HSDPA) perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas. Konkrečių koeficientų skaičiavimai patiekiami 7-14 formulėse.

Skirtingi perskaičiavimo koeficientai yra taikomi skirtingų paslaugų srautams perskaičiuoti į ekvivalentines minutes. Žemiau dokumente pristatomi perskaičiavimo koeficientų skaičiavimo algoritmai.

6.3.1. Vaizdo skambučių perskaičiavimas

Vaizdo skambučių minučių perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas (f_{vi}) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$f_{vi} = \frac{\rho_{vi}}{\rho_{vo}} \quad (7)$$

Paaiškinimai:

ρ_{vi} – Vaizdo skambučių perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 7 lentelėje.

ρ_{vo} – Balso skambučių perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 7 lentelėje.

Vaizdo skambučių perskaičiavimo koeficientas yra vaizdo skambučio perdavimo spartos ir balso perdavimo skambučio spartos santykis. Minėti perdavimo spartos parametrai pateikti 7 lentelėje.

7 lentelė. Vaizdo ir balso skambučių perdavimo sparta

Parametras	Matavimo vienetas	Vertė
Balso skambučio perdavimo sparta	kbit/s	12,20
Vaizdo skambučio perdavimo sparta	kbit/s	64,00

6.3.2. SMS ir MMS perskaičiavimas

Trumpųjų žinučių (SMS) perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas (f_{SMS}) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$f_{SMS} = \frac{L_{SMS}}{\rho_{ch}} \times \frac{8}{60} \quad (8)$$

Paaiškinimai:

L_{SMS} – Vidutiniškas SMS žinutės dydis, B. Šio dydžio reikšmė pateikta 8 lentelėje.

ρ_{ch} – SDCCH kanalo duomenų perdavimo sparta, bit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 8 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes, o daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus.

Vaizdo žinučių (MMS) perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas (f_{MMS}) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$f_{MMS} = \frac{f_G \times L_{MMS}}{10^6} \quad (9)$$

Paaiškinimai:

f_G – GPRS MB į ekvivalentines minutes perskaičiavimo koeficientas. Apskaičiuotas remiantis 10 formulėje pateiktu principu.

L_{MMS} – Vidutiniškas MMS žinutės dydis, B.

Dalyba iš 10^6 yra baitų perskaičiavimas į megabaitus.

SMS ir MMS žinučių perskaičiavimas į ekvivalentines minutes priklauso nuo žinučių dydžio (B) ir SDCCH kanalo spartos, kurių techniniai parametrai pateikti 8 lentelėje.

8 Lentelė. SMS/MMS perskaičiavimo parametrai

Parametras	Matavimo vienetas	Vertė
SDCCH kanalo perdavimo sparta	bit/s	765,00
Vidutiniškas SMS dydis	B	40,00
Vidutiniškas MMS dydis	B	40 000,00

6.3.3. Paketinio duomenų perdavimo perskaičiavimas GSM tinkle

Paketinio duomenų perdavimo srautas GSM tinkle išskaidomas į dvi dalis pagal naudojamą duomenų perdavimo technologiją: GPRS ir EDGE.

Taigi, GSM tinkle naudojami šie perskaičiavimo koeficientai:

- GPRS MB į ekvivalentines minutes;

- EDGE MB į ekvivalentines minutes;
- Bendras GSM MB į ekvivalentines minutes.

GPRS/EDGE duomenų perdavimo srauto, matuojamo megabaitais, perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas (f_G arba f_E) apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$f_{G arba E} = 1000 \times 8 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{\rho_{G arba E}} \quad (10)$$

Paaiškinimai:

ρ_G – GPRS technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

ρ_E – EDGE technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes, daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus ir daugyba iš 1000 yra megabaitų perskaičiavimas į kilobaitus.

Bendrasis duomenų perdavimo perskaičiavimo koeficientas GSM tinkle (f_{GSM}) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$f_{GSM} = 1000 \times 8 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{\rho_G \times (P_G + P_{GW}) + \rho_E \times (P_E + P_{EW})} \quad (11)$$

Paaiškinimai:

P_G – GPRS duomenų perdavimo srauto dalis GSM tinkle, %;

P_{GW} – GPRS WAP srauto dalis GSM tinkle, %;

P_E – EDGE duomenų perdavimo srauto dalis GSM tinkle, %;

P_{EW} – EDGE WAP srauto dalis GSM tinkle, %;

ρ_G – GPRS technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

ρ_E – EDGE technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes, daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus ir daugyba iš 1000 yra megabaitų perskaičiavimas į kilobaitus.

6.3.4. Paketinio duomenų perdavimo perskaičiavimas UMTS tinkle

Paketingo duomenų perdavimo perskaičiavimas į ekvivalentines minutes UMTS tinkle atliekamas tik tam, kad būtų galima įvertinti bendrą tinkluose aptarnaujamą srautą minutėmis ir jam paskirstyti tinklo komponento „Bokštų ir aikštelių paruošimas“, kuris naudojamas visoms dokumente nagrinėjamosioms paslaugoms teikti, sąnaudas.

Paketingo duomenų perdavimo srautas UMTS tinkle išskaidomas į dvi dalis pagal naudojamą duomenų perdavimo technologiją: UMTS R99 ir HSDPA.

Taigi, UMTS Tinkle naudojami šie perskaičiavimo koeficientai:

- UMTS R99 MB į ekvivalentines minutes;
- HSDPA MB į ekvivalentines minutes;
- Bendras UMTS MB į ekvivalentines minutes.

UMTS R99 ir HSDPA duomenų perdavimo srauto, matuojamo megabaitais, perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientai (f_{umts} ar f_{HSDPA}) apskaičiuojami remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$f_{umts} = 1000 \times 8 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{\rho_{umts}} \quad (12)$$

$$f_{HSDPA} = 8 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{\rho_{HSDPA}} \quad (13)$$

Paaiškinimai:

ρ_{umts} – UMTS R99 technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

ρ_{HSDPA} – HSDPA technologijos duomenų perdavimo sparta, Mbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes, daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus ir daugyba iš 1000 yra megabaitų perskaičiavimas į kilobaitus.

Bendrasis duomenų perdavimo perskaičiavimo faktorius UMTS tinkle (f_{UMTS}) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$f_{UMTS} = 1000 \times 8 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{\rho_{umts} \times P_{umts} + 1000 \times \rho_{HSDPA} \times P_{HSDPA}} \quad (14)$$

Paaiškinimai:

P_{umts} – UMTS R99 duomenų perdavimo srauto dalis UMTS tinkle, %;

P_{HSDPA} – HSDPA duomenų perdavimo srauto dalis UMTS tinkle, %;

ρ_{umts} – UMTS R99 technologijos duomenų perdavimo sparta, kbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

ρ_{HSDPA} – HSDPA technologijos duomenų perdavimo sparta, Mbit/s. Šio dydžio reikšmė pateikta 9 lentelėje.

Dalyba iš 60 yra sekundžių perskaičiavimas į minutes, daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus ir daugyba iš 1000 yra megabaitų perskaičiavimas į kilobaitus.

Duomenų perdavimo srauto perskaičiavimas atliekamas remiantis konkrečiais tinklo spartos parametrais, pateiktais 9 lentelėje.

9 lentelė. Duomenų perdavimo srauto perskaičiavimo parametrai

Parametras	Matavimo vienetas	Vertė
GPRS technologijos duomenų perdavimo sparta (ρ_G)	kbit/s	13,04
EDGE technologijos duomenų perdavimo sparta (ρ_E)	kbit/s	39,12
UMTS technologijos duomenų perdavimo sparta (ρ_{umts})	kbit/s	325,00
HSDPA technologijos duomenų perdavimo sparta (ρ_{HSDPA})	Mbit/s	5,50

Apibrėžus tam tikrų paslaugų perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientus, paslaugų srautas konkrečioms paslaugoms perskaičiuojamas į srautą ekvivalentinėmis minutėmis (T_C , minutės) remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_C^j = T_W^j \times f_j \quad (15)$$

Paaiškinimai:

T_W^j – Paslaugų, kurios perskaičiuojamos į ekvivalentines minutes svertinis srautas. Skaičiuojama šioms paslaugoms: vaizdo skambučiams, SMS, MMS žinutėms, GSM duomenų perdavimui ir UMTS duomenų perdavimui.

f_j – Paslaugų, kurios perskaičiuojamos, perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas. Šie koeficientai apskaičiuoti formulėse Nr. 7, 8, 9, 11 ir 14.

j – Koeficientas, žymintis konkrečią paslaugą.

Konkrečių paslaugų srautai (apimty), perskaičiuoti į ekvivalentines minutes, naudojami įvertinti tinklo komponentų vienetų sąnaudas skyriuje 9.2 *Tinklo komponentų vienetų sąnaudos*. GSM ir UMTS kitų nei balso skambučiai paslaugų perskaičiuotas į ekvivalentines minutes ir bendras balso skambučių minutėmis suminis srautas naudojamas tinklo komponento „Bokštų ir aikštelių paruošimas“ vieneto sąnaudoms apskaičiuoti.

Toliau, konkrečių GSM paslaugų ir vaizdo skambučių perskaičiuoti į ekvivalentines minutes (balso skambučiams – apmokestintas ir neapmokestintas) srautai atskirai perskaičiuojami į srautus piko laiku. Skirtingai nuo GSM paslaugų ir vaizdo skambučių srautų, UMTS tinkle perduodamų paketinių duomenų svertinis srautas megabaitais, ne ekvivalentinėmis minutėmis,

perskaičiuojamas į srautą piko laiku. Svarbu paminėti, kad kiekviena tinklo elementų grupė turi skirtingą srauto agregavimo laipsnį, todėl piko metu tinklo apkrovimo pasiskirstymo per tam tikrą laiką koeficientai (nevienarūšiškumo) (žiūrėti 11 lentelėje) pritaikomi kiekvienai elementų grupei atskirai. Taigi, konkrečių paslaugų metiniai srautai perskaičiuojami į metinius srautus piko laiku (T_{BH} , minutės arba MB) remiantis žemiau formulėse pateiktu principu:

$$T_{BH} = T_C / T_{B+U} / T_W \times f_{DA} \quad (16)$$

$$f_{DA} = r_{BA} \times r_{WA} \times f_H \quad (17)$$

Paaiškinimai:

$T_C / T_{B+U} / T_W$ – Konkrečios GSM paslaugos ar vaizdo skambučių srautas, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes arba bendras balso skambučių srautas (apmokestintas ir neapmokestintas) minutėmis arba UMTS duomenų perdavimo svertinis srautas (MB);

f_{DA} – Vidutinio srauto perskaičiavimo į srautą piko laiku koeficientas;

r_{BA} – Srauto piko laiku su vidutiniu srautu santykis. Šio dydžio reikšmė pateikta 10 lentelėje.

r_{WA} – Srauto darbo dieną su vidutiniu dienos srautu santykis. Šio dydžio reikšmė pateikta 10 lentelėje.

f_H – Piko metu tinklo apkrovimo pasiskirstymo per tam tikrą laiką koeficientas. Šio dydžio reikšmės pateiktos 11 lentelėje.

10 lentelė. Vidutinio srauto perskaičiavimo į srautą piko laiku parametrai

Parametras	Vertė
Srauto piko laiku su vidutiniu srautu santykis (r_{BA})	2,00
Srauto darbo dieną su vidutiniu dienos srautu santykis (r_{WA})	1,40

11 lentelė. Piko metu tinklo apkrovimo pasiskirstymo per tam tikrą laiką koeficientai

BTS/ NodeB	BSC/ RNC	MSC/MGW ar SMSC ar MMSC ar SGSN	BTS/ NodeB-BSC/ RNC	BSC/RNC- MSC/ MGW/SGSN	MSC/MGW/SGSN- MSC/MGW/SGSN	MSC/MGW -IC
1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Metinis konkrečios paslaugos (neįskaitant UMTS paketinių duomenų perdavimo) srautas piko laiku (srautas įvertintas pagal maršrutizavimo koeficientus, perskaičiuotas iš apmokestinto srauto į bendrą srautą (taikoma tik balso skambučiams) ar paverstas į ekvivalentines minutes (netaikoma tik balso skambučiams) ir vėliau perskaičiuotas į srautą piko laiku) perskaičiuojamas į srautą erlangais piko laiku (BHE , BHE), remiantis žemiau formulėse pateiktu principu:

$$BHE = \frac{T_{BH}}{365 \times 24 \times 60} \quad (18)$$

Paaiškinimai:

T_{BH} – Metinis konkrečios GSM paslaugos ir vaizdo skambučių srautas piko laiku, minutės. Apskaičiuotas remiantis 16 formulėje pateiktu principu.

Dalyba iš 365, 24 ir 60 yra metinio paslaugų srauto piko laiku perskaičiavimas į srautą erlangais piko laiku.

Tam, kad būtų įvertinti paslaugų aptarnavimo įrangos pajėgumai GSM tinkle, skaičiuojamas tinklų paslaugų suminis srautas erlangais (BHE_{GSM} , BHE) remiantis žemiau pateikta formule:

$$BHE_{GSM} = \sum_i BHE_i \quad (19)$$

Paaiškinimai:

i – Atitinka tam tikrą paslaugą (balso ar vaizdo skambučiai, SMS, MMS, HSCSD/CSD, GPRS, EDGE duomenų perdavimas);

Tam, kad būtų įvertinti duomenų perdavimo įrangos pajėgumai UMTS tinkle, apskaičiuojamas valandinis megabaitų srautas UMTS tinkle piko laiku (srautas įvertintas pagal maršrutizavimo koeficientus, t.y. svertinis srautas, perskaičiuotas į srautą piko laiku) pagal abi technologijas atskirai ir bendrai UMTS tinklui ($BHMB_{UMTS}$, MB) remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BHMB_{umts} = \frac{T_{BH} \times P_{umts}}{365 \times 24} \quad (20)$$

$$BHMB_{HSDPA} = \frac{T_{BH} \times P_{HSDPA}}{365 \times 24} \quad (21)$$

$$BHMB_{UMTS} = BHMB_{umts} + BHMB_{HSDPA} \quad (22)$$

Paaiškinimai:

T_{BH} – UMTS tinklo duomenų srautas piko laiku, MB. Apskaičiuotas remiantis 16 formulėje pateiktu principu.

P_{umts} – UMTS R99 duomenų perdavimo srauto dalis UMTS tinkle, %;

P_{HSDPA} – HSDPA duomenų perdavimo srauto dalis UMTS tinkle, %;

Dalyba iš 365 parodo dienų skaičių metuose ir dalyba iš 24 parodo skaičių kiekį dienoje.

7. Tinklo įrangos pajėgumo įvertinimas

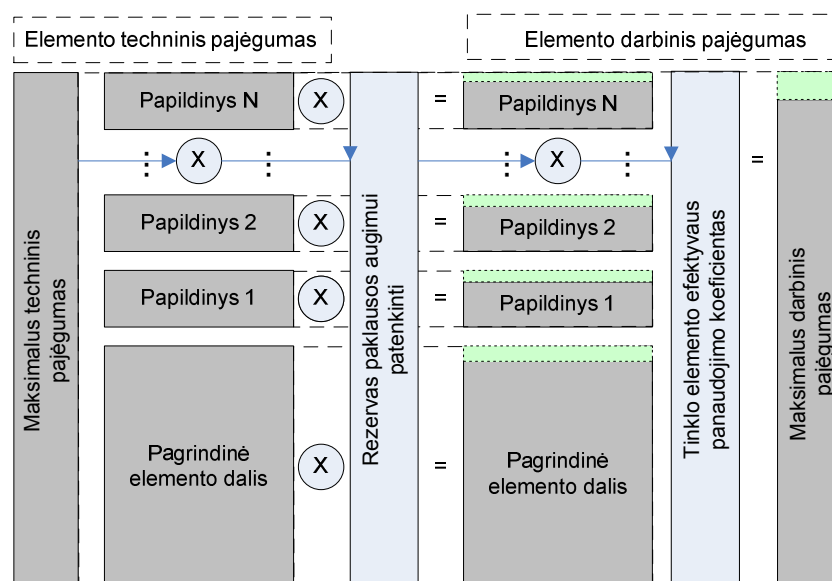
Atsižvelgiant į judriojo telefono ryšio tinklo modeliavimo sudėtingumą, modeliavimo algoritmai dalinami į sekančias dvi sistemas atsižvelgiant į GSM ir UMTS tinklų architektūrą:

1. Bazinių stočių sistema (BSS) GSM tinklui ar radijo tinklo sistema (RNS) UMTS tinklui;
2. Tinklo sistema (NSS).

BSS/RNS sistemos elementų skaičius tinkle priklauso nuo paslaugų srauto apimtys tinkle ir tinklo aprėpties siekiant užtikrinti esamą paslaugų kokybės lygį. NSS sistemos elementai priklauso nuo abonentų skaičiaus tinkle, paslaugų srauto apimtys tinkle (kaip BSS/RNS sistemoje) ir nuo kitų parametrų (pvz. balso pašto dėžučių skaičiaus).

7.1. Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai

BU-LRAIC modeliavime laikomasi bendrojo principo, kad visi judriojo telefono ryšio tinklo įrangos elementai susideda iš pagrindinės (bazinės) (BU) dalies ir plėtinių (EU). Plėtinys yra papildoma tinklo elemento dalis, kuri padidina pagrindinės elementų dalies galingumą. Papildoma elemento dalis yra projektuojama, kai atsiranda poreikis padidinti pagrindinės dalies pajėgumus. Pvz. kai n BU skaičius negali aptarnauti reikiamo srauto, o $n+1$ BU galingumas yra per didelis tokiam srautui, ekonomiškai naudingiau yra įrengti plėtinius papildomam srautui aptarnauti, nei įrengti dar vieną BU, kurio pajėgumai nebus pilnai išnaudojami. Jei tinklo paslaugų srautų poreikis gali būti aptarnautas sveiku BU skaičiumi, plėtinių įrengti nereikės. Pagrindinių elemento dalių ir plėtinių skaičiavimai atliekami bendrai visiems tinklo elementams, nagrinėjamiems BU-LRAIC modelio apimtyje, atitinkamai pritaikant įvesties reikšmes. Toliau pateikiamas algoritmas, kaip apskaičiuoti BU ir EU ir jį iliustruojantis 5 paveikslas.



