



**TECHNOLOGIJŲ FAKULTETAS
INFORMATIKOS IR MEDIJŲ TECHNOLOGIJŲ KATEDRA**

Kęstutis Vilimas

**UŽGIRIŲ GYVENVIETĖS OPTINIO TINKLO
PROJEKTAS**

Baigiamasis darbas

Kibernetinių sistemų ir saugos studijų programos
valstybinis kodas 6531BX024
Informatikos inžinerijos studijų krypties

Vadovas dr. Rimantas Plęštys

Kaunas, 2024

TURINYS

ĮVADAS	9
1. ANALITINĖ DALIS	11
1.1. Situacijos analizė	11
1.2. Esamo ryšio ir interneto situacijos analizė	12
1.3. Namų ūkių pasiskirstymas gyvenvietėje	15
1.4. Optinio pasyviojo tinklo technologijų analizė	16
1.4.1. G - PON technologijos analizė	16
1.4.2. XG - PON technologijos analizė	16
1.4.3. NG - PON2 technologijos analizė	18
1.5. X-PON technologijų parametrų palyginimas	19
1.6. X-PON technologijų suderinamumas	19
1.7. Optinės linijos pasyviųjų elementų parametrų analizė	20
1.7.1. Optinių kabelių parametrai	20
1.7.2. Skirstomųjų daliklių parametrai	20
1.8. Analitinės dalies išvados	22
2. SPECIFIKACIJA	23
3. PROJEKTINĖ DALIS	24
3.1. Tinklo parametrų skaičiavimas	24
3.1.1. Suskirstymas į grupes	24
3.1.2. Skirstomųjų daliklių slopinimas	26
3.2. Magistralinių ir skirstomųjų daliklių jungimo schemos	26
3.3. Magistralinių daliklių parametrų skaičiavimas	27
3.3.1. PON-A tinklo slopinimo parametrų paskaičiavimo pavyzdys	29
3.3.2. Slopinimo kabelyje skaičiavimas	30
3.4. PON tinklų patikimumo skaičiavimai	31
3.5. Interneto srauto pateikiamumo skaičiavimas	33
3.6. Komplektacijos žiniaraščių sudarymas	34
3.7. Daliklių jungimas skirstomosiose dėžutėse	36
3.8. Tinklų aktyvinės įrangos parinkimas	38
3.9. Kibernetinės saugos vertinimas	39
3.10. Tinklų jungimas į OLT įrenginio panelę	39
4. EKONOMINĖ DALIS	40
4.1. Įrangos pirkimas ir nuoma	40

4.2. Įrangos nusidėvėjimas	40
4.3. Darbo užmokesčio skaičiavimas	41
4.4. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos	42
4.5. Projekto sąmata.....	44
4.6. Ekonominės naudos nustatymas	44
IŠVADOS	45
LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI	46
PRIEDAI	48
1 priedas. Skirstomųjų daliklių (B-PON, C-PON, D-PON, E-PON, F-PON) slopinimas	49
2 priedas. Magistralinių tinklų patikimumų skaičiavimas	50
3 priedas. B-PON, C-PON, D-PON, E-PON, F-PON žiniaraščių sudarymas	54
4 priedas. Užgirių gyvenvietės detalus žemėlapis.....	56
5 priedas. Daliklių sujungimas skirstomosiose dėžutėse	57
6 priedas. Tinklo pažeidžiamumo įvertinimas	62
7 priedas. Signalų slopinimų detalūs skaičiavimai	66
8 priedas. Siūlomos įrangos sąrašas	67

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

LENTELĖS

1 lentelė. Namų ūkių išsidėstymas	15
2 lentelė. XG-PON technologijos duomenų perdavimo bangos ilgiai	17
3 lentelė. Technologijų specifikacijų palyginimas	19
4 lentelė. Reikalavimai signalų lygiams	19
5 lentelė. Optinių kabelių parametrai	20
6 lentelė. Vidinių daliklio nuostolių skaičiavimas	21
7 lentelė. Skirstomųjų daliklių slopinimas	21
8 lentelė. Skirtomųjų daliklių pasiskirstymas tinkluose	26
9 lentelė. A-PON magistralės skirstomųjų daliklių slopinimas.....	26
10 lentelė. Signalų slopinimai skirtinguose tinkluose	27
11 lentelė. Signalų slopinimai projektuojamuose tinkluose	28
12 lentelė. A-PON signalų slopinimas atšakose.....	29
13 lentelė. Slopinimo reikšmių paaiškinimas	29
14 lentelė. Formulių paaiškinimas.....	30
15 lentelė. Signalų slopinimas kabelyje	30
16 lentelė. Vidutiniai laikai tarp gedimų skirtinguose tinkluose.....	31
17 lentelė. Optinio tinklo patikimumo skaičiavimų formulės.....	31
18 lentelė. PON-A magistralės patikimumo skaičiavimas	32
19 lentelė. Patikimumo skaičiavimo detalizavimas.....	33
20 lentelė. Pirmojo srauto elementų patikimumo parametrai.....	34
21 lentelė. Antrojo srauto elementų patikimumo parametrai	34
22 lentelė. A-PON magistralės žiniaraštis	35
23 lentelė. Žiniaraščio reikšmių paaiškinimas.....	35
24 lentelė. Skirstomųjų dėžučių lentelių detalizavimas	36
25 lentelė. PON-A magistralės detalus įrangos jungimas	37
26 lentelė. Siūloma įdiegti įranga.....	38
27 lentelė. Programinės ir techninės įrangos pirkimas	40
28 lentelė. Įrangos nuomos sąmata.....	40
29 lentelė. Ilgalaikio turto nesidėvėjimo ir programinės įrangos mokestis.....	41
30 lentelė. Darbo laiko nustatymas.....	41
31 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata.....	42
32 lentelė. Projekto palaikymo įrangos nuomos sąmata.....	43

