Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnyba

**Metodinės gairės ilgo laikotarpio vidutinėms padidėjimo sąnaudoms apskaičiuoti (BU-LRAIC) viešajame fiksuoto ryšio tinkle**

2013 m. Liepa

Žodynas  
  
Šiame dokumente vartojami terminai yra apibrėžti Lietuvos Respublikos teisės aktuose ir tarptautine praktika. Kitos šiame dokumente naudojamos sąvokos ir santrumpos pateikiamos toliau esančioje lentelėje.

| **Nr.** | **Trum-pinys** | **Angliškas terminas** | **Lietuviškas**  **terminas** | **Lietuviškas terminas** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | - | Access network | Prieigos tinklas | Viešojo elektroninių ryšių tinklo dalis, jungianti pagrindinio tinklo elementus su galutiniais paslaugų gavėjais. |
|  | AETH | Access Ethernet switch | Prieigos tinklo Ethernet komutatorius | Ethernet komutatorius Prieigos mazge, kuris jungia „taškas – taškas“ (angl. – *point to point*) abonentus į pagrindinį tinklą. |
|  | ATM | Asynchronous Transfer Mode | - | Skaitmeninio ryšio technologija, sujungianti telekomunikacijas ir kompiuterių tinklus ir leidžianti duomenis perduoti didele greitaveika. Ši technologija naudoja asinchroninį laiko dalinimo sutankinimą ir duomenis suskaido į mažas fiksuoto dydžio gardeles. |
|  | - | Benchmark | Palyginimo etalonas | Konkretus dydis ar žymuo su kuriuo yra lyginami kiti dydžiai, procesai, dalys ir panašiai. |
|  | BBLL | Broadband leased line | Plačiajuostės (didelės greitaveikos) skirtosios linijos | Sutartimi tarp paslaugos teikėjo ir gavėjo sutarta paslauga, kuria yra teikiamos plačiajuostės skirtosios linijos duomenims perduoti. |
|  | - | Broadband | Plačiajuostė prieiga | Plačiajuostė prieiga, kurios greitaveika yra ne mažesnė nei 144 kbps. |
|  | BHCA | Busy hour call attempts | Bandymų skambinti kiekis piko laiku | Bandymų skambinti kiekis piko laiku. |
|  | BHE | Busy hour erlangs | Paslaugų srautas erlangais piko metu | Paslaugų srautas piko metu, perskaičiuotas į erlangus. |
|  | BHT | Busy hour traffic | Paslaugų srautas piko metu | Paslaugų srautas piko metu. |
|  | - | Call | Skambutis | Elektroninių ryšių priemonėmis sukurtas sujungimas, suteikiantis dvipusio ryšio galimybe realiu laiku. |
|  | CAPEX | Capital expenditure | Kapitalo sąnaudas | Sąnaudos, susijusios su investicijomis į ilgalaikį turtą. Kapitalo sąnaudas sudaro ilgalaikio turto nusidėvėjimas (amortizacija) bei ROI. |
|  | - | Channel | Perdavimo kanalas | Loginis perdavimo linijos vienetas, skirtas elektrinių signalų perdavimui. |
|  | - | Circuit | Perdavimo linija | Elektroninių ryšių įranga, užtikrinanti elektrinių signalų perdavimą. |
|  | - | Common and joint costs | Bendrosios sąnaudos | Sąnaudos, kurias dalinasi kelios paslaugos. Šios sąnaudos apima tiek bendras sąnaudas tam tikrai įrangai, tiek bendras administracines sąnaudas. |
|  | - | Core network | Pagrindinis tinklas | Grupė tinklo elementų, atliekančių srauto komutaciją ir perdavimą. Pagrindinis tinklas susidaro ir sujungimo stočių, vietinių ir nutolusių abonentų talpų ir taip pat ir perdavimo įrangos tarp tinklo elementų. |
|  | - | Cost driver | Sąnaudų veiksnys | Pagrindinis veiksnys, lemiantis tam tikrų sąnaudų atsiradimą ir apimtį. |
|  | CVR | Cost volume relationship | Sąnaudų-kiekio sąryšis | Sąryšis, nusakantis tam tikros rūšies sąnaudų apimties priklausomybę nuo sąnaudų veiksnio apimties. |
|  | - | 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. |
|  | CPE | Customer-premises equipment | Galutinio paslaugių gavėjo įranga | Galutinio paslaugų gavėjo įranga yra įrenginys ir susijusios priemonės vartotojo patalpose, kuri yra sujungta su paslaugų teikėjo elektroninių ryšių kanalais tinklo demarkacijos taške. |
|  | DDF | Digital distribution frame | Skaitmeniniai skirstomieji stovai | Perjungimo įtaisas, kuriame atliekami sujungimai tarp vienų įtaisų skaitmeninių išėjimų ir kitų įtaisų skaitmeninių įėjimų. |
|  | DSLAM | Digital subscriber line access multiplexer | Didelės spartos skaitmeninių abonentinių linijų tankintuvas | Tinklo elementas, kuris sujungia Didelės spartos skaitmeninių abonentinių linijų (DSL) sąsajas į didelės spartos ryšių kanalą naudojant tankinimo technologiją. |
|  | - | Duct | Kanalas | 100 mm arba platesnis kanalas, įverti kabeliams tarp dviejų šulinių arba tarp šulinio ir kitos įrangos. |
|  | FA | Fixed assets | Ilgalaikis turtas | Materialus turtas, naudojamas ilgiau nei vienerius metus, duodantis bendrovei ekonominės naudos ir turintis minimalią įsigijimo vertę, nustatytą bendrovės. |
|  | - | Fixed electronic communications network | Fiksuotas elektroninių ryšių tinklas | Viešasis elektroninių ryšių tinklas, kurio galiniai taškai yra fiksuoti |
|  | GPON | Gigabito greitaveikos pasyvus optinis tinklas | GPON | „Taškas – daug taškų“ jungtis – optinių skaidulų kabelio naudojimas tinklo architektūroje kai pasyvių optinių skaidulų skaidymo pagalba vienu optiniu kabeliu galima aptarnauti daug patalpų. |
|  | HCC | Homogenous cost category | Vienarūšių sąnaudų kategorija | Savo prigimtimi panašių sąnaudų grupė, turinti tą patį sąnaudų veiksnį, sąnaudų-kiekio sąryšį bei kurių apimtis vienodai įtakoja technologijų pokyčiai. |
|  | IC | Inter Connection | Sujungimas | Dviejų tinklų sujungimas apsikeisti srautais |
|  | IMS | IP multimedia sub-system | IP daugialypės terpės sistema | Technologinė koncepcijų visuma apie Interneto Protokolu teikiamas daugialypės terpės paslaugas |
|  | - | Incremental cost | Padidėjimo sąnaudos | Papildomos sąnaudos, patiriamos didėjant teikiamų paslaugų kiekiui. |
|  | - | Leased line | Skirtosios linijos | Išskirtinė telefono ryšio linija, jungianti du galinius taškus. |
|  | LN | Local Node | Vietinis mazgas | Mazgas aptarnaujantis Vietinę Zoną. |
|  | - | Local subscriber unit | Vietinė abonento talpa | Abonento talpa, kuri fiziškai talpinama toje pačioje vietoje kaip ir sujungimo stotis. |
|  | LRAIC | Long run average incremental costing | Ilgo 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 apimis gali keisti jų teikime naudojamų visų išteklių apimtis (t. y. visos sąnaudos yra kintamos). |
|  | - | Multiplexer | Tankintuvas | Įrenginys, įgalinantis vienu metu fizine terpe siųsti daugiau nei vieną signalą. |
|  | MSAN | Multi Services Access Node | Paslaugų prieigos mazgas | Įrenginys, paprastai montuojamas prieigos tinkle, kuris abonentų linijas sujungia su pagrindiniu tinklu ir leidžia teikti telefono ryšio, ISDN ir plačiajuosčio ryšio, tokio kaip DSL, paslaugas naudojant vieną platformą. |
|  |  | Narrowband | Siaurajuostė prieiga | Prieigos greitaveika mažesnė nei 144 kbps. |
|  | NE | Network element | Tinklo elementas | Bet koks tinklo įrenginys, kuris fiziškai arba logiškai gali būti identifikuojamas kaip savarankiškas tinklo elementas. |
|  | - | Network interconnection | Tinklų sujungimas | Fiziškas ir loginis viešųjų elektroninių ryšių tinklų sujungimas, užtikrinantis ryšį tarp tinklus sujungusių ūkio subjektų abonentų arba prieigos paslaugos, teikiamos kito ūkio subjekto. Sujungimas yra viena iš prieigos paslaugų. |
|  | NGN | Next Generation Network | Ateinančios kartos tinklas | Elektroninių ryšių tinklo koncepcija, kurios pagrindą sudaro paketinis komutavimas bei transporto ir tinklo paslaugų atskyrimas. Į šią sąvoką taip pat įtraukiamas ir optinės prieigos diegimas viešuosiuose elektroninių ryšių tinkluose. |
|  | NMS | Network Management System | Tinklo valdymo sistema | Ši sistema valdo tinklo elementus. Tinklo valdymo sistemos funkcijos apima: tinklo elementų aptikimą, tinklo elementų būsenos priežiūrą, įspėjimų teikimas apie procesus, kurie gali daryti įtaką visos sistemos veikimui, problemų, problemų priežasčių ir galimų sprendimų nustatymas ir teikimas. |
|  | - | Operator | Operatorius | Ūkio subjektas, teikiantis viešąjį elektroninių ryšių tinklą arba susijusias priemones. |
|  | OPEX | OPEX | Veiklos sąnaudos | Veiklos sąnaudos, apimančios išlaidas atlyginimus, medžiagas ir kitas perkamas paslaugas. |
|  | ODF | Optical distribution frame | Optinis skirstomasis stovas | Įrenginys, naudojamas fiziškai sugrupuoti kelis kabelius į vieną kabelį. |
|  | OLT | Optical Line Terminas | Optinės linijos įrenginys | Paslaugų teikėjo optinių skaidulų tinklo galutinio taško įrenginys. |
|  | - | Origination | Inicijavimas | Skambučio perdavimas nuo tinklo galinio taško, kuriame skambutis yra inicijuojamas, iki telefono stoties ar ekvivalentinio tinklo elemento (imtinai), esančios arčiausiai skambutį inicijuojančio abonento, kuriame yra arba gali būti suteiktas tinklų sujungimas. |
|  | - | Port | Jungtis | Jungtis kompiuteryje arba tinklo elemente, į kurią galima įjungti kitą įrenginį. |
|  | POTS | Plain Old Telephone Service | Telefono ryšio paslaugos | Telefono ryšio paslaugos, teikiamos fiziniams ir juridiniams asmenims, naudojant individualią abonento liniją ir signalizaciją, inicijuojant abonento linijoje. |
|  | PSTN | Public Switched Telephone Network | Viešasis komutuojamas telefono ryšio tinklas | Viešasis telefono ryšio tinklas, pagrįstas grandinių sujungimu. |
|  | P2P | Point-to-Point connection | „Taškas - taškas“ jungtis | Tiesioginius dviejų tinklo mazgų arba galutinių taškų sujungimas. |
|  | - | Rectifier | Srovės keitiklis | Prietaisas, kintančią srovę keičiantis į nuolatinę ir srovei leidžiantis tekėti tik viena kryptimi. |
|  | ROI | Return on investment | Investicijų grąža | Reikalaujama investicijų grąža, apskaičiuota vidutinę svertinę kapitalo kainą (WACC) padauginus iš naudojamo kapitalo. |
|  | - | Routing matrix | Maršrutizavi-mo matrica | Matrica, atspindinti tinklo elementų panaudojimo intensyvumą teikiant skirtingas paslaugas. |
|  | - | Scorched node assumption | „Išdegintų mazgų“ prielaida | Prielaida, kai viskas imama taip kaip yra faktiškai įdiegta. |
|  | - | Service | Paslauga | Elektroninių ryšių paslauga, kuri visiškai arba daugiausia susideda iš signalų perdavimo elektroninių ryšių tinklu. |
|  | - | Subscriber | Abonentas | Asmuo, kuriam yra teikiamos elektroninių ryšių paslaugos pagal sutartį su elektorinių ryšių paslaugų teikėju. |
|  | RSU | Remote Subscriber unit | Išneštinė abonentinė talpa | Aktyvus tinklo elementas iš vienos pusės prijungtas prie prieigos tinklo (naudojant įdedamą kortą), o iš kitos pusės prijungtas prie sujungimo stoties (naudojant 2 Mbps kortą). |
|  | - | Supporting activity | Veiklos palaikymo veikla | Veiklos palaikymo veikla apima: administraciją, buhalterinę apskaitą, planavimą, žmoniškųjų išteklių valdymą bei kitas įmonės veiklos palaikymui reikalingas veiklas. |
|  | - | Switch (switching host) | Komutacinė stotis | Tinklo elementas, kurio paskirtis sukomutuoti skambučių srautą tarp skirtingų tinklo taškų. |
|  | - | Switching network | Komutacinis tinklas | Komutacinių stočių visuma, užtikrinanti laikinų sujungimų tarp atskirų viešojo ryšio tinklo galinių taškų atsiradimą ir nutraukimą. |
|  | - | Electronic communications network | Elektroninių ryšių tinklas | Elektroninių ryšių tinklas, naudojamas teiki viešojo telefono ryšio paslaugas, įskaitant balso skambučių perdavimą tarp tinklo galinių taškų, ir kitas paslaugas tokias kaip faksimilių ir duomenų perdavimas. |
|  | - | Termination | Užbaigimas | Skambučio perdavimas nuo stoties ar ekvivalentinio tinklo elemento (imtinai), esančio arčiausiai abonento, kuriam skambinama, kuriame yra arba gali būti suteiktas tinklų sujungimas, iki tinklo galinio taško, kuriame šis skambutis yra užbaigiamas. |
|  | TN | Transit Node | Trazitinis mazgas | Pagrindinis IP maršrutizatorius, aptarnaujantis Tranzito Zoną. |
|  | - | Transit | Tranzitas | Skambučių perdavimas nuo sujungimo stoties (įskaitant šią stotį), esančios arčiausiai skambutį inicijuojančio abonento, kur gali būti įgyvendintas tinklų sujungimas per vieną ar daugiau sujungimo stočių iki sujungimo stoties (neįskaitant šios stoties), esančios arčiausiai skambutį priimančio abonento. |
|  | Transit 1 | Type 1 Transit | 1 Tipo tranzitas | Skambučių perdavimas per vieną tinklo tranzitinę stotį (įskaitant šią stotį). Tai yra šiuo metu reguliuojama PSTN paslauga. |
|  | Transit 2 | Type 2 Transit | 2 Tipo tranzitas | Skambučių perdavimas nuo (iki) tinklo vietinės stoties (neįskaitant šios stoties), esančios arčiausiai skambinančiojo abonento (abonento, kuriam skambinama), kurioje yra arba gali būti įvykdytas tinklų sujungimas, iki (nuo) tinklo tranzitinės soties (įskaitant šią stotį), kurioje yra ar gali būti įvykdytas tinklų sujungimas. Tai yra šiuo metu reguliuojama PSTN paslauga. |
|  | Transit 3 | Type 3 Transit | 3 Tipo tranzitas | Skambučių perdavimas nuo tinklo tranzitinės stoties (neįskaitant šios stoties), kurioje yra arba gali būti įvykdytas tinklų sujungimas, iki tinklo tranzitinės stoties (įskaitant šią stotį), kurioje yra ar gali būti įvykdytas tinklų sujungimas. Tai yra šiuo metu reguliuojama PSTN paslauga. |
|  | Transit 4 | Type 4 Transit | 4 Tipo tranzitas | Tarptautinių skambučių perdavimas per vieną tinklo tarptautinę stotį (įskaitant šią stotį), kai tarptautinis skambutis inicijuojamas tinkle, kuris yra Lietuvos Respublikos teritorijoje. Tai yra šiuo metu reguliuojama PSTN paslauga. |
|  | Transit 5 | Type 5 Transit | 5 Tipo tranzitas | Tarptautinių skambučių perdavimas tarp tinklo tranzitinės stoties (neįskaitant šios stoties) ir tinklo tarptautinės stoties (įskaitant šią stotį), kai tarptautinis skambutis inicijuojamas tinkle, kuris yra Lietuvos Respublikos teritorijoje. Tai yra šiuo metu reguliuojama PSTN paslauga. |
|  | - | Transmission link | Perdavimo tinklo jungtis | Įrenginių visuma, užtikrinanti elektrinių ir optinių signalų perdavimą tarp dviejų geografiškai atskirtų tinklo taškų. |
|  | - | Transmission network | Perdavimo tinklas | Techninių įrenginių visuma, užtikrinanti elektrinių ir optinių signalų perdavimą tarp atskirų tinklo elementų. |
|  | - | Tributary card | Įdedamoji korta | Tankintuvo sudedamoji dalis, atstojanti sąsają tarp tankintuvo ir kitos telekomunikacinės įrangos. |
|  | - | Unsuccessful call | Nesėkmingas skambutis | Skambtis, kuris buvo inicijuotas, tačiau sujungimas neįvyko dėl užimtumo arba į skambutį nebuvo atsakyta. |
|  | 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). |
|  | - | Wholesale billing system | Didmeninių pardavimų apskaitos sistema | Didmeninių pardavimų ir sąskaitų pateikimo klientams informacinė sistema. |
|  | 1GE or GE | 1 Gbps Ethernet interface | 1 Gbps Ethernet sąsaja | Sąsaja, leidžianti Ethernet kadrus (frames) perduoti vieno gigabitų per sekundę greitaveika. |
|  | 10GE | 10 Gbps Ethernet interface | 10 Gbps Ethernet sąsaja | Sąsaja, leidžianti Ethernet kadrus (frames) perduoti dešimties gigabitų per sekundę greitaveika. |
| 77. | – | Recommendation | Rekomenda-cija | Europos Komisijos ir 2009/396/EB rekomendacija dėl skambučių užbaigimo fiksuotojo ir judriojo ryšio tinkluose tarifų reguliavimo ES |

# Turinys

[Žodynas 2](#_Toc346206013)

[Turinys 10](#_Toc346206014)

[1. Įvadas 12](#_Toc346206015)

[*1.1.* *Teisinis pagrindas* 13](#_Toc346206016)

[*1.2.* *Dokumento tikslas* 13](#_Toc346206017)

[2. LRAIC principai 15](#_Toc346206018)

[*2.1.* *Tinklo modeliavimas* 17](#_Toc346206019)

[*2.2.* *Padidėjimas* 17](#_Toc346206020)

[*2.3.* *Modeliuojamas laikotarpis* 18](#_Toc346206021)

[*2.4.* *Sąnaudų įvertinimas* 18](#_Toc346206022)

[*2.5.* *Kapitalo sąnaudos* 19](#_Toc346206023)

[*2.6.* *Technologinis pagrindas* 19](#_Toc346206024)

[*2.7.* *Priedai sąnaudoms padengti* 23](#_Toc346206025)

[3. Modeliavimo principų aprašymas 24](#_Toc346206026)

[*3.1.* *Modelio skaidymas* 24](#_Toc346206027)

[*3.2.* *Modelio scenarijai* 24](#_Toc346206028)

[4. BU-LRAIC modeliavimo eiga 25](#_Toc346206029)

[*4.1.* *Tinklo paklausa* 25](#_Toc346206030)

[*4.2.* *Tinklo modeliavimas* 25](#_Toc346206031)

[*4.3.* *Tinklo vertės nustatymas* 25](#_Toc346206032)

[*4.4.* *Paslaugų sąnaudų apskaičiavimas* 26](#_Toc346206033)

[5. Modelio apimtis 28](#_Toc346206034)

[*5.1.* *Paslaugų sąrašas* 28](#_Toc346206035)

[*5.2.* *Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas* 30](#_Toc346206036)

[*5.3.* *Tinklo komponentų sąrašas* 33](#_Toc346206037)

[6. Tinklo modeliavimas 34](#_Toc346206038)

[*6.1.* *Tinklo paklausos skaičiavimas* 34](#_Toc346206039)

[*6.2.* *Grandinių komutacijos srauto perskaičiavimas į paketų komutacijos srautą* 35](#_Toc346206040)

[*6.3.* *Paklausos srauto perskaičiavimas į tinklo apkrovos vienetus* 36](#_Toc346206041)

[*6.4.* *Formulių žodynas* 38](#_Toc346206042)

[*6.5.* *Prieigos Mazgo modeliavimas* 38](#_Toc346206043)

[*6.6.* *Tranzito tinklo modeliavimas* 48](#_Toc346206044)

[*6.6.1.* *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus jungčių skaičiaus apskaičiavimas* 49](#_Toc346206045)

[*6.6.2.* *MGW tinklų sujungimo jungčių apskaičiavimas* 54](#_Toc346206046)

[*6.6.3* *Terpių Sąsajos Valdymo dalis (MGC)* 58](#_Toc346206047)

[*6.6.4.* *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių tipų nustatymas* 59](#_Toc346206048)

[*6.6.5.* *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus plėtinių apskaičiavimas* 60](#_Toc346206049)

[*6.7.* *Perdavimo tinklo modeliavimas* 61](#_Toc346206050)

[*6.8.* *Optinių skaidulų kabelių modeliavimas* 73](#_Toc346206051)

[*6.9. Ryšių kabelių kanalų modeliavimas* 74](#_Toc346206052)

[*6.10.* *Kiti tinklo elementai* 76](#_Toc346206053)

[*6.10.1.* *IMS – IP daugialypės terpės sistema* 76](#_Toc346206054)

[*6.10.2.* *Apskaitos ir apmokestinimo sistema* 77](#_Toc346206055)

[*6.10.3.* *Galutinio paslaugų gavėjo įranga (CPE)* 78](#_Toc346206056)

[7. Tinklo sąnaudų apskaičiavimas 78](#_Toc346206057)

[*7.1.* *Metinių sąnaudų apskaičiavimas* 79](#_Toc346206058)

[*7.2.* *Priedų sąnaudoms padengti paskirstymas* 82](#_Toc346206059)

[8. Paslaugų sąnaudų skaičiavimas 85](#_Toc346206060)

[*8.1.* *Vienarūšių sąnaudų kategorijų paskirstymas Tinklo komponentams* 85](#_Toc346206061)

[*8.2.* Vidutinių tinklo komponento vieneto sąnaudų apskaičiavimas 90](#_Toc346206062)

[*8.3.* *Paslaugos sąnaudos* 91](#_Toc346206063)

[1 Priedas. Antras modelis: Tinklų sujungimui reikalingų priemonių suteikimas 94](#_Toc346206065)

[2 Priedas. Ekonominio nusidėvėjimo metodas analizė ir rezultatai 100](#_Toc346206066)

# Įvadas

Šio dokumento tikslas – pateikti pagrindinius BU-LRIC modelio, kuriamo viešojo fiksuoto elektroninio ryšio tinklo operatoriui, principus. Dauguma principų buvo pristatyta 2005 metais, kai buvo įdiegtas BU-LRAIC modelis[[1]](#footnote-1). Svarbiausi planuojamo modelio pakeitimai lyginant su ankstesniu modeliu pateikti toliau esančiame paveiksle:



Aukščiau pateikto paveikslo vertimas:

|  |  |
| --- | --- |
| **Angliškas atitikmuo** | **Lietuviškas atitikmuo** |
| Previous RRT approach | Ankstesnis RRT požiūris |
| New Recommendation | Naujoji Rekomendacija |
| Model the costs of an efficient service provider | Modeliuoti efektyviai veiklą vykdančio paslaugų teikėjo sąnaudas |
| Based on current costs | Sąnaudų vertinimas grindžiamas einamąja verte |
| Forward looking BU-LRAIC model\* | Į ateitį orientuotas BU-LRAIC modelis\* |
| Comply with the requrement of „technological efficinecy“ – NGN | Atitikimas „technologinio efektyvumo“ reikalavimą – NGN |
| Take into account pure incremental costs of a call termination determing the per item costs | Nustatant paslaugos vieneto sąnaudas vertinti tik padidėjimo sąnaudas, susijusias su skambučių užbaigimo paslaugų teikimu |
| Included | Įvertinta |
| Not included | Neįvertinta |
| New topics | Nauji reikalavimai |
| \*Previously applied RRT model was based on HY-LRAIC methodology | Ankstesnis RRT modelis buvo grįstas HY-LRAIC koncepcija |

Pirmas svarbus pakeitimas šiame dokumente yra NGN naudojimas, kas atnešė ir poreikį iš naujo modeliuoti tinklą. Antras svarbus pakeitimas yra „gryno“ LRAIC metodo įgyvendinimas. To pasėkoje dokumente atsirado naujas „LRAIC metodika“ skyrius, kuriame yra pateikiama informacija apie skirtingus sąnaudų apskaičiavimo būdus bei jų palyginimas. Apskritai, šio dokumento struktūra yra visiškai nauja, palyginti su 2005 m. naudotu dokumentu.

* 1. *Teisinis pagrindas*

Ilgojo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų apskaičiavimo modelio „iš apačios į viršų“ (toliau – BU-LRAIC), skirto nustatyti tinklų sujungimo paslaugų, teikiamų Lietuvoje veikiančiame fiksuoto ryšio tinkle, sąnaudoms nustatyti, įgyvendinimas remiasi šiais teisės aktais:

* Europos Komisijos rekomendacija 2009/396/EB
* 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.

2005 m. RRT inicijavo pirmąjį projektą nustatyti skambučių, teikiamų fiksuoto ryšio tinklu, sąnaudas. Ernst & Young sukūrė HY-LRAIC sąnaudų apskaičiavimo modelį viešajam fiksuoto ryšio tinklui. Remiantis šio modelio rezultatais RRT direktorius 2008 m. priėmė įsakymą Nr. 1V-101, kuriuo nuo 2008 m. pradėtos reguliuoti skambučių užbaigimo, inicijavimo ir tranzito paslaugų kainos.

Tačiau 2009 m. Europos Komisija priėmė naują rekomendaciją (2009/396/EC) dėl skambučių kainų reguliavimo. Todėl šio projekto tikslas yra sukurti BU-LRAIC modelį, kuris atitiktų rekomendacijos reikalavimus ir leistų apskaičiuoti skambučių užbaigimo fiksuoto ryšio tinkle sąnaudas, o būtent:

* Modeliuoti efektyviai veiklą vykdančio paslaugų teikėjo sąnaudas;
* Sąnaudos turi būti apskaičiuotos sąnaudas vertinant einamąja verte;
* Įgyvendinti į ateitį orientuotą BU-LRAIC modelį;
* Atitikti „technologinio efektyvumo“ reikalavimą – NGN;
* Gali vertinti ekonominio nusidėvėjimo metodą;
* Nustatant paslaugos vieneto sąnaudas vertinti tik padidėjimo sąnaudas („grynas“ LRAIC), susijusias su skambučių užbaigimo paslaugų teikimu.