5 Paveikslas: Pagrindinių elemento dalių ir plėtinių skaičiavimo algoritmas

Tinklo elemento pagrindinės dalies kiekis (BU , vienetai), reikiamiems paslaugų srautams aptarnauti, apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$BU = \left[\frac{DV}{C^\psi} \right] \quad (23)$$

Paaiškinimai:

DV – Paklausos kintamasis. Konkretus matavimo vienetas priklauso nuo nagrinėjamo tinklo elemento; DV yra tam tikra tinklo paklausa, nuo kurios tiesiogiai priklauso BU kiekis.

C^ψ – Maksimalus tinklo elemento darbinis pajėgumas. Šis dydis matuojamas tokiais pačiais vienetais, kaip ir DV . C^ψ skaičiavimo principas pateiktas formulėje Nr. 25

Tinklo elemento maksimalus darbinis pajėgumas parodo faktinį elemento pajėgumą.

Tinklo elemento plėtinių kiekis (EU , vienetai), reikiamiems paslaugų srautams aptarnauti, apskaičiuojamas (jei taikytina tinklo elementui) remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$EU = \left[\frac{BU \times (C^\psi - C_{BU}^o)}{C_{ES}^o} \right] \quad (24)$$

Paaiškinimai:

C^ψ – Maksimalus tinklo elemento darbinis pajėgumas. Šis dydis matuojamas tokiais pačiais vienetais, kaip ir DV . C^ψ skaičiavimo principas pateiktas formulėje Nr. 25

BU – Pagrindinių elemento dalių skaičius, vienetai;

C_{BU}^o – Tinklo elemento pagrindinės dalies darbinis pajėgumas. Šio dydžio matavimo vienetas priklauso nuo nagrinėjamo tinklo elemento;

C_{ES}^o – Tinklo elemento plėtinio darbinis pajėgumas. Šio dydžio matavimo vienetas priklauso nuo nagrinėjamo tinklo elemento.

Tam tikro tinklo elemento maksimalus darbinis pajėgumas (C^ψ ; BHCA, abonentų skaičius, ar kitas matavimo vienetas) apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$C^\psi = C^\tau \times OA \quad (25)$$

Paaiškinimai:

C^τ – Maksimalus techninis pajėgumas/talpa (įskaitant galimus elemento papildymus). Jis parodo koks yra maksimalus tinklo elemento techninis pajėgumas/talpa, įvertinus pilną įmanomą įrengimo komplektaciją (maksimalius pagrindinės dalies ir papildinio pajėgumus/talpas). Šio dydžio matavimo vienetas priklauso nuo nagrinėjamo tinklo elemento ir yra absoliutinis dydis.

OA – Darbinė tinklo elemento pajėgumo dalis, %. Šio dydžio skaičiavimo principas pateikiamas formulėje Nr. 26

Darbinė tinklo elemento pajėgumo dalis (OA , %) parodo koku lygiu gali būti panaudojami tinklo įrangos maksimalūs techniniai pajėgumai, įvertinus to elemento paklausos augimą ir numatytą techninį panaudojimą.

Darbinė tinklo elemento pajėgumo dalis apskaičiuojama remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$OA = HA \times f_U \quad (26)$$

Paaiškinimai:

HA – Rezervas paklausos augimui patenkinti, %. HA įvertina koku lygiu tinklo įranga (BU ir EU) bus panaudojama, atsižvelgiant į jos planavimo periodą ir ateityje numatomą paslaugų paklausos dydį. Šio dydžio skaičiavimo principas yra pateiktas formulėje Nr. 28

f_U – Tinklo elemento efektyvaus panaudojimo koeficientas, %. Šis dydis yra įrangos (tiekėjų nustatytas) maksimalaus panaudojimo parametras. Jis užtikrina, kad tinklo įranga aptarnaus nenumatytas paslaugų perkrovas.

BU ir EU darbinis pajėgumas (C_i^o ; BHCA, abonentų skaičius ir kt.) apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$C_i^o = C_i \times HA_i \quad (27)$$

Paaiškinimai:

C_i – Tinklo elemento pagrindinės dalies ar plėtinio pajėgumas. Šio dydžio matavimo vienetas priklauso nuo nagrinėjamo tinklo elemento.

HA_i – Tinklo elemento pagrindinės dalies ar plėtinio rezervas paklausos augimui patenkinti, %. Šio dydžio skaičiavimo principas yra pateiktas formulėje Nr. 28

i – Indeksas, nurodantis tam tikro elemento BU ar EU.

Elemento darbinio pajėgumo ir bazinio pajėgumo skaičiavimai priklauso nuo elemento rezervo, reikalingo paklausos augimui patenkinti. Taigi rezervas (HA , %) apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$HA = \frac{1}{r_{SDG}} \quad (28)$$

Paaiškinimai:

r_{SDG} – Paklausos augimo rodiklis. Jis nusako tinklo panaudojimo lygį, kuris priklauso nuo įrangos planavimo periodų trukmės. Planavimo periodas yra laikotarpis, per kurį nauja tinklo įranga turi būti parengta naudojimui, atsižvelgiant į prognozuojamą paslaugų paklausą, įrangos moduliarumą. Šis periodas gali būti nuo savaitės iki kelių metų.

Rodiklis r_{SDG} skaičiuojamas pagal planavimo periodą tam tikrai tinklo paklausos grupei, nurodytai žemiau:

- Bendras abonentų skaičius;
- Bendras signalizavimo kanalo (angl. Common – channel signaling, CCS) srautas, kuris susideda iš balso skambučių, komutacinėmis linijomis perduodamų duomenų ir vaizdo skambučių, perskaičiuotų į ekvivalentines minutes srautų;
- Antžeminės sąsajos srautas, kuris susideda iš SMS, MMS ir paketinio duomenų perdavimo srautų perskaičiuotų į ekvivalentinių minučių srautus. Šiuo atveju, paketinio duomenų perdavimo srautas apibrėžiamas kaip GSM ir UMTS tinklų paketinio duomenų perdavimo srautų žemyn arba aukštyn (priklausomai, kuris didesnis) suma.

Paklausos augimo rodiklis taikomas kiekvienam elementui pagal tai, nuo kokios paklausos grupės priklauso jo paklausa Tinkle.

7.2. Bazinė stotis

Pirmas žingsnis vertinant tinklo įrangos pajėgumus bazinių stočių sistemoje yra bazinių stočių (BTS) kiekio modeliavimas. Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra bazinių stočių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

Atliekant BTS skaičiavimus Lietuvos Respublikos teritorija yra suskaidoma į šias geografines sritis:

1. Miesto – aukštais, masyviais pastatais apstatyti didmiesčiai ar miestai (statinių aukštis daugiau nei keturi aukštai, apie 10 metrų). Nagrinėjant Lietuvos atvejį, šiai geografiniai priklausytų didžiausi miestai: Vilnius, Kaunas, Klaipėda, Šiauliai, Panevėžys, Alytus, Marijampolė. Jei į šias ribas patenka parkai, želdynai ar miškai, jie traktuojami kaip priemiesčio arba kaimo geografinė sritis.
2. Priemiesčio – maži miestai, greitkeliai, apstatyti namais ir medžiais, keletas ne labai tankiai išsidėsčiusių kliūčių judriojo ryšio sklidimo kelyje. Nagrinėjant Lietuvos atvejį, šiai geografiniai priklausytų visi likusieji miestai.

3. Kaimo⁸ – atviros erdvės, miškai, kur nėra aukštų medžių ar pastatų. Nagrinėjant Lietuvos atvejį, šiai geografiniai sričiai priklausytų visa likusi, nepaminėta Lietuvos teritorija.

Modeliuojant tinklo pajėgumus srauto ir aprėpties geografinių sričių proporcijų nustatymas vienodai derinasi su geografinių sričių apibrėžimais.

BTS kiekis sistemoje priklauso nuo to, kokia aprėptis turi būti aptarnauta ir kokio dydžio paslaugų srautas turi būti aptarnautas nagrinėjamame tinkle.

Aprėpties reikalavimai

Mažiausias BTS aikštelių kiekis, atitinkantis nagrinėjamo tinklo aprėpties reikalavimus (N_{COV}^{Si} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau nurodytomis formulėmis:

$$N_{COV}^{Si} = \left\lceil \frac{A_C}{A_C^c} \right\rceil \quad (29)$$

$$A_C^c = 1.5 \times \sqrt{3} \times R^2 = 2.6 \times R^2 \quad (30)$$

Paaiškinimai:

A_C – Tam tikros geografinės srities aprėpties plotas GSM tinkle, km². Šis dydis apskaičiuojamas tam tikros geografinės srities ploto GSM tinkle proporciją (%) dauginant iš GSM tinklo padengiamo ploto.

A_C^c – Vienos ląstelės aprėpties plotas, km²;

R – Maksimalus ląstelės aprėpties spindulys, km.

Ląstelės aprėpties ploto formulė paremta šešiakampio ploto skaičiavimo formule.

BU-LRAIC modelyje taikomi tokie maksimalaus ląstelės aprėpties spindulio parametrai:

- Miesto srityje, $R = 0,90$ km;
- Priemiesčio srityje, $R = 3,00$ km;
- Kaimo srityje, $R = 9,00$ km.

Aukščiau pateikti parametrai yra paremti vidutinės efektyviai veikiančios BTS, esančios Lietuvos teritorijoje, parametrais.

Tinklo paslaugų srautas

⁸ Geografinių sričių sąvokos, naudojamos šiame dokumente derinasi su atitinkamomis Okumura-Hata modelio sąvokomis.

BTS aikštelių kiekis, reikalingas, kad aptarnautų nagrinėjamo tinklo paslaugų srautus, apskaičiuojamas tokiu eiliškumu:

1. Spektro ir fizinio pajėgumo apskaičiavimas sektoriuje;
2. Efektyvaus pajėgumo apskaičiavimas sektoriuje;
3. BTS aikštelių kiekio, reikalingo, kad aptarnautų nagrinėjamo tinklo paslaugų srautus, apskaičiavimas.

Sektorių pajėgumų skaičiavimai išskaidomi pagal ląstelės tipus (makro, mikro ir piko), taip pat ir pagal naudojamą suminį dažnių juostų plotį: 900 MHz (toliau – vienguba dažnių juosta) ir 1800 MHz (toliau – dviguba dažnių juosta). Šie skaičiavimai, kaip ir ankstesniame skyrelyje, skaidomi pagal geografines sritis.

Ląstelės suskaidomos į tokius tipus:

- Makro ląstelė – miesto sritis;
- Makro ląstelė – priemiesčio sritis;
- Makro ląstelė – kaimo sritis;
- Mikro ląstelė – miesto sritis;
- Mikro ląstelė – priemiesčio sritis;
- Piko ląstelė – miesto sritis;
- Piko ląstelė – priemiesčio sritis.

BTS spektro pajėgumas matuojamas TRX kiekiu, kuris turi patenkinti spektro technines specifikacijas. Spektro pajėgumas (C_{SS} , TRX) viengubos dažnių juostos ląstelėse apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$C_{SS} = \left\lfloor \frac{N_{900}}{f_{su} \times \lambda_{TRX}} \right\rfloor - 0,5 \quad (31)$$

Paaiškinimai:

N_{900} – 900 MHz spektro suminis juostų plotis, 2 x MHz. Šis dydis apskaičiuojamas naudojant RRT tinklalapyje viešai skelbiamus leidimų naudoti radijo dažnius (kanalus) viešuosiuose tinkluose duomenis bei RRT pateikta informacija.

f_{su} – Pakartotinio panaudojimo koeficientas viengubos dažnių juostos sektoriuje;

λ_{TRX} – Imtuvo/siūstuvo bangos plotis, MHz. Remiantis techniniais imtuvo/siūstuvo parametrais, daroma prielaida λ_{TRX} lygi 0,2 MHz.

Atitinkamai, spektro pajėgumas (C_{Sd} , TRXs) dvigubos dažnių juostos laštelėse apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$C_{Sd} = C_{Ss} + \left\lfloor \frac{N_{1800}}{f_{du} \times \lambda_{TRX}} \right\rfloor \quad (32)$$

Paaiškinimai:

C_{Ss} – Spektro pajėgumas viengubos dažnių juostos laštelėse, TRX. Apskaičiuotas remiantis 31 formulėje pateiktu principu.

N_{1800} – 1800 MHz spektro suminis juostų plotis, 2 x MHz. Šis dydis apskaičiuojamas naudojant RRT tinklalapyje viešai skelbiamus leidimų naudoti radijo dažnius (kanalus) viešuosiuose tinkluose duomenis.

f_{du} – Pakartotinio panaudojimo koeficientas dvigubos dažnių juostos sektoriuje;

λ_{TRX} – lmtuvo/siūstuvo bangos plotis, MHz. Prielaida dėl bangos pločio pateikta formulėje Nr. 31

Fizinis BTS pajėgumas sektoriuje (C_P , TRX) nusako techninį BTS įrangos apribojimą, t.y. koks TRX gali būti fiziškai patalpintas į BTS. Efektyvus sektoriaus pajėgumas pagal makro (miesto, priemiesčio, kaimo), mikro ir piko laštelių grupes (C_E , TRX) ir viengubose, ir dvigubose dažnių juostose apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$C_E = \min(C_S; C_P) \quad (33)$$

Paaiškinimai:

C_S – Spektro pajėgumas sektoriuje (vienguboje (C_{Ss}) ar dviguboje dažnių juostoje (C_{Sd})), TRX;

C_P – Fizinis pajėgumas sektoriuje (vienguboje ar dviguboje⁹ dažnių juostoje), TRX. Šis dydis apibūdina maksimalius TRX kiekius, kurie gali būti fiziškai įrengti atitinkamai mikro, piko ir makro laštelėse.

BU-LRAIC modelyje daroma prielaida, kad pirmasis TRX talpina 7 paslaugų srauto kanalus, o kiekvienas papildomas TRX talpina 8 paslaugų srauto kanalus.

TRX kiekis (N_{TRX} , vienetai), reikalingas aptarnauti GSM tinklo paslaugų srautus, perskaičiuojamas į kanalų kiekį (N_{CH} , vienetai) remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{CH} = 7 + 8 \times (N_{TRX} - 1) \quad (34)$$

⁹ Viengubos ir dvigubos juostos fizinis pajėgumai pateikiami modeliavimo gairių klausimyne.

Paaiškinimai:

N_{TRX} – TRX skaičius, TRX. Žiūrėkite formulėje Nr. 43

Efektывus pajėgumas (kanalų kiekis) sektoriuje abiems viengubai ir dvigubai dažnių juostoms, perskaičiuojamas į BHE (C_E^{Erl}) remiantis Erlangų lentele, kai blokavimo tikimybė lygi 2%.

Sektorijų kiekis (N_{CAP}^{Se} , vienetai), reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$N_{CAP}^{Se} = \frac{BHE_{GSM}^A}{C_E^{Erl} \times HA_{BTS}} \quad (35)$$

Paaiškinimai:

BHE_{GSM}^A – GSM tinklo srauto dalis tam tikroje geografinėje srityje piko metu, BHE. Šis dydis apskaičiuojamas tam tikros geografinės srities GSM tinklo srauto proporciją (%) dauginant iš bendro GSM tinklo srauto.

C_E^{Erl} – Efektывus pajėgumas sektoriuje pagal ląstelių grupę, BHE.

HA_{BTS} – BTS įrangos rezervas paklausos augimui patenkinti, %. Apskaičiuotas remiantis 28 formulėje pateiktu principu.

BTS aikštelių skaičius (N_{CAP}^{Si} , vienetai), reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėse pateiktu principu:

$$N_{CAP}^{Si} = \frac{N_{CAP}^{Se}}{N_{Se/Si}} \quad (36)$$

$$N_{Se/Si} = \frac{\sum_{i=1}^3 i \times N_{iSe}^{Si}}{\sum_{i=1}^3 N_{iSe}^{Si}} \quad (37)$$

Paaiškinimai:

N_{CAP}^{Se} – Sektorijų kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle, vienetai;

$N_{Se/Si}$ – Vidutinis sektorijų skaičius vienoje BTS aikštelėje, vienetai.

N_{iSe}^{Si} – I sektorius, turinčių BTS aikštelių GSM tinkle kiekis, vienetai. Šis dydis apskaičiuojamas bendrą aikštelių skaičių dauginant iš atitinkamų proporcijų (%) pagal sektorijų skaičių.

i – Indeksas, nurodantis sektorijų skaičių bazinės stoties aikštelėje (vienas, du ar trys).

Bendras bazinių stočių kiekis GSM tinkle

Bendras BTS aikštelių kiekis judriojo telefono ryšio tinkle (N_{Total}^{Si} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{Total}^{Si} = \text{Max}(N_{COV}^{Si}; N_{CAP}^{Si}) \quad (38)$$

Paaiškinimai:

N_{COV}^{Si} – BTS aikštelių kiekis, atitinkantis nagrinėjamo tinklo aprėpties reikalavimus, vienetai;

N_{CAP}^{Si} – BTS aikštelių kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle, vienetai.