33 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo atlyginimas	43
34 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata.....	43
35 lentelė. Projekto sąmata.....	44

PAVEIKSLAI

1.1 pav. Projektuojamas plotas Geoportal žemėlapyje.....	11
1.2 pav. 5G ir 4G ryšio infrastruktūros bei pasiekiamumo žemėlapis 100 Mb/s sparta.....	12
1.3 pav. „Baltųjų dėmių žemėlapis“	12
1.4 pav. Šviesolaidinės infrastruktūros žemėlapis.....	13
1.5 pav. Prisijungimo taškų žemėlapis:	13
1.6 pav. Esami optiniai kabeliai ir jų movų vietos	14
1.7 pav. Planuojama pastatyti tinklo infrastruktūra	15
1.8 pav. Tinklo sistemos valdymo funkcija.....	16
1.9 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 1 pavyzdys pagal XG-PON technologiją.....	17
1.10 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 2 pavyzdys pagal XG-PON technologiją.....	17
1.11 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 3 pavyzdys pagal XG-PON technologiją.....	18
1.12 pav. NG-PON2 technologijos veikimo principas	18
3.1 pav. Vartotojų suskirstymas į PON tinklus	24
3.2 pav. Magistralinių ir skirstomųjų daliklių išdėstymas plane	25
3.3 pav. Magistralinių ir skirstomųjų daliklių jungimo schemas	27
3.4 pav. Tinklo pažeidžiamumo įvertinimas	39
3.5 pav. Fizinio tinklo sujungimas	39

SĄVOKŲ SĄRAŠAS

Sąvoka	Aprašymas	Nuoroda į šaltinį
APC (angl. <i>Angled Physical Contact</i>)	Kampinė fizinio kontakto jungtis.	(ITU-T, 2015)
XGS-PON (angl. <i>10-Gigabit Symmetric Passive Optical Network</i>)	10 gigabitų simetrinis pasyvusis optinis tinklas.	(ITU-T, 2023)
PON (angl. <i>Passive Optical Network</i>)	Pasyvusis optinis tinklas.	(ITU-T, 2008)
5G (angl. <i>Fifth Generation</i>)	Penktos kartos mobilioji technologija.	(ITU-T, 2023)
MTTR (angl. <i>Mean Time To Repair</i>)	Vidutinis gedimo pašalinimo laikas.	(ITU-T, 2017)
MTTF (angl. <i>Mean Time To Failure</i>)	Vidutinis laikas iki gedimo.	(ITU-T, 2017)
MTBF (angl. <i>Mean Time Between Failures</i>)	Vidutinis laikas tarp gedimų.	(ITU-T, 2017)
FIT (angl. <i>Failure In Time</i>)	Gedimų skaičius per vieną milijardą prietaiso veikimo valandų.	(ITU-T, 2017)
OLT (angl. <i>Optical Line Terminal</i>)	Optinės linijos terminalas.	(ITU-T, 2008)
ONU (angl. <i>Optical Network Unit</i>)	Optinio tinklo įrenginys.	(ITU-T, 2014)
FTTB (angl. <i>Fiber To The Building</i>)	Skaidula iki pastato.	(ITU-T, 2019)
FTTH (angl. <i>Fiber To The House</i>)	Skaidula iki namo.	(ITU-T, 2019)
FF (angl. <i>Feeder Fiber</i>)	Magistralinė skaidula	(ITU-T, 2017)
DF (angl. <i>Distribution Fiber</i>)	Skirstomoji skaidula	(ITU-T, 2017)
Gbit/s (angl. <i>Gigabit per second</i>)	Gigabitai per sekundę	(ITU-T, 2008)
CVSS:3.1 (angl. <i>Common Vulnerability Scoring System 3.1</i>)	Bendra pažeidžiamumo vertinimo sistema.	(FIRST, 2015)
SFP (angl. <i>Small form-factor pluggable transceiver</i>)	Modulis, skirtas siųsti ir priimti optinius signalus.	(ITU-T, 2008)
G-PON (angl. <i>Gigabit Passive Optical Network</i>)	Gigabitinis pasyvus optinis tinklas.	(ITU-T, 2008)
ODN (angl. <i>Optical Distribution Network</i>)	Optinis skirstomasis tinklas.	(ITU-T, 2008)
WDM (angl. <i>Wavelength Division Multiplex Module</i>)	Bangų sutankinimo modulis.	(ITU-T, 2008)
NE (angl. <i>Network Element</i>)	Tinklo elementas.	(ITU-T, 2008)
SN (angl. <i>Service Node</i>)	Paslaugos mazgas.	(ITU-T, 1995)
SNI (angl. <i>Service Node Interface</i>)	Paslaugų mazgo sąsaja.	(ITU-T, 1995)
UNI (angl. <i>User Network Interface</i>)	Vartotojo tinklo sąsaja.	(ITU-T, 1993)
XG-PON (angl. <i>10-Gigabit Passive Optical Network</i>)	10 gigabitų pasyvusis optinis tinklas.	(ITU-T, 2016)
NG-PON (angl. <i>New Generation Passive Optical Network</i>)	Naujos kartos pasyvusis optinis tinklas.	(ITU-T, 2015)
FTTx (angl. <i>Fiber To The x</i>)	Skaidula į x objektą.	(ITU-T, 2019)