## *Dokumento tikslas*

Šių metodinių gairių (toliau – BU-LRAIC modelio metodinės gairės arba MRP) tikslai yra:

* Apibrėžti BU-LRAIC modeliavimo apimtį ir detaliai pateikti modeliavimo principus (BU-LRAIC modelio gaires ir koncepciją).

BU-LRAIC modeliavimas yra teorinis ir gali skirtis nuo realios situacijos rinkoje, tačiau pagal šį principą yra modeliuojamas fiksuoto elektroninių ryšių tinklo operatorius, konkurencinėje rinkoje vykdantis savo veiklą efektyviai.

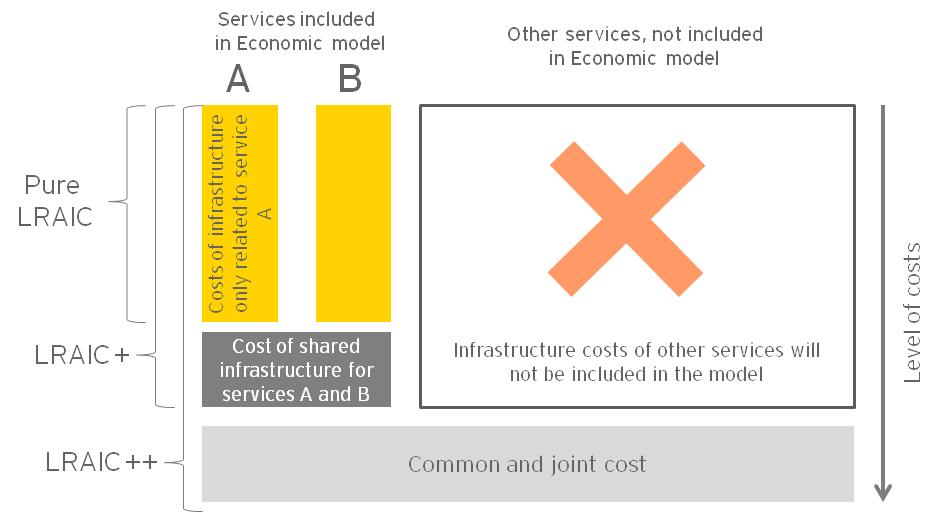
Naudojant BU-LRAIC metodą, yra rizika, kad kai kurie faktiškai vykstantys veiksniai nebus įvertinti modeliu. Siekiant išvengti tokios situacijos, tikimasi, kad visi rinkos dalyviai aktyviai dalyvaus diegiant modelį. Tuo atveju jei BU-LRAIC apskaičiavimams trūks duomenų, bus naudojami palyginamieji duomenys.

# LRAIC principai

Visi skaičiavimai modelyje remiasi į ateitį orientuotų ilgojo laikotarpio vidutinių padidėjimo sąnaudų (LRAIC) metodika, modeliuojant efektyviai konkurencingoje rinkoje veikiantį operatorių naudojant „iš apačios į viršų“ principus. Toliau yra pateikiama trumpa įžanga į BU-LRAIC modelio principus.

LRAIC apibrėžimo reikšmė yra:

1. **LRAIC sąnaudos:** Yra 3 LRAIC sąnaudų apskaičiavimo metodai: „grynos“ LRAIC sąnaudos, LRAIC+ sąnaudos, LRAIC++ sąnaudos.
   * „grynų“ LRAIC sąnaudų metodas apima tik tas sąnaudas, kurios yra susijusias su tinklo komponentais, naudojamais teikti konkrečią paslaugą.
   * LRAIC+ metodas apima tik tas sąnaudas, kurios yra susijusios su tinklo komponentais, naudojamais teikti tam tikrą paslaugų grupę. Šis metodas taip pat leidžia dalį sąnaudų, susijusių su bendrai naudojamomis veiklomis, traktuoti kaip paslaugų grupės padidėjimo sąnaudas. Paslaugų grupę gali sudaryti visos balso paslaugos arba visos duomenų perdavimo paslaugos, arba visos prieigos paslaugos.
   * LRAIC++ metodas apima sąnaudas, aprašytas apibudinant LRAIC+ metodą ir papildomai įtraukiant dalį bendrųjų sąnaudų. Bendrosios sąnaudos konkrečiai paslaugų grupei (visoms balso paslaugoms, visoms duomenų perdavimo paslaugoms ir visoms prieigos paslaugoms) yra skaičiuojamos atskirai kiekvienam Tinklo Komponentui (NC), naudojant vienodai proporcingą priedą (angl. *Equal Proporcianal Mark-up, EPMU*) nuo konkrečiai grupei (visų balso paslaugų, visų duomenų perdavimo paslaugų ir visų prieigos paslaugų) apskaičiuotų padidėjimo sąnaudų.

Skirtingų sąnaudų apskaičiavimo metodų grafinis palyginimas pateiktas toliau esančiame paveiksle:  
****

Paveikslas 1: LRAIC sąnaudų apskaičiavimo metodų palyginimas

1 Paveikslo teksto vertimas:

|  |  |
| --- | --- |
| **Angliškas atitikmuo** | **Lietuviškas atitikmuo** |
| Service included in economic model | Paslaugos, vertinamos ekonominiame modelyje |
| Other services, not included in Economic model | Kitos paslaugos, nevertinamos ekonominiame modelyje |
| Cost of infrastructure only related with service A | Tinklo elementų sąnaudos, patiriamos teikiant tik paslaugą A |
| Pure LRAIC | „grynas“ LRAIC |
| Cost of shared infrastructure for services A and B | Tinklo elementų sąnaudos, patiriamos teikiant bendrai paslaugą A ir B |
| Infrastructure costs of other services will not be included in the model | Tinklo elementų, susijusių su kitomis paslaugomis, sąnaudos nebus vertinamos modelyje |
| Common and jodint costs | Bendrosios sąnaudos |
| Level of costs | Sąnaudų dydis |

BU-LRAIC modelis turės funkcionalumą sąnaudas apskaičiuoti naudojant visus tris metodu

1. ***Ilgasis laikotarpis.*** 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.*** Vidutinių padidėjimo sąnaudų principas apima sąnaudų pokyčio dėl gamybos (paslaugų apimties) padidėjimo (sumažėjimo) įvertinimą ir įvertintų sąnaudų priskyrimą vienam teikiamos paslaugos vienetui. 2 paveiksle yra grafiškai iliustruojami padidėjimo ir vidutinių padidėjimo sąnaudų skirtumai.

**Vidutinės padidėjimo sąnaudos**

**Padidėjimas**

Produkcija

Sąnaudos

**Padidėjimo sąnaudos**

Paveikslas 2: Padidėjimo ir vidutinės padidėjimo sąnaudos

1. ***Orientuota į ateitį.*** 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+10 metams (t. y., jei modeliuojama 2009 metais, paslaugų sąnaudos skaičiuojamos 2010-2020 metams).
2. **„iš apačios į viršų“:** „iš apačios į viršų“ metodas apima inžinerinį ir ekonominį modelius, kurie naudojami apskaičiuoti tinklo elementų, naudojamų efektyviai veiklą vykdančio paslaugų teikėjo, teikiančio tinklų sujungimo paslaugas, sąnaudas.

„iš apačios į viršų“ modelis atlieka šiuos uždavinius:

* + Modeliuoja ir iš naujo įvertina tinklą;
  + Įvertina su tinklu nesusijusias sąnaudas;
  + Įvertina tinklo priežiūros ir palaikymo sąnaudas;
  + Apskaičiuoja paslaugų sąnaudas;

Platesne prasme BU-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, skambučio užbaigimo viešajame fiksuoto ryšio tinkle tarifai turėtų artėti prie LRAIC metodu apskaičiuotų sąnaudų.

## *Tinklo modeliavimas*

Vienas iš svarbiausių sprendimų, kuris turi būti priimtas atliekant „iš apačios į viršų“ modeliavimą, yra nuspręsti kokiu metodu bus modeliuojami tinklo mazgai: „išdegintos žemės“ ar „išdegintų mazgų“. Vieno iš dviejų metodų pasirinkimo tikslas yra užtikrinti tinkamas paskatas modeliuojamam operatoriui investuoti ateityje ir taip pat naujiems rinkos dalyviams siųsti teisingus signalus, kad pastarieji galėtų priimti sprendimus dėl savo veiklos modelio – konstruoti savo tinklą ar naudotis tam tikro operatoriaus tinklo ištekliais.

„išdegintos žemės“ principas remiasi tuo, jog optimaliai sukonstruoto tinklo elementai bus išdėstyti taip, kad perdavimas tarp tinklo elementų būtų taip pat optimalus. Modeliuojant tinklą pagal šį metodą ,laikomasi „balto lapo“ principo. Tačiau optimalaus tinklo projektavimas nėra paprastas ir neginčijamas uždavinys. Tačiau, gali būti laikoma pagrįsta leisti operatoriui susigrąžinti išlaidas, susijusias su jau esama tinklo konfigūracija, nes operatorius tinklo negali pakeisti ir turi naudoti tokią tinklo konfigūraciją, kokia ji yra.

Atsižvelgiant į aukščiau aprašytus tinklo modeliavimo principus, detalūs paaiškinimai kaip bus skaičiuojamas tinklo elementų poreikis yra pateikti 6 skyriuje *Tinklo modeliavimas.*

## *Padidėjimas*

LRAIC metodikoje padidėjimas yra siejamas su elementais, kurie įtakoja analizuojamo objekto sąnaudas (analizuojami objektai yra pateikti 5.1 skyriuje *Paslaugų sąrašas*). Apskaičiuojant didmeninių pasaugų, teikiamų fiksuoto ryšio tinklu, „grynąsias“ LRAIC sąnaudas, būtina įvertinti tas pastovias ir kintančias sąnaudas, kurių paslaugų teikėjas nepatirtų jei nebeteiktų paslaugos trečiajai šaliai, t. y. reikia apskaičiuoti išvengiamas sąnaudas. Didmeninių paslaugų išvengiamos sąnaudos gali būti apskaičiuojamos pirmiausia įvertinant ilgo laikotarpio sąnaudas, teikiant visas paslaugas, ir po to įvertinant ilgo laikotarpio sąnaudas, teikiant visas paslaugas, išskyrus didmenines paslaugas, teikiamas kitiems operatoriams. Pastarąsias sąnaudas atėmus iš ilgo laikotarpio sąnaudų, teikiant visas paslaugas, būtų apskaičiuojamos padidėjimo sąnaudos.

Apskaičiuojant sąnaudas pagal LRAIC+ metodą, būtina nustatyti tik tas pastovias ir kintamas sąnaudas, kurios nebūtų patirtos, jei balso paslaugos nebebūtų teikiamos trečiųjų šalių operatoriams ir mažmeninių paslaugų gavėjams (t. y. išvengiamos sąnaudos). Balso paslaugų išvengiamos sąnaudos gali būti apskaičiuojamos pirmiausia įvertinant ilgo laikotarpio sąnaudas, teikiant visas paslaugas, ir po to įvertinant ilgo laikotarpio sąnaudas, teikiant visas paslaugas, išskyrus balso paslaugas, teikiamas kitiems operatoriams ir mažmeninių paslaugų gavėjams. Pastarąsias sąnaudas atėmus iš ilgo laikotarpio sąnaudų, teikiant visas paslaugas, būtų apskaičiuojamos balso paslaugų padidėjimo sąnaudos.

Apskaičiuojant LRAIC++ sąnaudas, prie apskaičiuotų padidėjimo sąnaudų yra pridedami papildomi priedai padengti dalį bendrųjų sąnaudų, reikalingų užtikrinti visų paslaugų teikimą.   
Kuriamo BU-LRAIC modelio padidėjimai yra:

* Paslaugų kiekis;
* Abonentai.

## ***Modeliuojamas laikotarpis***

Siekiant objektyviai įvertinti fiksuoto ryšio tinklo operatoriaus sąnaudas, yra įprasta skaičiuoti paslaugų sąnaudas bent keliems laikotarpiams. BU-LRAIC modelyje nominalios sąnaudos bus skaičiuojamos 10 metų laikotarpiui pradedant nuo 2010 m.

## ***Sąnaudų įvertinimas***

Atliekant sąnaudų vertinimą, turto atkūrimo sąnaudos gali būti vertinamos dviem būdais: įsigijimo savikaina (HCA) ir einamąja verte (CCA). BU-LRAIC modelis turės funkcionalumą įvertinti sąnaudas naudojant abu metodus.

Sąnaudų įvertinimas HCA verte yra sąnaudų įvertinimo metodas, kurį naudojant turtas įvertinamas istorine turto įsigijimo verte. Pagrindiniai šio metodo privalumai – paprastumas ir tikrumas. Pagrindinis šio metodo trūkumas – apskaitinė turto vertė gali būti pagrįsta išlaidomis, kurios nėra aktualios šiandien, nes neįvertina technologinio progreso ir (arba) infliacijos poveikio turto kainai.

CCA tikslas yra gauti informaciją, kiek kainuotų įsigyti turtą ar kitus reikiamus išteklius šiuo metu arba artimoje ateityje. CCA yra nustatomos remiantis esama (ar vėliausiai įsigyto) turto rinkos kaina arba pakoreguojant HCA vertę, atsižvelgiant į reikiamo turto infliaciją ir tokiu būdu modeliuojant labiau realią versle naudojamų išteklių kainą. Tuo atveju, kai naudojamas turtas yra technologiškai pasenęs ir rinkoje juo jau nėra prekiaujama, gali būti sunku nustatyti jo einamąją turto vertę. Tokiu atveju 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 (įskaitant MEA principo taikymą) geresnės alternatyvos nėra.

## ***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 siekiamoje bendrovės kapitalo struktūroje.

Viešojo fiksuoto elektroninio ryšių tinklo operatoriaus, efektyviai veikiančio rinkoje, WACC apskaičiavimas ir prielaidų pagrindimas bus pateiktas atskiroje ataskaitoje.

* 1. *Technologinis pagrindas*

Ernst & Young sukurs „iš apačios į viršų“ inžinerinį modelį, kuris tinklo vertę leis įvertinti pagal sąnaudų apskaitos einamąja verte principus bei leis modeliuoti sąnaudų ir veiklos, įtakojančios sąnaudas, ryšį, įskaitant efektyvaus tinklo sumodeliavimą.

Atsižvelgiant į Rekomendaciją, „technologiškai efektyvus“ fiksuoto ryšio tinklo operatorius turėtų naudoti NGN ir paslaugas teikti naudojant pagrindinį tinklą, grįstą IP technologija. Tačiau modelis taip pat turės funkcionalumą apskaičiuoti tinklų sujungimo sąnaudas pagal PSTN tinklo struktūrą, kuri buvo sumodeliuota ir patvirtinta suinteresuotų šalių 2005 metais dokumentu „BU-LRAIC modelio dokumentacija“.  
Šiame dokumente (šiose MRP) pagrindinis dėmesys bus skiriamas NGN tinklo struktūrai ir skirtumams tarp NGN ir PSTN struktūros. Pagrindiniai pakeitimai, kurie reikalingi pereiti nuo PSTN fiksuoto ryšio tinklo prie NGN fiksuoto ryšio tinklo, yra išvardinti toliau:

* Srautą agreguojantys vietiniai mazgai (RSU, DSLAM, LE (vietinės sujungimo stotys įskaitant abonentines kortas) fiksuoto ryšio tinkle turi būti pakeisti į MSAN, o OLT ir AETH turi būti modeliuojami mazguose, kur yra tiesiamos optinių skaidulų prieigos linijos;
* Srauto perdavimas tarp mazgų realizuojamas Ethernet perdavimo tinklu vietoj ATM/SDH perdavimo tinklo;
* Vietinių komutavimo ir tranzitinių komutavimo stočių komutavimo funkcijos yra perkeliamos į IP maršrutizatoriais ir IMS sistemą;
* NGN tinkle diegiami Terpių Sąsajos (Media Gatways, MGW), kurios tinklų sujungimo vietose paketų komutaciją konvertuoja į grandinių komutaciją;
* NGN tinklo galutiniams paslaugų gavėjams reikia CPE, kurio pagalba gali gauti interneto prieigos, VoIP ir IPTV paslaugas.

Bendro pobūdžio schema, parodanti diegiamus pakeitimus, pateikta toliau:

|  |  |
| --- | --- |
| PSTN tinklo architektūra | ODF / MDF |
| NGN tinklo architektūra |  |

Paveikslas 3: tinklų architektūros pokyčiai

PSTN ir NGN tinklo loginė struktūra

Pagrindinis PSTN tinklas susideda iš komutavimo stočių ir susijusių tinklo elementų, kurių visuma sukuria ir nutraukia trumpus sujungimus tarp tinklo galinių taškų. Komutavimo tinklo elementai gali būti grupuojami į šias kategorijas:

* Išneštines abonentų talpas (RSU);
* Vietines komutacines stotis (LE);
* Tranzitines komutacines stotis (TE).

PSTN tinklo Pagrindinio tinklo vietinio lygmens tinklas, kuris agreguoja srautą iš abonentų, susideda iš išneštinių abonentų talpų (RSU) ir Vietinių komutacinių stočių (LE). Geografinė teritorija, kurią aptarnauja vietinė komutacinė stotis yra vadinama Vietine Zona.

PSTN tinklo pagrindinio tinklo tranzitinio lygmens tinklas, kuris persiunčia srautą ilgais atstumais, susideda iš Tranzitinių komutacinių stočių. Geografinė teritorija, kurią aptarnauja tranzitinė komutacinė stotis yra vadinama Tranzito Zona.

Išskiriami šie PSTN ir NGN tinklų skirtumai:

* NGN tinkle abonentų srautą, generuojamą varinėmis vietinėmis linijomis, vietoj RSU ir Vietinių komutacinių stočių PSTN tinkle, agreguoja MSAN. Srautą, generuojamą optinėmis vietinėmis linijomis, agreguoja OLT ir AETH su CPE;
* NGN tinkle srautui perduoti naudojami IP maršrutizatoriai vietoj Tranzitinių komutacinių stočių;
* PSTN tinklo architektūra susideda iš dviejų ar daugiau tinklo lygių (vietinio ir tranzito), kai tuo tarpu NGN tinklo architektūra yra „plokščia“ ir susideda iš vieno tinklo lygio, kuriame vietinio lygio srautas yra agreguojamas Ethernet komutatoriais ir IP maršrutizatoriai naudojami tik tranzitiniame lygmenyje.

PSTN tinklo ir NGN tinklo loginė struktūra pateikta sekančiuose paveiksluose:



**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

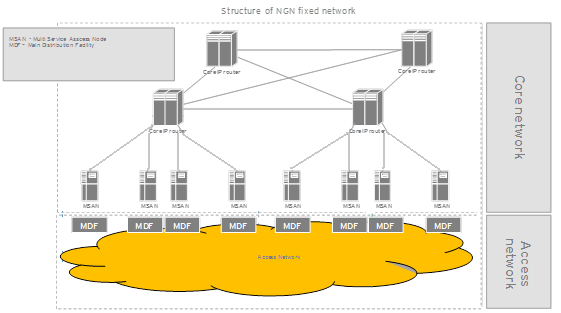
**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

Paveikslas 4: PSTN tinklo struktūra.  
  
  
Paveikslas 5: NGN fiksuotojo ryšio tinklo struktūra.

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

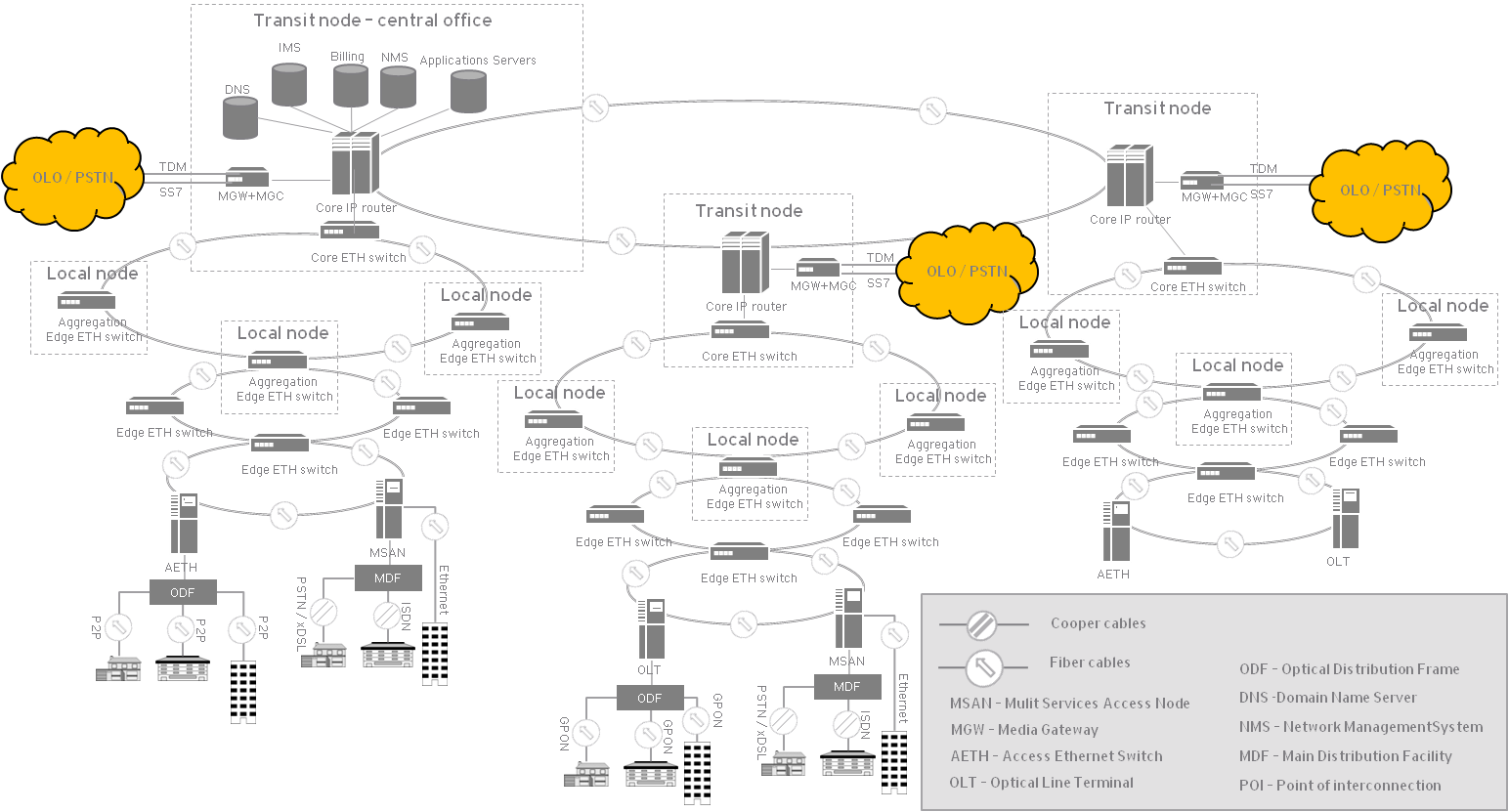
**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**

**ODF/MDF**



Paveikslas 6: Modeliuojamo NGN tinklo schema.

## *Priedai sąnaudoms padengti*

Kaip jau buvo paminėta 2.2 skyriuje *Padidėjimai*, siekiant įvertinti BU-LRAIC modelyje sąnaudas, susijusias su tinklo priežiūra ir palaikymu, administracija ir veiklos palaikymu, kapitalo sąnaudomis, tinklo valdymo sistema, bus naudojami priedai minėtoms sąnaudoms padengti. Paklausa teikiamoms paslaugos daro didžiausią įtaką tinklo struktūrai ir plėtrai. Didėjanti paklausa reikalauja daugiau tinklo pajėgumų ir atitinkamų tinklo elementų. Tai didina tinklo priežiūros ir palaikymo sąnaudas (tinklo kūrimui ir priežiūrai reikia daugiau inžinierių). Su tinklo priežiūra ir palaikymu susijusios sąnaudos (tiksliau, žmonių skaičiaus augimas) įtakoja administracijos ir veiklos palaikymo bei kapitalo sąnaudas. Paslaugų paklausos ir priedų tam tikroms sąnaudoms padengt, sąryšis pateiktas 7 paveiksle.

**Paklausa tinklui**

**Tinklo infrastruktūra**

**Su tinklu susijusios veiklos sąnaudos**

**Administracios/veiklos palaikymo ir kapitalo sąnaudos**

%

%

Paveikslas 7: Paslaugų paklausos ir priedų sąnaudoms padengti sąryšis.

Išsamesnis priedų tam tikroms sąnaudoms padengti aprašymas ir paskirstymas yra pateiktas 8.2 skyriuje *Priedų sąnaudoms padengti paskirstymas*. Remiantis geriausia praktika ir tarptautine patirtimi, priedai sąnaudoms padengti nustatomi atsižvelgiant į duomenis, surinktus iš operatorių, kurie bus koreguoti kitų šalių operatorių palyginamaisiais duomenimis. Šiuo metu daroma prielaida, jog naujausia informacija iš toliau nurodytų šaltinių, bus naudojama apskaičiuoti priedus sąnaudoms padengti:

1. Anketiniai duomenys, pateikti operatorių.

Jei operatorių pateikti duomenys nebus pakankami modeliavimui, bus naudojami šie duomenų šaltiniai:

1. Europos Komisijos Informacinės visuomenės direktorato ataskaitose skelbiama informacija apie „iš apačios į viršų“ sąnaudų modelius, naudojamus apskaičiuoti tinklų sujungimo sąnaudas Europos Sąjungos valstybėse narėse;
2. Ataskaitos ir dokumentai, skelbiami Federalinės ryšių komisijos, kuriuose skelbiama informacija apie „iš apačios į viršų“ sąnaudų modelius, naudojamus apskaičiuoti tinklų sujungimo sąnaudas Europos Sąjungos valstybėse narėse ir JAV;
3. Viešos ataskaitos apie LRAIC projektus, LRAIC modelius, naudojamus Europos Sąjungos valstybėse narėse;
4. „Ernst & Young“ žinios apie telekomunikacijų sektorius.