Daromos prielaidos, kad visos GSM bazinės stotys palaiko EDGE duomenų perdavimo technologiją, bazinės stotys su vienguba dažnių juosta yra tik kaimo geografinėje srityje, su dviguba – tik miesto ir priemiesčio geografinėse srityse.

7.3. Imtuvai/siūstuvai

Planuojant bazinių stočių sistemą (BSS) įvertinami imtuvų/siūstuvų (TRX) pajėgumai. Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra imtuvų/siūstuvų kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

Panašiai kaip ir BTS kiekio skaičiavimo algoritme, visi TRX skaičiavimai atliekami padalinant Lietuvos Respublikos teritoriją 7.2. *Bazinė stotis* skyriaus pradžioje apibrėžtas geografines sritis.

Norint įvertinti TRX kiekį, pirmiausia reikia apskaičiuoti paslaugų srauto piko metu apimtį viename sektoriuje (BHE_{GSM}^{Se} , BHE). Jis apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$BHE_{GSM}^{Se} = \frac{BHE_{GSM}^A}{N_{Total}^{Si} \times N_{Se/Si}} \quad (39)$$

Paaiškinimai:

BHE_{GSM}^A – GSM tinklo paslaugų suminio srauto (erlangais piko valandą) dalis tam tikroje geografinėje srityje piko metu, BHE.

N_{Total}^{Si} – Bendras bazinių stočių kiekis judriojo telefono tinkle, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 38

$N_{Se/Si}$ – Vidutinis sektorių skaičius vienoje BTS aikštelėje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 37

Paslaugų srauto piko metu apimtis viename sektoriuje (BHE_{GSM}^{Se} , BHE) perskaičiuojama į kanalų kiekį viename sektoriuje ($N_{CH/Se}$), remiantis Erlangų lentele darant prielaidą, jog blokavimo tikimybė lygi 2%.

TRX kiekis viename sektoriuje ($N_{TRX/Se}$, vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis (makro, mikro ir piko ląstelėse):

$$N_{TRX/Se}(macro) = \frac{N_{CH/Se}}{7 + 8 \times (N_{TRX} - 1)} + \gamma \quad (40)$$

$$N_{TRX/Se}(micro) = \frac{N_{CH/Se}}{7 + 8 \times (N_{TRX} - 1)} + \gamma \quad (41)$$

$$N_{TRX/Se}(pico) = \frac{N_{CH/Se}}{7 + 8 \times (N_{TRX} - 1)} + \gamma \quad (42)$$

Paaiškinimai:

$N_{CH/Se}$ – Kanalų kiekis viename sektoriuje, vienetai;

N_{TRX} – TRX skaičius, TRX. Žiūrėkite formulėje Nr. 43

γ – TRX panaudojimo sureguliuavimo koeficientas, kuris yra lygus 0,5 TRX viename sektoriuje. Ši pusės elemento dydžio sektoriuje norma yra taikoma, nes srautas tinkle nėra tolygiai pasiskirstęs (laike ir erdvėje) pagal kiekvieną geografinę sritį.

Bendras TRX kiekis tinkle (N_{TRX} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$N_{TRX} = \left[N_{TRX/Se} \times N_{Total}^{Se} \right] \quad (43)$$

$$N_{TRX/Se} = N_{TRX/Se}(macro) + N_{TRX/Se}(micro) + N_{TRX/Se}(pico) \quad (44)$$

$$N_{Total}^{Se} = \sum_{i=1}^3 i \times N_{iSe}^{Si} \quad (45)$$

Paaiškinimai:

$N_{TRX/Se}$ – Vidutinis TRX kiekis viename sektoriuje, vienetai. Žiūrėkite formulėse Nr. 40, 41 ir 42

N_{Total}^{Se} – Bendras sektorių skaičius tinkle, vienetai;

N_{iSe}^{Si} – I sektorius, turinčių BTS aikštelių skaičius tinkle, vienetai. Šis dydis apskaičiuojamas bendrą aikštelių skaičių dauginant iš atitinkamų proporcijų (%) pagal sektorių skaičių.

i – Indeksas, nurodantis sektorių skaičių bazinės stoties aikštelėje (vienas, du ar trys).

7.4. UMTS bazinė stotis

UMTS tinkle pirmas analizuojamas bazinių stočių sistemos elementas yra UMTS bazinė stotis. Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra UMTS bazinių stočių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą. Visi UMTS bazinių stočių skaičiavimai suskaidomi pagal geografines sritis.

UMTS bazinių stočių skaičiavimo algoritmas sudaromas atsižvelgiant į 2010 metų paslaugų (vaizdo ir duomenų perdavimo) srautų apimtį prognozes. Taip pat remiantis minėtomis prognozėmis daromos tokios (efektyviai veikiančiai UMTS bazinei stotčiai) prielaidos dėl sektoriaus perdavimo spartos (C_{\min}^{Se}) ir maksimalaus ląstelės aprėpties spindulio (R_{UMTS}) (3 sektorių UMTS bazinėms stotims):

Miesto srityje: $R_{UMTS} = 0,45$ km, $C_{\min}^{Se} = 512$ kbit/s.

Priemiesčio srityje: $R_{UMTS} = 0,80$ km, $C_{\min}^{Se} = 256$ kbit/s.

Kaimo srityje: $R_{UMTS} = 4,70$ km, $C_{\min}^{Se} = 256$ kbit/s.

Daroma prielaida, kad BU-LRAIC modelyje efektyviai veikiančio HSDPA sektoriaus perdavimo sparta (C_{HSDPA}^{Se}) lygi 1024 kbit/s. Taip pat daroma prielaida, kad sektoriaus pajėgumas UMTS tinkle vaizdo skambučiams (C_V^{Erl}) yra 28 erlangai.

Aprėpties reikalavimai

UMTS tinklo aprėpties teritorija suskaidoma į 7.2. *Bazinė stotis* skyriaus pradžioje apibrėžtas geografines sritis.

Mažiausias UMTS bazinis stočių kiekis, atitinkantis nagrinėjamo tinklo aprėpties reikalavimus (N_{COV}^{SiB} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau nurodytomis formulėmis:

$$N_{COV}^{SiB} = \left\lceil \frac{bA_C}{bA_C^c} \right\rceil \quad (46)$$

$$bA_C^c = 1.5 \times \sqrt{3} \times R_{UMTS}^2 = 2.6 \times R_{UMTS}^2 \quad (47)$$

Paaiškinimai:

bA_C – Tam tikros geografinės srities aprėpties plotas UMTS tinkle, km². Šis dydis apskaičiuojamas tam tikros geografinės srities ploto UMTS tinkle proporciją (%) dauginant iš UMTS tinklo aprėpties ploto.

bA_C^c – Vienos ląstelės aprėpties plotas UMTS tinkle, km²;

R_{UMTS} – Maksimalus ląstelės aprėpties spindulys, km. Prielaidos dėl spindulių dydžių pateiktos aukščiau šio skyrelio pradžioje.

Ląstelės aprėpties ploto formulė paremta šešiakampio ploto skaičiavimo formule.

Tinklo paslaugų srautas

UMTS tinklo bazinė perdavimo sparta (C_{UMTS} , kbit/s), galinti aptarnauti tinklo paketinių duomenų srautus, apskaičiuojama remiantis žemiau pateikta formule:

$$C_{UMTS} = \frac{BHMB_{UMTS}}{60 \times 60} \times 8 \times 1000 \quad (48)$$

Paaiškinimai:

$BHMB_{UMTS}$ – Paketinių duomenų perdavimo srautas piko laiku UMTS tinkle, MB. Šis dydis yra UMTS tinklo paslaugų srauto dalis pagal tam tikras geografines sritis ir ląstelių tipus (makro, mikro ir piko) ir apskaičiuojamas formulėje Nr. 22

Dalyba iš 60 ir 60 yra sekundžių perskaičiavimas į valandas, daugyba iš 8 yra baitų perskaičiavimas į bitus ir daugyba iš 1000 yra megabaitų perskaičiavimas į kilobaitus.

Sektorių kiekis (N_{CAP}^{SeB} , vienetai), reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle apskaičiuojamas remiantis žemiau formulėje pateiktu principu:

$$N_{CAP}^{SeB} = \left(\frac{C_{UMTS}}{C_{min}^{Se}} + \frac{BHE_V}{C_V^{Erl}} \right) \times LU \quad (49)$$

Paaiškinimai:

C_{UMTS} – UMTS tinklo bazinė perdavimo sparta, kbit/s. Žiūrėti formulėje Nr. 48

C_{\min}^{Se} – Sektoriaus perdavimo sparta piko laiku, kbit/s. Prielaidos dėl perdavimo spartos pateiktos aukščiau šio skyrelio pradžioje.

LU – Ląstelės panaudojimo rezervas piko laiku, %. Daroma prielaida, kad BU-LRAIC modelyje UMTS tinklo ląstelės panaudojimo rezervas piko laiku išnaudojamas 120 %.

BHE_V – vaizdo skambučių paklausa UMTS tinkle, BHE. Apskaičiuotas remiantis 18 formulėje pateiktu principu.

C_V^{ErI} – sektoriaus pajėgumas balso skambučiams, BHE. Prielaidą dėl šio dydžio pateiktą aukščiau šio skyrelio pradžioje.

UMTS bazinių stočių kiekis (N_{CAP}^{SiB} , vienetai), reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą UMTS tinkle apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$N_{CAP}^{SiB} = \sum_{i=1}^3 N_{iSeB}^{SiB} \quad (50)$$

$$N_{iSeB}^{SiB} = \frac{N_{iCAP}^{SeB}}{i} \quad (51)$$

Paaiškinimai:

N_{iCAP}^{SeB} – Sektorių kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą UMTS tinkle, išskirtas pagal sektorizacijos lygį (vienas, du ar trys), vienetai. Šis dydis apskaičiuojamas bendrą sektorių (N_{CAP}^{SeB} , žiūrėti formulėje Nr. 49) skaičių dauginant iš atitinkamų proporcijų (%) pagal sektorizacijos lygį.

N_{CAP}^{SiB} – UMTS bazinių stočių kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą UMTS tinkle, vienetai;

N_{iSeB}^{SiB} – I sektorius turinčių UMTS bazinių stočių kiekis, vienetai.

i – Indeksas, nurodantis sektorių skaičių bazinės stoties aikštelėje (vienas, du ar trys).

Bendras bazinių stočių kiekis UMTS tinkle

Galiausiai, bendras UMTS bazinių stočių kiekis (N_{Total}^{SiB} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$N_{Total}^{SiB} = N_{CAP}^{SiB} + Adj \quad (52)$$

$$Adj = \frac{N_{COV}^{SiB} - N_{CAP}^{SiB}}{2} \quad (53)$$

Paaiškinimai:

N_{CAP}^{SiB} – Bazinių stočių kiekis, atitinkantis UMTS tinklo aprėpties reikalavimus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 50

N_{COV}^{SiB} – Bazinių stočių kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 46

Adj – Koregavimas pagal planavimo prielaidas (Node B kiekis), vienetai.

Node B kiekis, atitinkantis nagrinėjamo tinklo aprėpties reikalavimus ir kiekis, reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle yra priklausantys vienas nuo kito dydžiai, todėl skaičiuojant bendrą UMTS bazinių stočių kiekį taikomas koregavimas, o ne didesnės reikšmės iš minėtų dviejų kiekių įvertinimas, kaip yra BTS kiekio skaičiavimuose.

Daroma prielaida, kad visos UMTS bazinės stotys palaiko HSDPA duomenų perdavimo technologiją.

7.5. Bazinių stočių aikštelės

Norint BU-LRAIC modelyje sudaryti bendrą judriojo telefono ryšio tinklą abiemis UMTS ir GSM tinklams reikia įvertinti mažiausią reikiamą aikštelių kiekį, kad būtų aptarnauti abiejų tinklų paslaugų srautai. Aikštelės išskaidomos į tokiu tipus:

- Miesto makro ląstelė (vieno sektoriaus);
- Miesto makro ląstelė (2 sektorių);
- Miesto makro ląstelė (3 sektorių);
- Priemiesčio makro ląstelė (vieno sektoriaus);
- Priemiesčio makro ląstelė (2 sektorių);
- Priemiesčio makro ląstelė (3 sektorių);
- Priemiesčio makro ląstelė (vieno sektoriaus);
- Priemiesčio makro ląstelė (2 sektorių);
- Priemiesčio makro ląstelė (3 sektorių);
- Visos mikro ląstelės;

- Visos piko ląstelės.

Bendras aikštelių kiekis (N_{SI} , vienetai) visame judriojo telefono ryšio tinkle apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{SI} = \sum_i \text{Max}(N_i^{Si}; N_i^{SiB}) \quad (54)$$

Paaiškinimai:

N_i^{Si} – Tam tikro tipo aikštelių kiekis GSM tinkle, vienetai;

N_i^{SiB} – Tam tikro tipo aikštelių kiekis UMTS tinkle, vienetai;

i – Indeksas, nurodantis aikštelės tipą.

7.6. Bazinės stoties valdiklis

Bazinės stoties valdiklis susideda iš dviejų dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Bazinės stoties valdiklio plėtinys (TRX).

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra bazinės stoties valdiklio pagrindinės dalies ir plėtinių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą. Paklausos kintamasis abejoms dalims yra TRX kiekis.

Bendras BSC pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu patektu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamasis TRX kiekis.

7.7. Perkodavimo valdiklis

Perkodavimo valdiklis (TRC) susideda iš dviejų dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Perkodavimo valdiklio plėtinys (E1 A sąsajos).

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra perkodavimo valdiklio pagrindinių dalių ir plėtinių E1 kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą. Paklausos kintamasis abejoms dalims yra bendras 2 Mbit/s jungčių perdavimo pajėgumas/talpa (C_L , E1 A sąsajų kiekis). Bendra 2 Mbit/s jungčių perdavimo sparta apskaičiuojama remiantis žemiau pateikta formule:

$$C_L = \rho_c \times \frac{TH_{GSM}}{C_b} \times \frac{BHE_{GSM} - BHE_{PD}}{BHE_{GSM}} \quad (55)$$

Paaiškinimai:

TH_{GSM} – Bendras perkodavimo valdiklio pralaidumas, kbit/s. Žiūrėti formulėje Nr. 93

C_b – Bazinė 2 Mbit/s mikrobangos talpa, kbit/s.

ρ_C – TRC pralaidumo suspaudimo koeficientas, lygus 4.

BHE_{GSM} – GSM tinklo paslaugų paklausa, BHE. Žiūrėti formulėje Nr. 19

BHE_{PD} – GSM tinklo paketinių duomenų perdavimo paklausa, BHE. Apskaičiuotas remiantis 18 formulėje pateiktu principu.

Daroma prielaida, kad bazinė 2 Mbit/s mikrobangos talpa yra 2048 kbit/s.

Toliau, kaip ir BSC atveju, TRC pagrindinių dalių ir E1 plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamasis – bendra 2 Mbit/s jungčių perdavimo sparta A sąsaja.

7.8. Radijo tinklo valdiklis

Kitas žingsnis vertinant bazinių stočių sistemos pajėgumus, yra radijo tinklo valdiklio kiekio (RNC) apskaičiavimas. RNC susideda iš šių dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Plėtiniai:
 - Iub jungtys;
 - Sektoriai;
 - Bazinių stočių aikštelės.

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra radijo tinklo valdiklio pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

Pagrindinių RNC dalių kiekis tai toks minimalus RNC kiekis, kuris patenkina Iub jungčių kiekio, sektorių kiekio ir aikštelių kiekio poreikio reikalavimus.

Bendras RNC pagrindinių dalių kiekis (BU_{RNC} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BU_{RNC} = \left[\text{Max} \left(\frac{TH_{Iub}}{C_{Iub}}; \frac{N_{Total}^{SeB}}{C_{RNC}^{Se}}; \frac{N_{Total}^{SiB}}{C_{RNC}^{Si}} \right) \right] \quad (56)$$

$$N_{Total}^{SeB} = \sum_{i=1}^3 i \times N_{iSe}^{SiB} \quad (57)$$

Paaiškinimai:

TH_{lub} – lub jungties pralaidumas, Mbit/s. Toks pats dydis kaip ir TH_{UMTS} , žiūrėti formulėje Nr. 91

C_{lub}^{ψ} – RNC maksimalus darbinis pajėgumas palaikyti lub sąsajos perdavimo spartą, Mbit/s. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

N_{Total}^{SeB} – Bendras sektorių skaičius UMTS tinkle, vienetai;

C_{RNC}^{Se} – RNC maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti sektorių kiekį, vienetai. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

N_{Total}^{SiB} – Bendras Node B skaičius UMTS tinkle, vienetai;

C_{RNC}^{Si} – RNC maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti aikštelių kiekį, vienetai. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

N_{iSe}^{SiB} – I sektorius, turinčių bazinių stočių UMTS tinkle kiekis, vienetai. Šis dydis apskaičiuojamas bendrą aikštelių skaičių dauginant iš atitinkamų proporcijų (%) pagal sektorių skaičių.

i – Indeksas, nurodantis sektorių skaičių bazinės stoties aikštelėje (vienas, du ar trys).

RNC plėtiniai – lub jungčių plėtinys, sektorių plėtinys ir aikštelių plėtinys – apskaičiuojami, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji atitinkamai lub jungčių pralaidumas, sektorių skaičius, Node B aikštelių skaičius.

7.9. Judriojo telefono ryšio komutacinė stotis

Pirmosios pagrindinio tinklo architektūros alternatyvos atveju (žiūrėti skyrių 2.6 *Technologinis pagrindas*) modeliuojama judriojo telefono ryšio komutacinė stotis (MSC).