SANTRAUKA

Autorius Kęstutis Vilimas. *Užgirių gyvenvietės optinio tinklo projektas*. Baigiamasis darbas. Vadovas dr. Rimantas Plėštys. Kauno kolegija, Technologijų fakultetas, Informatikos ir medijų technologijų katedra. Kaunas, 2024, 47 psl.

Reikšminiai žodžiai: Optinis tinklas, optiniai dalikliai, signalo slopinimas.

Daugelyje kaimo vietovių nėra kokybiškos prieigos prie interneto. Todėl šio darbo tikslas suprojektuoti Užgirių gyvenvietei optinį magistralinį tinklą, panaudojant naujausias FTTx technologijas. Darbe sudaryta vienos gyvenvietės dalies tokio tinklo topologija, apskaičiuoti signalo slopinimai iki kiekvieno namų ūkio. Sudarytos tinklo aktyvinės ir pasyvinės dalių specifikacijos. Paskaičiuoti internetinių paslaugų pateikiamumo parametrai. Įvertintas tinklo pažeidžiamumo vektorius. Sudaryta tinklo projektavimo, projekto įgyvendinimo ir funkcionavimo užtikrinimo išlaidų sąmata.

Šio projekto rezultatai gali būti pritaikyti išplečiant tinklą į likusią gyvenvietės dalį. Panaudota tinklo projektavimo metodika gali būti naudinga ateityje projektuojant optinius tinklus kitose kaimiškose vietovėse.

Projektas susideda iš šių dalių: įvadas, analitinė dalis, projekto specifikacija, projektinė dalis, ekonominė dalis, išvados, literatūra ir kiti informacijos šaltiniai.

SUMMARY

Author Kęstutis Vilimas. *Optical Network Project for the Settlement of Užgiriai*. **Graduation Thesis. Supervisor** PhD Rimantas Plėštys. **Kauno kolegija HEI, Faculty of Technologies, Department of Informatics and Media Technologies. Kaunas, 2024, 47 pages.**

Key words: Optical network, optical splitters, signal attenuation.

Many rural areas do not have quality internet access. Therefore, the aim of this work is to design an optical network for the village of Užgiri using the latest FTTx technologies. The topology of one part of the village was designed and the signal attenuation to each household was calculated. Specifications of the active and passive parts of the network were drawn up. The parameters for the availability of online services were calculated. The vulnerability vector of the network is estimated. Cost estimates for the design, implementation and operation of the network.

The results of this project can be applied to the extension of the network to the rest of the settlement. The network design methodology used may be useful for future optical network design in other rural areas.

The project consists of the following parts: introduction, analytical part, project specification, design part, economic part, conclusions, references and other information sources.

ĮVADAS

Temos aktualumas. Optinio duomenų perdavimo tinklo diegimas kaimuose turi didelę reikšmę mažinant skaitmeninę atskirtį ir skatinant socialinį bei ekonominį vystymąsi. Spartaus interneto diegimas yra esminis žingsnis norint kaimo bendruomenėms suteikti naujas skaitmeninių paslaugų galimybes, kurios anksčiau buvo prieinamos tik miestų gyventojams. Šiandieniniame pasaulyje patikimas ir greitas interneto ryšys yra ne tik prabanga, bet ir būtinybė norint užtikrinti kokybišką švietimą, sveikatos priežiūrą, prekybą, bendravimą ir verslą.