# Modeliavimo principų aprašymas

## *Modelio skaidymas*

Dabartinis BU-LRAIC modelis susideda iš dviejų atskirų smulkesnių modelių. Kiekvienas iš jų apima skirtingas paslaugas (žr. 1 lentelę). Smulkesni modeliai fiziškai yra atskirti į į du nepriklausomus (tarpusavyje nesusijusios) MS Excel modelius.

Lentelė 1. BU-LRAIC modelio skaidymas

|  |  |
| --- | --- |
| **Pirmu modeliu modeliuojamos paslaugos** | **Antru modeliu modeliuojamos paslaugos** |
| Skambučių inicijavimas  Skambučių užbaigimas  Skambučių tranzitas  Skambučių srauto paslauga | Su tinklų sujungimu susijusių priemonių suteikimas |

Pirmame modelyje skaičiuojamos šios sąnaudos:

* Tinklo CAPEX sąnaudos;
* Tinklo OPEX sąnaudos;
* Administracijos ir veiklos palaikymo CAPEX sąnaudos;
* Administracijos ir veiklos palaikymo OPEX sąnaudos.

Tinklo CAPEX sąnaudos apima tinklo komponentus, išvardytus 5.3 skyriuje *Tinko komponentų sąnašas[[2]](#footnote-2)*. Su tinklo valdymo sistema susijusios CAPEX sąnaudos, su OPEX susijusios tinklo sąnaudos, administracijos ir veiklos palaikymo OPEX ir CAPEX sąnaudos yra aprašytos 7.2 skyriuje *Priedų sąnaudoms padengti paskirstymas*.

Antrojo BU-LRAIC modelio principai pateikti 1 Priede.

* 1. ***Modelio scenarijai***

10 viešųjų elektroninių ryšių tinklų operatorių yra pripažinti ūkio subjektais, turinčiais didelę įtaką skambučių užbaigimo atitinkamuose tinkluose rinkose – TEO LT, AB ir 9 alternatyvus fiksuoto ryšio tinklo operatoriai. RRT reguliuoja visų operatorių teikiamas skambučių užbaigimo savo tinkluose kainas, bet 9 alternatyvių fiksuotojo ryšio tinklo operatorių skambučių užbaigimo paslaugų kainos yra susietos su TEO LT, AB kainomis. Dėl to, bus sukurtas tik vienas sąnaudų apskaičiavimo modelis.

1. **BU-LRAIC modeliavimo eiga**

BU-LRAIC modelio tikslas yra apskaičiuoti efektyviai konkurencingoje rinkoje veikiančio operatoriaus patiriamas sąnaudas, darant prielaidą, jog tinklas yra modeliuojamas iš naujo patenkinti esamą ir būsimą paklausą.

8 paveikslas iliustruoja bendrus BU-LRAIC modeliavimo principus. Šių metodinių gairių struktūra taip pat yra suderinta su sąnaudų skaičiavimo eiga.

Paveikslas 8: Bendra BU-LRAIC modelio eiga.

**Tinklo paklausa**

**Tinklo modeliavimas**

**Paslaugos sąnaudų apskaičiavimas**

**Tinklo vertės nustatymas**

* 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 srautą piko laiku.

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

Detalus tinklo paklausos vertinimo aprašymas bei tinklo paklausos principai yra pateikti skyriuje *6.1 Tinklo paklausos skaičiavimas.*

## *Tinklo modeliavimas*

Įvertinus tinklo paklausą, identifikuojama reikiama tinklo įranga, kuri aptarnautų nustatytą paklausą piko metu. Tai yra daroma naudojant inžinerines taisykles, kurios atsižvelgia į modulinę tinklų įrangos prigimtį ir nustato kiekvieną apibūdinto tinklo elemento komponentą. Naudojant kintamųjų sąnaudų struktūras, tai leidžia nustatyti sąnaudas kiekvienam elementui.

Detaliai tinklo modeliavimas yra aprašytas skyriuje *6.* *Tinklo modeliavimas.*

## *Tinklo vertės nustatymas*

Nustačius visų būtinų tinklo įrangos elementų poreikį, nustatomos vienarūšių sąnaudų kategorijos (angl. *Homogenous Cost Categories*, toliau – HCC) (tinklo elementų sudedamosios dalys yra padauginamos iš dabartinės jų vertės ir gautos investicijos yra perskaičiuojamos į metines reikšmes). HCC yra sąnaudų grupė, turinti tą patį veiksnį bei tą patį sąnaudų-kiekio sąryšį (angl. C*ost Volume Relationship*, toliau – CVR) ir kurių apimtis vienodai veikia technologiniai pokyčiai. HCC vertės yra nustatomos atliekant tokius veiksmus: tinklo elementų sudedamosios dalys (kiekiai) yra padauginamos iš dabartinės jų vertės ir gautos investicijos yra paverčiamos į metines reikšmes; prie apskaičiuotų metinių reikšmių yra pridedami priedai tam tikroms sąnaudoms padengti (CAPEX ir OPEX sąnaudoms). HCC sąrašas pateikiamas 5.2. skyriuje *Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas.*

Apskaičiuoti fiksuoto ryšio tinklo elementai tinklo modeliavimo metu turi būti įvertinti bendrąja atkuriamąja verte (angl. *Gross Replacement Cost*, toliau – GRC). Remiantis tinklo elementų GRC verte, yra skaičiuojamos metinės sąnaudos. Metinės sąnaudos apima:

* Metines kapitalo sąnaudas (CAPEX);
* Metines veiklos palaikymo sąnaudas (OPEX).

CAPEX sąnaudas sudaro investicijų grąža (ROI) ir ilgalaikio turto nusidėvėjimas. OPEX sąnaudas sudaro darbo užmokestis (įskaitant socialinio draudimo mokesčius), medžiagų bei išorinių paslaugų sąnaudos (transportavimas, apsauga, veiklos palaikymo veiklos ir kt.)

Detali metinių CAPEX sąnaudų apskaičiavimo metodų analizė yra pateikta 7.1skyriuje *Metinių sąnaudų apskaičiavimas*.

Priedų tinklo palaikymo sąnaudų, administracijos sąnaudų, veiklos palaikymo sąnaudų, kapitalo sąnaudų ir tinklo valdymo sistemos kapitalo sąnaudų įvertinimas aprašytas 2.7skyriuje *Priedai sąnaudoms padengti* ir *7.2* skyriuje *Priedų sąnaudoms padengti paskirstymas*.

HCC, tinklo komponentų (angl. *Network Components*, toliau – NC) ir modeliuojamų paslaugų sąrašas pateikiamas skyriuje *5. Modelio apimtis.*

## *Paslaugų sąnaudų apskaičiavimas*

Esminis LRAIC metodikos principas – sąnaudos yra paskirstomos tinklų komponentams, tinklo komponentai priskiriami tinklo paslaugoms ir tokiu būdu nustatomos sąnaudos (žr. 9 paveikslą).

**Vienarūšių sąnaudų kategorijos**

**Tinklo komponentai**

**Paslaugos**

Paveikslas 9: Sąnaudų paskirstymo principas

Nustačius HCC, jos yra paskirstomos Tinklo komponentams arba kitaip NC. NC yra loginiai elementai, kurie jungia pagal funkcinę paskirtį vienarūšius tinklo elementus ir, jungiant atitinkamus NC, galima modeliuoti įvairias paslaugas. NC sąrašas pateikiamas 5.3skyriuje *Tinklo komponentų sąrašas.* Toliau NC sąnaudos yra nustatomos sumuojant atitinkamas HCC. NC sąnaudos yra padalijamos iš paslaugų apimties ir taip gaunamos NC vieneto sąnaudos. Galiausiai, paslaugų sąnaudos yra apskaičiuojamos atsižvelgiant į NC vieneto sąnaudas bei NC panaudojimo paslaugoms teikti statistinius duomenis.

Paslaugų sąnaudų apskaičiavimas išsamiai aprašytas 8 skyriuje *Paslaugų sąnaudų apskaičiavimas.*

# Modelio apimtis

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

## *Paslaugų sąrašas*

Atsižvelgiant į tai, jog perėjimas prie NGN „plokština“ tinklo topologiją, tinklo modelyje yra modeliuojamas tik vienas tinklo hierarchijos lygmuo. Dėl to, gali nebūti poreikio skambučių inicijavimo ir užbaigimo paslaugas diferencijuoti į vietinį ir nacionalinį skambučių inicijavimą ir užbaigimą, o taip pat gali nebūti poreikio modeliuoti visus 5 skambučių tranzito tipus kaip šiuo metu yra PSTN tinkle. To pasėkoje pirmuoju BU-LRAIC modeliu bus modeliuojamos šios paslaugos:

1. Skambučio inicijavimas;

2. Skambučio užbaigimas;

3. Skambučio tranzitas (7 paslaugų rūšys):

* Nacionalinių skambučių tranzitas:

1. Lietuvoje inicijuoto ir užbaigto skambučio perdavimas per vieną tranzitinę stotį (operatoriai tinklus yra sujungę toje pačioje stotyje) – Tranzitas Nr. 1;
2. Lietuvoje inicijuoto ir užbaigto skambučio perdavimas nuo stoties (neįskaitant šios stoties), kurioje yra arba gali būti įvykdytas tinklų sujungimas, iki stoties (įskaitant šią stotį), kurioje yra arba gali būti įvykdytas (tinklus sujungiantys operatoriai yra susijungę skirtingose stotyse) – Tranzitas Nr. 3;
3. Lietuvoje inicijuoto ir užbaigto skambučio tranzitas per tinklą – Tranzitas Nr. 1/3.

* Lietuvoje inicijuoto tarptautinio skambučio perdavimas per (tranzitinę) stotį (įskaitant šią stotį) – Tranzitas Nr. 4.
* Lietuvoje inicijuoto tarptautinio skambučio perdavimas nuo (tranzitinės) stoties (neįskaitant šios stoties) iki tarptautinės (tranzitinės) stoties (įskaitant šią stotį) – Tranzitas Nr. 5.
* Lietuvoje inicijuoto tarptautinio skambučio perdavimas per tinklą – Tranzitas Nr. 4/5.
* Skambučio, inicijuoto užsienyje ir užbaigto Lietuvoje, tranzitas per tinklą – Tranzitas Nr. 6.

4. Skambučių srauto paslauga (angl. *Capacity Based Pricing*).

Skambučių srauto paslaugų sąnaudų apskaičiavimo principai yra pateikti skyriuje *8.3 Paslaugų sąnaudos.*

Visų paslaugų sąnaudos bus diferencijuojamos pagal piko ir nepiko laiką. Paslaugų sąnaudų perskaičiavimas į sąnaudas piko ir nepiko laiku bus atliekamas atsižvelgiant į operatorių pateiktus duomenis.

Antrasis BU-LRAIC modelis vertina modeliuojama paslaugas, susijusias su tinklų sujungimu.

Atsižvelgiant į paslaugas, modeliuojamas pirmame BU-LRAC modelyje, o taip pat atsižvelgiant į BU-LRAIC modeliavimo principus, aprašytus šiame MRP, bendra pirmojo BU-LRAIC modelio rezultatų schema būtų tokia:

Lentelė 2. Pirmojo BU-LRAIC modelio rezultatų schema

| **Paslaugos**  **pavadinimas** | **Paslaugos apskaitos vienetai** | **Paslaugos vieneto sąnaudos** | **Tinklo komponentais** | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Prieigos mazgas (AN) | Tranzito mazgas (TN) | Perdavimas  AN-TN | Perdavimas  TN-TN | IMS | Tinklų sujungimo apskaita ir apmokestinimas | MGW - POI | IE[[3]](#footnote-3) | Perdavimas  TN-IE\* | CPE |
| Skambučio inicijavimas | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučio užbaigimas | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 1 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 3 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 1/3 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 4 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 5 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 4/5 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Skambučių tranzitas Nr. 6 | Minutės |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## *Vienarūšių sąnaudų kategorijų sąrašas*

Kaip paminėta 4 skyriuje *BU-LRAIC modeliavimo eiga*, HCC vertės yra apskaičiuojamos prie tinklo CAPEX metinių sąnaudų, apskaičiuotų modeliuojant tinklą, pridedant priedus tam tikroms sąnaudos (tiek CAPEX, tiek OPEX) padengti.

3 lentelė yra pateiktas vienarūšių sąnaudų kategorijų (HCC), naudojamų BU-LRAIC modelyje, sąrašas.

Lentelė 3. HCC, naudojamų BU-LRAIC modelyje, sąrašas

| **HCC pavadinimas** | **HCC sudarantys elementai** |
| --- | --- |
| **Infrastruktūra** | *Griovys*  *Kanalas – 1 ertmė*  *Kanalas – 2 ertmės*  *Kanalas – 6 ertmės*  *Kanalas – 12 ertmių*  *Kanalas – 24 ertmės*  *Kanalas – 48 ir daugiau ertmių*  *Šuliniai* |
| **Gerbūvio atstatymas** | *Želdinių atstatymas*  *Šaligatvių atstatymas*  *Asfalto kelio dangos atstatymas*  *Betoninės kelio dangos atstatymas* |
| **Kliūčių kirtimas** | *Tiesimas per kelią (iki 15 m)*  *Tiesimas per kelią (virš 15 m)*  *Tiesimas per geležinkelio bėgius*  *Tiesimas per upes ir kanalus*  *Tiesimas kertant kitas kliūtis* |
| **Papildomi darbai** | *Projekto darbai*  *Leidimų gavimas iš savininkų*  *Geodezinės paslaugos* |
| **Optinių skaidulų kabeliai** | *Optinių skaidulų kabeliai – 12 skaidulų*  *Optinių skaidulų kabeliai – 24 skaidulos*  *Optinių skaidulų kabeliai – 48 skaidulos*  *Optinių skaidulų kabeliai – 72 skaidulos*  *Optinių skaidulų kabeliai – 96 skaidulos*  *Optinių skaidulų kabeliai – 144 skaidulos* |
| **Optinių skaidulų kabelių sujungimai** | *12 skaidulų sujungimai*  *24 skaidulų sujungimai*  *48 skaidulų sujungimai*  *72 skaidulų sujungimai*  *96 skaidulų sujungimai*  *144 skaidulų sujungimai*  *Matavimai* |
| **MSAN** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 3 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 4 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 5 Tipo*  *Abonentinė korta – 1 Tipo – ADSL*  *Abonentinė korta – 2 Tipo – SHDSL*  *Abonentinė korta – 3 Tipo – POTS*  *Abonentinė korta – 4 Tipo – ISDN - BRA*  *Magistralinė korta – 1 Tipo*  *Optinis modulis – 10GE 1 Tipo – LR (ilgo nuotolio)* |
| **OLT** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 3 Tipo*  *Abonentinė korta – 1 Tipo – GPON*  *Optinis modulis – Abonentinės kortos*  *Magistralinė korta – 1 Tipo*  *Optinis modulis – Magistralinė korta 1 Tipo – LR – (ilgo nuotolio)* |
| **Prieigos tinklo Ethernet komutatorius (Access Ethernet Switch)** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Abonentinė korta – 1 Tipo – P2P*  *Abonentinė korta – 2 Tipo – P2P*  *Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo*  *Optinis modulis – Abonentinės kortos*  *Optinis modulis – Magistralinės kortos – GE* |
| **Agreguojantis Ethernet komutatorius (Edge Ethernet Switch)** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 3 Tipo*  *Komutavimo kortos*  *Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10 GE – 3 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10 GE – 4 Tipo*  *Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)* |
| **Srautą surenkantis Agreguojantis Ethernet komutatorius (Aggregation Edge Ethernet Switch)** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 3 Tipo*  *Komutavimo kortos*  *Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10 GE – 3 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10 GE – 4 Tipo*  *Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)* |
| **Pagrindinio tinklo Ethernet komutatorius** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 3 Tipo*  *Komutavimo kortos*  *Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10GE – 2 Tipo*  *Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)* |
| **Tranzito mazgo IP maršrutizatorius** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Pagrindinė dalis – 2 Tipo*  *Komutavimo kortos*  *Magistralinės kortos – 10GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – 10GE – 2 Tipo*  *Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)*  *Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio)* |
| **MGW** | *Pagrindinė dalis – 1 Tipo*  *Balsą apdorojanti korta*  *Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – 1 Tipo*  *Magistralinės kortos – 2 Tipo*  *Magistralinės kortos – 3 Tipo*  *Magistralinės kortos – 4 Tipo*  *Optinis modulis – 1GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio)* |
| **MGC** | *Pagrindinė dalis – MGC*  *Plėtinys – MGC* |
| **IMS** | *IMS – spinta*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų paketas*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 1 Tipo – A-SBG*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 2 Tipo – VoIP AS*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 3 Tipo – CSCF & MRCF*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 4 Tipo – BGCF*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 5 Tipo – DNS tarnybinė stotis*  *IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 6 Tipo – Paslaugų teikimas AS*  *HSS – Paslaugų korta – 1 Tipo – Kontrolės korta*  *HSS – Paslaugų korta – 2 Tipo – Duomenų bazės korta*  *IMS – Licencija – 1 Tipo – abonentai*  *IMS - Licencija – 2 Tipo – srauto*  *HSS – Licencijos* |
| **Tinklų sujungimo apskaitos ir apmokestinimo (Billing IC) sistema** | *Pagrindinė dalis*  *Plėtinys* |
| **Su paslaugų reguliavimu susijusios sąnaudos** | *Su paslaugų reguliavimu susijusios sąnaudos* |
| **Optinių skaidulų CPE įranga** | *Optinių skaidulų CPE įranga* |

## *Tinklo komponentų sąrašas*

Tinklo komponentų (NC) sąrašas, naudojamas BU-LRAIC modelyje, yra pateiktas toliau:

* Prieigos mazgas (AN)
* Tranzito mazgas (TN)
* Perdavimas AN – TN
* Perdavimas TN – TN
* IMS
* Tinklų sujungimo apskaita ir apmokestinimas (IC Billing)
* MGW/MGC
* IE
* TN – IE
* CPE

# Tinklo modeliavimas

Kaip minėta 2.6 skyriuje *Technologinis pagrindimas*, tinklo modeliavimas apims tik NGN tinklo koncepciją.

Inžinerinių modelių sukūrimas, kurių pagalba bus sumodeliuotas srautų perdavimo tarp tinklo elementų tinklas ir kabelių infrastruktūra, yra vienas iš svarbiausių viso tinklo modeliavimo veiksmų. Modeliavimą atliekant pagal „iš apačios į viršų“ LRAIC principus, inžineriniai modeliai negali būti papildyti agreguotais duomenimis iš modeliuojamo ūkio subjekto turto registrų. Siekiant šios problemos išvengti, tinklo modeliavimas turi remtis laisvai prieinamais duomenimis:

* MSAN tinklo modeliavimas bus atliekamas atsižvelgiant į balso ir duomenų perdavimo paslaugų kiekius, surinktus iš operatorių;
* Ethernet ir IP srautų perdavimo mazgai bus modeliuojami atsižvelgiant į srautų komutavimą ir maršrutizavimo veiksnius.

Techninis – technologinis modelis modeliuos tik tuos infrastruktūros elementus, kurių reikia suteikti didmenines paslaugas, modeliuojamas Ekonominiame modelyje. Tačiau tinklo elementų pajėgumai bus vertinami atsižvelgiant į visas teikiamas paslaugas. Bet kitų paslaugų, naudojančių tą pačią infrastruktūrą kaip ir modeliuojamos didmeninės paslaugos, sąnaudos nebus skaičiuojamos.

## *Tinklo paklausos skaičiavimas*

Atskaitos taškas modeliavime yra dabartinė paslaugų paklausa, kuri matuojama:

* Skambučių į VoIP ir PSTN (išskyrus skambučius į trumpuosius telefono ryšio numerius) tinklo viduje trukme;
* Skambučių į VoIP ir PSTN (išskyrus skambučius į trumpuosius telefono ryšio numerius) į kitus fiksuoto ryšio tinklus ir judriojo ryšio tinklus trukme;
* Tarptautinių skambučių į VoIP, PSTN ir judriojo ryšio tinklus užsienyje (išskyrus skambučius į trumpuosius telefono ryšio numerius) trukme;
* Skambučių į trumpuosius telefono ryšio numerius (mokamus ir nemokamus) į VoIP, PSTN ir judriojo ryšio tinklus trukme;
* Tinkle užbaigų ir VoIP, PSTN, judriojo ryšio tinkluose inicijuotų skambučių trume;
* Inicijuotų skambučių trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 1, trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 2, trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 3, trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 4, trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 5, trukme;
* Skambučių, perduotų Tranzitu Nr. 6, trukme;
* Interneto paslaugų, teikiamų fiziniams ir juridiniams asmenims, paklausa;
* IPTV paslaugų paklausa;
* Kitų balso ir duomenų perdavimo paslaugų paklausa;
* Paklausa prieigos paslaugoms, teikiamoms fiksuoto ryšio tinkle.

## *Grandinių komutacijos srauto perskaičiavimas į paketų komutacijos srautą*

Atsižvelgiant į tai, jog NGN tinklas yra paketų komutacija grįstas tinklas, visas grandinių komutacijos srautas (apmokestintų minučių kiekis), turi būti perskaičiuojamas į duomenų srautą (kiekis kbps). Šis perskaičiavimas atliekamas keliais žingsniais:

1. Jungčių, reikalingų aptarnauti abonentų perkamas balso paslaugas, poreikio apskaičiavimas.

Jungčių, reikalingų aptarnauti abonentų perkamas balso paslaugas, poreikis apskaičiuojamas remiantis MSAN inžineriniu modeliu. Išsamus skaičiavimas pateiktas (3) formulėje.

1. BHT (angl. *Busy Hour Trafic* – srauto piko metu) apskaičiavimas abonentų jungtims.

Remiantis MSAN apkrova srautu piko metu (aprašyta toliau dokumente) ir jungčių, reikalingų aptarnauti abonentų perkamas balso paslaugas, kiekio skaičiavimais, toliau apskaičiuojamas vieno abonento jungties BHmE (Busy Hour mili Erlangs). Detalūs skaičiavimai pateikiami (2) formulėje.

1. BHE (Busy Hour Erlangs) apskaičiavimas kiekvienam MSAN.

Kiekvienam MSAN yra skaičiuojamas BHE. Tai atliekama dauginant abonentų paklausą tenkinančių jungčių kiekį iš abonento jungčiai tenkančio BHmE.

BHE dydis parodo kiek VoIP kanalų reikia patenkinti balso paslaugų srautą piko metu. Išsamiai šie skaičiavimai pateikiami (11) formulėje, kur BHE skaičiavimai yra įtraukti į balso greitaveikos skaičiavimus.

1. VoIP kanalų greitaveikos apskaičiavimas.

Šiems skaičiavimams atlikti, reikia priimti keletą prielaidų dėl VoIP (angl. *Voice over IP*) technologijos:

* Koks balso kodavimo algoritmas naudojamas;
* Koks yra kiekvieno tinklo lygmens protokolo dydis: RTP/ UDP/ IP / Ethernet.

VoIP kanalo greitaveikos poreikis yra apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:  
 (1)

Paaiškinimai,

- IP antraštė (baitai);

- UDP antraštė (baitai);

- RTP antraštė (baitai);

- Ethernet antraštė (baitai);

- Balso informacijos dydis (baitai) – VoIP kodavimo algoritmu nustatytas dydis;

- Paketų kiekis per sekundę (paketai) – su kodavimo algoritmu susijęs bitų kiekis;

- Prioriteto faktorius.

Skaičiavimų rezultatai pateikti toliau esančioje lentelėje.  
Lentelė 4. VoIP kodavimo algoritmai ir kanalo greitaveikos poreikis

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kodavimo algoritmo pavadinimas ir greitaveika (Kbps)** | **Greitaveika Ethernet lygmenyje (Kbps)** | **Balso antraštės dydis**  **(baitai)** |
| G.711 (64 Kbps) | 87.2 Kbps | 160,00 |
| G.729 (8 Kbps) | 31.2 Kbps | 20,00 |
| G.723.1 (6.3 Kbps) | 21.9 Kbps | 24,00 |
| G.723.1 (5.3 Kbps) | 20.8 Kbps | 20,00 |
| G.726 (32 Kbps) | 55.2 Kbps | 80,00 |
| G.726 (24 Kbps) | 47.2 Kbps | 60,00 |
| G.728 (16 Kbps) | 31.5 Kbps | 60,00 |
| G722\_64k(64 Kbps) | 87.2 Kbps | 160,00 |
| ilbc\_mode\_20 (15.2Kbps) | 38.4Kbps | 38,00 |
| ilbc\_mode\_30 (13.33Kbps) | 28.8 Kbps | 50,00 |

*Šaltinis: „Voice Over IP - Per Call Bandwidth Consumption”, Cisco*

1. Greitaveikos piko laiku apskaičiavimas kiekvienam MSAN.

Kiekvienam MSAN srautas piko metu yra apskaičiuojamas srauto dydį BHE dauginant iš balso kanalui tenkančios greitaveikos. Išsamiai skaičiavimai aprašyti (11) formulėje.

Garantuotos greitaveikos duomenų perdavimo paslaugos bus vertinamos remiantis nominaliais tokių paslaugų pajėgumais.

Negarantuotos greitaveikos (angl. *best effort*) duomenų perdavimo paslaugos bus vertinamos atsižvelgiant į metinį tokių paslaugų duomenų srautą.

## *Paklausos srauto perskaičiavimas į tinklo apkrovos vienetus*

Paslaugų paklausa turi būti pakoreguota atsižvelgiant į paklausos ir tinklo plėtros poreikį bei poreikį išlaikyti tinklo pajėgumų rezervą. Tokiu būdu yra įvertinama paklausos poveikis kiekvienam tinklo elementui. Po to, kai srauto paklausa yra koreguojama, kad būtų įvertinti aukščiau aprašyti faktoriai, perskaičiuota srauto paklausa yra padalinama kiekvienam tinklo elementui naudojant maršrutizavimo veiksnius (žr. 5 lentelę).