Visas balso paslaugų srautas aptarnaujamas MSC, kuri susideda iš šių dalių:

- Pagrindinė dalis (techninė ir programinė įranga);
- MSC plėtiniai:
 - Procesoriaus plėtinys;
 - Abonentų vietos registro (VLR), mobiliojo įrenginio atpažinimo registro (EIR) plėtinys;
 - Signalizavimo sistemos (SS7) plėtinys;
 - Magistralinių lizdų plėtinys;
 - Įeinantys/Išeinantys (angl. Input/Output) įrenginiai.

Pagrindinių MSC dalių kiekis tai toks minimalus MSC kiekis, kuris patenkina:

1. Minimalius tinklo reikalavimus;
2. Perjungimo dalies pajėgumus (CPU dalis);
3. Lizdų skaičių komutacinėje stotyje;
4. Abonentų skaičių (VLR, EIR dalis).

Kiekvienos MSC dalies kiekio apskaičiavimo algoritmai pateikiami toliau.

Daroma prielaida, kad tinkle turi būti bent dvi komutacinės stotys tam, kad atitiktų minimalius tinklo reikalavimus. Ši prielaida daroma saugumo tikslais, pvz.: jei vienas MSC sugestų, kitas aptarnautų tinklo srautus.

MSC kiekis (BU_{MSC}^C , vienetai), reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus (procesoriaus dalis (CPU)) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BU_{MSC}^C = \frac{N_{BHCA}}{C_{CPU}} \quad (58)$$

$$C_{CPU} = C_{MSC,s}^{\psi} \times N_{CPU/MS} \quad (59)$$

Paaiškinimai:

N_{BHCA} – Skambučių kiekis piko laiku, BHCA. Žiūrėti formulėje Nr. 2

$C_{MSC,s}^{\psi}$ – MSC maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti piko laiko skambučių kiekius, BHCA.

Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

C_{CPU} – MSC procesoriaus pajėgumas, BHCA;

$N_{CPU/MS}$ – Procesorių skaičius komutacinėje stotyje, vienetai.

Pagal numatytąją konfigūraciją komutacinėje stotyje dažniausiai įrengiamas vienas procesorius, todėl BU-LRAIC modelyje daroma prielaida, kad komutacinėje stotyje yra vienas procesorius.

MSC kiekis (BU_{MSC}^P , vienetai), reikalingas patenkinti lizdų kiekio pajėgumus, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MSC}^P = \frac{N_p}{C_{MSC,p}^{\psi}} \quad (60)$$

Paaiškinimai:

N_p – Bendras reikalaujamų lizdų kiekis, vienetai;

$C_{MSC,p}^{\psi}$ – MSC maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti lizdų kiekius, lizdai. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

Bendras reikalingų lizdų kiekis (N_p , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_p = p_{BSC} + p_{ic} + p_{is} \quad (61)$$

Paaiškinimai:

p_{BSC} – į BSC nukreipti lizdai, vienetai;

p_{ic} – Lizdų, naudojamų sujungti tinklus skaičius, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 62

p_{is} – į MSC nukreipti ir tandeminiai lizdai (2 Mbit/s), vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 64

Nukreiptų į BSC lizdų kiekis lygus 2 Mbit/s jungčių pajėgumui (E1 A sąsajų kiekis), kuris apskaičiuotas skyriuje 7.7. *Perkodavimo valdiklis*, žiūrėti formulėje Nr. 55

Lizdų, naudojamų sujungti tinklus kiekis (p_{ic} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$p_{ic} = T_{ic} \times \frac{1}{0.7} \times \frac{1}{31} \quad (62)$$

Paaiškinimai:

T_{ic} – Tinklų sujungimo srautas, BHE.

Dalyba iš 0,7 atspindi BHE perskaičiavimą į kanalų skaičių, o dalyba iš 31 atspindi kanalų perskaičiavimą į 2 Mbit lizdų skaičių.

Tinklų sujungimo srautas (T_{ic} , BHE) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_{ic} = M_{Total} + SMS_{Total} \quad (63)$$

Paaiškinimai:

M_{Total} – Bendras minučių srautas tarp komutacinės stoties ir tinklų sujungimo taško, BHE;

SMS_{Total} – Bendras SMS žinučių srautas tarp komutacinės stoties ir tinklų sujungimo taško, BHE.

Nukreiptų į MSC ir tandeminių lizdų (2 Mbit/s) kiekis (p_{is} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$p_{is} = T_{is} \times \frac{1}{0.7} \times \frac{1}{31} \quad (64)$$

Paaiškinimai:

T_{is} – Nukreiptų į MSC ir tandeminių lizdų (2 Mbit/s) srautas, BHE. Žiūrėti formulėje Nr. 65

Dalyba iš 0,7 atspindi BHE perskaičiavimą į kanalų skaičių, o dalyba iš 31 atspindi kanalų perskaičiavimą į 2 Mbit lizdų skaičių.

Nukreiptų į MSC ir tandeminių lizdų srautas (T_{is} , BHE) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_{is} = M_{ON} + SMS_{ON} \quad (65)$$

Paaiškinimai:

M_{ON} – Bendras minučių srautas savame tinkle komutacinėje stotyje, BHE;

SMS_{ON} – Bendras SMS žinučių srautas savame tinkle komutacinėje stotyje, BHE.

MSC kiekis (BU_{MSC}^S , vienetai), reikalingas patenkinti abonentų kiekio pajėgumus (VLR, EIR dalis), apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MSC}^S = \frac{N_{Sub}^{GSM}}{C_{MSC,sub}^{\psi}} \quad (66)$$

Paaiškinimai:

N_{Sub}^{GSM} – GSM tinklo abonentai, vienetai;

$C_{MSC,sub}^{\psi}$ – MSC maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti abonentų kiekį, abonentai.

Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

Bendras MSC pagrindinės dalies kiekis (BU_{MSC} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MSC} = \text{Max}(BU_{MSC}^C; BU_{MSC}^P; BU_{MSC}^S) \quad (67)$$

Paaiškinimai:

BU_{MSC}^C – MSC kiekis, reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 58

BU_{MSC}^P – MSC kiekis, reikalingas patenkinti lizdų kiekio pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 60

BU_{MSC}^S – MSC kiekis, reikalingas patenkinti abonentų kiekio pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 66

MSC plėtiniai skaičiuojami šioms dalims:

- Procesoriui;
- VLR, EIR;
- Signalizavimo sistemai (SS7);
- Magistraliniams lizdams.

Paklausos kintamasis procesoriaus daliai yra skambučių kiekis piko laiku (BHCA), VLR, EIR – GSM abonentų skaičius, SS7 – SS7 jungčių kiekis, magistralinių lizdų daliai – bendras reikalaujamų lizdų skaičius komutacinėje stotyje.

SS7 jungčių kiekis apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{SS7} = \frac{P_{is} + P_{ic}}{N_{p/SS7}} \quad (68)$$

Paaiškinimai:

P_{is} – Nukreiptų į MSC ir tandeminių lizdų (2 Mbit) kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 64

P_{ic} – Lizdų, naudojamų sujungti tinklus kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 62

$N_{p/SS7}$ – Magistralinių lizdų skaičius per vieną SS7 jungtį, vienetai.

Daroma prielaida, kad magistralinių lizdų skaičius per vieną SS7 jungtį lygus 16.

Įeinančių/išeinančių įrenginių komplektų kiekis lygus pagrindinės MSC dalies kiekiui, nes įeinantys/išeinantys įrenginiai yra MSC pagrindinės dalies konfigūracijos dalis.

MSC plėtiniai – procesoriaus plėtinys, VLR ir EIR plėtinys, magistralinių lizdų plėtinys ir SS7 plėtinys – apskaičiuojami, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji, atitinkamai, yra BHCA, abonentų skaičius, SS7 jungčių kiekis ir bendras reikalaujamų lizdų kiekis komutacinėje stotyje.

7.10. MSC tarnybinė stotis

Antrosios pagrindinio tinklo architektūros alternatyvos atveju (žiūrėti skyrių 2.6 *Technologinis pagrindas*) modeliuojama MSC tarnybinė stotis (MSS).

MSS aptarnauja vaizdo ir balso paslaugų srautus. Kadangi MSS yra srauto valdymo elementas pagrindiniame tinkle ir paslaugų srautas per jį neina, jo skaičiavimai priklauso tik nuo skambučių kiekio tinkle.

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra MSS pagrindinių dalių ir plėtinių kiekių, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

Pagrindinių MSS dalių kiekis tai toks minimalus MSS kiekis, kuris patenkina minimalius tinklo reikalavimus ir perjungimo dalies pajėgumus (CPU dalis).

Daroma prielaida, kad tinkle turi būti bent viena MSC tarnybinė stotis tam, kad atitiktų minimalius tinklo reikalavimus.

MSS kiekis (BU_{MSS}^C , vienetai), reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus (procesoriaus dalis (CPU)) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BU_{MSS}^C = \frac{N_{BHCA}}{C_{CPU}} \quad (69)$$

$$C_{CPU} = C_{MSS,s}^{\psi} \times N_{CPU/MSS} \quad (70)$$

Paaiškinimai:

N_{BHCA} – Skambučių kiekis piko laiku, BHCA. Žiūrėti formulėje Nr. 2

$C_{MSS,s}^{\psi}$ – MSS maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti piko laiko skambučių kiekį, BHCA. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

C_{CPU} – MSS procesoriaus pajėgumas, BHCA.

$N_{CPU/MSS}$ – Procesorių skaičius MSC tarnybinėje stotyje, vienetai.

Pagal numatytąją konfigūraciją MSC tarnybinėje stotyje dažniausiai įrengiamas vienas procesorius, todėl BU-LRAIC modelyje daroma prielaida, kad komutacinėje stotyje yra vienas procesorius.

Bendras MSS pagrindinės dalies kiekis (BU_{MSS} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MSS} = \text{Max}(BU_{MSS}^{\min}; BU_{MSS}^c) \quad (71)$$

Paaiškinimai:

BU_{MSS}^{\min} – MSS kiekis, reikalingas patenkinti minimalius tinklo reikalavimus, vienetai. Prielaida apie kiekį pateikta šio skyrelio pradžioje.

BU_{MSS}^c – MSS kiekis, reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 69

MSS plėtinių kiekis apskaičiuojamas remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamasis yra BHCA.

7.11. Terpių sąsaja

Taip kaip ir MSS, antrosios pagrindinio tinklo architektūros alternatyvos atveju (žiūrėti skyrių 2.6 *Technologinis pagrindas*) modeliuojama terpių sąsaja (MGW). MGW aptarnauja vaizdo ir balso paslaugų srautus.

MGW susideda iš tokių dalių:

- Pagrindinė dalis (techninė ir programinė įranga);
- MGW plėtiniai:
 - Procesoriaus plėtinys;
 - Magistralinių lizdų plėtinys.

Pagrindinių MGW dalių kiekis tai toks minimalus MGW kiekis, kuris patenkina:

1. Minimalius tinklo reikalavimus;
2. Perjungimo dalies pajėgumus (CPU dalis);
3. Lizdų skaičių terpių sąsajoje;

Kiekvienos MGW dalies kiekio apskaičiavimo algoritmai pateikiami toliau.

Daroma prielaida, kad tinkle turi būti bent viena terpių sąsaja tam, kad atitiktų minimalius tinklo reikalavimus.

MGW kiekis (BU_{MGW}^C , vienetai), reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus (procesoriaus dalis (CPU)) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BU_{MGW}^C = \frac{N_{BHCA}}{C_{CPU}} \quad (72)$$

$$C_{CPU} = C_{MGW,s}^{\psi} \times N_{CPU/MGW} \quad (73)$$

Paaiškinimai:

N_{BHCA} – Skambučių kiekis piko laiku, BHCA. Žiūrėti formulėje Nr. 2

$C_{MGW,s}^{\psi}$ – MGW maksimalus MGW darbinis pajėgumas aptarnauti piko laiko skambučių kiekį, BHCA. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

C_{CPU} – MGW procesoriaus pajėgumas, BHCA;

$N_{CPU/MGW}$ – Procesorių skaičius terpių sąsajoje, vienetai.

Pagal numatytąją konfigūraciją terpių sąsajoje dažniausiai įrengiamas vienas procesorius, todėl BU-LRAIC modelyje daroma prielaida, kad komutacinėje stotyje yra vienas procesorius.

MGW kiekis (BU_{MGW}^P , vienetai), reikalingas patenkinti lizdų kiekio pajėgumus, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MGW}^P = \frac{N_{MGW}^P}{C_{MGW,p}^\psi} \quad (74)$$

Paaiškinimai:

N_{MGW}^P – Bendras reikalaujamų lizdų kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 75

$C_{MGW,p}^\psi$ – MGW maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti lizdų kiekį, lizdai. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

Bendras reikalingų lizdų kiekis (N_{MGW}^P , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{MGW}^P = p_{RNC} + p_{ic}^{mgw} + p_{is}^{mgw} \quad (75)$$

Paaiškinimai:

p_{RNC} – Į RNC nukreipti lizdai, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 76

p_{ic}^{mgw} – Lizdų, naudojamų sujungti tinklus skaičius terpių sąsajoje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 78

p_{is}^{mgw} – Į MGW nukreipti ir tandeminiai lizdai (2 Mbit/s), vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 80

Nukreiptų į RNC lizdų kiekis (p_{RNC} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$p_{RNC} = T_{RNC} \times \frac{1}{0.7} \times \frac{1}{31} \quad (76)$$

Paaiškinimai:

T_{RNC} – RNC-MGW srautas, BHE.

Dalyba iš 0,7 atspindi BHE perskaičiavimą į kanalų skaičių, o dalyba iš 31 atspindi kanalų perskaičiavimą į 2 Mbit lizdų skaičių.

RNC-MGW srautas (T_{RNC} , BHE) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_{RNC} = M_{Total} + VM_{Total} + SMS_{Total} + MMS_{Total} \quad (77)$$

Paaiškinimai:

M_{Total} – Bendras balso minučių srautas radijo tinklo valdiklyje, BHE;

VM_{Total} – Bendras vaizdo minučių srautas radijo tinklo valdiklyje, BHE;

SMS_{Total} – Bendras SMS žinučių srautas radijo tinklo valdiklyje, BHE;

MMS_{Total} – Bendras MMS žinučių srautas radijo tinklo valdiklyje, BHE.

Lizdų, naudojamų sujungti tinklus kiekis (p_{ic}^{mgw} , vienetai) terpių sąsajoje apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$p_{ic}^{mgw} = T_{ic}^{mgw} \times \frac{1}{0.7} \times \frac{1}{31} \quad (78)$$

Paaiškinimai:

T_{ic}^{mgw} – Tinklų sujungimo srautas terpių sąsajoje, BHE.

Dalyba iš 0,7 atspindi BHE perskaičiavimą į kanalų skaičių, o dalyba iš 31 atspindi kanalų perskaičiavimą į 2 Mbit lizdų skaičių.

Tinklų sujungimo srautas (T_{ic}^{mgw} , BHE) terpių sąsajoje apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_{ic} = M_{Total} + MV_{Total} + SMS_{Total} + MMS_{Total} \quad (79)$$

Paaiškinimai:

M_{Total} – Bendras minučių srautas tarp terpių sąsajos ir tinklų sujungimo taško, BHE;

VM_{Total} – Bendras vaizdo minučių srautas tarp terpių sąsajos ir tinklų sujungimo taško, BHE;

SMS_{Total} – Bendras SMS žinučių srautas tarp terpių sąsajos ir tinklų sujungimo taško, BHE;

MMS_{Total} – Bendras MMS žinučių srautas tarp terpių sąsajos ir tinklų sujungimo taško, BHE.

Nukreiptų į MGW ir tandeminių lizdų (2 Mbit/s) kiekis (p_{is}^{mgw} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$p_{is}^{mgw} = T_{is}^{mgw} \times \frac{1}{0.7} \times \frac{1}{31} \quad (80)$$

Paaiškinimai:

T_{is}^{mgw} – Nukreiptų į MGW ir tandeminių lizdų (2 Mbit/s) srautas, BHE.

Dalyba iš 0,7 atspindi BHE perskaičiavimą į kanalų skaičių, o dalyba iš 31 atspindi kanalų perskaičiavimą į 2 Mbit lizdų skaičių.

Nukreiptų į MGW ir tandeminių lizdų srautas (T_{is}^{mgw} , BHE) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$T_{is}^{mgw} = M_{ON} + VM_{ON} + SMS_{ON} + MMS_{ON} \quad (81)$$

Paaiškinimai:

M_{ON} – Bendras balso minučių srautas savame tinkle terpių sąsajoje, BHE;

VM_{ON} – Bendras vaizdo minučių srautas savame tinkle terpių sąsajoje, BHE;

SMS_{ON} – Bendras SMS žinučių srautas savame tinkle terpių sąsajoje, BHE;

MMS_{ON} – Bendras MMS žinučių srautas savame tinkle terpių sąsajoje, BHE.

Bendras MGW pagrindinės dalies kiekis (BU_{MGW} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{MGW} = \text{Max}(BU_{MGW}^{\min}; BU_{MGW}^c; BU_{MGW}^p) \quad (82)$$

Paaiškinimai:

BU_{MGW}^{\min} – MGW kiekis, reikalingas patenkinti minimalius tinklo reikalavimus, vienetai. Prielaida apie minimalų MGW kiekį pateikta šio skyrelio pradžioje.

BU_{MGW}^c – MGW kiekis, reikalingas patenkinti perjungimo dalies pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 72

BU_{MGW}^p – MGW kiekis, reikalingas patenkinti lizdų kiekio pajėgumus, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 74

MGW plėtiniai – procesoriaus plėtinys ir magistralinių lizdų plėtinys – apskaičiuojami, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji, atitinkamai, yra BHCA ir bendras reikalaujamų lizdų kiekis terpių sąsajoje.