Lentelė 5. Maršrutizavimo veiksniai

|  | **Paslaugos tipas** | | | **Maršrutizavimo veiksnys** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|  |  | |  | Prieigos mazgas (AN) | Tranzito mazgas (TN) | Perdavimas - AN - TN | Perdavimas - TN - TN | Perdavimas - TN - POI | IE - Tarptautinė  komutacinė stotis[[4]](#footnote-4) | Perdavimas - TN – IE4 |
|  | | Vietiniai skambučiai – skambučiai tinklo viduje (modeliuojamo operatoriaus tinkle) | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Nacionaliniai skambučiai – skambučiai tinklo viduje (modeliuojamo operatoriaus tinkle) | | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tarptautiniai skambučiai (išskyrus į trumpuosius telefono ryšio numerius) į VoIP, PSTN ir judriojo ryšio tinklus | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
|  | | Skambučiai į trumpuosius telefono ryšio numerius | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai – inicijuoti vietiniai skambučiai | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai – inicijuoti nacionaliniai skambučiai | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai – užbaigiami vietiniai skambučiai | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai – užbaigiami nacionaliniai skambučiai | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 1 | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 2 | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 3 | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 4 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 5 | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|  | | Tinklų sujungimo skambučiai –tranzitas Nr. 6 | | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
|  | | Kitos tinklų sujungimo paslaugos | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Interneto prieigos paslaugos – fiziniai asmenys | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Interneto prieigos paslaugos – juridiniai asmenys | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Interneto prieigos paslaugos – didmeninių paslaugų pirkėjai | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | IPTV paslaugos | | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | ATM/Ethernet duomenų perdavimo paslaugos – verslui su poreikiu pirkti IP paslaugas | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | ATM/Ethernet duomenų perdavimo paslaugos - IP Prieiga | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Kitos paslaugos | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Analoginės skirtosios linijos metų pabaigoje – 64 Kbit/s | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Analoginės skirtosios linijos metų pabaigoje - nx64 Kbit/s | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Analoginės skirtosios linijos metų pabaigoje - 2 Mbit/s | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Skirtosios linijos metų pabaigoje - STM-0 | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Skirtosios linijos metų pabaigoje - STM-1 | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|  | | Skirtosios linijos metų pabaigoje - STM-4 | | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Maršrutizavimo veiksniai rodo, kaip intensyviai kiekvienas tinklo elementas yra naudojamas suteiti konkrečią paslaugą. Pavyzdžiui, skambutis vidutiniškai naudos nuo vieno iki dviejų MSAN išteklius ir mažiau nei vieno IP maršrutizatoriaus išteklius. Tinklas nebūtinai turi būti suprojektuotas aptarnauti visą paklausos sukuriamą srautą, tačiau tinklas turi aptarnauti labiausiai apkrautą metų valandą. Tuo tikslu, modeliui būtina informacija apie:

* Balso ir duomenų sukuriamą paklausą per labiausiai metuose apkrautą valandą;

ir

* Faktinį metinį balso ir duomenų srautą.

Remiantis dviem aukščiau paminėtais kintamaisiais, gali būti išvestas procentinis dydis, kuris vėliau bus naudojamas visą srautą perskaičiuoti į srautą didžiausios apkrovos metu (piko laiku).

## *Formulių žodynas*

Toliau pateiktoje lentelėje yra pateiktas formulių, naudojamų tinklo modeliavime, žodynas:   
Lentelė 6. Formulių žodynas

|  |  |
| --- | --- |
| **Santrumpa** | **Paaiškinimas** |
|  | x elementų skaičius/kiekis |
|  | x srauto kiekis |
|  | Abonentų/paslaugų skaičius |
|  | x elemento greitaveika |
|  | Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui |
|  | Proporcija, išreikšta procentais |
|  | x elemento pajėgumas |

Formulės, pateiktos rėmeliuose, yra svarbios formulės ir naudojamos tinklo modeliavime. Ne rėmeliuose pateiktos formulės yra pagalbinės formulės, kuriomis skaičiuojamos papildomos modeliavimui reikalingos reikšmės.

## *Prieigos Mazgo modeliavimas*

Modeliuojant Prieigos mazgą (Access Node), atsižvelgiama į šiuos aspektus:

* Daroma prielaida, jog konkrečioms paslaugoms teikti yra naudojamos tam tikros jungtys (ports);
* Skaičiavimų atskaitos taškas yra apmokestintos minutės ir duomenų perdavimo srautas;
* Skaičiavimuose yra įvertinami laisvų išteklių poreikiai augimui ir laikymo periodas (holding times);
* Skaičiavimuose naudojami maršrutizavimo veiksniai, kurių pagalba yra įvertinamas tinklo elementų panaudojimo intensyvumas;
* Tinklo modeliavimas atliekamas darant prielaidą, jog tinklo pajėgumai turi aptarnauti srautą piko laiku;
* Toliau tinklo pajėgumai yra koreguojami tikslu užtikrinti srauto perdavimą tarp mazgų bei užtikrinti tinklo patikimą veikimą.



Paveikslas 10: Migracija iš PSTN į NGN ir MSAN/OLT/Prieigos Ethernet komutatoriaus vieta

Prieigos Mazgo modeliavimas atliekamas laikantis „išdegintų mazgų“ prielaidos. „Išdegintos žemės“ alternatyva nėra naudojama modeliuojant prieigos tinklą, nes siekiama kuo mažiau įtakoti didmeninių paslaugų, kurios yra teikiamos naudojant esamus prieigos tinklo mazgus, rinkas. Skaičiavimuose naudojamos tokios „išdegintų mazgų“ scenarijaus prielaidos:

* Kiekvienam Prieigos Mazgui surenkama geografinė informacija (adresas, koordinatės) ir tokiu būdu bus išvengta įtakos didmeninių prieigos paslaugų teikimui;
* Kiekvienam Prieigos Mazgui surenkama informacija apie teikiamų paslaugų rūšis. Konkrečiai informacija renkama apie: balso paslaugas, teikiamas per varinės prieigos tinklus, balso paslaugas, teikiamas per optinių linijų prieigos tinklus, ISDN BRA paslaugas, ISDN PRA paslaugas, interneto prieigos paslaugas, teikiamas varinės prieigos tinklais, interneto prieigas, teikiamas per optinių linijų prieigos tinklus GPON ot P2P technologija, TDM skirtąsias linijas, TDM didelės spartos skirtąsias linijas, ATM/Ethernet duomenų perdavimo paslaugas;
* Daroma prielaida, jog skirtųjų linijų paslaugos bus teikiamos naudojant SDSL/HDSL technologijas;
* Daroma prielaida, jog didelės spartos TDM skirtųjų linijų paslaugos bus teikiamos naudojant Ethernet technologiją;
* ATM duomenų perdavimo paslaugos bus teikiamos remiantis Ethernet technologija;
* MSAN bus modeliuojamas kai prie tinklo abonentai yra jungiami naudojant POTS, ISDN, xDSL technologijomis;
* AETH bus modeliuojami kai prie tinklo abonentai yra jungiami naudojant „taškas – taškas“ (point to point) technologiją;
* OLT bus modeliuojami kai prie tinklo abonentai yra jungiami naudojant GPON technologiją.

Po to, kai reikalinga informacija bus surinkta ir bus priimtos aukščiau pateiktos prielaidos, Prieigos Mazgo įrangos poreikis bus skaičiuojamas šiais etapais:

1) kiekvienam tinklo elementui bus skaičiuojama vidutinė greitaveika jungtims, naudojamoms teikti balso paslaugas ir vidutinė greitaveika jungtims, naudojamoms teikti duomenų perdavimo paslaugas;

2) skaičiuojamas abonentų jungčių ir magistralinių jungčių poreikis kiekvienoje Prieigos Mazgo geografinėje vietoje. Skaičiavimai atliekami remiantis greitaveika, tenkančia anksčiau minėtoms jungtims;

3) Prieigos Mazgo pagrindinės dalies modeliavimas, atsižvelgiant į Prieigos Mazgui konkrečioje geografinėje vietovėje tenkantį abonentų skaičių ir magistralinių jungčių poreikį.

* + 1. *Prieigos Mazgo vidutinės greitaveikos apskaičiavimas*

Vidutinė abonentų balso paslaugoms aptarnauti naudojamų jungčių greitaveika pagal tinklo paklausą yra apskaičiuojama pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Paaiškinimai:

 - vidutinė konkretaus tinklo komponento (NC) jungties greitaveika;

- Bendras faktinis paslaugų kiekis;

- Srauto piko laiko ir vidutinio vienos valandos srauto santykis. Ši reikšmė parodo srauto piko laiku ir vidutinio srauto proporciją;

 - Vidutinis tinklo komponento panaudojimas. Žiūrėti (4) formulę;

- Ekvivalentinis balso linijų skaičius. Žiūrėti (3) formulę;

 - GPON ir P2P balso paslaugas naudojančių abonentų skaičius.

Įvairių prieigos technologijų abonentinių linijų, naudojamų balso paslaugoms teikti, kiekis perskaičiuojamas į ekvivalentinių abonentų linijų, naudojamų balso paslaugoms teikti, kiekį pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

Paaiškinimai:

- ekvivalentinių balso paslaugoms naudojamų linijų kiekis;

 - balso paslaugų linijų kiekis;

 - ISDN-BRA linijų kiekis;

 - ISDN-PRA linijų kiekis;

 - balso kanalo ekvivalentas POTSxdę

 - balso kanalo ekvivalentas ISDN-BRA;

 - balso kanalo ekvivalentas ISDN-PRA.

Vidutinis tinklo komponento panaudojimas yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Paaiškinimai:

- Bendras svertinis balso paslaugų kiekis, tenkantis tinklo komponentui;

- Bendras faktiškas balso paslaugų kiekis;

- Vidutinis tinklo komponento panaudojimas.

Bendras svertinis balso paslaugų kiekis, tenkantis tinklo komponentui yra apskaičiuojamas pagal formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Paaiškinimai:

- Bendras svertinis balso paslaugų kiekis, tenkantis tinklo komponentui;

- *i* –balso paslaugos kiekis;

- Konkrečiam tinklo komponentui nustatytas i-osios paslaugos maršrutizavimo veiksnys (žiūrėti Lentelę 5);

- konkreti balso paslauga;

- balso paslaugo rūšis.

Abonentų, besinaudojančių duomenų perdavimo paslaugomis, vidutinė jungčių greitaveika yra skaičiuojama atsižvelgiant į vidutinę greitaveiką bei dalinimosi faktorių. Skaičiavimai atliekami pagal (6) formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

Paaiškinimai:

 - vidutinis duomenų perdavimas per jungtį;

 - duomenų perdavimo paslaugos srautas piko valandą;

 - Bendras x paslaugų kiekis;

* + 1. *Jungčių apskaičiavimas Prieigos Mazguose*

Kiekvienai Prieigos Mazgo geografinei vietovei yra skaičiuojamas y paslaugų (POTS, xDSL, GPON, P2P) kiekis. Skaičiavimai atliekami pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

Paaiškinimai:

 - paslaugų kiekis;

 - paslaugų kiekis Prieigos Mazgo geografinėje vietovėje;

 - Bendras paslaugos abonentų skaičius;

 - Bendras paslaugų, teikiamų Prieigos Mazguose, kiekis.

Kiekvienam Prieigos Mazgui yra skaičiuojamas magistralinių jungčių (GE, 10 GE) poreikis. Skaičiavimai atliekami, atsižvelgiant į reikalingus pajėgumus ir technines prielaidas (žiedinė struktūra, tinklo veikimo užtikrinimas). Skaičiavimai aprašyti toliau esančiose formulėse:

* OLT ir AETH skaičiavimai:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (8) |

Paaiškinimai:

- balso paslaugų, teikiamų optinių skaidulų linijomis, paklausa greitaveikai, Mbit/s. Šis dydis apskaičiuojamas balso paslaugų, teikiamų GPON ir P2P technologijomis Prieigos Mazgo geografinėje vietovėje, kiekį dauginant iš  - VoIP kanalo greitaveikos (Žiūrėti (12)

formulę);

- duomenų perdavimo paslaugų, teikiamų optinių skaidulų linijomis, paklausa greitaveikai, Mbit/s. Šis dydis apskaičiuojamas pagal (13) formulę kaip įvesties duomenimis imant GPON ir P2P paslaugų skaičių.

- IPTV paslaugų, teikiamų optinių skaidulų linijomis, paklausa greitaveikai, Mbit/s

IPTV paslaugų paklausa greitaveikai yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (9) |

Paaiškinimai:

- IPTV paslaugų, teikiamų konkrečiu Prieigos Mazgu, skaičius;

- Vidutinė IPTV paslaugos greitaveika. Žiūrėti (6) formulę;

 - Vidutinė VOD paslaugos greitaveika. Žiūrėti (6) formulę;

- Abonentams teikiamas maksimalus kanalų skaičius;

- Vienam IPTV kanalui pateikti reikalinga vidutinė greitaveika.

* MSAN skaičiavimai:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (10) |

Paaiškinimai:

- Magistralinių jungčių skaičius;

- Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - Balso paslaugų paklausa greitaveikai, Mbit/s. Žiūrėti (11) formulę;

 - Duomenų perdavimo paslaugų paklausa greitaveikai, Mbit/s. Žiūrėti (13) formulę.

Balso paslaugų generuojamas srautas yra apskaičiuojamas naudojant toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

Paaiškinimai:

 - Konkrečiame Prieigos Mazge esančių linijų skaičius. Žiūrėti (3) formulę;

- Vidutinė Prieigos Mazgo jungties greitaveika. Žiūrėti (2) formulę;

- VoIP kanalo sparta.

VoIP kanalo sparta priklauso nuo kodavimo algoritmo ir yra apskaičiuojama pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

Paaiškinimai,

- IP antraštė (baitai);

- UDP antraštė (baitai);

- RTP antraštė (baitai);

- Ethernet antraštė (baitai);

- Balso informacijos dydis (baitai) – VoIP kodavimo algoritmu nustatytas dydis;

- Paketų kiekis per sekundę (paketai) – su kodavimo algoritmu susijęs bitų kiekis;

- Prioriteto faktorius.

Duomenų perdavimo paslaugų sukurta paklausa apskaičiuojama pagal sekančia formulę:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | |  | (13) | |  |

Paaiškinimai:

- linijos duomenų perdavimo paslaugų greitaveika (interneto prieigos paslaugos, analoginės arba nx64, arba 2Mbit/s skirtosios linijos);

- duomenų perdavimo paslaugos skaičius. Žiūrėti (7) formulę.

* + 1. ***Prieigos Mazgo pagrindinių dalių tipų modeliavimas***

Remiantis apskaičiuotais abonentų skaičiais ir magistralinių kortų pajėgumais, kiekvienam Prieigos Mazgui skaičiuojamas MSAN pagrindinių dalių tipas ir poreikis.

Pagrindinių dalių modeliavimas atliekamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

Paaiškinimai:














Paaiškinimai:

- x Tipo pagrindinės dalies elementų kiekis Prieigos Mazge, kur x yra: MSAN atveju = {1, 2, 3, 4, 5}, o OLT ir AETH atveju – {1, 2, 3};

- abonento kortų kiekis konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (17) formulę;

- magistralinių kortų kiekis konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (18) formulę;

 - Srauto kiekis, kurį turi aptarnauti konkrečiame Prieigos Mazge esantis tinklo elementas, Mbit/s. Šis dydis apskaičiuojamas sudedant ir  reikšmes, apskaičiuotas pagal (11) formulę ir (13) formulę;

- Balso paslaugų kiekis, išreikštas BHCA. Žiūrėti (19) formulę;

- Tinklo elemento x Tipo pagrindinės dalies pajėgumai, matuojami abonento kortomis;

- Tinklo elemento x Tipo pagrindinės dalies pajėgumai, matuojami magistralinėmis kortomis;

- Tinklo elemento x Tipo pagrindinės dalies komutavimo pajėgumai, matuojami Mbit/s;

- Tinklo elemento x Tipo pagrindinės dalies balso aptarnavimo pajėgumai, matuojami BHCA.

OLT ir AETH atveju pagrindinių dalių tipai yra apskaičiuojami nevertinant (14) formulėje nurodytų dalių.

Konkrečiame Prieigos Mazge būtinų įdiegti abonentinių kortų skaičius yra apskaičiuojamas pagal toliau nurodytas formules:

* OLT skaičiavimai:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (15) |

Paaiškinimai:

 - paslaugų (balsas, interneto prieiga, IPTV), teikiamų GPON technologija, skaičius. Žiūrėti (7) formulę;

- Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

- GPON optinių skaidulų padalinimo proporcija;

- Abonentinių kortų jungčių pajėgumai.

* AETH skaičiavimai:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (16) |

Paaiškinimai:

 - paslaugų (balsas, interneto prieiga, IPTV), teikiamų P2P technologija, skaičius. Žiūrėti (7) formulę;

- Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

- Abonentinių kortų jungčių pajėgumai.

* MSAN skaičiavimai:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (17) |

Paaiškinimai:

- abonentų kortų kiekis;

- abonento kortos pajėgumai teikti y paslaugas/aptarnauti jungtis;

 - paslaugų kiekis konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (7) formulę;

- POTS, interneto prieigos paslaugos;

- Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui teiktipaslaugas.

Reikalingas magistralinių kortų kiekis konkrečiame Prieigos Mazge apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (18) |

Paaiškinimai:

 - Magistralinių kortų kiekis;

 - Magistralinių jungčių kiekis konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (10) ir (8) formules, priklausomai nuo to, koks tinklo elementas naudojamas Prieigos Mazge;

 - Magistralinių jungčių pajėgumai magistralinėje kortoje.

Bandymų skambinti skaičius piko laiku konkrečiame Prieigos Mazge apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (19) |

Paaiškinimai,

 - Bandymų skambinti skaičius konkrečiame Prieigos Mazge;

 - Linijų skaičius konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (3) formulę;

- Laisvi balsą aptarnaujančių elementų pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - Vidutinis bandymų skambinti skaičius, tenkantis jungčiai Prieigos Mazge (AN). Žiūrėti (20) formulę.

apskaičiuojamas pagal sekančią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (20) |

Paaiškinimai,

 - Vidutinis BHCA, tenkantis jungčiai kiekviename tinklo komponente (NC);

- Bendras faktiškai suteiktų paslaugų kiekis;

- Srauto piko metu ir vidutinio srauto santykis;

 - Nesėkmingų bandymų skambinti santykis su visais bandymais skambinti;

 - Linijų kiekis konkrečiame Prieigos Mazge. Žiūrėti (3) formulę;

 - Vidutinė skambučio trukmė.

Iš visų su srauto aptarnavimu susijusių sąnaudų, bus vertinamos tik tos Prieigos Mazgo įrangos sąnaudos, kurių būtų išvengta jei paslauga nebūtų teikiama ir šios sąnaudos bus priskirtos atitinkamam padidėjimui, išskyrus abonentines kortas, naudojamas užbaigti ir inicijuoti skambutį.

## *Tranzito tinklo modeliavimas*

Tranzito tinklas gali būti modeliuojamas atsižvelgiant į faktinę situaciją („išdegintų mazgų“ alternatyva) arba atliekant optimizavimą („išdegintos žemės“ alternatyva). „išdegintų mazgų“ alternatyvos atveju Tranzito tinklo IP maršrutizatoriai pakeis Tranzitines stotis jų esamose vietose. Optimizavimo atveju („išdegintos žemės“ alternatyva) Tranzito tinklo IP maršrutizatoriai bus diegiami pagrindiniuose miestuose kur yra teikiamos tinklų sujungimo (POI) paslaugos. Toliau aprašytos formulės yra taikomos abiems scenarijams - „išdegintų mazgų“ ir „išdegintos žemės“.

Siekiant sumodeliuoti Tranzito tinklą, yra priimamos šios prielaidos:

* Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriai yra diegiami pagrindiniuose Tranzito Zonų miestuose.
* Agreguojantys komutatoriai yra priskiriami Tranzito Zonoms.

Priėmus prielaidas, Pagrindinio tinklo IP maršrutizatorių skaičius yra apskaičiuojamas tokiais etapais:

1. Kiekvienam Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriui reikalingų jungčių (port) apskaičiavimas (žiūrėti (21) formulę);
2. Remiantis apskaičiuotu srautu ir maršrutizavimo veiksniais, apskaičiuojamas Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriui ir MGW tenkantis tinklų sujungimo (IC) srautas. Žiūrėti (42) formulę kur balso tinklų sujungimo (IC) srautas yra apskaičiuojamas erlangais bei (23) formelę kur duomenų perdavimo srautas yra perskaičiuojamas į GE jungtis;
3. Remiantis tinklų sujungimo (IC) jungčių pajėgumais, nustatomas kiekvieno MGW pagrindinių dalių tipas. Žiūrėti (39) formulę;
4. Apskaičiuojamas MGW plėtinių (E1, STM-1, GE) skaičius. Žiūrėti (40) – (47) formules;
5. Remiantis jungčių skaičiumi ir reikalingais pajėgumais, nustatomas kiekvieno Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių tipas. Žiūrėti (51) formulę;
6. Apskaičiuojamas Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus plėtinių (GE, 10 GE, maršrutizavimo plėtinių, valdymo) skaičius. Žiūrėti (52) – (54) formules.

### *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus jungčių skaičiaus apskaičiavimas*

Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriai turi du jungčių tipus: 10GE trumpo nuotolio ir 10GE ilgo nuotolio. Taigi, bendra reikalingų jungčių suma yra 10GE jungtys TN taškui. Jungčių suma apskaičiuojama pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (21) |

Paaiškinimai,

 - Konkrečiame TN esančio Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus nendras 10GE jungčių skaičius;  
 - Ilgo nuotolio 10GE jungčių skaičius konkrečiame TN. Žiūrėti (28) formulę;  
 - Trumpo nuotolio 10GE jungčių skaičius konkrečiame TN. Žiūrėti (22) formulę.

**a) 10GE trumpo nuotolio jungčių apskaičiavimas**

Trumpo nuotolio 10GE jungčių konkrečiame TN skaičius yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (22) |

Paaiškinimai,

 - GE sąsajų, naudojamų TN perduoti duomenis į duomenų apsikeitimo taškus, skaičius. Žiūrėti (23) formulę;

 - GE sąsajų, reikalingų MGW aptarnauti IC srautą, skaičius. Žiūrėti (38) formulę;

 - IP maršrutizatoriaus magistralinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - GE sąsajų, esančių Pagrindiniame Ethernet komutacijos tinkle ir prijungtų prie konkretaus TN, skaičius. Žiūrėti (27) formulę.

Trumpo nuotolio GE sąsajų, naudojamų perduoti srautą į duomenų apsikeitimo taškus, skaičius apskaičiuojamas remiantis toliau nurodyta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (23) |

Paaiškinimai:

 - Vidutinis tam tikro tinklo komponento panaudojimas. Žiūrėti (4) formulę;

 - Didelės spartos skirtųjų linijų sukuriamas srautas, Gbit/s. Žiūrėti (24) formulę;

 - Paslaugų kiekis konkrečiame TN taške. Žiūrėti (26) formulę;

 - Duomenų perdavimo paslaugų sukuriamas srautas, Gbit/s. Žiūrėti (24) formulę.

Aukščiau paminėtų paslaugų sukuriamas srautas yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (24) |

Paaiškinimai:

 - atitinkamos paslaugos vidutinis srautas, tenkantis jungčiai, Kbit/s. Žiūrėti (6) formulę;

 - Paslaugų (STM-LL arba ATM), teikiamų konkrečioje TN, kiekis. Žiūrėti (25) formulę.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (25) |

Paaiškinimai:

 - Paslaugų (STM-LL arba ATM), teikiamų konkrečiame TN, skaičius (įvesties duomenys);

 - Bendras paslaugų (STM-LL arba ATM), teikiamų konkrečiame TN, skaičius (įvesties duomenys);

 - Bendras paslaugų (STM-LL arba ATM) abonentų skaičius (įvesties duomenys).

, ir  informacija bus renkama klausimynų pagalba.

Didmeninių interneto prieigos paslaugų srautas, išeinantis iš tinklo () yra apskaičiuojamas remiantis sekančia formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (26) |

Paaiškinimai:

 - Interneto prieigos paslaugų ir didmeninių paslaugų abonentų proporcija;

 - Vidutinė tam tikros duomenų perdavimo paslaugos greitaveika, tenkantis vienai jungčiai. Žiūrėti (6) formulę;

 - Interneto prieigos paslaugų skaičius tam tikrame TN taške;

- IP maršrutizatoriaus lygmenyje iš tinklo išeinančio POI srauto proporcija.

Trumpo nuotolio GE sąsajų, reikalingų Pagrindiniam Ethernet komutatoriui prijungti prie TN taškų, skaičius apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (27) |

Paaiškinimai,

 - Srautas, perduodamas iš Ethernet komutavimo lygmens į TN taškus. Srautas apskaičiuojamas sudedant srautą, įeinantį į Ethernet komutatorius ir atimant srautą, kuris išeina iš Ethernet komutatoriaus lygmens;

 - Ethernet komutatorių magistralinių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui.

**b) 10GE ilgo nuotolio jungčių apskaičiavimas**

Konkrečiame TN taške reikalingų 10GE ilgo nuotolio jungčių skaičius yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (28) |

Paaiškinimai,

 - IP maršrutizatorių magistralinių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai;

 - 10GE jungčių, reikalingų aptarnauti balso ir duomenų perdavimo paslaugų srautą TN taške, skaičius.

10GE jungčių, esančių konkrečiame TN taške ir reikalingų perduoti srautą tarp Tranzito mazgų, skaičius apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (29) |

Paaiškinimai,

 - Balso paslaugų sukurto srauto, perduodamo per TN, apimtis. Šis srautas apskaičiuojamas naudojant (30) formulę;

 - Duomenų perdavimo paslaugų sukurto srauto, perduodamo per TN, apimtis. Šis srautas apskaičiuojamas naudojant (31).

Balso paslaugų sukurtas srautas apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (30) |

Paaiškinimai:

 - Ekvivalentinių balso linijų skaičius. Žiūrėti (3) formulę;

 - GPON ir P2P balso paslaugų abonentų skaičius;

 - VoIP kanalo bitų srautas. Žiūrėti (12)

formulę;

 - Atitinkamo tinklo komponento (NC) jungties vidutinė greitaveika. Šiuo atveju tai yra TN-TN tinklo komponentas. Žiūrėti (2) formulę.

Duomenų perdavimo paslaugų sukuriamas srautas, Gbit/s, kuris yra perduodamas iš vienos TN vietos į kito TN vietą () yra apskaičiuojamas remiantis toliau nurodyta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (31) |

Paaiškinimai:

- Konkretaus tinklo komponento vidutinis panaudojimas. Žiūrėti (4) formulę;

 - Skirtųjų linijų (analoginių, 2mb ir nx64 skirtųjų linijų), teikiamų konkrečioje TN, sukuriamas srautas. Žiūrėti (34) formulę;

 - Duomenų perdavimo paslaugų, Gbit/s, teikiamų konkrečioje TN vietoje, sukuriamas srautas. Žiūrėti (24) formulę;

 - IPTV paslaugų sukuriamas srautas, apskaičiuotas vidutinę IPTV greitaveiką perskaičiuojant į Gbit/s;

 - Interneto prieigos paslaugų, teikiamų TN, sukuriamas srautas, Gbit/s. Žiūrėti (32) formulę.