7.12. Trumpųjų žinučių centras ir vaizdo žinučių centras

Toliau vertinant tinklo sistemos pajėgumus, modeliuojamas trumpųjų žinučių centras (SMSC) ir vaizdo žinučių centras (MMSC). Kiekvienas SMSC ir MMSC susideda iš dviejų dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Plėtiniai.

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra SMSC ir MMSC pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

SMSC ir MMSC kiekis BU-LRAIC modelyje apskaičiuojamas remiantis vienodomis inžinerinėmis taisyklėmis, todėl pateikiamas bendras skaičiavimų algoritmas.

Paklausos kintamasis abiejų žinučių centrų skaičiavimams yra žinučių kiekis piko laiku per sekundę ($M_{MS/s}$, žinutės/s). Jis apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{MS/s} = \frac{1}{60} \times \frac{T_{MS}}{f_{MS}} \quad (83)$$

Paaiškinimai:

f_{MS} – Žinučių perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas. Žiūrėti formules Nr. 8 ir 9.

T_{MS} – Bendras ekvivalentinių minučių kiekis žinutėms centre per vieną minutę piko laiku, minutės.

Bendras SMSC ir MMSC pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji – atitinkamai SMS ir MMS kiekis piko metu.

7.13. Paketų kontrolės blokas ir GPRS paslaugų mazgas

Kiekvienas paketų kontrolės blokas (PCU) ir GPRS paslaugų mazgas (SGSN) susideda iš dviejų dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Plėtiniai.

Šiame skyrelyje pateikiamo skaičiavimo algoritmo rezultatas yra PCU ir SGSN pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis, reikalingas aptarnauti tinklo paklausą.

Skaičiuojant pagrindinių PCU dalių kiekį pirmiausia įvertinamas Gb jungties pralaidumas (TH_{Gb} , Mbit/s), kuris apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{Gb} = \frac{1}{60} \times \frac{\max(BHE_{PDU}; BHE_{PDD})}{f_{GSM}} \quad (84)$$

Paaiškinimai:

BHE_{PDU} – Bendras ekvivalentinių minučių kiekis paketinio duomenų perdavimui aukštyn (megabaitai) GSM tinkle per minutę piko laiku, minutės. Apskaičiuotas remiantis 18 formulėje pateiktu principu.

BHE_{PDd} – Bendras ekvivalentinių minučių kiekis paketinio duomenų perdavimui žemyn (megabaitai) GSM tinkle per minutę piko laiku, minutės. Apskaičiuotas remiantis 18 formulėje pateiktu principu.

f_{GSM} – GSM tinklo duomenų perdavimo perskaičiavimo į ekvivalentines minutes koeficientas. Žiūrėti formulėje Nr. 11

Pagrindinės PCU dalies kiekis apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{PCU} = \max \left(\left[\frac{TH_{Gb}}{C_{PCU}^{\psi}} \right]; BU_{RNC} + BU_{BSC} \right) \quad (85)$$

Paaiškinimai:

TH_{Gb} – Gb jungties pralaidumas, Mbit/s. Žiūrėti formulėje Nr. 84

C_{PCU}^{ψ} – PCU maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti perdavimo spartą, Mbit/s. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

BU_{RNC} – Pagrindinių RNC dalių kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 56

BU_{BSC} – Pagrindinių BSC dalių kiekis, vienetai. Apskaičiuotas remiantis 7.6 Bazinės stoties valdiklis skyrelyje pateiktu algoritmu.

SGSN pagrindinės dalies kiekio skaičiavimuose pirmiausia apskaičiuojamas Gb jungties paketinis pralaidumas piko laiku (TH_{Gbp} , BH paketai/s) remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{Gbp} = \frac{10^6}{8} \times \frac{TH_{Gb}}{\alpha_{b/p}} \quad (86)$$

Paaiškinimai:

TH_{Gb} – Gb jungties pralaidumas, Mbit/s. Žiūrėti formulėje Nr. 84

$\alpha_{b/p}$ – Vidutiniškai baitų vienam paketui, baitai;

Daroma prielaida, kad $\alpha_{b/p}$ yra 650 baitai.

SGSN pagrindinės dalies kiekis (BU_{SGSN} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$BU_{SGSN} = \left[\frac{TH_{Gbp}}{C_{SGSN}^{\psi}} \right] \quad (87)$$

Paaiškinimai:

TH_{Gbp} – Gb jungties pakietinis pralaidumas piko laiku, BH paketai/s. Žiūrėti formulėje Nr. 86

C_{SGSN}^{ψ} – SGSN maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti piko laiko paketų srautą, BH paketai/s.

Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

PCU ir SGSN plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji – atitinkamai Gb jungties pralaidumas (Mbit/s) ir Gb jungties pakietinis pralaidumas piko laiku (BH paketai/s).

7.14. Balso pašto paslaugų blokas ir tinklo abonentų registras

Balso pašto paslaugų blokas (VMS) ir tinklo abonentų registras (HLR) susideda iš dviejų dalių:

- Pagrindinė dalis;
- Plėtiniai.

Paklausos kintamasis balso pašto paslaugų blokui yra balso pašto dėžučių skaičius, o tinklo abonentų registro – abonentų kiekis.

Bendras VMS ir HLR pagrindinių dalių ir plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*.

7.15. Paslaugų valdymo taškas (Intelektualus tinklas)

Paslaugų valdymo taškas (SCP) aptarnauja išankstinio apmokėjimo abonentų paslaugų srautus. SCP susideda iš šių dalių:

- Pagrindinė dalis (susijusi su išankstinio apmokėjimo paslauga);
- Plėtiniai:
 - Abonentų dalis;
 - Transakcijų dalis.

Pagrindinių SCP dalių kiekis tai toks minimalus SCP kiekis, kuris patenkina išankstinio apmokėjimo abonentų skaičių ir transakcijų skaičių tinkle. Bendras SCP pagrindinių dalių kiekis (BU_{SCP} , vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateiktomis formulėmis:

$$BU_{SCP} = \text{Max} \left(\frac{N_{pre}}{C_{SCP,sub}^{\psi}}; \frac{N_{Tr/s}}{C_{SCP,Tr}^{\psi}} \right) \quad (88)$$

$$N_{Tr/s} = \frac{N_{pre}}{N_{TSub}} \times \frac{N_{BHCA}}{60} \times \alpha_{t/c} \quad (89)$$

Paaiškinimai:

N_{pre} – Išankstinio apmokėjimo abonentai, vienetai;

$N_{Tr/s}$ – Transakcijų kiekis per sekundę piko laiku, vienetai;

$C_{SCP,sub}^{\psi}$ – SCP maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti abonentų kiekį, abonentų kiekis.

Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

$C_{SCP,Tr}^{\psi}$ – SCP maksimalus darbinis pajėgumas aptarnauti transakcijų kiekį, transakcijos piko laiku per sekundę. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

N_{TSub} – GSM ir UMTS tinklų abonentai, vienetai;

N_{BHCA} – Balso skambučių kiekis piko laiku, BHCA. Žiūrėti formulėje Nr. 2

$\alpha_{t/c}$ – Vidutinis IN transakcijų kiekis per išankstinio apmokėjimo abonentų skambutį (savame tinkle ir išeinantį).

Daroma prielaida, kad $\alpha_{t/c}$ yra 8 transakcijos per skambutį.

SCP plėtinių kiekis apskaičiuojamas, remiantis skaičiavimo algoritmu pateiktu skyriuje 7.1. *Pagrindinės elementų dalys ir jų plėtiniai*, kai paklausos kintamieji – atitinkamai išankstinio apmokėjimo abonentų skaičius ir transakcijų kiekis piko laiku per sekundę.

7.16. Funkcinė tinklo dalis

Funkcinė tinklo dalis (NF) BU-LRAIC modelyje susideda iš tokių dalių:

- Skambučių perkėlimo procedūra (SFH);
- GSM/DCS kontrolė;
- EDGE duomenų perdavimas;
- HSDPA duomenų perdavimas.

BU-LRAIC modelyje daroma prielaida, kad tinklo funkcionalumo dalies komponentų kiekiai lygūs kitų tinklo elementų kiekiui, kurių apskaičiavimo algoritmai pateikti ankstesniuose skyreliuose. Žemiau pateikiama lentelė, kurioje nurodyti atitikmenys tarp elementų arba prielaidos.

12 lentelė. Funkcionalumo elementų atitikmenys

HCC pavadinimas	Atitikmuo, kiekis
SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (Visame tinkle)	Vienas komponentas judriojo telefono tinkle
SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (RNC plėtinys)	Lygu pagrindinių RNC dalių kiekiui

SFH: Skambučių perkėlimo procedūra (NodeB plėtinys)	Lygu UMTS bazinių stočių kiekiui
GSM/DCS: Kontrolė (Visame tinkle)	Vienas komponentas judriojo telefono tinkle
GSM/DCS: Kontrolė (MSC plėtinys)	Lygu pagrindinių MSC dalių kiekiui
GSM/DCS: Kontrolė (BSC plėtinys)	Lygu pagrindinių BSC dalių kiekiui
GSM/DCS: Kontrolė (BTS plėtinys)	Lygu BTS makro ląstelių kiekiui
EDGE: Duomenų perdavimas (Visame tinkle)	Vienas komponentas judriojo telefono tinkle
EDGE: Duomenų perdavimas (MSC plėtinys)	Lygu pagrindinių MSC dalių kiekiui
EDGE: Duomenų perdavimas (BSC plėtinys)	Lygu BTS makro ląstelių kiekiui
EDGE: Duomenų perdavimas (BTS plėtinys)	Lygu pagrindinių BSC dalių kiekiui
HSDPA: Duomenų perdavimas (Visame tinkle)	Vienas komponentas judriojo telefono tinkle
HSDPA: Duomenų perdavimas (RNC plėtinys)	Lygu pagrindinių RNC dalių kiekiui
HSDPA: Skambučių perkėlimo procedūra (NodeB plėtinys)	Lygu UMTS bazinių stočių kiekiui

7.17. Kiti tinklo elementai

Daroma prielaida, kad tinkle yra viena apskaitos sistema (techninė ir programinė įranga), vienas GPRS tinklo sietuvas (GGSN), vienas WAP sietuvas ir viena numerio perkėlimo sistema (techninė ir programinė įranga). Šių elementų kiekių pakanka aptarnauti tinklo paslaugų apimtį.

7.18. Perdavimo tinklas

Perdavimo tinklas jungia atskirtus judriojo telefono ryšio tinklo mazgus (BTS/Node B, BSC/RNC, MSC arba MSS/MGWs) ir taip užtikrina sąlygas signalų perdavimui tam tikrais atstumais. Remiantis judriojo telefono ryšio tinklo topologija, perdavimo tinklas skirstomas į dvi dalis:

- Srauto perdavimo tinklas (angl. *Backhaul transmission*):
 - BTS/Node B – BSC/RNC.
- Pagrindinis perdavimo tinklas:
 - BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW;
 - MSC – MSC arba MGW – MGW.

BU-LRAIC modelyje naudojamos dvi duomenų perdavimo technologijos:

- PDH technologija srauto perdavimo tinkle;
- SDH technologija pagrindiniame perdavimo tinkle. Pagrindiniame perdavimo tinkle taip pat modeliuojamos skirtosios linijos. Skirtosios linijos apibrėžiamos kaip nuomojama perdavimo tinklo technologija.

Toliau šiame skyriuje pateikiami perdavimo tinklo pajėgumų ir technologijų panaudojimo intensyvumo (proporcijų) skaičiavimo algoritmai.

Srauto perdavimo tinklas

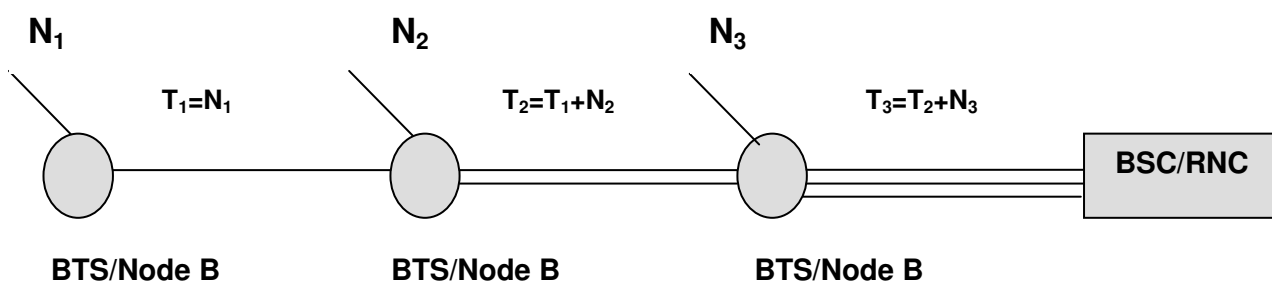
Srauto perdavimo tinklas jungia BTS su BSC (GSM tinklas) ir Node B su RNC (UMTS tinklas). PDH technologija yra naudojama duomenų perdavimui tarp minėtų mazgų. PDH apima šiuos tinklo perdavimo režimus:

- 2 Mbit/s PDH mikrobangos;
- 8 Mbit/s PDH mikrobangos;
- 16 Mbit/s PDH mikrobangos;
- 32 Mbit/s PDH mikrobangos.

Norint apskaičiuoti srauto perdavimo tinklo sąnaudas, turi būti apskaičiuotos kiekvieno PDH tipo proporcijos perdavimo tinkle. Skaičiavimuose remiamasi prielaida, jog BTS/Node B yra sujungti į bendrą perdavimo tinklo jungtį. Tokiu atveju kiekvieno PDH tipo proporcijos perdavimo tinkle nustatomos atsižvelgiant į:

- BTS/Node B skaičių vienoje perdavimo tinklo jungtyje, kuri jungia BSC/RNC ir labiausiai nutolusį BTS/Node B;
- Vidutinis vienos aikštelės generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas.

6 paveikslas iliustruoja perdavimo tinklo jungties tarp BTS/Node B ir BSC/RNC schemą.



$N_1=N_2=N_3$ - Vidutinis aikštelės pralaidumas (kbit/s)

6 paveikslas: Perdavimo tinklo jungties tarp BTS/Node B ir BSC/RNC schema.

Pagrindiniai srauto perdavimo tinklo modeliavimo principai yra šie¹⁰:

- Perdavimo tinklo įranga yra sumodeliuota atsižvelgiant į minimalų įrangos pajėgumo lygį, kuris užtikrina, jog gali aptarnauti esamą duomenų srauto paklausą tarp BTS/Node B ir BSC/RNC.

¹⁰Žiedinėje tinklo struktūroje srautas BSC link juda trumpiausiu keliu, dėl to priimami šie principai.

- Kiekvienas BTS/Node B, priklausantis atitinkamai perdavimo tinklo jungčiai, padidina duomenų srautą perdavimo tinklo jungtyje tam tikru papildomu duomenų kiekiu. Dėl to judant tinklo perdavimo jungtimi BSC/RNC link, didėja perdavimo tinklo jungties apkrovimo lygis, ir atvirkščiai – tolystant nuo BSC/RNC, perdavimo tinklo jungties apkrovimo lygis mažėja.
- Daroma prielaida, jog vidutinis aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje yra trys.

Toliau pateikiamas visų PDH mikrobangų režimų (2 Mbit/s; 8 Mbit/s; 16 Mbit/s; 32 Mbit/s) kiekio apskaičiavimo algoritmas. Kadangi visų PDH mikrobangų režimų kiekio apskaičiavimo logika yra ta pati, pateikiamas bendras algoritmas, tinkantis visiems PDH mikrobangų tipams.

Pirmiausia apskaičiuojamas vidutinis aikštelių pralaidumas (α_{TH} , kbit/s), remiantis žemiau pateikta formule:

$$\alpha_{TH} = \frac{TH_{UMTS} + TH_{GSM}}{N_{SI}} \quad (90)$$

Paaiškinimai:

TH_{UMTS} – Bendras UMTS aikštelių generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas, atsižvelgiant į visus ląstelių, teritorijų ir sektorių tipus, kbit/s;

TH_{GSM} – Bendras GSM aikštelių generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas, atsižvelgiant į visus ląstelių, teritorijų ir sektorių tipus, kbit/s;

N_{SI} – Bendras aikštelių skaičius (GSM ir UMTS), vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 54

TH_{UMTS} yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{UMTS} = \sum_{i,j,k} TH_{i,j,k}^{UMTS} \times N_{i,j,k}^{UMTS} \quad (91)$$

Paaiškinimai:

$TH_{i,j,k}^{UMTS}$ – UMTS aikštelių generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas, kbit/s. Žiūrėti formulėje Nr.

92

$N_{i,j,k}^{UMTS}$ – UMTS aikštelių skaičius, vienetai;

i – Teritorijos tipas;

j – Ląstelės tipas;

k – Sektoriaus tipas.

$TH_{i,j,k}^{UMTS}$ apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{i,j,k}^{UMTS} = \frac{N_{CAP}^{SeB} \times (P_{UMTS} \times C_{min}^{Se} + P_{HSDPA} \times C_{HSDPA}^{Se})}{N_{iSeB}^{Si}} \times i \quad (92)$$

Paaiškinimai:

N_{CAP}^{SeB} - Sektorių kiekis (pagal kiekvieną teritorijos ir ląstelės tipą), reikalingas aptarnauti reikalaujamą paslaugų srautą tinkle, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 49

P_{UMTS} – UMTS duomenų perdavimo dalis UMTS tinkle, %;

P_{HSDPA} – HSDPA duomenų perdavimo dalis UMTS tinkle, %;

C_{min}^{Se} – Sektoriaus perdavimo sparta piko laiku, kbit/s. Prielaidos dėl šio dydžio reikšmių pateiktos skyriaus 7.4 UMTS bazinė stotis pradžioje.