Interneto prieigos paslaugų () sukuriamas srautas yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (32) |

Paaiškinimai:

 - fizinių asmenų, naudojančių interneto prieigos paslaugas, sukuriamas srautas;

 - juridinių asmenų, naudojančių interneto prieigos paslaugas, sukuriamas srautas;

 - didmeninių interneto prieigos paslaugų pirkėjų sukuriamas srautas.

Aukščiau paminėtų interneto prieigos paslaugų kiekiai yra apskaičiuojami pagal toliau nurodyta formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (33) |

Paaiškinimai:

 - Fizinių, juridinių ir didmeninių interneto prieigos paslaugų pirkėjų sukurtas srautas;

 - Proporcija, parodanti kokiai vartotojų grupei (fiziniai asmenys, juridiniai asmenys, didmeninių paslaugų pirkėjai) yra teikiamos Interneto prieigos paslaugos;

 - Tam tikros paslaugos vienos jungties vidutinė greitaveika. Žiūrėti (6) formulę;

 - Interneto paslaugų, teikiamų konkrečiame TN, skaičius.

Iš skirtųjų linijų surinkto srauto dydis apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (34) |

Paaiškinimai:

 - skirtosios linijos (analoginės, nx64 or 2mb) sukurto srauto dydis. Žiūrėti (35) formulę.

Šis dydis apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (35) |

Paaiškinimai:

 - Atitinkamos duomenų perdavimo paslaugos vienos jungties vidutinė greitaveika;

 - skirtosios linijos (analoginės, nx64 or 2mb), teikiamos iš konkretaus TN, skaičius. Žiūrėti (36) formulę.

Skirtųjų linijų, teikiamų iš konkretaus TN, skaičius yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (36) |

Paaiškinimai:

 - Bendras skirtųjų linijų, teikiamų operatoriaus, kiekis (įvesties parametras);

- skirtosios linijos, teikiamos iš TN, kuriame yra teikiamos skirtųjų linijų paslaugos, rangas (žiūrėti (3) formulę);

- Preliminarus skirtųjų linijų paslaugų, teikiamų iš konkretaus TN, kiekis. Žiūrėti (37) formulę.

Duomenys apie skirtųjų linijų kiekius bus renkami iš operatorių.

Preliminarus skirtųjų linijų paslaugų, teikiamų iš konkretaus TN, kiekis yra apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (37) |

Paaiškinimai:

- Skirtųjų linijų skaičius pasirinktais metais;

 - Konkrečiame TN, kuriame yra teikiamos skirtosios linijos, teikiamų skirtųjų linijų skaičius.

### *MGW tinklų sujungimo jungčių apskaičiavimas*

Kiekvienam MGW yra apskaičiuojamas tinklų sujungimui (IC) reikalingų jungčių kiekis. Skaičiavimai aprašyti toliau.

GE sąsajų skaičius yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (38) |

Paaiškinimai:

 - Tinklų sujungimo srautui aptarnauti reikalingų GE jungčių skaičius MGW įrenginyje;

 - Minimalus TN-MGW sąsajų skaičius. Daroma prielaida, jog TN sujungti su MGW reikia bent vienos GE sąsajos (jungties).

 - Srauto, perduodamo iš TN į POI kiekis erlangais. Žiūrėti (42) formulę;

 - VoIP kanalo srauto greitis. Žiūrėti (12)

formulę.

* + - 1. **MGW pagrindinių dalių modeliavimas**

Remiantis tinklų sujungimui (IC) reikalingų jungčių skaičiumi ir reikalaujamais pajėgumais, yra nustatomas MGW pagrindinių dalių tipas. Pagrindinių dalių tipas ir skaičius yra nustatomas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (39) |

Paaiškinimai:

 - MGW pagrindinių dalių skaičius;

 - pagrindinės dalies jungties pajėgumai;

 - Tipo kortų skaičius;

- MGW pagrindinių dalių plėtinių tipas (vienas iš penkių galimų tipų);

* + - 1. **MGW plėtinių modeliavimas**

Kiekvienam MGW yra apskaičiuojamas plėtinių (E1, STM-1, GE) skaičius. Daroma prielaida, jog yra 5 magistralinių/plėtinių kortos, kurios palaiko skirtingas sąsajas ir balso apdorojimo korta. Toliau yra pateikiamos kiekvieno Tipo kortų modeliavimo formulės.

**a) 1 Tipo MGW plėtinio modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (40) |

Paaiškinimai:

 - 1 Tipo magistralinių MGW kortų skaičius;

- MGW magistralinių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - 1 Tipo magistralinių kortų pajėgumai, matuojami E1 sąsajomis;

 - 2 Tipo magistralinių kortų pajėgumai, matuojami E1 sąsajomis;

 - proporcija, parodanti kiek E1 sąsajų jungia MGW su POI;

- E1 sąsajų, jungiančių MGW su POI, skaičius. Šis elementas apskaičiuojamas pagal (41) formulę;

 - 2 Tipo MGW magistralinių kortų skaičius. Žiūrėti (43) formulę.

E1 sąsajų () skaičius yra apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (41) |

Paaiškinimai:

 - 2Mbit/s jungties pajėgumai, Erlangais;

 - Srautas tarp TN ir MGW, Erlangais. Žiūrėti (42) formulę. Šis srautas yra apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (42) |

Paaiškinimai:

 - Per tam tikrus tinklo komponentus perduoto srauto dydis ERL;

 - Ekvivalentinių linijų (žiūrėti (3) formulę), einančių iš MSAN į TN, skaičius;

 - GPON ir P2P balso paslaugų linijų skaičius, prijungtų prie TN;

 - Atitinkamo tinklo komponento vidutinė greitaveika. Žiūrėti (2) formulę.

**b) 2 Tipo MGW plėtinio modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (43) |

Paaiškinimai:

;

- E1 sąsajų, jungiančių MGW ir POI, skaičius. Žiūrėti (41) formulę;

 - Proporcija, parodanti kiek E1 sąsajų jungia MGW su POI;

 - 1 Tipo magistralinių kortų pajėgumai, matuojami E1 sąsajomis;

 - 2 Tipo magistralinės kortos pajėgumai, matuojami E1 sąsajomis;

*HA* – MGW magistralinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui.

**c) 3 Tipo MGW plėtinio modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (44) |

Paaiškinimai:

 - 3 Tipo MGW magistralinių kortų skaičius, suapvalintas iki artimiausio sveiko skaičiaus į didesniąją pusę;

- E1 sąsajų, jungiančių MGW ir POI, skaičius. Žiūrėti (41) formulę;

 - Proporcija, nurodanti kiek STM-1 sąsajų jungia MGW su POI;

- MGW magistralinių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - 3 Tipo magistralinių kortų pajėgumai, matuojami STM-1 sąsajomis;

 - SMT-1 sąsajų pajėgumai POI, matuojant E1 sąsajomis.

**d) 4 Tipo MGW plėtinio modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (45) |

Paaiškinimai:

 - 4 Tipo MGW magistralinių kortų skaičius;

- E1 sąsajų, jungiančių MGW ir POI, skaičius. Žiūrėti (41) formulę;

 - Proporcija, nurodanti kiek STM-4 sąsajų jungia MGW su POI;

- MGW magistralinių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui;

 - 4 Tipo magistralinių kortų pajėgumai, matuojami STM-4 sąsajomis;

 - SMT-4 sąsajų pajėgumai POI, matuojant E1 sąsajomis.

**e) MGW plėtinių, kurie palaiko GE sąsajas, modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (46) |

Paaiškinimai:

 - GE Tipo MGW magistralinių kortų skaičius MGW;

 - GE magistralinių kortų pajėgumai, juos matuojant GE sąsajomis;

 - GE sąsajų, jungiančių MGW su TN, skaičius, suapvalintas iki artimiausio sveiko skaičiaus į didesniąją pusę. Žiūrėti (38) formulę.

**f) MGW balsą apdorojančių kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (47) |

Paaiškinimai:

 - Balsą apdorojančios kortos pajėgumai aptarnauti erlangus;

 - Tarp tam tikrų tinklo komponentų perduoto srauto kiekis, ERL. Žiūrėti (42) formulę;

*HA* - MGW komutuojančių kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui.

### *Terpių Sąsajos Valdymo dalis (MGC)*

Terpių Sąsajos Valdymo dalis (MGC) yra modeliuojama siekiant užtikrinti modeliuoto MGW kontrolės funkcijas.

MGW sudarytas iš šių dalių:

* Pagrindinės dalies ir programinės įrangos;
* MGC plėtinių.

MGC pagrindinių dalių kiekis (, vienetai) yra apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (48) |

Paaiškinimai:

- MGC pagrindinių dalių kiekis;

 - MGC pagrindinės dalies lizdų (slot) pajėgumai;

- MGC plėtinių kiekis.

MGC plėtinių kiekis yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (49) |

Paaiškinimai,

 - Plėtinio pajėgumai, juos matuojant BHE;

- MGC techninės ir programinės įrangos Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui.

 - Per tam tikrus tinklo komponentus perduoto srauto dydis ERL. Žiūrėti formulę (42).

### *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių tipų nustatymas*

Kiekvieno Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių tipas nustatomas pagal jungčių skaičių ir jų pajėgumus. Pagrindinių dalių skaičius apskaičiuojamas pagal šią formulę:

**Ethernet Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus 1 Tipo pagrindinės dalies modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (50) |

Paaiškinimai:





Paaiškinimai,

 - 1 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių skaičius;

 - 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių skaičius. Žiūrėti (51) formulę;

- 1 Tipo ir 2 Tipo magistralinių kortų su 10 GE sąsajomis suma. Žiūrėti (59) - (62) formules;

- Komutuojančių kortų suma. Žiūrėti (58) formulę;

- 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant 10 GE kortų skaičiumi;

- 1 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant 10 GE kortų skaičiumi;

- 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant komutavimo kortų skaičiumi;

- 1 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant komutavimo kortų skaičiumi.

**Ethernet Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus 2 Tipo pagrindinės dalies modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (51) |

Paaiškinimai,




Paaiškinimai,

 - 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių skaičius.;

- 1 Tipo ir 2 Tipo magistralinių kortų su 10 GE sąsajomis suma. Žiūrėti (53) – (54) formules;

- Komutavimo kortų suma. Žiūrėti (52) formulę;

- 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant 10 GE kortų skaičiumi;

- 1 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant 10 GE kortų skaičiumi;

- 2 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant komutavimo kortų skaičiumi;

- 1 Tipo Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus pagrindinių dalių pajėgumai matuojant komutavimo kortų skaičiumi.

## *Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus plėtinių apskaičiavimas*

Daroma prielaida, kad yra vieno Tipo komutavimo kortos plėtinys ir dviejų tipų magistralinės kortos plėtiniai.

**a) Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus Komutavimo kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (52) |

Paaiškinimai,

- Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus Komutavimo kortos pajėgumai, Gbit/s;

- Per Tranzito mazgo vietoje esantį Pagrindinio tinklo IP maršrutizatorių persiunčiamo srauto suma, išreikšta Gbit/s, ir padalinta iš laisvų pajėgumų (HA). Srautas susideda iš srauto, nukreipto į MGW ir srautų apsikeitimo taškus ir taip pat balso ir duomenų perdavimo srautų tarp TN;

- Pagrindinio tinklo IP maršrutizatorių komutavimo kortų Laisvi pajėgumai plėtrai/naudojimui.

**b) Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus 2 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (53) |

Paaiškinimai,

- 2 Tipo 10GE kortų skaičius;

- 1 Tipo 10GE kortų pajėgumai, išreikšti 10GE sąsajomis;

- 2 Tipo 10GE kortų pajėgumai, išreikšti 10GE sąsajomis;

 - 10GE jungčių kiekis. Žiūrėti (21) formulę.

**c) Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriaus 1 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (54) |

Paaiškinimai,

 - 1 Tipo 10GE kortų skaičius;

 - 2 Tipo 10GE kortų skaičius. Žiūrėti (53) formulę;

- 1 Tipo 10GE kortų pajėgumai, išreikšti 10GE sąsajomis;

- 2 Tipo 10GE kortų pajėgumai, išreikšti 10GE sąsajomis;

 - 10GE jungčių kiekis. Žiūrėti (21) formulę.

## *Perdavimo tinklo modeliavimas*

Perdavimo tinklas modeliuojamas laikantis panašių principų kaip ir modeliuojant Prieigos Mazgus, o panašumai yra šie:

* Kaip modeliavimo atskaitos taškas yra naudojama informacija apie apmokestintas minutes ir duomenų srautą;
* Įvertinamas išlaikymas ir Laisvi ištekliai tinklo plėtrai;
* Naudojami maršrutizavimo veiksniai, kuriais įvertinamas kiekvieno tinklo elemento panaudojimo intensyvumas. Žiūrėti Lentelę 5 Maršrutizavimo veiksniai;
* Tinklas modeliuojamas tokiam pačiam piko laikui kaip ir Prieigos Mazgų tinklas;
* Toliau ištekliai yra perskaičiuojami, kad būtų užtikrintas srauto perdavimas tarp mazgų ir būtų užtikrintas tinklo nenutrūkstamas veikimas.

Pagrindinės prielaidos atliekant Perdavimo Tinklo modeliavimą yra šios:

**1. Perdavimo tinklo architektūra**

Atliekant perdavimo tinklo modeliavimą, išskiriami trys perdavimo tinklo lygiai:

* Vietinis lygis – apima perdavimo tinklo dalį tarp Prieigos Mazgų (Access Nodes), Agreguojančių Ethernet komutatorių (Edge Ethernet Switches) ir Srautą surenkančių Ethernet komutatorių (Aggregation Ethernet Switches). Kiekvienoje Vietinėje zonoje visi Prieigos Mazgai bus prijungti prie Agreguojančių Ethernet komutatorių ir Srautą surenkančių Ethernet komutatorių, kurie koncentruoja srautą iš Prieigos Mazgų.
* Tranzito 1 lygis – apima perdavimo tinklo dalį tarp Srautą surenkančių agreguojančių Ethernet komutatorių ir Pagrindinio tinklo Ethernet komutatorių. Kiekvienoje Tranzito zonoje esantys Srautą surenkantys agreguojantys Ethernet komutatoriai, koncentruojantys srautą iš Agreguojančių Ethernet komutatorių, yra sujungti su Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriais, kurie koncentruoja srautą iš visų Tranzito zonų.
* Tranzito 2 lygis – apima perdavimo tinklo dalį tarp Pagrindinio tinklo Ethernet komutatorių. Visi Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriai koncentruoja srautą ir nukreipia link Tranzito zonose esančių Pagrindinio tinklo IP maršrutizatorių. Visi Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriai yra sujungti vienas su kitu.

**2. Perdavimo tinklo technologija**

Pajėgumai, reikalingi kiekvienam perdavimo keliui, gali būti patenkinti Gigabit Ethernet arba 10 Gigabit Ethernet perdavimo jungtimis. Tokiame tinkle, tikėtina, kad žemesniame tinklo lygyje reikės mažesnių pajėgumų jungčių, o aukštesniame lygyje – didesnių pajėgumų jungčių. Kas liečia komutatorių panaudojimą, tikėtina, jog perdavimo tinklo mažesnis panaudojimas bus žemesniame tinklo lygyje.

**3. Ne balso srauto įvertinimas**

Srautų perdavimas (transportavimas) reikalauja investicijų į infrastruktūrą, kurią dalinasi įvairios paslaugos. Jei visos investicijos būtų padalintos balso paslaugoms, užmokestis už paslaugas būtų per didelis. Sąnaudų pasidalinamas iš dalies pasiekiamas, perdavimo tinklą modeliuojant balso ir duomenų perdavimo paslaugoms. Perdavimo tinklą naudoja keletas paslaugų, tokios kaip, pavyzdžiui, skirtosios linijos, viešieji duomenų tinklai, specialių paslaugų tinklai, sukurti patenkinti specifinius klientų poreikius.

Perdavimo tinklo elementų detalus modeliavimas yra pateiktas toliau.

* + 1. ***Vietinis lygmuo***

Vietinio (Agreguojančio) Ethernet komutavimo tinklo modeliavimas atliekamas šiais veiksmais:

* Prieigos Mazgo įranga turi Ethernet sąsajas srautams perduoti.
* Prieigos mazgai Ethernet žiedais yra įjungti į Agreguojantį Ethernet komutatorių, esantį toje pačioje vietoje, kur yra įrengtas Vietinis Mazgas („išdegintų mazgų“ atveju) arba ankstesnėje Vietinės stoties vietoje ( „išdegintos žemės“ atveju).



Paveikslas 11: Vietinis Ethernet komutavimo tinklas pagal „išdegintų mazgų“ ir „išdegintos žemės“ principus.

11 paveikslo pateiktų žodžių vertimas:

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Local level – local nodes scorched node approach | Vietinis lygmuo – vietiniai mazgai pagal „išdegintų mazgų“ principus |
| Local level – local nodes scorched earth approach | Vietinis lygmuo – vietiniai mazgai pagal „išdegintos žemės“ principus |
| Local node | Vietinis mazgas |

* Ethernet žiedų apimtis ir pajėgumai bus apskaičiuoti pagal Prieigos Mazguose sugeneruoto srauto apimtį.
* Ethernet komutatoriaus pagrindinės dalies ir plėtinių (GE, 10GE) skaičius, apskaičiuojamas pagal žiedų apimtis ir pajėgumus.

Agreguojančio Ethernet komutavimo tinklo modeliavimas atliekamas šiais žingsniais:

1. Kiekvienam Agreguojančiam Ethernet komutatoriui nustatomas pagrindinių dalių kiekis;   
2. Kiekvienam Agreguojančiam Ethernet komutatoriui nustatomas plėtinių (GE, 10 GE, komutavimo kortų) kiekis.

* + - 1. Agreguojančio Ethernet komutatoriaus pagrindinių dalių nustatymas

Agreguojančio (Edge) Ethernet komutatoriaus pagrindinių dalių tipas nustatomas atsižvelgiant į pajėgumus. Daroma prielaida, kad yra 3 pagrindinių dalių tipai, o skaičiavimai pateikiami toliau.  
a) Ethernet komutatorių 3 Tipo pagrindinių dalių nustatymas:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (55) |

Paaiškinimai:




Paaiškinimai,

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių skaičius;  
 - 1 Tipo, 2 Tipo, 3 Tipo ir 4 Tipo magistralinių kortų su 1/10 GE sąsajomis suma. Žiūrėti (59) - (62) formules;

 - Komutavimo kortų suma. Žiūrėti (58) formulę;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis.

b) Ethernet komutatorių 2 Tipo pagrindinių dalių nustatymas:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (56) |

Paaiškinimai:







Paaiškinimai:

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių skaičius;  
 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių skaičius. Žiūrėti (55) formulę;

 - 1 Tipo, 2 Tipo, 3 Tipo ir 4 Tipo magistralinių kortų su 1/10 GE sąsajomis suma. Žiūrėti (59) - (62) formules;

 - Komutavimo kortų suma. Žiūrėti (58) formulę;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  1 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  1 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis.

**c) Ethernet komutatorių 1 Tipo pagrindinių dalių nustatymas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (57) |

Paaiškinimai,





Paaiškinimai:

  - Ethernet komutatoriaus  1 Tipo pagrindinių dalių skaičius;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių skaičius. Žiūrėti (55) formulę;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių skaičius. Žiūrėti (56) formulę;

 - 1 Tipo, 2 Tipo, 3 Tipo ir 4 Tipo magistralinių kortų su 1/10 GE sąsajomis suma. Žiūrėti (59) - (62) formules;

 - Komutavimo kortų suma. Žiūrėti (58) formulę;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  1 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant 1/10 GE kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  3 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  2 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis;

 - Ethernet komutatoriaus  1 Tipo pagrindinių dalių pajėgumai, matuojant komutavimo kortomis.

* + - 1. **Agreguojančio Ethernet komutatoriaus plėtinių apskaičiavimas**

Kiekvienam Agreguojančiam (Edge) Ethernet komutatoriui reikalingų plėtinių (GE, 10 GE, komutavimo kortos) skaičius apskaičiuojamas atsižvelgiant į srauto apimtis ir 1-10GE jungčių poreikį.

**a) Ethernet komutatorių komutavimo kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (58) |

Paaiškinimai:

 - Ethernet komutatoriaus komutacinės kortos pajėgumas Gbit/s;

 - Bendra srauto, perduodamo per Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklą, apimtis. Šis srautas susideda iš srauto sugeneruoja Prieigos Mazge, didelės spartos skirtųjų linijų srauto, į POI nukreipto duomenų perdavimo srauto, srauto nukreipto į aukštesnio lygio Ethernet komutatorius;

 - Ethernet komutatoriaus komutacinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai.



**b) Ethernet komutatoriaus 2 Tipo 1GE kortos modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (59) |

Paaiškinimai,

 - 2 Tipo 1GE kortų skaičius;  
 - 1 Tipo 1GE kortos pajėgimai, matuojant 1GE sąsajomis;  
 - 2 Tipo 1GE kortos pajėgimai, matuojant 1GE sąsajomis;  
 - Reikalingas 1GE jungčių kiekis. Žiūrėti (63) formulę.

**c) Ethernet komutatoriaus 1 Tipo 1GE kortos modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (60) |

Paaiškinimai,

 - 1 Tipo 1GE kortų skaičius;  
 - 2 Tipo 1GE kortų skaičius. Žiūrėti (59) formulę;  
 - 1 Tipo 1GE kortos pajėgimai, matuojant 1GE sąsajomis;  
 - 2 Tipo 1GE kortos pajėgimai, matuojant 1GE sąsajomis;  
 - Reikalingas 1GE jungčių kiekis. Žiūrėti (63) formulę.

**d) Ethernet komutatorių 4 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (61) |

Paaiškinimai,

 - 4 Tipo 10GE kortų skaičius;

 - 3 Tipo 10GE kortos pajėgimai, matuojant 10GE sąsajomis;

 - 4 Tipo 10GE kortos pajėgimai, matuojant 10GE sąsajomis;

 - Reikalingas 10GE jungčių skaičius. Žiūrėti (63) formulę.

**e) Ethernet komutatorių 3 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (62) |

Paaiškinimai:

 - 3 Tipo 10GE kortų skaičius;

 - 4 Tipo 10GE kortų skaičius. Žiūrėti (61) formulę;  
 - 3 Tipo 10GE kortos pajėgimai, matuojant 10GE sąsajomis;  
 - 4 Tipo 10GE kortos pajėgimai, matuojant 10GE sąsajomis;  
 - Reikalingas 10GE jungčių skaičius. Žiūrėti (63) formulę.

* + - 1. **1GE ir 10GE jungčių skaičiaus apskaičiavimas**

1GE ir 10GE jungčių sumos apskaičiavimas atliekamas toliau aprašytais žingsniais.

* + - * 1. **1GE jungčių skaičiaus apskaičiavimas**

Kiekvieno Agreguojančio (Edge) Ethernet komutatoriaus 1GE jungčių skaičius apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (63) |

Paaiškinimai:

 - GE jungčių, reikalingų teikti skirtųjų linijų ir duomenų perdavimo paslaugas Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklu, skaičius. Žiūrėti (65) formulę.

 -  GE jungčių, reikalingų teikti POI paslaugas Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklu, skaičius. Žiūrėti (66) formulę.

 - GE jungčių, reikalingų Prieigos Mazgus prijungti prie Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklo, skaičius. Žiūrėti (67) formulę.

 - GE jungčių, reikalingų Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklu persiųsti srautą aukštesnio lygio Ethernet komutatoriams, skaičius. Skaičius yra skaičiuojamas naudojant (64) formulę;

GE jungčių, reikalingų Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklą prijungti prie Srautą surenkančių agreguojančių Ethernet komutatorių, apskaičiuojamas taip:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (43) |

Paaiškinimai:

 - Srautą perduodančio (Backhaul) žiedo greitaveika (1 Gbit/s);

 - Bendras srauto, persiunčiamo iš AN į LN, dydis, Gbit/s. Bendras srautas apima AN Vietinėje Zonoje suteiktas balso paslaugas, interneto prieigos paslaugas, skirtųjų linijų paslaugų srautus, padaugintus iš maršrutizavimo veiksnių ir sumažintus per LN mazguose teikiamų POI perduotais srautais.

GE jungčių, reikalingų suteikti skirtųjų linijų paslaugas Agreguojančių Ethernet komutatorių tinkle, skaičius yra skaičiuojamas taip:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (65) |

Paaiškinimai,

- SMT-LL paslaugų, teikiamų LN zonoje, kiekis;

 - Duomenų perdavimo paslaugų, teikiamų LN zonoje, kiekis;

- Vidutinis tinklo komponento panaudojimo dydis. Žiūrėti (4) formulę.

POI paslaugoms, teikiamos Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklu, reikalingos įrangos kiekis apskaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (66) |

Paaiškinimai,

 - POI greitaveikos, naudojamos srautui perduoti į kitus tinklus Ethernet komutavimo tinklu, dalis visoje POI greitaveikoje;

 - Didmeninių paslaugų pirkėjams teikiamų interneto prieigos paslaugų kiekis. Žiūrėti (33) formulę;

GE jungčių, reikalingų Agreguojančių Ethernet komutatorių tinklui sujungti AN, skaičius apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (67) |

Paaiškinimai,

 - Žiedų, jungiančių AN, skaičius. Žiūrėti (68) formulę.

Žiedų, jungiančių AN, skaičius apskaičiuojamas remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (47) |

Paaiškinimai,

 - AN, įjungtų į LN vietovę, skaičius;

 - Maksimalus AN, sujungtų į žiedą Vietinio Mazgo vietovėje, skaičius. Žiūrėti (69) formulę.

 - Iš anksto nustatytas maksimalus AN, sujungtų į žiedą Vietinio Mazgo vietovėje, skaičius.