C_{HSDPA}^{Se} – Sektoriaus perdavimo sparta piko laiku – HSDPA, kbit/s. Prielaidos dėl šio dydžio reikšmių pateiktos skyriaus 7.4 UMTS bazinė stotis pradžioje.

N_{iSeB}^{SiB} – I sektorius, turinčių bazinių stočių UMTS tinkle kiekis, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 57

i – 1, 2 arba 3, atitinkamai kai omni sektorius, 2 sektoriai, 3 sektoriai.

TH_{GSM} yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{GSM} = \sum_{i,j,k} TH_{i,j,k}^{GSM} \times N_{i,j,k}^{GSM} \quad (93)$$

Paaiškinimai:

$TH_{i,j,k}^{GSM}$ – GSM aikštelių generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas, kbit/s;

$N_{i,j,k}^{GSM}$ – GSM aikštelių skaičius, vienetai;

i – Teritorijos tipas;

j – Ląstelės tipas;

k – Sektoriaus tipas.

$TH_{i,j,k}^{GSM}$ yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$TH_{i,j,k}^{GSM} = N_{TRX/Se} \times TH^{Se} \times i \quad (94)$$

Paaiškinimai:

$N_{TRX/Se}$ - TRX kiekis viename sektoriuje (atsižvelgiant į visus teritorijos ir ląstelės tipus), apskaičiuotas formulėse Nr. 40, 41, 42, vienetai;

TH^{Se} – TRX pralaidumas, kbit/s; kadangi viename TRX yra 8 kanalai, o vieno kanalo pralaidumas lygus 16 kbit/s, TRX pralaidumus apskaičiuojamas sudauginus 8 (kanalų skaičius) su 16 (vieno kanalo pralaidumu).

i – 1, 2 arba 3, atitinkamai kai omni sektorius, 2 sektoriai, 3 sektoriai.

Toliau apskaičiuojama mikrobangų talpa (C_i^l , kbit/s), remiantis žemiau pateikta formule:

$$C_i^l = C_b \times OA \times N_i^{lc} \quad (95)$$

Paaiškinimai:

C_b – Bazinė 2 Mbit/s mikrobangos talpa, kbit/s. Mbit/s bus perskaičiuojami į kbit/s naudojant daugiklį 1000;

OA – Darbinė Tinklo elemento pajėgumo dalis. Žiūrėti formulėje Nr. 25 (apskaičiuojama remiantis PDH įranga) %;

N_i^{lc} – Skaičius, kuris dauginą bazinę 2 Mbit/s mikrobangos talpą, vienetai;

i – PDH mikrobangų tipai: 2 Mbit/s, 8 Mbit/s, 16 Mbit/s, 32 Mbit/s.

N_i^{lc} vertės yra šios:

- Kai 2 Mbit/s PDH mikrobangos - N_i^{lc} yra 1;
- Kai 8 Mbit/s PDH mikrobangos - N_i^{lc} yra 4;
- Kai 16 Mbit/s PDH mikrobangos - N_i^{lc} yra 8;
- Kai 32 Mbit/s PDH mikrobangos - N_i^{lc} yra 16.

Maksimalus aikštelių skaičius, kurį galima sujungti atitinkamu PDH mikrobangų tipu perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_i^{MAX,sec} = \left\lfloor \frac{C_i^l}{\alpha_{TH}} \right\rfloor \quad (96)$$

Paaiškinimai:

C_i^l – Atitinkamos mikrobangos talpa, kbit/s;

α_{TH} – Vidutinis aikštelės generuojamas perdavimo tinklo apkrovimas, kbit/s. Žiūrėti formulėje Nr. 90

Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti atitinkamu PDH mikrobangų tipu perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas skirtingais algoritmais su kiekvienu PDH mikrobangų tipu. Aikštelių skaičius

(N_2^{sec} , vienetai), kurį galima sujungti 2 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_2^{\text{sec}} = \text{MIN}(N_2^{\text{MAX,sec}}; \alpha_{\text{BTS}}) \quad (97)$$

Paaiškinimai:

$N_2^{\text{MAX,sec}}$ – Maksimalus aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 2 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 96

α_{BTS} – Vidutinis BTS aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida pateikta 73 puslapyje.

Aikštelių skaičius (N_8^{sec} , vienetai), kurį galima sujungti 8 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_8^{\text{sec}} = \text{MIN}(N_8^{\text{MAX,sec}}; \alpha_{\text{BTS}}) - N_2^{\text{sec}} \quad (98)$$

Paaiškinimai:

$N_8^{\text{MAX,sec}}$ – Maksimalus aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 8 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 96

α_{BTS} – Vidutinis BTS aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida pateikta 73 puslapyje.

N_2^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 2 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 97

Aikštelių skaičius (N_{16}^{sec} , vienetai), kurį galima sujungti 16 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{16}^{\text{sec}} = \text{MIN}(N_{16}^{\text{MAX,sec}}; \alpha_{\text{BTS}}) - N_8^{\text{sec}} - N_2^{\text{sec}} \quad (99)$$

Paaiškinimai:

$N_{16}^{\text{MAX,sec}}$ – Maksimalus aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 16 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 96

α_{BTS} – Vidutinis BTS aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida pateikta 73 puslapyje.

N_2^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 2 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 97

N_8^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 8 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 98

Aikštelių skaičius (N_{32}^{sec} , vienetai), kurį galima sujungti 32 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{32}^{\text{sec}} = \text{MIN}(N_{32}^{\text{MAX,sec}}; \alpha_{\text{BTS}}) - N_{16}^{\text{sec}} - N_8^{\text{sec}} - N_2^{\text{sec}} \quad (100)$$

Paaiškinimai:

$N_{32}^{\text{MAX,sec}}$ – Maksimalus aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 32 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 96

α_{BTS} – Vidutinis BTS aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida pateikta 73 puslapyje.

N_2^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 2 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 97

N_8^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 8 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai; Žiūrėti formulėje Nr. 98

N_{16}^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti 16 Mbit/s mikrobanga perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 99

PDH mikrobangų tipų proporcijos perdavimo tinklo jungtyje (P_i^{sec} , %) apskaičiuojamos remiantis žemiau pateikta formule:

$$P_i^{\text{sec}} = \frac{N_i^{\text{sec}}}{\text{MIN}(\alpha_{\text{BTS}}; N^{\text{sec}})} \quad (101)$$

Paaiškinimai:

N_i^{sec} – Aikštelių skaičius, kurį galima sujungti atitinkamomis mikrobangomis perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Žiūrėti formulėse Nr. 97 - 100

i – PDH mikrobangų tipai: 2 Mbit/s, 8 Mbit/s, 16 Mbit/s, 32 Mbit/s;

α_{BTS} – Vidutinis BTS aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida pateikta 73 puslapyje.

N^{sec} – Bendras aikštelių skaičius perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Apskaičiuojamas sudedant 97, 98, 99 ir 100 formulių gautus rezultatus.

Kiekvieno PDH mikrobangų tipo skaičius (N_i^{PDH} , vienetai) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_i^{PDH} = P_i^{sec} \times N_{Total}^{Si} \quad (102)$$

Paaiškinimai:

P_i^{sec} – PDH mikrobangų tipų proporcijos perdavimo tinklo jungtyje, %;

i – PDH mikrobangų tipai: 2 Mb/s, 8 Mb/s, 16 Mb/s, 32 Mb/s;

N_{SI} – Bendras aikštelių skaičius visame judriojo telefono ryšio tinkle, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 54

Pagrindinis perdavimo tinklas

Kaip ir buvo minėta anksčiau, pagrindinis perdavimo tinklas jungia BSC/RNC ir MSC arba MGW. Modeliuojama SDH technologija ir skirtosios linijos.

Žemiau pateikiamas SDH mikrobangų skaičiaus pagrindiniame perdavimo tinkle nustatymo algoritmas.

Pirmiausia, remiantis žemiau pateikta formule apskaičiuojamas reikalingas SDH mikrobangų skaičius (N_{SDH}^{sec} , vienetai), reikalingas patenkinti paslaugų srautą tarp vienos BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW jungties:

$$N_{SDH}^{sec} = \left\lceil \frac{D_C}{N_{BR} \times C_{SDH}^{\psi}} \right\rceil \quad (103)$$

Paaiškinimai:

D_C – reikalaujama BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW suminė talpa, skirta SDH mikrobangoms, 2Mbit/s;

N_{BR} – BSC ir RNC skaičius (apskaičiuotas skyriuose 7.6. *Bazinės stoties valdiklis* ir 7.8. *Radijo tinklo valdiklis*), vienetai;

C_{SDH}^{ψ} – Maksimalus SDH mikrobangos darbinis pajėgumas, E1. Apskaičiuotas remiantis 25 formulėje pateiktu principu.

Bendras SDH mikrobangų skaičius (N_{SDH} , vienetai) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{SDH} = N_{BR} \times \alpha_{BSC} \times N_{SDH}^{sec} \quad (104)$$

Paaiškinimai:

N_{BR} – BSC ir RNC skaičius (apskaičiuotas skyriuose 7.6. *Bazinės stoties valdiklis* ir 7.8. *Radio tinklo valdiklis*), vienetai;

α_{BSC} – Vidutinis BSC aikštelių skaičius vienoje perdavimo tinklo jungtyje, vienetai. Prielaida dydžio reikšmės pateikiama toliau dokumente.

N_{PDH}^{sec} - SDH mikrobangų skaičius tarp vienos BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW jungties, vienetai;

Jei apskaičiuotas N_{SDH} nėra sveikasis skaičius, jis suapvalinamas iki sveiką skaičių.

Daroma prielaida, jog vidutinis BSC skaičius perdavimo tinklo jungtyje yra du.

Alternatyvi technologija duomenims perduoti pagrindiniame perdavimo tinkle yra skirtosios linijos. Žemiau pateikiamas skirtųjų linijų skaičiaus bei skirtųjų linijų ilgio apskaičiavimo algoritmas. Skirtųjų linijų ilgis, kaip papildomas matas, įtraukiamas dėl to, jog skirtųjų linijų sąnaudos tiesiogiai priklauso nuo jų ilgio. Turint omenyje tiekėjų taikomą skirtųjų linijų kainų modelį (prieigos dalis paprastai yra trumpesnė, bet brangesnė nei pagrindinė linija, kuri yra ilgesnė, bet pigesnė), sąnaudų nustatymui Operatoriai bus prašomi pateikti svertinį pagrindinio ir prieigos tinklo skirtųjų linijų kilometro kainos vidurkį vieneriems metams.

BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC–MGW skirtųjų linijų skaičius ($N_{BSC-MSC/MGW}^l$, vienetai) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{BSC-MSC/MGW}^l = N_{BR} \times P_L^l \quad (105)$$

Paaiškinimai:

N_{BR} – BSC ir RNC skaičius, vienetai. Žiūrėti skyrelyje 7.6 *Bazinės stoties valdiklis* ir formulėje Nr. 56

P_L^l – Pagrindinio perdavimo tinklo dalis, padengta skirtosiomis linijomis, %;

Bendras BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW skirtųjų linijų ilgis ($L_{BSC-MSC/MGW}$, km) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$L_{BSC-MSC/MGW} = N_{BSC-MSC/MGW}^l \times \alpha_{BSC-MSC/MGW}^l \quad (106)$$

Paaiškinimai:

$N_{BSC-MSC/MGW}^l$ – BSC/RNC-MSC arba BSC/RNC – MGW skirtųjų linijų skaičius, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 105

$\alpha_{BSC-MSC/MGW}^l$ – Vidutinis skirtųjų linijų BSC/RNC – MSC arba BSC/RNC – MGW atstumas, km.

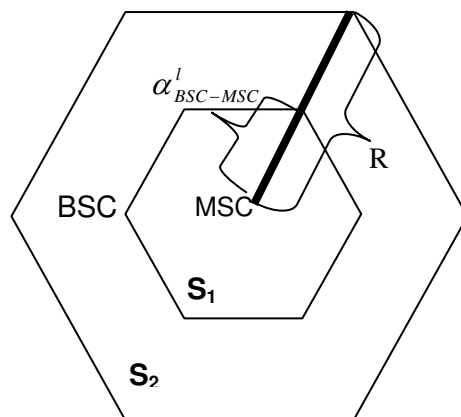
Vidutinis skirtųjų linijų ilgis tarp BSC/RNC ir MSC arba BSC/RNC ir MGW yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$\alpha_{BSC-MSC/MGW}^l = \frac{R}{\sqrt{2}} \quad (107)$$

Paiškinimai:

R – Šešiakampio spindulio ilgis, km. Šešiakampio plotas nustatomas, dalinant Lietuvos Respublikos plotą iš MSC arba MGW skaičiaus.

$\alpha_{BSC-MSC/MGW}^l$ pavaizduotas 7 paveiksle.



7 paveikslas. Vidutinis skirtųjų linijų ilgis tarp BSC/RNC ir MSC arba BSC/RNC ir MGW.

Toliau pateiktas $\alpha_{BSC-MSC/MGW}^l$ apskaičiavimo algoritmas.

$$\frac{S_2}{S_1} = 2, \quad \frac{\frac{3\sqrt{3}}{2} \times R^2}{\frac{3\sqrt{3}}{2} \times (\alpha_{BSC-MSC/MGW}^l)^2} = 2, \quad \alpha_{BSC-MSC/MGW}^l = \frac{R}{\sqrt{2}}.$$

Paiškinimai:

S_1 – Didesniojo šešiakampio plotas (7 paveikslas), km²;

S_2 – Mažesniojo šešiakampio plotas (7 paveikslas), km².

Pagrindiniame perdavimo tinkle MSC-MSC arba MGW-MGW taip pat skaičiuojamas skirtųjų linijų skaičius ir ilgis. MSC-MSC arba MGW-MGW skirtųjų linijų skaičius ($N_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l$, vienetai),

darant prielaida, jog kiekvienas MSC arba MGW sujungtas su kitu, apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l = BU_{MSC/MGW} \times (BU_{MSC/MGW} - 1) \quad (108)$$

Paaiškinimai:

$BU_{MSC/MGW}$ – MSC arba MGW skaičius, vienetai. Žiūrėti formulėse Nr. 67 ar 82

Bendras MSC-MSC arba MGW-MGW skirtųjų linijų ilgis ($L_{MSC-MSC/MGW-MGW}$, km) apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$L_{MSC-MSC/MGW-MGW} = N_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l \times \alpha_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l \quad (109)$$

Paaiškinimai:

$N_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l$ – MSC-MSC arba MGW-MGW skirtųjų linijų skaičius, vienetai;

$\alpha_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l$ – Skirtųjų linijų vidutinis ilgis tarp MSC arba MGW, km.

Vidutinis skirtųjų linijų ilgis tarp MSC arba MGW ($\alpha_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l$, km) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$\alpha_{MSC-MSC/MGW-MGW}^l = \frac{R_{MSC/MGW}}{\sqrt{2}} \quad (110)$$

Paaiškinimai:

$R_{MSC/MGW}$ – šešiakampio spindulio ilgis, km.

Šešiakampio plotas yra lygus Lietuvos Respublikos plotui.

Papildomos perdavimo tinklo mikrobangos: tinklo bokštų ir aikštelių paruošimas

Suskaičiavus bendrą PDH ir SDH mikrobangų kiekį, daroma prielaida, jog yra reikalingi papildomi (prie bokštų ir aikštelių, skirtų paslaugų srautui ir padengimui užtikrinti) perdavimo tinklo bokštai ir aikštelės. Reikalingos papildomos PDH ir SDH mikrobangų jungtys toliau yra vadinamos papildomomis perdavimo tinklo mikrobangų jungtimis.

Bendras papildomų perdavimo tinklo mikrobangų jungčių skaičius (N_{S-A}^l , vienetai) yra apskaičiuojamas remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_{S-A}^l = N_B^{S-A} + N_C^{S-A} \quad (111)$$

Paaiškinimai:

N_B^{S-A} – papildomų perdavimo tinklo mikrobangų jungčių skaičius srauto perdavimo tinkle, vienetai;

N_C^{S-A} – papildomų perdavimo tinklo mikrobangų jungčių skaičius pagrindiniame perdavimo tinkle, vienetai.

N_B^{S-A} yra apskaičiuojamas, remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_B^{S-A} = N^{PDH} \times P_{S-A}^{PDH} \quad (112)$$

$$N^{PDH} = \sum_i N_i^{PDH} \quad (113)$$

Paaiškinimai:

N^{PDH} – Bendras PDH mikrobangų jungčių skaičius BTS/NodeB–BSC/RNC perdavimo tinkle, vienetai;

P_{S-A}^{PDH} – Papildomų PDH mikrobangų jungčių proporcija, %. Duomenys apie papildomas PDH mikrobangų jungtis bus surinkti iš Operatorių;

N_i^{PDH} – Atitinkamų PDH mikrobangų jungčių skaičius, vienetai;

i – PDH mikrobangų jungčių tipai: 2 Mb/s, 8 Mb/s, 16 Mb/s, 32 Mb/s.

N_C^{S-A} yra apskaičiuojamas, remiantis žemiau pateikta formule:

$$N_C^{S-A} = N_{SDH} \times P_{S-A}^{SDH} \quad (114)$$

Paaiškinimai:

N_{SDH} – Bendras SDH mikrobangų jungčių skaičius, vienetai. Žiūrėti formulėje Nr. 104

P_{S-A}^{SDH} – Papildomų SDH mikrobangų jungčių proporcija %. Duomenys apie papildomas SDH mikrobangų jungtis bus surinkti iš Operatorių.