Maksimalus AN, sujungtų į žiedą Vietinėje Zonoje, skaičius apskaičiuojamas naudojant toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (69) |

Paaiškinimai:

 - Srautų perdavimo (Backhaul) žiedo greitaveika (1 Gbit/s);

 - Srautų perdavimo (Backhaul) žiedo Laisvi pajėgumai plėtrai;

 - MSANs/OLT/AETH, prijungtų prie konkretaus Vietinio Mazgo (LN), skaičius;

 - Srauto, perduodamo iš visų AN, prijungtų prie LN, dydis Gbit/s. Šis srautas apima balso, interneto prieigos ir skirtųjų linijų paslaugų srautą, sugeneruotą Prieigos Mazguose (AN) Vietinėje Zonoje (Local Zone), kuris yra padaugintas iš maršrutizavimo veiksnių ir sumažintas per Vietiniuose Mazguose (LN) esančius POI perduotu srautu.

* + 1. ***Tranzito 1 lygis***

Tranzito 1 lygio (Agreguojančio) Ethernet komutavimo tinklo modeliavimas atliekamas sekančiais etapais:

* Agreguojantys Ethernet komutatoriai Ethernet žiedais yra prijungti prie Srautą surenkančio agreguojančio Ethernet komutatoriaus, kuris surenka srautą ir persiunčia Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriui.
* Srautą surenkantys agreguojantys Ethernet komutatoriai Ethernet žiedais yra prijungti prie Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriaus, kuris yra talpinamas toje pačioje vietoje kaip ir Pagrindinio tinklo IP maršrutizatorius.
* Ethernet žiedų apimtys ir pajėgumai bus apskaičiuojami remiantis srautu, sugeneruotu Agreguojančiais Ethernet komutatoriais.
* Ethernet komutatorių pagrindinių dalių ir plėtinių (GE, 10GE) kiekiai bus apskaičiuoti remiantis informacija apie sujungimo žiedų apimtis ir pajėgumus.

Srautą surenkančių agreguojančių Ethernet komutatorių komutavimo tinklas yra modeliuojamas atliekant sekančiais žingsnius:

1. Kiekvienam Srautą surenkančiam agreguojančiam Ethernet komutatoriui nustatomas pagrindinės dalies tipas. Skaičiavimai atliekami naudojant (55) - (57) formules.

2. Kiekvienam Srautą surenkančiam agreguojančiam Ethernet komutatoriui nustatomas plėtinių (GE, 10 GE, komutavimo kortos) skaičius. Skaičiavimai atliekami naudojant (58) - (62) formules.

* + 1. ***Tranzito 2 lygis***

Tranzito 2 lygio (Pagrindinio tinklo) Ethernet komutavimo tinklo modeliavimas atliekamas sekančiais etapais:

* Ethernet pagrindiniai komutatoriai, esantys toje pačioje vietoje kaip ir Pagrindinio tinklo IP maršrutizatoriai, sujungiami Ethernet žiedais.
* Ethernet žiedų apimtis ir pajėgumai bus apskaičiuojami remiantis srautu, sugeneruotu Pagrindinio IP maršrutizatoriaus.
* Ethernet komutatorių pagrindinių dalių ir plėtinių (GE, 10GE) kiekiai bus apskaičiuoti remiantis informacija apie sujungimo žiedų apimtis ir pajėgumus. Žiūrėti (55) - (57) ir (70) - (71) formules.
  + - 1. **Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriaus plėtinių apskaičiavimas**

Kiekvieno Pagrindinio tinklo Ethernet komutatoriaus plėtinių (GE, 10 GE, komutavimo kortos) apskaičiavimas remiasi srauto apimtimi ir reikalingų 1-10 GE jungčių skaičiumi.   
**a) Pagrindinio tinklo Ethernet Komutatoriaus 3 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (70) |

Paaiškinimai,

 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, 4 Tipo plėtinių. Žiūrėti (71) formulę;

 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, 3 Tipo plėtinių. skaičius. Žiūrėti (71) formulę;

 - 4 Tipo plėtinio pajėgumai, matuojant optinių modulių skaičiumi;  
  - 3 Tipo plėtinio pajėgumai, matuojant optinių modulių skaičiumi.  
 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, 10GE sąsajų skaičius. Žiūrėti (72) formulę.

**b) Pagrindinio tinklo Ethernet Komutatoriaus 4 Tipo 10GE kortų modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (71) |

Paaiškinimai:

 - 4 Tipo plėtinio pajėgumai, matuojant optinių modulių skaičiumi;  
  - 3 Tipo plėtinio pajėgumai, matuojant optinių modulių skaičiumi;  
 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, 10GE sąsajų skaičius. Žiūrėti (72) formulę.

**c) Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, 10GE sąsajų skaičiaus modeliavimas:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | (72) |

Paaiškinimai:

 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, trumpo nuotolio 10GE sąsajų skaičiaus. Žiūrėti (75) formulę;

 - Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, ilgo nuotolio 10GE sąsajų skaičiaus. Žiūrėti (73) formulę.

Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, ilgo nuotolio (LR) 10GE sąsajų skaičius nustatomas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (73) |

Paaiškinimai:

 - Ilgo nuotolio 10GE sąsajų, reikalingų LN zonoje, skaičius. Žiūrėti (74) formulę;  
 - Ethernet komutatoriaus magistralinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai;

|  |  |
| --- | --- |
|  | (74) |

Paaiškinimai:

- Ethernet komutatoriaus magistralinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai;

 - Jungčių, reikalingų sujungti komutavimo tinklą ir IP maršrutizatorius, skaičius. Skaičiavimai atliekami naudojant (64) formulę.

Pagrindinio tinklo Ethernet komutavimo tinklo, esančio TN zonoje, trumpo nuotolio (SR) 10GE sąsajų skaičius nustatomas pagal šią formulę:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | |  | (75) | |  |

Paaiškinimai:

 - Srautas, ateinantis iš Srautą surenkančių agreguojančių Ethernet komutatorių, prijungtų prie konkrečių TN. Jis apskaičiuojamas sudedant srautą, išeinantį iš Srautą surenkančių agreguojančių Ethernet komutatorių ir perduodamo į konkretų Tranzito Mazgą, ir iš šios srautų sumos atimant per POI Srautą surenkančių agreguojančio Ethernet komutatoriaus lygmenyje iš tinklo išeinantį srautą;  
 - Ethernet komutatoriaus magistralinės kortos Laisvi pajėgumai plėtrai.

## *Optinių skaidulų kabelių modeliavimas*

Modeliuojant optinių skaidulų kabelius, reikia apskaičiuoti kabelių ilgius kiekvienam perdavimo tinklo lygiui (vietiniam lygiui, Tranzito 1 lygiui ir Tranzito 2 lygiui). Informacija apie optinių skaidulų kalbelių ilgius bus renkama iš operatoriaus (informacija apie faktinius kabelių ilgius), kuri vėliau bus patikrinama atsižvelgiant į tinklo mazgų geografines koordinates, loginę tinklo struktūrą (optimizuotas kabelių ilgis). Optinių skaidulų kabelių pastovios (kabelių tiesimo) ir kintančios (kabelio sąnaudos) sąnaudos bus apskaičiuotos remiantis iš operatorių surinktais ekonominiais duomenimis apie individualius tinklo elementus.

Atsižvelgiant į nuo srauto priklausančias sąnaudas, konkrečiam paslaugos padidėjimui bus priskirta tik ta kintančioji optinių skaidulų kalbelių sąnaudų dalis, kuri būtų nepatirta jei paslauga būtų neteikiama. Sąnaudos padidėjimui bus priskirtos proporcingai srautui.

**Optinių skaidulų kabelių CVR – Sąnaudų-Kiekio sąryšis**

Optinių skaidulų kabelių sąnaudas tiesiogiai veiks kabelio pajėgumai. Siekiant supaprastinti modelį, daroma prielaida, jog egzistuoja tiesinė priklausomybė tarp optinių skaidulų kabelio sąnaudų ir optinių skaidulų kabelio pajėgumų. Siekiant aprašyti šį ryšį, išskiriami du apribojantys veiksniai:

1) Mažiausios tinklo sąnaudos – optinių skaidulų kabelių tinklo, sumodeliuoto tik sujungti tinklo elementus, sąnaudos (srauto poveikis nevertinamas). Šios sąnaudos gali susidėti iš: optinių skaidulų kabelių (su mažiausiu optinių skaidulinių skaičiumi) sąnaudų, sujungimų sąnaudų, įrengimo (įdiegimo) sąnaudų.

2) Nominalios tinklo sąnaudos – optinių skaidulų kabelių tinklo, sumodeliuoto sujungti tinklo elementus ir užtikrinti sugeneruojamo srauto aptarnavimą, sąnaudos. Nominalios optinių skaidulų kabelių tinklo sąnaudos gali susidėti iš: optinių skaidulų kabelių (su nominaliu optinių skaidulų skaičiumi) sąnaudų, sujungimų sąnaudų, įrengimo (įdiegimo) sąnaudų.  
Toliau pateikiamas optinių skaidulų kabelių CRV grafikas.

Paveikslas 12. Optinių skaidulų kalbelių CRV.

12 paveikslo terminų vertimas pateiktas toliau:

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Fiber cable cost | Optinių skaidulų kabelių sąnaudos |
| Nominal Network | Nominalus tinklas |
| Minimal network | Minimalus tinklas |
| Thoughput | Pajėgumai |
| Incremental costs driven by throughput | Perduodamo srauto padidėjimo sąlygojamas sąnaudų padidėjimas |

Faktiškai veikiančio operatoriaus optinių skaidulų kabelių sąnaudos bus skirtumas tarp abiem aukščiau paminėtais scenarijais apskaičiuotų sąnaudų.

## *6.9. Ryšių kabelių kanalų modeliavimas*

Informacija apie ryšių kabelių kanalų ilgius bus renkama iš operatoriaus (informacija apie faktinius ryšių kabelių kanalų ilgius), kuri vėliau bus patikrinama atsižvelgiant į tinklo mazgų geografines koordinates, loginę tinklo struktūrą (optimizuotas ryšių kabelių kanalų ilgis). Ryšių kabelių kanalų pastovios (pvz., kasimo ir rekonstravimo darbai) ir kintančios (ryšių kabelių kanalas) sąnaudos bus apskaičiuotos remiantis iš operatorių surinktais ekonominiais duomenimis apie individualius tinklo elementus.  
Atsižvelgiant į nuo srauto priklausančias sąnaudas, konkrečiam paslaugos padidėjimui bus priskirta tik ta kintančioji ryšių kabelių kanalų sąnaudų dalis, kuri būtų nepatirta jei paslauga būtų neteikiama. Sąnaudos padidėjimui bus priskirtos proporcingai optinių skaidulų kabelio padidėjimo sąnaudoms.

* + 1. *Ryšių kabelių kanalų CVR - Sąnaudų-Kiekio sąryšis (kaimo ir priemiesčių vietovės)*

Ryšių kabelių kanalų sąnaudas kaimo bei priemiesčių vietovėse įtakos optinių skaidulų kabelių sąnaudos. Skaičiavimuose bus naudota optinių skaidulų kabelių CVR funkcija, tačiau turi būti išskirti du apribojantys veiksniai:

1) Mažiausios tinklo sąnaudos – ryšių kabelių kanalų tinklo, sumodeliuoto sujungti tik tinklo elementus, sąnaudos (perduodamo srauto poveikis nevertinamas). Šios sąnaudos susideda iš: kanalų/tranšėjų sąnaudų, paviršiaus rekonstravimo ir kitų žemės darbų sąnaudų.

2) Nominalios tinklo sąnaudos – ryšių kabelių kanalų tinklo, sumodeliuoto sujungti tinklo elementus ir aptarnauti perduodamą srautą, sąnaudos. Šios sąnaudos susideda iš: ryšių kabelių kanalų (nominalus kanalų ir tranšėjų skaičius kaimo vietovėse) sąnaudų, šulinių sąnaudų, paviršiaus rekonstravimo ir kitų žemės darbų sąnaudų (statistinė informacija bus renkama iš operatorių).

* + 1. *Ryšių kabelių kanalų CVR - Sąnaudų-Kiekio sąryšis (miesto vietovės)*

Ryšių kabelių kanalų sąnaudas miestų vietovėse įtakos optinių skaidulų kabelių sąnaudos. Skaičiavimuose bus naudota optinių skaidulų kabelių CVR funkcija, tačiau turi būti išskirti du apribojantys veiksniai:

1) Mažiausios tinklo sąnaudos – ryšių kabelių kanalų tinklo, sumodeliuoto sujungti tik tinklo elementus, sąnaudos (perduodamo srauto poveikis nevertinamas). Šios sąnaudos susideda iš: kanalų/tranšėjų sąnaudų, paviršiaus rekonstravimo ir kitų žemės darbų sąnaudų.

2) Nominalios tinklo sąnaudos – ryšių kabelių kanalų tinklo, sumodeliuoto sujungti tinklo elementus ir aptarnauti perduodamą srautą, sąnaudos. Didžiausios sąnaudos susideda iš: ryšių kabelių kanalų (nominalus kanalų ir tranšėjų skaičius miesto vietovėse) sąnaudų, šulinių sąnaudų, paviršiaus rekonstravimo ir kitų žemės darbų sąnaudų. Toliau esančiame paveiksle pateikiama ryšių kabelių kanalų CVR funkcija.



Paveikslas 13. Ryšių kabelių kanalų CRV funkcija.

13 paveikslo terminų vertimas pateiktas toliau:

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Duct cost | Ryšių kabelių kanalų sąnaudos |
| Nominal Network | Nominalus tinklas |
| Minimal network | Minimalus tinklas |
| Fiber cost | Optinių skaidulų kabelių sąnaudos |
| Incremental costs driven by Fiber CVR | Padidėjimo sąnaudos, kurias įtakoja optinių skaidulų kabelių CVR funkcija. |

## *Kiti tinklo elementai*

### *IMS – IP daugialypės terpės sistema*

IMS – IP daugialypės terpės sistemos apskaičiavimas atliekamas atliekant šiuos veiksmus:

* Visam tinkui yra apskaičiuojamas BHCA apimtis. BHCA apimtis visam tinklui apskaičiuojama pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (76) |

Paaiškinimai:

 - Piko laiku tinkle įvykdytų bandymų skambinti skaičius;

 - Faktiškai pateiktų paslaugų apimtis;

 - Srauto piko laiku santykis su vidutiniu srautu;

 - proporcija, parodanti nesėkmingų bandymų skambinti apimtį visuose bandymuose skambinti;

 - Vidutinė skambučio trukmė;

 - IMS balso apdorojimo elementų Laisvi pajėgumai plėtrai.

* Visam tinklui apskaičiuojama BHE apimtis. Erlangų piko laiku apimtis apskaičiuojama pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (77) |

Paaiškinimai:  
 - Erlangai piko laiku;

 - Prieigos Mazgo vienos jungties vidutinė greitaveika. Žiūrėti (1) formulę;  
 - Bendras balso linijų skaičius Prieigos Mazgų tinkle. Žiūrėti (2) formulę;  
 - IMS balso apdorojimo elementų Laisvi pajėgumai plėtrai.

* Visam tinklui apskaičiuojamas balso paslaugų skaičius. Skaičiavimai atliekami remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (78) |

Paaiškinimai:

 - Bendras balso paslaugų skaičius tinkle;

 - Balso linijų bendras skaičius Prieigos Mazgų tinkle. Jis apskaičiuojamas sudedant visas balso linijas (kurios apskaičiuojamos naudojant (3) formulę) Prieigos Mazgų tinkle;  
 - IMS abonentus aptarnaujančių elementų Laisvi pajėgumai plėtrai.

* Daroma prielaida, jog IMS spintų ir paslaugų paketų skaičius yra 1 vienetas.
* IMS plėtinių (TDM apdorojimas, VoIP apdorojimas) skačius yra apskaičiuojamas remiantis toliau pateiktu algoritmu:

IMS reikalingų 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tipo kortų skaičius yra apskaičiuojamas pagal šią formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (79) |

Paaiškinimai:

  - Paslaugas apdorojančios IMS x Tipo kortos pajėgumai;

 - Tinklo srautas , apdorojamas x Tipo komponentu;

 - Tinklo srauto apimtis, matuojant BHE arba BHCA, arba ;

y - Tinklo srauto apimtis, matuojant BHE arba BHCA, arba 

x - Paslaugas apdorojančios IMS kortos Tipas: 1 arba 2 arba 3, arba 4, arba 5, arba 6;

HSS paslaugų kortų skaičius yra apskaičiuojamas naudojant toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (80) |

Paaiškinimai:

 - Bendras abonentų skaičius tinkle;

 - bandymų skambinti piko laiku kiekis tinkle;

 - HSS x Tipo paslaugų kortos pajėgumai;

- Paslaugų kortos tipas. Daroma prielaida, jog yra dviejų tipų paslaugų kortos.

### *Apskaitos ir apmokestinimo sistema*

Modelis modeliuos tik tuos tinklo elementus, kurie yra naudojami teikti didmenines skambučių užbaigimo, inicijavimo ir tranzito paslaugas. Taigi, apskaitos ir apmokestinimo sistema bus modeliuojama tik tiek, kiek tai yra susiję su didmeninių paslaugų teikimu.   
Apskaitos ir apmokestinimo sistema, susijusi su didmeninėmis paslaugomis, apima techninę įrangą, susijusią su informacijos surinkimu sąskaitoms išrašyti ir atsiskaitymų priežiūrą, ypač techninę ir programinę įrangą, skirtą:

* Informacijos įrašams apie didmenines paslaugas surinkti ir apdoroti;
* Saugoti didmeninių paslaugų srauto informaciją;
* Išrašyti sąskaitas.

Apskaitos ir atsiskaitymo sistema modeliuojama atliekant šiuos veiksmus:

Apskaičiuojamas tarnybinių stočių, kurių reikia aptarnauti CDR, skaičius. Skaičiavimai atliekami naudojant toliau aprašytą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (81) |

Paaiškinimai,

- Apskaitos ir atsiskaitymo sistema pagrindinių dalių skaičius;

 - Apskaitos ir atsiskaitymo sistemos pagrindinės dalies jungčių (slot) pajėgumai;

- Apskaitos ir atsiskaitymo sistemos plėtinių kortų skaičius.

Plėtinių kortų skaičius apskaičiuojamas naudojant toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (82) |

Paaiškinimai,

 - Plėtinio, aptarnaujančio BHE, pajėgumai;

- Apskaitos ir atsiskaitymo sistemos techninės ir programinės įrangos Laisvi pajėgumai plėtrai;

 - Skambučio informacijos įrašai, kuriuos turi apdoroti Apskaitos ir atsiskaitymo sistema. Šis dydis apskaičiuojamas sudedant tinklų sujungimo srauto ir jo CDR statistikos sandaugą.

### *Galutinio paslaugų gavėjo įranga (CPE)*

Daroma prielaida, jog abonentui prisijungti prie tinklo GPON arba P2P technologija, reikia vieno vieneto CPE įrangos. Taip pat daroma prielaida, jog CPE įranga galima teikti interneto prieigos, VoIP ir IPTV paslaugas.

# Tinklo sąnaudų apskaičiavimas

Galimos dvi tinklo komponentų sąnaudų apskaičiavimo alternatyvos:

1) Tiesioginių sąnaudų apskaičiavimas – tinklo elementų sąnaudų apskaičiavimas remsis inžineriniu modeliu;

2) CAPEX sąnaudų dalis, tenkanti tinklo sąnaudoms – tinklo elementų sąnaudų apskaičiavimas remsis iš operatorių surinktais buhalterinės apskaitos duomenimis.  
Toliau pateikta lentelė parodo kokie elementai naudojami teikiant paslaugas ir koks sąnaudų apskaičiavimo metodas naudojamas apskaičiuoti kiekvieno elemento sąnaudas:

Lentelė 7. Tinklo elementų priskyrimas paslaugoms

| Tinklo elementas | Panaudojimas teikiant paslaugas | | | Sąnaudų apskaičiavimas | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Balsas – didmeninis inicijavimas | Balsas - didmeninis užbaigimas | Balso tranzitas | Tiesiogiai | Naudojant Priedus sąnaudoms padengti (Mark-up) |
| CPE | X | X |  | X |  |
| MSAN | X | X |  | X |  |
| OLT | X | X |  | X |  |
| AETH | X | X |  | X |  |
| IMS | X | X | X | X |  |
| Terpių Sąsaja | X | X | X | X |  |
| MGC | X | X | X | X |  |
| NMS | X | X | X |  | X |
| Srautą surenkantis Agreguojantis Ethernet komutatorius | X | X | X | X |  |
| Agreguojantis Ethernet komutatorius | X | X | X | X |  |
| Pagrindinio tinklo Ethernet komutatorius | X | X | X | X |  |
| IP maršrutizatorius | X | X | X | X |  |
| Apskaitos ir apmokestinimo sistema | X | X | X | X |  |
| Optinių skaidulų kabeliai ir susiję elementai | X | X | X | X |  |

## *Metinių sąnaudų apskaičiavimas*

Fiksuoto tinklo elementai, identifikuoti tinklo modeliavimo dalyje, yra pervertinami į bendrąją atkuriamąją vertę (GRC). Tada, remiantis GRC, apskaičiuojamos metinės sąnaudos. Perskaičiuojant CAPEX sąnaudas į metinius dydžius galima naudoti vieną iš šių keturių metodų:

* Tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodą;
* Anuiteto metodą;
* Indeksuotas anuiteto metodą;
* Ekonominio nusidėvėjimo metodą.

Toliau pateikiami CAPEX sąnaudų perskaičiavimo į metines sąnaudas (nusidėvėjimo ir ROI) skirtingais metodais – tiesiogiai proporcingo, anuiteto, indeksuoto anuiteto ir ekonominio nusidėvėjimo – aprašymai.

**Tiesiogiai proporcingo nusidėvėjimo metodas**

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (83) |

Paaiškinimai,

*  - nusidėvėjimas einamąja verte (l – naudingas ilgalaikio turto naudojimo laikotarpis (duomenys bus surenkami iš Operatorių); GRC – turto bendroji atkuriamoji vertė);
* , turto laikymo pajamos (netekimai);
*  - kapitalo sąnaudos;
* *Index -* metinis kainų pasikeitimas (duomenys bus surenkami iš Operatorių)
* NBV – Likutinė vertė;
* GBV – Įsigijimo (pasigaminimo) savikaina
* *WACC –* vidutinė svertinė kapitalo kaina.

**Anuiteto metodas**

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (84) |

**Indeksuotas anuiteto metodas**

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

|  |  |
| --- | --- |
|  | (85) |

**Ekonominio nusidėvėjimo metodas**

Ekonominio nusidėvėjimo algoritmas apima pinigų srautų analizę. Analizė atliekama siekiant atsakyti į klausimą: kokios pajamos, suderintos su atitinkamomis paslaugai suteikti patiriamomis sąnaudomis (pvz., tinklo panaudojimas, turto elementų kainų pokyčiai) tam tikru laikotarpiu turi būti patirtos, kad grynoji esamoji veiklos vertė būtų lygi nuliui (t. y. būtų uždirbtas nominalus pelnas).

Ekonominio nusidėvėjimo skaičiavimams būtina apskaičiuoti šiuos pagrindinius kintamuosius:

* Kapitalo kainą
* MEA (šiuolaikinio ekvivalentiško turto) kainų pokyčius;
* Veiklos sąnaudų pokyčius per analizuojamą laikotarpį;
* Tinklo panaudojimo schemą;

Aukščiau minėti kintamieji nusidėvėjimui daro tokią įtaką:

* Kuo mažesnės kapitalo sąnaudos, tuo mažiau investicijų grąžos reikia atgauti per metus;
* Kuo didesnis MEA kainų kritimas, tuo daugiau nusidėvėjimo reikia atgauti pirmaisiais veiklos metais;
* Nusidėvėjimo sąnaudos perkeliamos į ankstesnius laikotarpius jei didėja turto aptarnavimo sąnaudos.

Ekonominio nusidėvėjimo metodas yra viena iš metinių sąnaudų įvertinimo alternatyvų, kai metinės sąnaudos įvertinamos atsižvelgiant į turto gyvavimo laikotarpiu planuojamas uždirbti pajams. Tai yra pagrindinė priežastis, kodėl šis metodas yra mėgstamas teorijoje. Tačiau šiame BU-LRAIC modelyje ekonominio nusidėvėjimo metodas nebus naudojamas dėl kelių priežasčių. Pirma, šio metodo rezultatai yra labai priklausomi nuo įvairių prielaidų. Pajamų prognozė, kapitalo sąnaudos, MEA kainų pokyčiai, veiklos palaikymo sąnaudų pokyčiai bėgant laikui, tinklo panaudojimo schema yra kritinės skaičiavimuose naudojamos prielaidos. Tačiau dėl dinamiškos elektroninių ryšių rinkos, minėtų prielaidų prognozės gali būti neobjektyvios. Antra, naudojant alternatyvius metinių sąnaudų įvertinimo metodus, pavyzdžiui, tiesiogiai proporcingo, anuiteto arba indeksuoto anuiteto, gaunami panašūs rezultatai.

Išsami tiesiogiai proporcingo, anuiteto, indeksuoto anuiteto ir ekonominio nusidėvėjimo metodų analizė pateikta priede Nr. 2. Rekomendacija leidžia naudoti kitokį nusidėvėjimo metodą nei ekonominio nusidėvėjimo metodas jei tai yra tinkama. Indeksuoto anuiteto metodas bus naudojamas kaip pagrindinis metinių CAPEX sąnaudų apskaičiavimo metodas, nes jis yra paprastas ir apskaičiuoja panašias nusidėvėjimo sąnaudas kaip ir ekonominis nusidėvėjimas, kurį rekomenduoja Rekomendacija. Šių metodų palyginimas pateiktas 2 priede. Verta paminėti, kad modelis turės galimybę apskaičiuoti metines CAPEX sąnaudas, naudojant tiesiogiai proporcingą, anuiteto ir indeksuoto anuiteto metodus.

## *Priedų sąnaudoms padengti paskirstymas*

BU-LRAIC modelis leis į sąnaudų apskaičiavimą įtraukti tas sąnaudas, kurios yra patiriamos faktiškai, tačiau kurias yra sudėtinga modeliuoti kaip padidėjimo sąnaudas. Į BU-LRAIC modelį yra įtrauktos su tinklo veiklos palaikymu susijusios sąnaudos, administracijos ir veiklos palaikymo sąnaudos, kapitalo sąnaudos ir tinklo valdymo sistemos kapitalo sąnaudos. Šios sąnaudos yra vertinamos kaip procentinė dalis nuo tinklo sąnaudų. BU-LRAIC modelyje naudojami priedai bendrosioms sąnaudoms padengti pateikiami toliau esančioje lentelėje.

Lentelė 8. BU-LRAIC modelyje naudojami priedai sąnaudoms padengti.

| **Parametro pavadinimas** | **Vertinamos veiklos ir įranga** |
| --- | --- |
| **Priedas nuo GRC** | |
| *Priedas prie tinklo sąnaudų tinklo veiklos palaikymo sąnaudoms padengti* | |
| Prieigos mazgas | Planavimo, valdymo, tinklo įrangos priežiūros, inspektavimo vietoje, konfigūravimo, bei palaikymo veiklų sąnaudos. |
| Perdavimo tinklas |
| Komutavimo tinklas |
| Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai |
| *Priedas prie tinklo sąnaudų tinklo valdymo sistemos sąnaudoms padengti* | |
| Prieigos mazgas | Tinklo valdymo įrangos CAPEX. |
| Perdavimo tinklas |
| Komutavimo tinklas |
| **Priedas nuo veiklos sąnaudų** | |
| *Priedas administravimo ir veiklos palaikymo sąnaudoms padengti* | |
| Prieigos mazgas | Administracijos, finansų, žmogiškųjų išteklių, informacinių technologijų valdymo ir kitų palaikymo veiklų (atlyginimai, medžiagos, paslaugos) veiklos sąnaudos (OPEX) |
| Perdavimo tinklas |
| Komutavimo tinklas |
| *Priedai administravimo ir veiklos palaikymo kapitalo sąnaudoms padengti* | |
| Prieigos mazgas | Administracijos, finansų, žmogiškųjų išteklių, informacinių technologijų valdymo ir kitų palaikymo veiklų (pastatai, transporto priemonės, kompiuteriai ir kt.) kapitalo sąnaudos (CAPEX). |
| Perdavimo tinklas |
| Komutavimo tinklas |

Bendra informacija kokie Priedai sąnaudoms padengti bus naudojami skaičiavimuose, pateikta 9 lentelėje.

Priedų sąnaudoms padengti apskaičiavimo principai yra aprašyti 2.7 skyriuje *Priedai sąnaudoms padengti.*

Lentelė 9. Priedai sąnaudoms padengti

|  | **Priedas prie tinklo sąnaudų tinklo veiklos palaikymo sąnaudoms padengti** | **Priedas prie tinklo sąnaudų tinklo valdymo sistemos sąnaudoms padengti** | **Priedas administravimo ir veiklos palaikymo sąnaudoms padengti** | **Priedai administravimo ir veiklos palaikymo kapitalo sąnaudoms padengti** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Infrastruktūra** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **Žemės atstatymo darbai** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **Kliūčių kirtimas** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **Papildomi darbai** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **Optinių skaidulų kabeliai** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **Optinių skaidulų kabelių sujungimai** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Optinių skaidulų kabeliai ir ryšių kabelių kanalai (% nuo HCC GRC vertės) | - | - | - |
| **MSAN / OLT/ AETH** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Prieigos mazgas  (% nuo HCC GRC vertės) | Prieigos mazgas  (% nuo HCC GRC vertės) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **Agreguojantis Ethernet Komutatorius** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Perdavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės) | Perdavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **Pagrindinio tinklo Ethernet Komutatorius** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Perdavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės) | Perdavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **Tranzito mazgas - IP maršrutizatorius** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **MGW / MGC** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **IMS** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Visą tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visą tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |
| **Apskaitos ir apmokestinimo sistema** | | | | |
| Visi sub-komponentai | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Komutavimo tinklas  (% nuo HCC GRC vertės | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) | Visa tinklo infrastruktūra išskyrus optinių skaidulų kabelius ir ryšių kabelių kanalus  (% nuo tinklo OPEX) |

# Paslaugų sąnaudų skaičiavimas

Paslaugų sąnaudų nustatymo etapas prasideda tuomet, kai inžinerinio modelio pagalba jau būna įvertintos tinklo sąnaudos.

**HCC1**

**HCC2**

**HCC3**

**…**

**HCCn**

**NC1 NC2 NC3**

**NCn**

**NCn kiekiai**



**NCn vienetų sąnaudos**

**Paslaugų**

**Panaudojmas**

**Paslaugų sąnaudos**



Paveikslas 14. Paslaugų sąnaudų apskaičiavimas

Kaip matyti iš paveikslo, nustačius tinklo sąnaudas, HCC paskirstomos tinklo komponentams NC (žiūrėti 8.1. skyrių *Vienarūšių sąnaudų kategorijų paskirstymas tinklo komponentams*). NC tenkančios sąnaudos yra apskaičiuojamos sumuojant jiems priskirtų HCC sąnaudas. Sekančiame etape, NC sąnaudos yra padalijamos iš paslaugų apimties ir taip gaunamos NC vieneto sąnaudos. Galiausiai, NC vieneto sąnaudos yra dauginamos iš NC panaudojimo koeficientų (žiūrėti 10 lentelę HCC priskyrimo NC matrica) ir taip nustatomos paslaugų sąnaudos.

## *Vienarūšių sąnaudų kategorijų paskirstymas Tinklo komponentams*

Svarbi LRAIC metodologijos dalis yra vienarūšių sąnaudų kategorijų priskyrimas tinklo komponentams. Tinklo komponentus galima apibrėžti kaip loginius elementus, kurie apjungia pagal funkcinę paskirtį vienarūšius tinklo elementus. Tinklo komponento pavyzdys galėtų būti loginė MSAN reikšmė, kuri įvertina metines MSAN sąnaudas kartu su visais priedais padengti priežiūros ir palaikymo veiklų sąnaudas (pvz., administracijos sąnaudos, buhalterinės apskaitos sąnaudos ir t. t.). HCC priskyrimo NC matrica pateikta 11 lentelėje.

Lentelė11. HCC priskyrimo NC matrica

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nuo-roda** | **HCC pavadinimas** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | NC1 | NC2 | NC3 | NC4 | NC5 | NC6 | NC7 | NC8 | NC9 | NC10 | NC11 | NC12 | NC13 |
|  |  | Prieigos Mazgas (AN) | Vietinis Mazgas  (LN) | Tranzito Mazgas (TN) | Perdavimas - AN - LN | Perdavimas - LN - LN | Perdavimas –  LN - TN | Perdavimas - TN - TN | IMS | Tinklų sujungimo (IC) apskaita ir reguliavimo veiklos | MGW / MGC | IE | TN-IE | CPE |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **A. Infrastruktūra** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Griovys |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Kanalas- 1 ertmė |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Kanalas- 2 ertmės |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Kanalas- 6 ertmės |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Kanalas- 12 ertmių |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Kanalas- 24 ertmės |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 7 | Kanalas- 48 ir daugiau ertmių |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 8 | Šuliniai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **B. Žemės atstatymo darbai** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | Želdinių atstatymas |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Šaligatvių atstatymas |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 11 | Asfalto kelio dangos atstatymas |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 12 | Betoninės kelio dangos atstatymas |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **C. Kliūčių kirtimas** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | Tiesimas per kelią (iki 15 m) |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 14 | Tiesimas per kelią (virš 15m) |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 15 | Tiesimas per geležinkelio bėgius |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 16 | Tiesimas per upes ir kanalus |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 17 | Tiesimas kertant kitas kliūtis |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **D. Papildomi darbai** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18 | Projekto darbai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 19 | Leidimų gavimas iš savininkų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 20 | Geodezinės paslaugos |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **E. Optinių skaidulų kabeliai** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21 | Optinių skaidulų kabeliai – kabelių 12 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 22 | Optinių skaidulų kabeliai – 24 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 23 | Optinių skaidulų kabeliai – 48 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 24 | Optinių skaidulų kabeliai – 72 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 25 | Optinių skaidulų kabeliai – 96 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 26 | Optinių skaidulų kabeliai –144 skaidulų |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **F. Optinių skaidulų kabelių sujungimai** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27 | 12 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 28 | 24 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 29 | 48 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 30 | 72 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 31 | 96 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 32 | 144 skaidulų sujungimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| 33 | Matavimai |  |  |  | X |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
| **G. MSAN** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36 | Pagrindinė dalis – 3 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37 | Pagrindinė dalis – 4 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38 | Pagrindinė dalis – 5 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 39 | Abonentinė korta – 1 Tipo – ADSL | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 | Abonentinė korta – 2 Tipo – SHDSL | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 41 | Abonentinė korta – 3 Tipo – POTS | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42 | Abonentinė korta – 4 Tipo – ISDN - BRA | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43 | Magistralinė korta – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 44 | Optinis modulis – GE – 1 Tipo - LR - (ilgo nuotolio) | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **H. OLT** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 45 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 46 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 47 | Pagrindinė dalis – 3 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 48 | Abonentinė korta – 1 Tipo – GPON | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 49 | Optinis modulis – Abonentinės kortos | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 | Magistralinė korta – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 51 | 1 Tipo - LR - (ilgo nuotolio) | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I. Prieigos tinklo Ethernet Komutatorius** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 52 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 53 | Abonentinė korta – 1 Tipo – P2P | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 54 | Abonentinė korta – 2 Tipo – P2P | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55 | Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56 | Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 57 | Optinis modulis – Abonentinės kortos | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 58 | Optinis modulis – Magistralinės kortos – GE | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **J. Agreguojantis Ethernet Komutatorius** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 59 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 61 | Pagrindinė dalis – 3 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 62 | Komutavimo kortos |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 63 | Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 64 | Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 65 | Magistralinės kortos – 10 GE – 3 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 66 | Magistralinės kortos – 10 GE – 4 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 67 | Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 68 | Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 69 | Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 70 | Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **K. Srautą surenkantis agreguojantis Ethernet Komutatorius** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 71 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 72 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 73 | Pagrindinė dalis – 3 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 74 | Komutavimo kortos |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 75 | Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 76 | Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 77 | Magistralinės kortos – 10 GE – 3 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 78 | Magistralinės kortos – 10 GE – 4 Tipo |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 79 | Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80 | Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 81 | Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 82 | Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **K. Pagrindinio tinklo Ethernet Komutatorius** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 83 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 84 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 85 | Pagrindinė dalis – 3 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 86 | Komutavimo kortos |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 87 | Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 88 | Magistralinės kortos – GE – 2 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 89 | Magistralinės kortos – 10 GE – 3 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 90 | Magistralinės kortos – 10 GE – 4 Tipo |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 91 | Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 92 | Optinis modulis – GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 93 | Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| 94 | Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
| **L. Tranzito Mazgas - IP maršrutizatorius** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 95 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 96 | Pagrindinė dalis – 2 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 97 | Komutavimo kortos – Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 98 | Komutavimo kortos – Pagrindinė dalis – 2 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 99 | Magistralinės kortos – 10GE – 1 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100 | Magistralinės kortos – 10GE – 2 Tipo |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 101 | Optinis modulis – 10GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 102 | Optinis modulis – 10GE – 2 Tipo – LR (ilgo nuotolio) |  |  | X |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **M. MGW** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 103 | Pagrindinė dalis – 1 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 104 | Balsą apdorojanti korta |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 105 | Magistralinės kortos – GE – 1 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 106 | Magistralinės kortos – 1 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 107 | Magistralinės kortos – 2 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 108 | Magistralinės kortos – 3 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 109 | Magistralinės kortos – 4 Tipo |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 110 | Optinis modulis – GE – 1 Tipo – SR (trumpo nuotolio) |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| **N. MGC** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 111 | Pagrindinė dalis – MGC |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| 112 | Plėtinys – MGC |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |
| **O. IMS** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 113 | IMS – spinta |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 114 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų paketas |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 115 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 1 Tipo – A-SBG |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 116 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 2 Tipo – VoIP AS |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 117 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 3 Tipo – CSCF & MRCF |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 118 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 4 Tipo – BGCF |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 119 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 5 Tipo – DNS tarnybinė stotis |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 120 | IMS pagrindinė dalis – Paslaugų korta – 6 Tipo – Paslaugų teikimas AS |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 121 | HSS – Paslaugų korta – 1 Tipo – Kontrolės korta |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 122 | HSS – Paslaugų korta – 2 Tipo – Duomenų bazės korta |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 123 | IMS – Licencija – 1 Tipo – abonentai |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 124 | IMS - Licencija – 2 Tipo – srauto |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| 125 | HSS – Licencijos |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |  |
| **R. Tinklų sujungimo apskaitos ir apmokestinimo sistema** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 126 | Pagrindinė dalis |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |
| 127 | Plėtinys |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |
| **S. Su paslaugų reguliavimu susijusios sąnaudos** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 128 | Su paslaugų reguliavimu susijusios sąnaudos |  |  |  |  |  |  |  |  | X |  |  |  |  |
| **T. Optinių skaidulų CPE įranga** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 129 | Optinių skaidulų CPE įranga |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | X |

## **Vidutinių tinklo komponento vieneto sąnaudų apskaičiavima**s

Nustačius kiekvieno NC sąnaudas yra apskaičiuojamos jų vienetų sąnaudos. NC vienetų sąnaudos (*UC*, Lt) apskaičiuojamos kiekvieno NC sąnaudas dalinant iš metinio srauto, kurį aptarnauja konkretus NC:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (86) |

Paaiškinimai,

*TNCC* – Tinklo Komponentų sąnaudos, Lt;

Kiekis – Metinis srautas[[5]](#footnote-5), kuris atitenka konkrečiam Tinklo Komponentui. Toliau esančioje 12 lentelėje pateikta kaip apskaičiuojamas konkrečiam Tinklo Komponentui tenkantis srautas.

Kaip buvo aprašyta 2 skyriuje *LRAIC principai*, modelis turės funkcionalumą kiekvienai ekonominiame modelyje modeliuotai paslaugai apskaičiuoti „grynas“ LRAIC, LRAIC+ ir LRAIC++ sąnaudas. Siekiant apskaičiuoti sąnaudas skirtingais metodais, naudojami skirtingi TNCC sąnaudų apskaičiavimo metodai (daugiau informacijos apie skaičiavimų principus patekta 2 skyriuje *LRAIC principai*):

* „grynų“ LRAIC sąnaudų metodas apima tik tas sąnaudas, kurios yra susijusias su tinklo komponentais, naudojamais teikti konkrečią paslaugą.
* LRAIC+ metodas apima tik tas sąnaudas, kurios yra susijusios su tinklo komponentais, naudojamais teikti tam tikrą paslaugų grupę. Šis metodas taip pat leidžia dalį sąnaudų, susijusių su grupės paslaugų naudojamomis veiklomis, traktuoti kaip padidėjimo sąnaudas. Paslaugų grupę gali sudaryti visos balso paslaugos arba visos duomenų perdavimo paslaugos, arba visos prieigos paslaugos.
* LRAIC++ metodas apima sąnaudas, aprašytus apibudinant LRAIC+ metodą ir papildomai įtraukiant dalį bendrųjų sąnaudų. Bendrosios sąnaudos konkrečiai paslaugų grupei (visoms balso paslaugoms, visoms duomenų perdavimo paslaugoms ir visoms prieigos paslaugoms) yra skaičiuojamos atskirai kiekvienam Tinklo Komponentui (NC) naudojant vienodai proporcingą priedą (Equal Proporcianal Mark-up, EPMU) nuo konkrečiai grupei (visų balso paslaugų, visų duomenų perdavimo paslaugų ir visų prieigos paslaugų) apskaičiuotų padidėjimo sąnaudų.

Pažymėtina tai, jog remiantis Rekomendacija, paminėta teisinėje dalyje, „grynosios“ LRAIC sąnaudos bus skaičiuojamos tik skambučių užbaigimo paslaugoms.

Lentelė 7. Srautą aptarnaujantys tinklo komponentai

| **Tinklo komponentas** | **Vienetai** | **Įvertinamas srautas** |
| --- | --- | --- |
| Prieigos mazgas (AN) | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas  Duomenų srautas |
| Tranzito mazgas (TN) | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas  Duomenų srautas |
| Perdavimas- AN – TN | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas  Duomenų srautas |
| Perdavimas - TN – TN | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas  Duomenų srautas |
| IMS | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas |
| Tinklų sujungimo (IC) apskaita ir apmokestinimas | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas |
| MGW / MGC | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas |
| Tarptautinė stotis - Tarptautinė MGW[[6]](#footnote-6) | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas |
| Perdavimas - TN – IE[[7]](#footnote-7) | Svertinė paslaugų apimtis minutėmis | Balso srautas |

## *Paslaugos 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., stočių, komutatorių arba perdavimo tinklo jungčių panaudojimas, teikiant užbaigimo paslaugą).

13 lentelėje pateikiama paslaugų matrica su paslaugų panaudojimo koeficientais.

Skambučių srauto paslaugos vieneto sąnaudos bus apskaičiuojamos atsižvelgiant į vidutinę tinklų sujungime naudojamų jungčių panaudojimo reikšmę. Informacija apie jungčių panaudojimą bus renkam iš modeliuojamo operatoriaus. Atsižvelgiant į informaciją apie vidutinį IC jungties panaudojimą, bus apskaičiuojamas vidutinis didmeninių minučių (užbaigimo, inicijavimo ir tranzito) srautas, perduodamas per IC jungtį. Skambučių srauto paslaugos sąnaudos bus apskaičiuojamos sudauginant kiekvienos didmenines paslaugos vieneto sąnaudas ir srautą, perduodą per vieną IC jungtį per mėnesį.

13 lentelė. Paslaugų matrica

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Prieigos Mazgas (AN | Tranzito Mazgas (TN) | Perdavimas –  AN - TN | Perdavimas – TN - TN | IMS | Tinklų sujungimo (IC) apskaita ir apmokestinimas | MGW / MGC | Tarptautinė stotis[[8]](#footnote-8) (IE) | Perdavimas - TN - IE[[9]](#footnote-9) | CPE |
| Skambučio inicijavimas | *WA(f,5,1; f,6,1)* | *WA(f,5,2; f,6,2)* | *WA(f,53; f,6,3)* | *WA(f,54; f,6,4)* | 1 | 1 | *WA(f,5,5*+ *f,5,5)* | *0* | *0* | *1* |
| Skambučio užbaigimas | *WA(f7,1; f,8,1)* | *WA(f7,2; f,8,2)* | *WA(f,7,3; f,8,3)* | *WA(f,7,4; f,8,4)* | 1 | 1 | *WA(f,7,5*+ *f,8,5)* | *0* | *0* | *1* |
| Skambučio tranzitas Nr. 1 | *f,9,1* | *f,9,2* | *f,9,3* | *f,9,4* | 1 | 1 | *f,9,5* | *f,9,6* | *f,9,7* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 3 | *f,11,1* | *f,11,2* | *f,11,3* | *f,11,4* | 1 | 1 | *f,11,5* | *f,11,6* | *f,11,7* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 1/3 | *WA(f9,1; f,10,1; f,11,1)* | *WA(f9,2; f,10,2; f,112)* | *WA(f9,3; f,10,3; f,11,3)* | *WA(f9,4; f,10,4; f,11,4)* | 1 | 1 | *WA(f,9,5*; *f,10,5*; *f,11,59)* | *0* | *0* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 4 | *f,12,1* | *f,12,2* | *f,12,3* | *f,12,4* | 1 | 1 | *f,12,5* | *f,12,6* | *f,12,7* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 5 | *f,13,1* | *f,13,3* | *f,13,4* | *f,13,8* | 1 | 1 | *f,13,5* | *f,13,6* | *f,13,7* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 4/5 | *WA(f12,1; f,13,1)* | *WA(f12,2; f,13,2)* | *WA(f12,3; f,13,3)* | *WA(f12,4; f,13,4)* | 1 | 1 | *WA(f,12,5; f,13,59)* | *WA(f12,6; f,13,6)* | *WA(f12,7; f,13,7)* | *0* |
| Skambučio tranzitas Nr. 6 | *f,14,1* | *f,14,2* | *f,14,3* | *f,14,4* | 1 | 1 | *f,14,5*+ *f,14,5* | *f,14,6* | *f,14,7* | *0* |

Paaiškinimai:  
fR - Atitinkamas maršrutizavimo veiksnys (Tinklo elementų maršrutizavimo veiksnių sąrašas pateiktas 5 lentelėje *Maršrutizavimo veiksniai*);  
fx, y - x – rodo maršrutizavimo veiksnius 5 lentelės eilutėse, y – rodo maršrutizavimo veiksnius 5 lentelės stulpeliuose.

Kaip apskaičiuojamas vidutinis konkrečios paslaugos kelias, paslaugos sąnaudos (SC) yra apskaičiuojamos remiantis toliau pateikta formule:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (87) |

Paaiškinimai:

*n* – Tinklo Komponentai nuo 1 iki 7;

 – Vidutinis paslaugų panaudojimo koeficientas, pateiktas paslaugų matricoje. Žiūrėti 13 lentelę.

*UCi* – Tinklo komponentų vieneto sąnaudos, Lt.

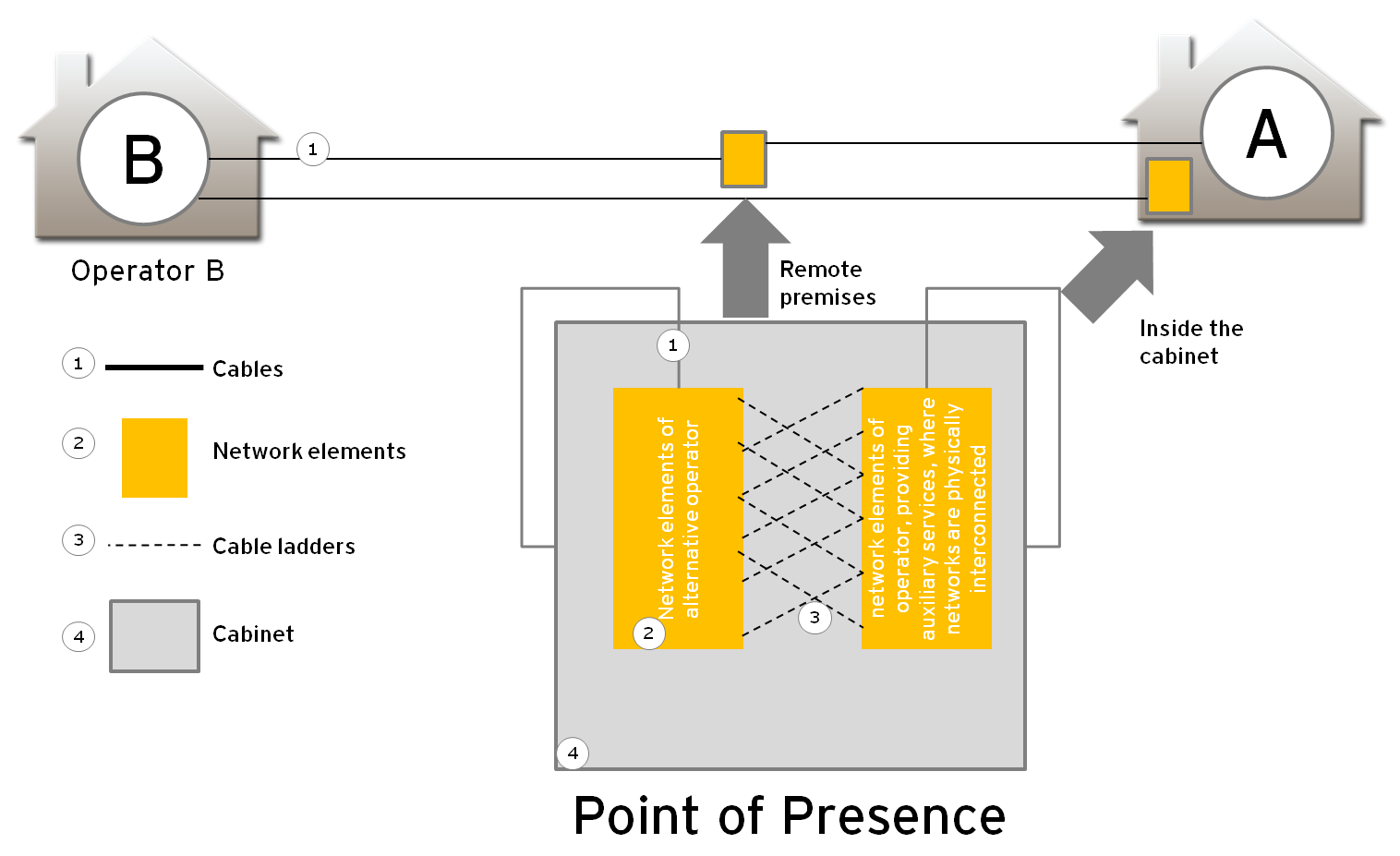
WA – svertinis maršrutizavimo veiksnio dydis, kur svertas yra apskaičiuojamas atsižvelgiant į paslaugos apimtis

# 1 Priedas. Antras modelis: Tinklų sujungimui reikalingų priemonių suteikimas

Šiame priede aprašomi antrojo modelio principai. Yra daug alternatyvų sujungti tinklus. Kartais tinklai yra sujungti tarpusavyje vieno operatoriaus patalpose netoli komutavimo stočių arba alternatyvių tinklo elementų, bet saugumo ir tinklų valdymo sumetimais tinklai gali būti sujungti nutolusioje vietoje – tinklų sujungimo vietoje (angl. *Poin of Presence*, PoP). Šiuo metu RRT nustatyti skambučių užbaigimo paslaugų reguliavimo principai reikalauja, kad tinklams sujungti reikalingų tinklo elementų sąnaudos būtų dengiamos pačių susijungiančių operatorių ir jokie užmokesčiai už šiuos tinklo elementus negali būti taikomi. RRT taip pat nustatė, jog tinklus jungiančią ryšių liniją turi įdiegti mažiausią kainą pasiūliusi šalis, o šios linijos įdiegimo ir priežiūros sąnaudos turi būti pasidalintos per pusę. Tinklo elementai nuo komutavimo stočių iki PoP gali būti valdomi ir prižiūrimi tam tikro operatoriaus. Prieiga prie šių elementų gali būti nesuteikiama saugumo sumetimo tikslais arba šiems tinklo elementams, kurie kitos tinklus sujungiančios šalies gali būti panaudoti įdiegiant ryšių liniją, gali būti taikomi specifiniai užmokesčiai. Prieiga prie tinklo elementų tarp PoP ir komutavimo stočių gali būti naudojama įdiegti jungtį tarp tinklų ne tik skambučių užbaigimo paslaugoms teikti, bet taip pat teikti inicijavimo ir tranzito paslaugas. Diegiant šį modelį siekiama dviejų tikslų:

1. apskaičiuoti tinklo elementų, kurie gali būti naudojami įdiegti jungtį tarp tinklų PoP (kur gali būti atliktas tinklų sujungimas teikti skambučių užbaigimo, inicijavimo ir tranzito paslaugas, paslaugoms teikti) ilgo laikotarpio vidutines padidėjimo sąnaudas;
2. apskaičiuoti tinklo tarpinių tinklo elementų, esančių tarp PoP ir komutavimo stočių ir naudojamų diegiant jungtį tarp tinklų (kai tinklų sujungimas naudojamas skambučių užbaigimo, inicijavimo ir tranzito paslaugoms teikti) ilgo laikotarpio vidutines padidėjimo sąnaudas.