8. Tinklo vertės nustatymas

8.1. Vidutinių metinių sąnaudų apskaičiavimas

Tinklo elementai, identifikuoti tinklo įrangos pajėgumų įvertinimo dalyje, yra pervertinami į bendrąją atkuriamąją vertę (GRC). Tada, remiantis GRC, apskaičiuojamos metinės sąnaudos. Perskaičiuojant CAPEX sąnaudas į metinius dydžius paprastai taikomas vienas iš šių keturių metodų:

- Tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodas;
- Anuiteto metodas;
- Indeksuotas anuiteto metodas;
- Ekonominio nusidėvėjimo metodas.

Ekonominio nusidėvėjimo metodas nustato CAPEX sąnaudų metinius dydžius, remiantis prognozuojamų pajamų pasiskirstymu per naudingą turto tarnavimo laikotarpį. Tai ir yra pagrindinis šio metodo teorinis privalumas. Kita vertus, šio ekonominio nusidėvėjimo metodo pagrindu apskaičiuoti rezultatai labai priklauso nuo pajamų prognozių, kurios, atsižvelgiant į telekomunikacijų rinkos dinamiškumą, gali būti subjektyvios ir ginčytinos. Dėl šių priežasčių ekonominio nusidėvėjimo metodas nėra įtraukiamas į BU-LRAIC modeliavimo apimtį.

Žemiau pateikiami tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo, anuiteto, indeksuoto anuiteto metodikų aprašymai.

Tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodas

Metinės CAPEX sąnaudos, taikant tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodą, yra apskaičiuojamos, remiantis žemiau pateikta formule:

$$C = CD - HG + ROI \quad (115)$$

Paaiškinimai:

- $CD = \frac{GRC}{l}$ - nusidėvėjimas einamąja verte (l – naudingas ilgalaikio turto naudojimo laikotarpis (duomenys bus surenkami iš Operatorių); GRC – turto bendroji atkuriamoji vertė);
- $HG = \frac{NBV}{GBV} GRC \times index$, turto laikymo pajamos (netekimai);
- $ROI = \frac{NBV}{GBV} GRC \times WACC$ - kapitalo sąnaudos;

- *Index* - metinis kainų pasikeitimas (duomenys bus surenkami iš Operatorių)
- NBV – Likutinė vertė;
- GBV – Įsigijimo (pasigaminimo) savikaina
- WACC – vidutine svertine kapitalo kaina.

Anuiteto metodas

Metinės CAPEX sąnaudos, taikant anuiteto metodą, yra apskaičiuojamos, remiantis žemiau pateikta formule:

$$C = GRC \frac{(WACC)}{1 - \left(\frac{1}{1+WACC}\right)^t} \quad (116)$$

Indeksuotas anuiteto metodas

Metinės CAPEX sąnaudos, taikant indeksuotą anuiteto metodą, yra apskaičiuojamos, remiantis žemiau pateikta formule:

$$C = GRC \frac{(WACC - index)}{1 - \left(\frac{1+index}{1+WACC}\right)^t} \quad (117)$$

BU-LRAIC modelyje metinių CAPEX sąnaudų apskaičiavimui taikomas tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodas. Šis metodas geriausiai atspindi finansinėje apskaitoje naudojamus metinių kapitalo sąnaudų apskaitos principus. Tačiau modelis turės galimybę apskaičiuoti metines CAPEX sąnaudas ir kitais dviem paminėtais metodais.

8.2. Priedų bendrosioms sąnaudoms padengti priskyrimas

Bendrosios (tinklo ar kitos) OPEX ir CAPEX sąnaudos yra įtraukiamos į BU-LRAIC modelį kaip procentinė dalis nuo tinklo sąnaudų. BU-LRAIC modelyje naudojami priedai bendrosioms sąnaudoms padengti pateikiami lentelėje.

13 lentelė. Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti BU-LRAIC modelyje

Kriterijaus pavadinimas	Veiklos ir įrangos
Priedai GRC sąnaudoms padengti	
<i>Priedai tinklo veiklos sąnaudoms padengti</i>	
Aikštelių infrastruktūra	Planavimo, valdymo, tinklo įrangos priežiūros bei palaikymo veiklų sąnaudos
Bazinių stočių sistemos (BSS) infrastruktūra	
Perdavimo tinklas	

MSC/MGW ir kiti tinklo elementai	
<i>Priedai NMS sąnaudoms padengti</i>	
BSS infrastruktūra	Tinklo valdymo sistemos įrangos kapitalo sąnaudos
Perdavimo tinklas	
MSC/MGW ir kiti tinklo elementai	
Priedai veiklos sąnaudoms padengti	
<i>Priedai administracijos ir palaikymo veiklos sąnaudoms padengti</i>	
Bendra tinklo infrastruktūra	Administracijos, finansų, žmogiškųjų išteklių, informacinių technologijų valdymo ir kitų palaikymo veiklų (atlyginimai, medžiagos, paslaugos) sąnaudos (OPEX).
<i>Priedai administracijos ir palaikymo kapitalo sąnaudoms padengti</i>	
Bendra tinklo infrastruktūra	Administracijos, finansų, žmogiškųjų išteklių, informacinių technologijų valdymo ir kitų palaikymo veiklų (pastatai, transporto priemonės, kompiuteriai ir kt.) kapitalo sąnaudos (atlyginimai, medžiagos, paslaugos) sąnaudos (CAPEX).

Detaliai priedai bendrosioms sąnaudoms padengti aprašomi 14 lentelėje.

Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti bus apskaičiuoti laikantis 2.7 *Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti* skyriuje išdėstytų principų.

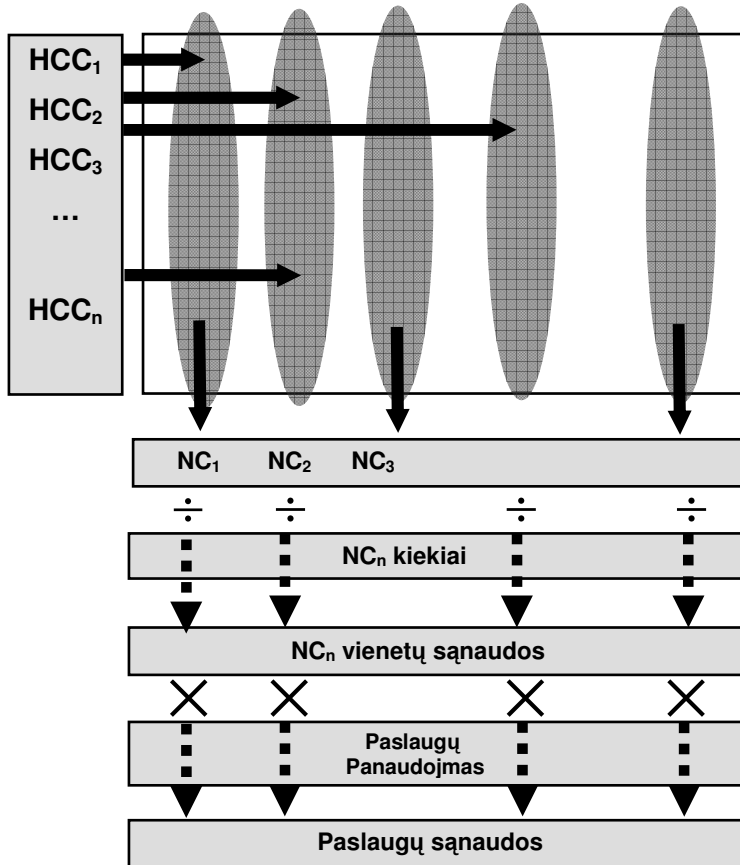
14 lentelė. Priedai bendrosioms sąnaudoms padengti.

	Priedai tinklo veiklos sąnaudoms padengti	Priedai NMS sąnaudoms padengti	Priedai administracijos ir palaikymo veiklos sąnaudoms	Priedai administracijos ir palaikymo kapitalo sąnaudoms
Aikštelė				
Visi sub-komponentai	Aikštelės infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	-	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
BTS				
Visi sub-komponentai	BSS infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	BSS infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
Node B				
Visi sub-komponentai	BSS infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	BSS infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
PDH/SDH mikrobangos				
Visi sub-komponentai	Perdavimo tinklas (% nuo HCC GRC vertės)	Perdavimo tinklas (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
BSC/RNC				
Visi sub-komponentai	BSS (% nuo HCC GRC vertės)	BSS infrastruktūra (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
MSC				
Visi sub-komponentai	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
Tinklo funkcionalumas				
Visi sub-komponentai	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
Duomenų tinklas				
Visi sub-komponentai	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
SMSC/MMSC				
Visi sub-komponentai	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)
Kiti tinklo elementai				
Visi sub-komponentai	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	MSC/MGW ir kiti tinklo elementai (% nuo HCC GRC vertės)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)	Bendra tinklo infrastruktūra (% nuo tinklo OPEX)

9. Paslaugų sąnaudų nustatymas

Paslaugų sąnaudų nustatymo etapas prasideda tuomet, kai inžinerinio modelio pagalba jau būna įvertintos tinklo sąnaudos. Paslaugų sąnaudų nustatymo eiga pateikiama 8 paveiksle bei toliau

einančiame jų principų aprašyme.



Kaip matyti iš paveikslo, nustačius tinklo sąnaudas, HCC paskirstomos tinklo komponentams. NC tenkančios sąnaudos yra apskaičiuojamos sumuojant jiems priskirtų HCC sąnaudas. Sekančiame etape NC sąnaudos yra padalijamos iš paslaugų apimtys ir taip gaunamos NC vieneto sąnaudos. Galiausiai, NC vieneto sąnaudos yra dauginamos iš paslaugų panaudojimo koeficientų (žr. 18 lentelę) ir taip nustatomos paslaugų sąnaudos.

8 paveikslas. Paslaugų sąnaudų nustatymo schema

9.1. Vienarūšių Sąnaudų Kategorijų priskyrimas Tinklo Komponentams

Svarbi LRAIC metodologijos dalis yra vienarūšių sąnaudų kategorijų priskyrimas prie tinklo komponentų. Tinklo komponentus galima apibrėžti kaip loginius elementus, kurie apjungia pagal funkcinę paskirtį vienarūšius tinklo elementus. Tinklo komponento pavyzdys galėtų būti BTS, kurio sąnaudas sudaro BTS sąnaudos, perskaičiuotos į metinius dydžius, ir priedai metinėms išlaikymo, BTS vietų nustatymo, administracinių veiklų (administravimas, apskaita ir kt.) sąnaudoms padengti. HCC priskyrimo prie NC matrica pateikta 15 lentelėje.

15 lentelė. HCC priskyrimas prie NC.

	Bokštų ir aikštelių paruošimas	BTS	BSC	NodeB	RNC	MSC/MGW	TX / BTS / NodeB- BSC/RNC	TX / BSC/RNC- MSC/MGW	TX / MSC- MSC arba MGW- MGW	SMSC	MMSC	SGSN / GGSN	EDGE	HSDPA	WAP	HLR	Apskaitos sistema	Numerio perkėlimo platforma
Aikštelė																		
Visi subkomponentai	100%																	
BTS																		
Visi subkomponentai		100%																
Node B																		
Visi subkomponentai				100%														
PDH/SDH mikrobangos																		
SDH								100%										
PDH							100%											
BSC/RNC																		
BSC: pagrindinė dalis			100%															
BSC: TRX plėtinys			100%															
TRC: plėtinys			100%															
TRC: E1 plėtinys			100%															
RNC: pagrindinė dalis					100%													
RNC: lub jungčių plėtiniai					100%													
RNC: sektorių plėtiniai					100%													
RNC: aikštelių plėtiniai					100%													
MSC																		
Visi subkomponentai						100%												
Funkcinė tinklo dalis																		
SFH: Skambučių perkėlimo procedūra				100%														
SFH: MSS plėtinys				100%														
SFH: (RNC plėtinys)				100%														
SFH: (Node B plėtinys)				100%														
GSM/DCS: kontrolė (BSC plėtinys)		100%																
GSM/DCS: kontrolė (MSC plėtinys)		100%																
GSM/DCS: kontrolė (BSC plėtinys)		100%																
GSM/DCS: kontrolė (BTS plėtinys)		100%																
Duomenų perdavimas																		
EDGE: duomenų perdavimas (tinkle)													100%					
EDGE: MSC plėtinys													100%					
EDGE: BSC plėtinys													100%					
EDGE: BTS plėtinys													100%					
HSDPA: duomenų perdavimas (Visame tinkle)														100%				
HSDPA: duomenų perdavimas (MSS plėtinys)														100%				
HSDPA: duomenų perdavimas (RNC plėtinys)														100%				
HSDPA: duomenų perdavimas (NodeB plėtinys)														100%				
PCU: pagrindinė dalis												100%						
PCU: plėtinys (Gb jungtis)												100%						
SGSN: pagrindinė dalis												100%						
SGSN: plėtinys												100%						
GGSN: pagrindinė dalis ir leidimas												100%						
WAP: vartai															100%			
SMSC/MMSC																		
SMSC: pagrindinė dalis										100%								
SMSC: plėtinys										100%								
MMSC: pagrindinė dalis											100%							
MMSC: plėtinys											100%							
Kiti tinklo elementai																		
SSP: paslaugų komutacinis taškas																	100%	
SCP: pagrindinė dalis																	100%	
SCP: plėtinys – abonentų dalis																	100%	
SCP: plėtinys – transakcijų dalis																		
VMS: pagrindinė dalis						100%												
VMS: plėtinys						100%												
HLR: pagrindinė dalis																	100%	

	Bokštų ir aikštelių paruošimas	BTS	BSC	NODE B	RNC	MSC/MGW	TX / BTS / NodeB- BSC/RNC	TX / BSC/RNC- MSC/MGW	TX / MSC- MSC arba MGW-MGW	SMSC	MMSC	SGSN / GGSN	EDGE	HSDPA	WAP	HLR	Apskaitos sistema	Numerio perkėlimo platforma
HLR: plėtinys																100%		
HLR: plėtinys																100%		
Apskaitos sistema: techn. ir prog. įranga																	100%	
Numerio perkėlimo sistema: techninė ir programinė																		100%
Licenzijos bei dažnių mokesčiai																		
GSM 900 MHz	100%																	
GSM 1800 MHz		100%																
UMTS					100%													
Skirtosios linijos																		
Skirtosios linijos BSC-MSC arba BSC-MGW (vienetai)								100%										
Skirtosios linijos BSC-MSC arba BSC-MGW (km)								100%										
Skirtosios linijos MSC- MSC arba MGW-MGW (vienetai)									100%									
Skirtosios linijos MSC- MSC arba MGW-MGW (km)									100%									

9.2. Tinklo komponentų vienetų sąnaudos

Nustačius kiekvieno NC sąnaudas yra apskaičiuojamos jų vienetų sąnaudos. NC vienetų sąnaudos (*UC*, Lt) apskaičiuojamos kiekvieno NC sąnaudas dalinant iš metinio srauto, kuris atitenka konkrečiam NC:

$$UC = \frac{TNCC}{Kiekis} \quad (118)$$

Paaiškinimai:

TNCC – Tinklo Komponentų sąnaudos, Lt;

Kiekis – Metinis srautas¹¹, kuris atitenka konkrečiam Tinklo Komponentui. Apačioje pateikta 16 lentelė, kuri paaiškina, metinio srauto, tenkančio konkrečiam Tinklo Komponentui, apskaičiavimą

16 lentelė. Metinis srautas, atitenkantis konkrečiam Tinklo Komponentui

Tinklo Komponentas	Vienetai	Srautas
Bokštų ir aikštelių paruošimas	Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes (konvertavimas netaikomas balso skambučių srautui)	Balso skambučių srautas Vaizdo skambučių srautas SMS srautas MMS srautas Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas Paketinių duomenų perdavimo srautas
BTS	Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes (konvertavimas netaikomas balso skambučių srautui) Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	Balso skambučių srautas SMS srautas MMS srautas Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas Paketinių duomenų perdavimo srautas: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (GSM abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (GSM abonentai)</i>

¹¹Į metinį skambučių srautą įtraukiami tik įvykę skambučiai

Tinklo Komponentas	Vienetai	Srautas
BSC	<p>Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes (konvertavimas netaikomas balso skambučių srautui)</p> <p>Svertinis duomenų perdavimas megabaitais</p>	<p>Balso skambučių srautas</p> <p>SMS srautas</p> <p>MMS srautas</p> <p>Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas</p> <p>Paketinių duomenų perdavimo srautas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (GSM abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (GSM abonentai)</i>
Node B	<p>Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes</p> <p>Svertinis duomenų perdavimas megabaitais</p>	<p>Vaizdo skambučiai</p> <p>Paketinių duomenų perdavimo srautas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (UMTS abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (UMTS abonentai)</i>
RNC	<p>Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes</p> <p>Svertinis duomenų perdavimas megabaitais</p>	<p>Vaizdo skambučiai</p> <p>Paketinių duomenų perdavimo srautas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (UMTS abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo prietaiso kryptimi (UMTS abonentai)</i>
MSC/MGW	<p>Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes</p>	<p>Balso skambučių srautas</p> <p>Vaizdo skambučių srautas</p>

Tinklo Komponentas	Vienetai	Srautas
TX / BTS-BSC	Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	Balso skambučių srautas Vaizdo skambučių srautas SMS srautas MMS srautas Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas Paketinių duomenų perdavimo srautas
TX / BSC-MSC/MGW	Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes	Balso skambučių srautas Vaizdo skambučių srautas SMS srautas MMS srautas Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas
TX / MSC-MSC arba MGW-MGW	Svertinis paslaugų kiekis, perskaičiuotas į ekvivalentines minutes Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	Balso skambučių srautas Vaizdo skambučių srautas SMS srautas MMS srautas Duomenų perdavimo komutuojamomis ryšio linijomis srautas Paketinių duomenų perdavimo srautas
SMSC	Svertinis SMS kiekis	SMS srautas
MMSC	Svertinis MMS kiekis	MMS srautas
SGSN / GGSN	Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	Paketinių duomenų perdavimo srautas
EDGE	Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	EDGE srauto dalis GSM paketinių duomenų perdavimo sraute: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties kryptimi (GSM abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo srauto kryptimi (GSM abonentai)</i>