Bendrai prieiga prie aukščiau aprašytų tinklo elementų gali būti vadinama prieiga prie susijusių priemonių. Susijusių priemonių schema yra pateikta toliau.



Paveikslas 15. Principinė susijusių priemonių schema.

15 paveikslo terminų paaiškinimas pateiktas toliau:

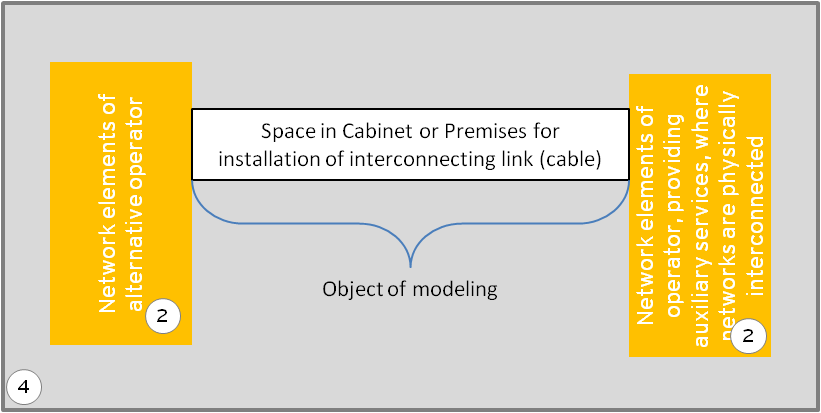
|  |  |
| --- | --- |
| **Angliškas atitikmuo** | **Lietuviškas atitikmuo** |
| Operator A/B | Operatorius A arba B |
| Point of Presence | Tinklų sujungimo vieta |
| Inside the cabinet | Pastato arba kito statinio viduje (patalpoje) |
| Remote premises | Nutolusios patalpos |
| Cables | Kabeliai |
| Network elements | Tinklo elementai |
| Cable laddres | Kabelių kopėtėlės ir (arba) loveliai |
| Cabinet | Pastato / statinys (patalpa) |
| Network elements of alternative operator | Alternatyvaus operatoriaus tinklo elementai |
| Network elements of operator, providing auxiliary services where networks are physicaly interconnected | Operatoriaus, teikiančio prieigą prie susijusių priemonių, kur tinklai gali būti fiziškai sujungti, tinklo elementai |

14 lentelėje pateikiamas antrojo modeliu modeliuojamų paslaugų apibrėžimai.  
Lentelė 14. Paslaugų apibrėžimai.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Paslaugos pavadinimas** | **Paslaugos apibrėžimas** | **Matavimo vienetai** |
| Prieiga prie susijusių priemonių, skirtų tinklams sujungti | 1) Prieiga prie tinklo elementų, kurie būtų naudojami įdiegti tinklus sujungiančią jungtį (ryšių liniją) PoP. Jungtis jungtų vieno operatoriaus tinklo elementus su kito operatoriaus tinklo elementais, kuriuose galima sujungti tinklus;  2) Prieiga prie tinklo elemento ar tinklo elementų, kurie būtų naudojami kaip sudėtinės tinklus sujungiančios jungties (ryšių linijos) dalys. | Prieigos prie pasyvios ir (arba) aktyvios tinklo infrastruktūros, naudojamos įdiegti tinklus sujungiančią jungtį, sąnaudos. |

Atsižvelgiant į galimas susijusių priemonių realizavimo alternatyvas, bus modeliuojamos keturios tinklų sujungimo alternatyvos:

1. Vietos technologinėse patalpose nuoma iš susijusių priemonių teikėjo (bendra šios alternatyvos schema yra pateikta toliau, o trumpiniai turi būti suprantami taip, kaip pavaizduota 15 paveiksle).

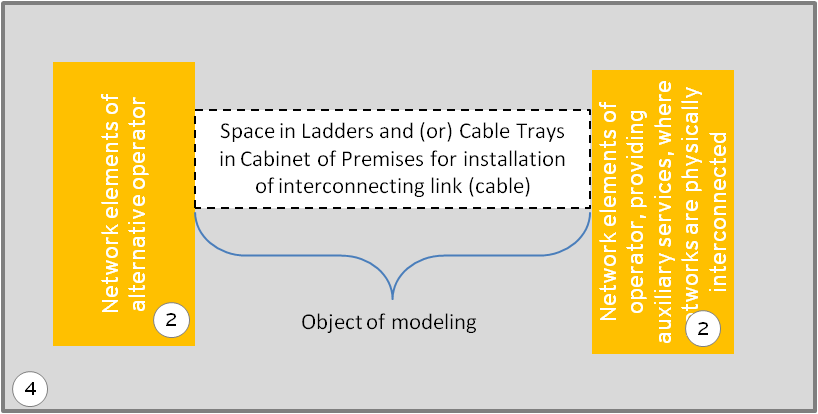


Paveikslas 16. Bendroji pirmos alternatyvos paslaugų schema.

16 paveiksle nurodytų terminų paaiškinimas pateiktas toliau:

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Network elements of alternative operator | Alternatyvaus operatoriaus tinklo elementai |
| Network elements of operator, providing auxiliary services, where networks are physically interconected. | Susijusių priemonių teikėjo tinklo elementai, esantys fizinio tinklų sujungimo vietoje. |
| Space in Cabinet or Premises for instalation of interconecting link (cable) | Fizinė vieta patalpose, naudojama įdiegti jungtį (kabelį) tarp tinklų. |
| Object of modeling | Modelio objektas |

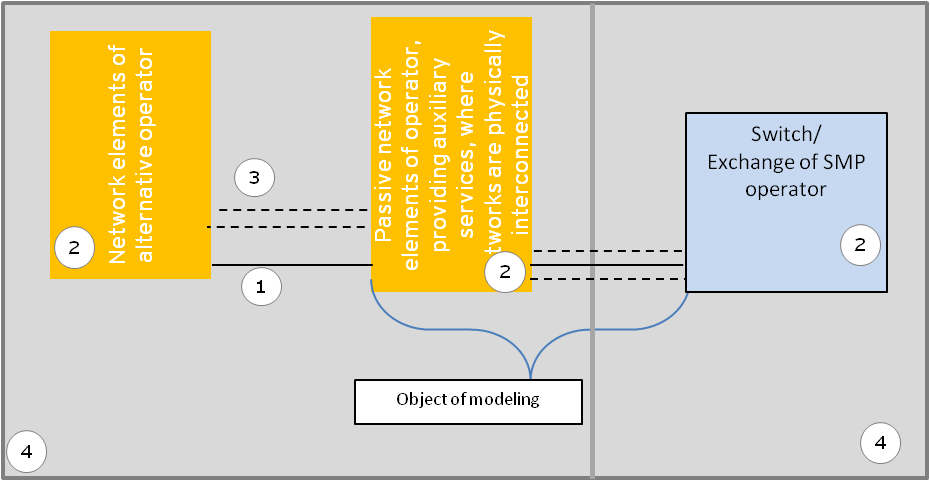
2. Vietos nuoma loveliuose/kopėtėlėse, įrengtose technologinėse patalpose (bendra šios alternatyvos schema yra pateikta toliau, o trumpiniai turi būti suprantami taip, kaip pavaizduota 15 paveiksle).

  
Paveikslas 17. Bendroji antros alternatyvos paslaugų schema.

Toliau yra pateiktas 17 Paveikslo terminų vertimas.

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Network elements of alternative operator | Alternatyvaus operatoriaus tinklo elementai |
| Network elements of operator, providing auxiliary services, where networks are physically interconected. | Susijusių priemonių teikėjo tinklo elementai, esantys fizinio tinklų sujungimo vietoje. |
| Space in Ladders and (or) Cable Trays in Cabinet or Premises for instalation of interconnecting link (cable) | Vieta kopėtėlėse/loveliuose, įrengtuose technologinėse patalpose, naudojama įdiegti jungtį (kabelį) tarp tinklų. |
| Object of modeling | Modelio objektas |

3. Prieiga prie pasyvių tinklo elementų, esančių tarp PoP ir komutacinių stočių buvimo vietos. Šių tinklo lementų pagalba galima įdiegti tinklus sujungiančią jungtį (tarpiniai tinklo elementai, kuriuos galima panaudoti konstruojant jungtį tarp tinklų). Toliau yra pateikta bendra šios paslaugos schema, o trumpiniai turi būti suprantami taip, kaip pavaizduota 15 paveiksle.

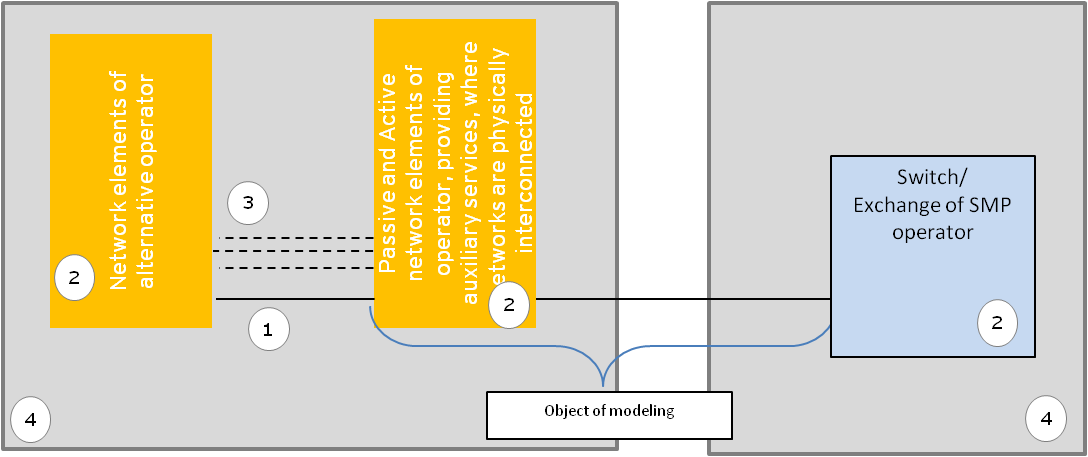


Paveikslas 18. Bendroji trečios alternatyvos paslaugų schema.

Toliau yra pateiktas 18 Paveikslo terminų vertimas.

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Network elements of alternative operator | Alternatyvaus operatoriaus tinklo elementai |
| Passive network elements of operator, providing auxiliary services, where networks are physically interconnected. | Susijusių priemonių teikėjo pasyvūs tinklo elementai, esantys fizinio tinklų sujungimo vietoje. |
| Switch/Exchange of SMP operator | Operatoriaus, turinčio didelę įtaką, komutacinė stotis. |
| Object of modeling | Modelio objektas |

4. Prieiga prie pasyvių ir aktyvių tinklo elementų, esančių tarp PoP ir komutacinių stočių buvimo vietos. Šie tinklo elementai yra sudėtinė tinklus jungiančios jungties dalis (tarpiniai tinklo elementai). Toliau yra pateikta bendra šios paslaugos schema, o trumpiniai turi būti suprantami taip, kaip pavaizduota 15 paveiksle.



Paveikslas 19. Bendroji ketvirtos alternatyvos paslaugų schema.

Toliau yra pateiktas 19 Paveikslo terminų vertimas.

|  |  |
| --- | --- |
| Angliškas atitikmuo | Lietuviškas atitikmuo |
| Network elements of alternative operator | Alternatyvaus operatoriaus tinklo elementai |
| Passive and Active network elements of operator, providing auxiliary services, where networks are physically interconnected. | Susijusių priemonių teikėjo pasyvūs ir aktyvūs tinklo elementai, kurie gali būti naudojami sujungiant tinklus. |
| Switch/Exchange of SMP operator | Operatoriaus, turinčio didelę įtaką, komutacinė stotis. |
| Object of modeling | Modelio objektas |

*Daroma prielaida, jog pirmosios – trečiosios (įskaitant) alternatyvos paslaugoms suteiki reikalingi tinklo elementai yra įrengti didelę įtaką turinčio ūkio subjekto patalpose. Ketvirtosios alternatyvos paslaugoms suteikti daroma prielaida, jog PoP gali būti diegiamas tiek operatoriaus, turinčio didelę įtaką, patalpose, tiek trečiosios šalies patalpose.*

***Pirmosios alternatyvos paslaugų modeliavimas***

Atliekant šių paslaugų modeliavimą, tinklo infrastruktūros, naudotinos suteikti susijusias paslaugas, periodinės sąnaudos bus skaičiuojamas pagal toliau pateiktą formulę:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (88) |

Paaiškinimai:

Si – technologinių patalpų bendras plotas, reikalingas sumontuoti kopėčias/lovelius ir kitą PoP įrangą, susijusių priemonių teikėjo patalpose, kvadratiniais metrais;

*αk* – vidutinės nekilnojamo turto nuomos sąnaudos už vieną kvadratinį metrą.

***Antrosios – ketvirtosios alternatyvos paslaugų modeliavimas***

Vienkartinės pasaugų sąnaudos

Vienkartinės sąnaudos yra susijusios su antra, trečia ir ketvirta paslaugų alternatyva. Skaičiuojant šių alternatyvų sąnaudas, reikia įvertinti kiek valandų (A hr) atitinkamam personalui reikia sugaišti įdiegiant susijusias paslaugas. Paslaugų suteikimas, atsižvelgiant į modeliuojamos paslaugos alternatyvą, apima šias veiklas: kabelių diegimą kopėtėlėse/loveliuose, kabelių diegimas pastate, įrangos diegimas patalpose.

Vienkartinės sąnaudos () yra apskaičiuojamos pagal šią formulę:

 (89)  
Paaiškinimai:

*toff* – Bendras vienkartinėms veikloms atlikti reikalingas laikas (A hr), žmogaus valandomis;  
*αMH* – Vidutinės vienos žmogaus (atitinkamos kvalifikacijos) darbo valandos sąnaudos.

Periodinės paslaugų sąnaudos

Antrosios – ketvirtosios paslaugų modeliavime, periodinės paslaugų sąnaudos įvertina sąnaudas susijusias tiek su tinklo įranga, tiek su periodinėmis specifinėmis veiklomis.  
Skaičiuojant su įranga susijusias sąnaudas, daroma prielaida, jog reiks šios įrangos:

1. Vieta technologinėse patalpose;
2. Saugos įranga (jutiklis ir kabeliai) (neprivaloma, bet pasirenkama įranga);
3. Tam tikras kopėčių/lovelių kabeliams ilgis;
4. Tam tikras optinių skaidulų kabelio ilgis (papildomi tinklo elementai trečiai ir ketvirtai paslaugų alternatyvai, tačiau netaikoma antrai);
5. Tam tikri tinklo elementai, esantys technologinėse patalpose ir naudojami įdiegti tinklų sujungimą (POI). Šie tinklo elementai naudojami modeliuojant trečios ir ketvirtos alternatyvos paslaugas, tačiau jie nėra naudojami modeliuojant antros alternatyvos paslaugas. Trečios alternatyvos atveju, daroma prielaida, jog tinklams sujungti reiks įdiegti Optinių skaidulų kabelių skirstomąjį stovą. Ketvirtos alternatyvos atveju daroma prielaida, jog tinklams sujungti reiks įdiegti Srautą agreguojantį Ethernet komutatorių (Aggregation Ethernet Switch).

Paslaugų sąnaudos turi atspindėti kapitalo sąnaudas (CAPEX), o taip pat ir Priedus padengti šioms sąnaudoms:

1. Tinklo palaikymo sąnaudas (OPEX) nuo tinklo sąnaudų;
2. Tinklo valdymo sistemos sąnaudas (CAPEX);
3. Administracijos ir veiklos palaikymo sąnaudas (OPEX ir CAPEX).

Periodinės su įranga susijusios metinės sąnaudos yra apskaičiuojamos pagal tuos pačius principus ir naudojant tuos pačius Priedus sąnaudoms padengti kaip aprašyta skyriuje *2.7 Priedais sąnaudoms padengti*.

**2 Priedas. Ekonominio nusidėvėjimo metodas analizė ir rezultatai**   
Nusidėvėjimas gali būti apibrėžta kaip nekilnojamo turto vertės išdėstymas per naudingą to turto tarnavimo laiką. Nusidėvėjimo suma yra pradinė kaina apskaičiuota įsigijimo dieną atėmus jo likvidacinę vertę. Nusidėvėjimo suma yra skirtumas tarp turto išsigijimo savikainos ir prognozuojamos turto likutinės vertės tarnaujamo laikotarpi pabaigoje. Taigi nusidėvėjimas atspindi investuoto kapitalo atgavimą per turto ekonomišką tarnavimo laikotarpį. Nusidėvėjimas taip pat gali būti apibrėžtas kaip turto vertės mažėjimas per ekonomišką jo tarnavimo laikotarpį dėl naudojimo, nuvertėjimo per tam tikrą laiką arba dėl technologinių pokyčių ar pokyčių rinkoje.

„iš apačios į viršų“ modeliuose paprastai naudojami nusidėvėjimo skaičiavimo metodai: tiesiogiai proporcingas ir anuiteto (standartini arba indeksuotas).

Taikant tiesiogiai proporcingą (tiesinį) nusidėvėjimo metodą, su turto įsigijimu susijusios sąnaudos išdėstomos po lygiai turto tarnavimo laikotarpiu atsižvelgiant į kainų pokyčius per visą nusidėvėjimo laikotarpį, taip pat į kapitalo sąnaudas:

kur,

 - nusidėvėjimas einamąja verte;

, turto laikymo pajamos (netekimai);

 - kapitalo sąnaudos;

- GRC – turto bendroji atkuriamoji vertė)

– naudingas elemento tarnavimo laikas

NBV – Likutinė vertė;

GBV – Įsigijimo (pasigaminimo) savikaina

*Index -* metinis kainų pasikeitimas (duomenys bus surenkami iš Operatorių)

*WACC –* vidutine svertine kapitalo kaina.

Pirmoji lygties dalis rodo, kad turto ekonominė nauda yra gaunama vienodomis dalimis per turto naudingo tarnavimo laiką, o antroji dalis yra proporcinga kainų pokyčiams ir kapitalo sąnaudoms.

Standartinio anuiteto metodas apskaičiuoja tam tikru laikotarpiu atgaunamas investicijų sumas, kurios išreiškiamos ekonominio nusidėvėjimo ir kapitalo sąnaudų suma:

Naudojant indeksuotą anuiteto metodą, taip pat galima atspindėti ekonominę turto vertę, Šio metodo tikslas:

* Sumažina vieneto sąnaudų pokyčius analizuojamu laikotarpiu, nes visą sąnaudų skaičiavimo laikotarpį apskaičiuojama vienoda kapitalo sąnaudų ir nusidėvėjimo suma;
* Sąnaudų dydis yra koreguojamas atsižvelgiant į MEA kainų pokyčius.

Metinės CAPEX sąnaudos pagal indeksuoto anuiteto metodą yra skaičiuojamos naudojant toliau pateiktą formulę:

Didžiausias indeksuoto anuiteto privalumas prieš standartinio anuitetą yra tai, jog indeksuotas anuitetas įvertina MEA kainų pokyčius per visą nusidėvėjimo skaičiavimo laikotarpį. Lyginant su standartinio anuiteto metodu, indeksuoto anuiteto metodu apskaičiuojamos didesnės kapitalo sąnaudos kai turto kaina mažėja ir mažesnės kapitalo sąnaudos kai turto kainą didėja. Telekomunikacijų sektoriuje kainos paprastai linkusios mažėti.

Naudojant ekonominio nusidėvėjimo metodą taip pat galima atspindėti ekonominę turto vertę. Skaičiuojant nusidėvėjimą ekonominio nusidėvėjimo metodu siekiama šių tikslų:

* parodytį faktinį investicijų procesą (investicijos atliekamos periodiškai) ir „sušvelninti“ sąnaudų dydžius per visą sąnaudų atgavimo laikotarpį;
* sušvelninti vieneto sąnaudų kitimą, atsižvelgiant į kintantį infrastruktūros panaudojimą per visą sąnaudų atgavimo laikotarpį;
* pakoreguoti sąnaudų atgavimo lygį atsižvelgiant į MEA kainų pokyčius kiekvienu sąnaudų atgavimo laikotarpio periodu tokiu būdu, kad visų investicijų grynoji esamoji vertė būtų lygi visų atgautų sąnaudų grynajai esamajai vertei.

Ekonominio nusidėvėjimo skaičiavimo metodo pagrindinis privalumas yra tai, kad šis metodas atsižvelgia į besikeičiantį infrastruktūros panaudojimą ir sumažina panaudojimo poveikį jo padarinius paskirstant per visą sąnaudų atgavimo laikotarpį. Tai gali būti svarbu, jei tinklo panaudojimas keičiasi žymiai iš metų į metus, nes tinklo diegimo pradžioje tinklo ištekliai nėra panaudojami efektyviai padidėjus srauto paklausai trumpu laikotarpiu. Tokiu atveju sąnaudos, susijusios mažu tinklo išteklių panaudojimu, yra perkeliamos į vėlesnius laikotarpius ir išdėstomos vienodais dydžiais per visą sąnaudų atgavimo laikotarpį.

Be to, ekonominio nusidėvėjimo modelio kūrimas reikalauja daug daugiau įvesties duomenų bei prielaidų (kurios turi būti pateiktos operatorių) nei kiti nusidėvėjimo metodai. Tai yra dėl to, kad ekonominio nusidėvėjimo metodas vertina ilgą sąnaudų atgavimo laikotarpį (30 ar daugiau metų) ir kiekvienų metų skaičiavimai reikalauja informacijos apie kainų pokyčius ir paslaugų apimtis.

Kitas ekonominio nusidėvėjimo trūkumas yra tai, kad reikia įvertinti visą tinklo gyvavimo laikotarpį ir rezultatai labai priklauso nuo istorinių (pirmųjų) skaičiavimų, nes didėjantį diskonto dydžiui, mažėja būsimų laikotarpių sąnaudų poveikis skaičiavimo rezultatams. Jei hipotetinis operatorius priėmė neefektyvius sprendimus ankstesniais laikotarpiais, tokių sprendimų poveikis bus jaučiamas vėlesnių laikotarpių skaičiavimuose.

1 ir 2 paveiksluose yra pateikiamas ekonominio ir indeksuoto nusidėvėjimo metodais skaičiuotų nusidėvėjimų palyginimas.

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Paveikslas: Ekonominio nusidėvėjimo ir indeksuoto anuiteto metodu apskaičiuotas nusidėvėjimas, darant prielaidą, jog paslaugų apimtis yra pastovi ir MEA kainos mažėja | 2 Paveikslas: Ekonominio nusidėvėjimo ir indeksuoto anuiteto metodu apskaičiuotas nusidėvėjimas, darant prielaidą, jog paslaugų apimtys didėja ir MEA kainos mažėja |

1 ir 2 paveikslų terminų paaiškinimai pateikti toliau:

|  |  |
| --- | --- |
| **Angliškas atitikmuo** | **Lietuviškas atitikmuo** |
| Unit costs | Vieneto sąnaudos |
| Year | Metai |
| Tilted annuity | Indeksuoto anuiteto metodas |
| Economic depreciation | Ekonomini nusidėvėjimo metodas |

Toliau pateiktoje lentelėje pateikiamos pagrindinės prielaidos, naudotos atlikti ekonominio nusidėvėjimo ir indeksuoto anuiteto metodais skaičiuojamų nusidėvėjimų palyginimą.

| **Parametras** | **1 Paveikslas** | **2 Paveikslas** |
| --- | --- | --- |
| Analizuotas laikotarpis | 30 metų | 30 metų |
| Turto tarnavimo laikas | 10 metų | 10 metų |
| Kainų pokyčių indeksas | -1% | -1% |
| Paslaugų kokyčių indeksas | 0% | 1% |
| WACC | 12% | 12% |

2 paveiksle pateiktas modeliavimas rėmėsi prielaida, kad didėjanti paklausa reikalaus investicijų tam tikrais periodais, po kurių infrastruktūros panaudojimas nėra pats efektyviausias. Vieneto sąnaudų padidėjimas yra sušvelninamas ekonominio nusidėvėjimo metodu, kai tuo tarpu indeksuoto anuiteto metodas sąnaudų „sušvelninimo“ neatlieka.

Atsižvelgiant į aukščiau išdėstytą, BU-LRAIC modelyje bus naudojami tiesiogiai proporcingo ir anuiteto (standartinio ar indeksuoto) metodai, o indeksuoto anuiteto metodas nusidėvėjimo sąnaudas apskaičiuos labiausiai artimas ekonominio nusidėvėjimo skaičiavimo metodo apskaičiuotoms nusidėvėjimo sąnaudoms.

1. 2005 metais RRT inicijavo LRAIC modelio diegimą su tikslu apskaičiuoti viešuoju elektroninių ryšių tinklu, teikiamu fiksuotoje vietoje, teikiamas skambučių užbaigimo, inicijavimo ir tranzito paslaugas. 2005 metais RRT įdiegė BU-LRAIC modelį. 2006 metais reguliuojamas ūkio subjektas pristatė TD-LRAIC modelio rezultatus. 2008 metų pradžioje buvo užbaigtas HY-LRAIC modelis ir šiuo metu vykdomas kainų reguliavimas yra grįstas HY-LRAIC sąnaudų modeliavimo rezultatais. [↑](#footnote-ref-1)
2. Tinklų valdymo sistemos (NSM) sąnaudos įvertinamos priedais tam tikroms sąnaudoms padengti [↑](#footnote-ref-2)
3. Šie elementai nėra privalomi ir yra pasirenkami. [↑](#footnote-ref-3)
4. Šis elementas gali būti tiek vertinamas, tiek nevertinamas [↑](#footnote-ref-4)
5. Į metinį skambučių srautą įtraukiami tik įvykę skambučiai [↑](#footnote-ref-5)
6. Elementas gali būti vertinamas arba ne [↑](#footnote-ref-6)
7. Elementas gali būti vertinamas arba ne [↑](#footnote-ref-7)
8. Šis elementas gali būtik tiek modeliuojamas, tiek nemodliuojamas [↑](#footnote-ref-8)
9. Šis elementas gali būtik tiek modeliuojamas, tiek nemodliuojamas [↑](#footnote-ref-9)