Tinklo Komponentas	Vienetai	Srautas
HSDPA	Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	HSDPA srauto dalis UMTS paketinių duomenų perdavimo sraute: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties krypti (UMTS abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo srauto kryptimi (UMTS abonentai)</i>
WAP	Svertinis duomenų perdavimas megabaitais	WAP srauto dalis GSM paketinių duomenų perdavimo sraute: <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Duomenų srautas bazinės stoties krypti (GSM abonentai)</i> ○ <i>Duomenų srautas mobiliojo srauto kryptimi (GSM abonentai)</i>
HLR	Vartotojų ¹² skaičius	GSM abonentinės paslaugos vartotojai GSM išankstinės paslaugos vartotojai UMTS abonentinės paslaugos vartotojai UMTS išankstinės paslaugos vartotojai
Apskaitos sistema	Svertinis balso skambučių kiekis Svertinis sesijų kiekis Svertinis SMS kiekis Svertinis MMS kiekis	Balso skambučių srautas <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Priimami</i> ○ <i>Tranzitiniai</i> <i>Duomenų srauto paslaugos (sesijos)</i> <i>SMS (vienetai)</i> <i>MMS (vienetai)</i>

¹² Vartotojo“ sąvoka turi būti suprantama kaip aktyvus abonentas, kurio apibrėžimas yra pateiktas Bendrųjų vertimosi elektroninių ryšių veikla sąlygų apraše (Žin., 2005, Nr. 49-1641; 2006, Nr. 131-4976; 2007, Nr.43-1670)

Tinklo Komponentas	Vienetai	Srautas
Numerio perkėlimo platforma	Svertinis balso skambučių kiekis Svertinis sesijų kiekis Svertinis SMS kiekis Svertinis MMS kiekis	Balso skambučių srautas (skambučių kiekis) <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Savame tinkle</i> ○ <i>Priimami</i> <i>Duomenų srauto paslaugos (sesijos)</i> <i>SMS (vienetai)</i> <i>MMS (vienetai)</i>

9.3. Paslaugų sąnaudos

Norint apskaičiuoti paslaugų sąnaudas kiekvienam tinklo komponentui yra apskaičiuojami vidutiniai paslaugų panaudojimo koeficientai. Vidutinis paslaugų panaudojimo koeficientas atspindi atitinkamo tinklo komponento kiekį, naudojamą tam tikrai paslaugai (pvz., vidutinis bazinių stočių skaičius, perdavimo tinklo jungčių skaičius, įtrauktas į paslaugą).

Žemiau, 17 lentelėje, pateikiama paslaugų matrica su paslaugų panaudojimo koeficientais.

17 lentelė. Paslaugų matrica

	Bokštų ir atkėstelių paruošimas	BTS	BSC	NodeB	RNC	MSC/MGW	TX / BTS/NodeB- BSC/RNC	TX / BSC/RNC- MSC/MGW	TX / MSC- MSC arba MGW- MGW	SMSC	MMS	SGSN - GGSN	EDGE	HSDPA	WAP	HLR	Apskaitos sistema	Numerio perkėlimo platforma
Skambutis tinklo viduje	$f_R^{1,1}$	$f_R^{1,1}$	$f_R^{1,2}$	-	-	$f_R^{1,3}$	$f_R^{1,4}$	$f_R^{1,5}$	$f_R^{1,6}$	-	-	-	-	-	-	-	60/ α_{CD}	60/ α_{CD}
Skambučio iniciavimas	$f_R^{2,1}$	$f_R^{2,1}$	$f_R^{2,2}$	-	-	$f_R^{2,3}$	$f_R^{2,4}$	$f_R^{2,5}$	$f_R^{2,6}$	-	-	-	-	-	-	-	60/ α_{CD}	-
Skambučio užbaigimas	$f_R^{3,1}$	$f_R^{3,1}$	$f_R^{3,2}$	-	-	$f_R^{3,3}$	$f_R^{3,4}$	$f_R^{3,5}$	$f_R^{3,6}$	-	-	-	-	-	-	-	60/ α_{CD}	60/ α_{CD}
WAP duomenų perdavimas	$f_R^{15,1} * f_{GSM}$	$f_R^{15,1}$	$f_R^{15,2}$	-	-	-	$f_R^{15,4}$	$f_R^{15,5}$	-	-	-	$f_R^{15,3}$	-	-	$f_R^{15,3}$	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
GPRS duomenų perdavimas	$f_R^{15,1} * f_G$	$f_R^{15,1}$	$f_R^{15,2}$	-	-	-	$f_R^{15,4}$	$f_R^{15,5} *$	-	-	-	$f_R^{15,3}$	-	-	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
EDGE duomenų perdavimas	$f_R^{15,1} * f_E$	$f_R^{15,1}$	$f_R^{15,2}$	-	-	-	$f_R^{15,4}$	$f_R^{15,5}$	-	-	-	$f_R^{15,3}$	$f_R^{15,3}$	-	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
UMTS duomenų perdavimas	$f_R^{15,1} * f_{UMTS}$	-	-	$f_R^{15,1}$	$f_R^{15,2}$	-	$f_R^{15,4}$	$f_R^{15,5}$	-	-	-	$f_R^{15,3}$	-	-	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
HSDPA duomenų perdavimas	$f_R^{15,1} * f_{HSDPA}$	-	-	$f_R^{15,1}$	$f_R^{15,2}$	-	$f_R^{15,4}$	$f_R^{15,5}$	-	-	-	$f_R^{15,3}$	-	$f_R^{15,3}$	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
CSD duomenų perdavimas	$f_R^{14,1}$	$f_R^{14,1}$	$f_R^{14,2}$	-	-	$f_R^{14,3}$	$f_R^{14,4}$	$f_R^{14,5}$	$f_R^{14,6}$	-	-	-	-	-	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
HSCSD duomenų perdavimas	$f_R^{14,1} * \alpha_H$	$f_R^{14,1} * \alpha_H$	$f_R^{14,2} * \alpha_H$	-	-	$f_R^{14,3} * \alpha_H$	$f_R^{14,4} * \alpha_H$	$f_R^{14,5} * \alpha_H$	$f_R^{14,6} * \alpha_H$	-	-	-	-	-	-	-	1/ ρ_S	1/ ρ_S
SMS	$f_R^{8,1} * f_{SMS}$	$f_R^{8,1} * f_{SMS}$	$f_R^{8,2} * f_{SMS}$	-	-	$f_R^{8,3} * f_{SMS}$	$f_R^{8,4} * f_{SMS}$	$f_R^{8,5} * f_{SMS}$	-	$f_R^{9/10,3}$	-	-	-	-	-	-	1	1
MMS	$f_R^{11,1} * f_{MMS}$	$f_R^{11,1} * f_{MMS}$	$f_R^{11,2} * f_{MMS}$	-	-	-	$f_R^{11,4} * f_{MMS}$	$f_R^{11,5} * f_{MMS}$	-	-	$f_R^{12/13,3}$	$L_{mms}/10^6$	-	-	-	-	1	1

Paaškinimai:

f_R – Maršrutavimo koeficientas; tinklo elementų maršrutavimo faktoriai yra pateikti skyriuje 6.3 Paslaugų paklausos paskaičiavimas, 5 lentelėje.

$f^{x,y}$ – x – 5 lentelės eilutės numeris; y – 5 lentelės stulpelio numeris.

$f_{G,E,GSM,UMTS,HSDPA,SMS,MMS}$ – Perskaičiavimo koeficientai; perskaičiavimo koeficientai yra pateikti skyriuje 6.3 Paslaugų paklausos paskaičiavimas.

α_H – Vidutinis HSCDS kanalų skaičius; daroma prielaida, kad šis skaičius yra lygus dviems.

L_{mms} – Vidutinis MMS dydis, baitai.

α_{CD} – Vidutinė skambučio trukmė, sekundės.

ρ_S – Vidutinis vienos sesijos metu perduotų MB skaičius.

Kai vidutiniai kiekvieno tinklo komponento paslaugų panaudojimo koeficientai yra nustatyti, modeliuojamų paslaugų sąnaudos yra apskaičiuojamos remiantis žemiau pateikta formule:

$$SC = \sum_{i=1}^n (f_{usei}^{\alpha} \times UC_i) \quad (119)$$

Paaiškinimai:

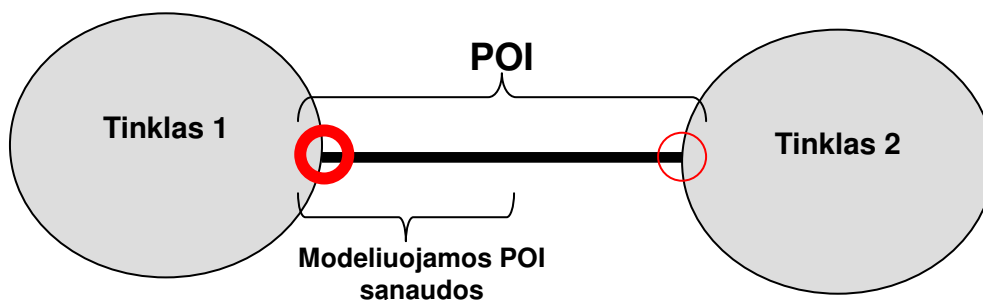
n – Tinklo komponentai: nuo 1 iki 18;

f_{usei}^{α} – Vidutinis paslaugų panaudojimo koeficientas, pateiktas paslaugų matricoje. Žiūrėti 17 lentelėje.

UC_i – Tinklo komponentų vieneto sąnaudos, Lt. Žiūrėti formulėje Nr. 118

Priedas Nr. 1. Antrasis sub-modelis. Su tinklų sujungimo taško suteikimu susijusios paslaugos

Šiame priede pateikiami antrojo sub-modelio principai. Priedą sudaro tinklų sujungimo taško suteikimo (angl. Point of interconnection, toliau – POI), talpumo tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugų apibrėžimai bei sąnaudos, susijusios su šiomis paslaugomis. Žemiau pateikiama POI schema:



7 paveikslas. POI schema

18 lentelėje pateikiami antrojo sub-modelio paslaugų apibrėžimai

18 lentelė. Paslaugų apibrėžimai.

Paslaugos pavadinimas	Paslaugos apibrėžimas	Matavimo vienetai
Tinklų sujungimo taško suteikimas	Geografiškai apibrėžtos vietos ir kitų susijusių paslaugų, kur fiziškai ar logiškai sujungiami to paties ar kito ūkio subjekto viešieji ryšių tinklai, kad vieno ūkio subjekto elektroninių ryšių paslaugų gavėjai galėtų naudotis tarpusavio ryšiu ir (ar) ryšių su kito ūkio subjekto paslaugų gavėjais arba ūkio subjekto, tarp jų visų prieigą prie atitinkamų tinklų turinčių ūkio subjektų, teikiamomis paslaugomis, suteikimas.	Fizinis sujungimas

Talpumo tinklų sujungimo taške suteikimas	Tinklų sujungimo taške priskirtos telefono stoties prieigos talpos, sudarančios galimybes perduoti pokalbių srautus tarp šalių, suteikimas.	2 Mbit/s jungtis
---	---	------------------

POI paslaugų vienkartinės sąnaudos

Tinklų sujungimo taško sudarymo metu operatorius patiria vienkartinės sąnaudas, susijusias su šiomis veiklomis: užsakymo priėmimas ir apdorojimas, perdavimo įrangos įdiegimas, fizinis ryšių kabelių sujungimas su DDF arba ODF, skambučių srauto apskaitos ir komutavimo parametrų nustatymas. Detalus POI paslaugų vienkartinė veiklų aprašymas pateikiamas lentelėje.

19 lentelė. POI paslaugų vienkartinės veiklos

Veikla	Valandų skaičius	Apibūdinimas
Užsakymo priėmimas ir apdorojimas	A val.	Tinklų sujungimo užsakymo priėmimas ir apdorojimas nėra kasdieninė ir automatizuota veikla. Veikla apima papildomos perdavimo įrangos įdiegimo, ryšių kabelių sujungimo, parametrų nustatymo užsakymus.
Perdavimo įrangos įdiegimas	B val.	Įvertinamos papildomos administracinės sąnaudos, susijusios su tiesioginiu bendravimu su tiekėju. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad tiesioginės perdavimo įrangos įdiegimo sąnaudos yra įtraukiamos į jų GRC, o diegimo darbų koordinavimas – į eksploataavimo ir administravimo veiklų priedus prie sąnaudų.
Ryšių kabelių sujungimas	D val.	Fizinis ryšių kabelių sujungimas bei testavimas.
Skambučių srauto apskaitos nustatymas	E val.	Skambučių srauto apskaitos nustatymo darbai.
Viso	F val.	

POI paslaugų vienkartinės sąnaudos (CO_{POI}) yra apskaičiuojamos, remiantis žemiau esančia formule:

$$CO_{POI} = t_{off} \times \alpha_{MH} \quad (120)$$

Paaiškinimai:

t_{off} – Bendras vienkartinų veiklų (išvardintų 19 lentelėje) valandų skaičius, valandos;

α_{MH} – Vidutinės valandos sąnaudos (patenkinant kvalifikacijos lygį), Lt.

POI paslaugų periodinės sąnaudos

POI paslaugų periodinės sąnaudos apima tinklo įrangos sąnaudas ir POI specifinių periodinių veiklų sąnaudas. Skaičiuojant POI tinklo įrangos sąnaudas, reikalinga ši perdavimo tinklo įranga:

1. Vienas STM-1 mazgas (perdavimo tinklo įranga);
2. Viena STM-1 optinė sąsaja (perdavimo tinklo įranga);
3. Viena 32x2 Mbit/s įdedamoji korta;
4. 10 metrų kabelio.

Išvardintų paslaugų sąnaudos susideda iš kapitalo sąnaudų (CAPEX) ir priedų bendrosioms sąnaudoms padengti:

1. Tinklo veiklos sąnaudos (OPEX);
2. Tinklo valdymo sistema (CAPEX);
3. Administravimas ir palaikymas (OPEX ir CAPEX).

POI periodinių įrangos sąnaudų metiniai dydžiai ir priedai bendrosioms sąnaudoms padengti yra apskaičiuojami, remiantis principais, išvardintais skyriuje 8. *Tinklo vertės nustatymas*

Tinklo perdavimo įrangos išnaudojimo lygis turi atitikti vidutinį 2 Mbit/s lizdų skaičių viename tankintuve. Daroma prielaida, jog 2 Mbit/s lizdų skaičius viename STM-1 tankintuve yra 44 (daromos prielaidos, kad tinklo įrangos pajėgumo išnaudojimo lygis yra 70%, o viename STM-1 mazge yra 63 2 Mbit/s ekvivalentai). Tokiu būdu vienam POI tenkančios metinės tinklo įrangos sąnaudos (CC_{POI}) apskaičiuojamos pagal formulę:

$$CC_{POI} = \frac{CE_{POI}}{44} \quad (121)$$

Paaiškinimai:

CE_{POI} - su tinklo įranga susijusios periodinės POI paslaugos metinės sąnaudos, Lt.

Talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugos vienkartinės sąnaudos

Talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugos sudarymo metu operatorius patiria vienkartinės sąnaudas, susijusias su šiomis veiklomis: užsakymo priėmimas ir apdorojimas, perdavimo įrangos įdiegimas, fizinis ryšių kabelių sujungimas su DDF arba ODF, skambučių srauto apskaitos ir komutavimo parametrų nustatymas. Toliau pateikiamoje lentelėje aprašomos talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugos vienkartinės veiklos.

20 lentelė. Talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugų vienkartinės veiklos

Veikla	Valandų skaičius	Apibūdinimas
Užsakymo priėmimas ir apdorojimas	A val.	Tinklų sujungimo užsakymo priėmimas ir apdorojimas nėra kasdieninė ir automatizuota veikla. Tai apima papildomos perdavimo įrangos, ryšių kabelių sujungimo, parametrų nustatymo užsakymus.
Perdavimo įrangos įdiegimas	B val.	Įvertinamos papildomos administracinės sąnaudos, susijusios tiesioginiu bendravimu su tiekėju. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad tiesioginės perdavimo įrangos įdiegimo sąnaudos yra įtraukiamos į jų GRC, o diegimo darbų koordinavimas – į eksploataavimo ir administravimo veiklų priedus prie sąnaudų.
Ryšių kabelių sujungimas	C val.	Fizinis ryšių kabelių sujungimas bei testavimas
Viso	D val.	

Talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugų vienkartinių veiklų sąnaudos ($CO_{capacity}$) yra apskaičiuotos, remiantis žemiau pateikta formule:

$$CO_{capacity} = t_{off}^c \times \alpha_{MH} \quad (122)$$

Paaškinimai:

t_{off}^c - Bendras vienkartinių veiklų (išvardintų 20 lentelėje) valandų skaičius vienoje 2 Mbit/s jungtyje, valandos;

α_{MH} – Vidutinės valandos sąnaudos (patenkinant kvalifikacijos lygį), Lt.

Talpos tinklų sujungimo taške suteikimo paslaugos periodinės sąnaudos

Kadangi tinklo perdavimo įrangos išnaudojimo lygis turi atitikti vidutinį 2 Mbit/s lizdų skaičių viename tankintuve. Daroma prielaida, jog talpos tinklų sujungimo taške paslaugos periodinės sąnaudos yra lygios POI periodinėms sąnaudoms.