Švietimo sritis yra viena svarbiausių, kuriai ypatingai reikalinga sparti prieiga prie interneto. Galimybė naudotis sparčiuoju internetu leidžia mokiniams įveikti geografinius apribojimus ir naudotis didžiulėmis internetinėmis bibliotekomis. Prieiga prie pasaulinio tinklo siūlo įvairias galimybes įgyti žinių – nuo interaktyvių e. mokymosi platformų iki virtualių klasių. Šviesolaidis internetas palengvina nuotolinį mokymąsi, užtikrindamas, kad kaimo vietovių mokiniai turėtų lygias galimybes su miestų mokiniais įgyti kokybišką išsilavinimą.

Žvelgiant iš ekonominės perspektyvos, pasyvaus optinio tinklo įrengimas kaimiškose vietovėse sudaro galimybę sukurti ir vystyti inovatyvius verslus: sukurti kaimo gyventojams darbo vietas elektroninės prekybos, žemės ūkio produkcijos gamybos ir perdirbimo sferose. Kaimų gyventojai gali steigti internetines parduotuves, parduoti savo produktus pasaulinei rinkai taip didinti savo pajamas ir skatinti ekonomikos augimą.

Projekte sprendžiama praktikos įmonės suformuluota užduotis – parengti optinių technologijų diegimo kaimiškoje vietovėje (Užgiriai. Telšių raj.) projektą. Pagal valstybės strategiją ir Europos komisijos skaitmeninės politikos kelrodį iki 2030 m. namų ūkiai turi turėti 1 Gb/s spartos prieigą prie interneto, o apgyvendintose vietovėse turi veikti 5G ryšys (Komisijos komunikatas europos parlamentui, tarybai, europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui, 2021)

Darbo problema. Šiuo metu Užgiriuose nėra užtikrinto bent 0,1 gigabito per sekundę interneto ryšio (Geoportal, 2024), nes šiuo metu ten įrengta viena bazinė stotis, kuri tik daliai vartotojų gali suteikti 4G ir 5G ryšį. Suskaičiavus gyvenvietės visus namų ūkius, pasinaudojus (Regia, 2024) žemėlapiu, tampa akivaizdu, kad vienos pastatytos bazinės stoties 1320 namų ūkiams arba 2772 gyventojams (Valstybės duomenų agentūra) nepakanka. Tokiu atveju bazinė stotis liktų skambučiams ir telefoniniam ryšiui, o optinis tinklas – galėtų būti naudojamas namų ūkiams prisijungti prie interneto. VŠĮ „Plačiajuostis internetas“ (VŠĮ „Plačiajuostis internetas“, 2023) duomenimis vienas iš suprojektuoto optinio tinklo galimų prijungimo prie interneto taškų galėtų būti nuo Užgirių nutolęs per 5 kilometrus adresu Vorkalnio g. 2, Lieplaukė, Telšių r. Kitas galimas taškas nutolęs per 4,3 km ir yra adresu Žemaitės g. 14, LT-87133 Telšiai (VŠĮ „Plačiajuostis internetas“,

2023). Nuo šių galinių taškų iki projektuojamo tinklo interneto srautas gali būti perduotas pasinaudojus VŠĮ „Plaćiajuotis internetas“ esamais optiniais kabeliais. Panaudojus abu prijungimo taškus, būtų padidintas interneto patikimumas.

Gyvenvietės optinis duomenų perdavimo tinklas turėtų apimti visus Užgirių namų ūkius, kurių yra 1320 (Regia, 2024). Tokio didelio tinklo projektavimas yra daug laiko reikalaujantis darbas. Todėl baigiamajame darbe pateiktas vienos tinklo dalies projektas. Gauti rezultatai gali būti panaudoti tinklo išplėtimui iki visų namų ūkių. Bendras kabelinių trasų ilgis gyvenvietėje siekia 12,722 km.

Darbo objektas. Užgirių gyvenvietė.

Darbo tikslas – suprojektuoti Užgirių gyvenvietės pasyvų optinį tinklą.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti paslaugas, jų techninius parametrus, jų paplitimą;
2. Sudaryti tinklo topologiją;
3. Atlikti technologijų lyginamąją analizę;
4. Apskaičiuoti Užgirių gyvenvietės tinklo pateikiamumą;
5. Atlikti tinklo kibernetinio pažeidžiamumo įvertinimą;
6. Atlikti projekto ekonominį įvertinimą.

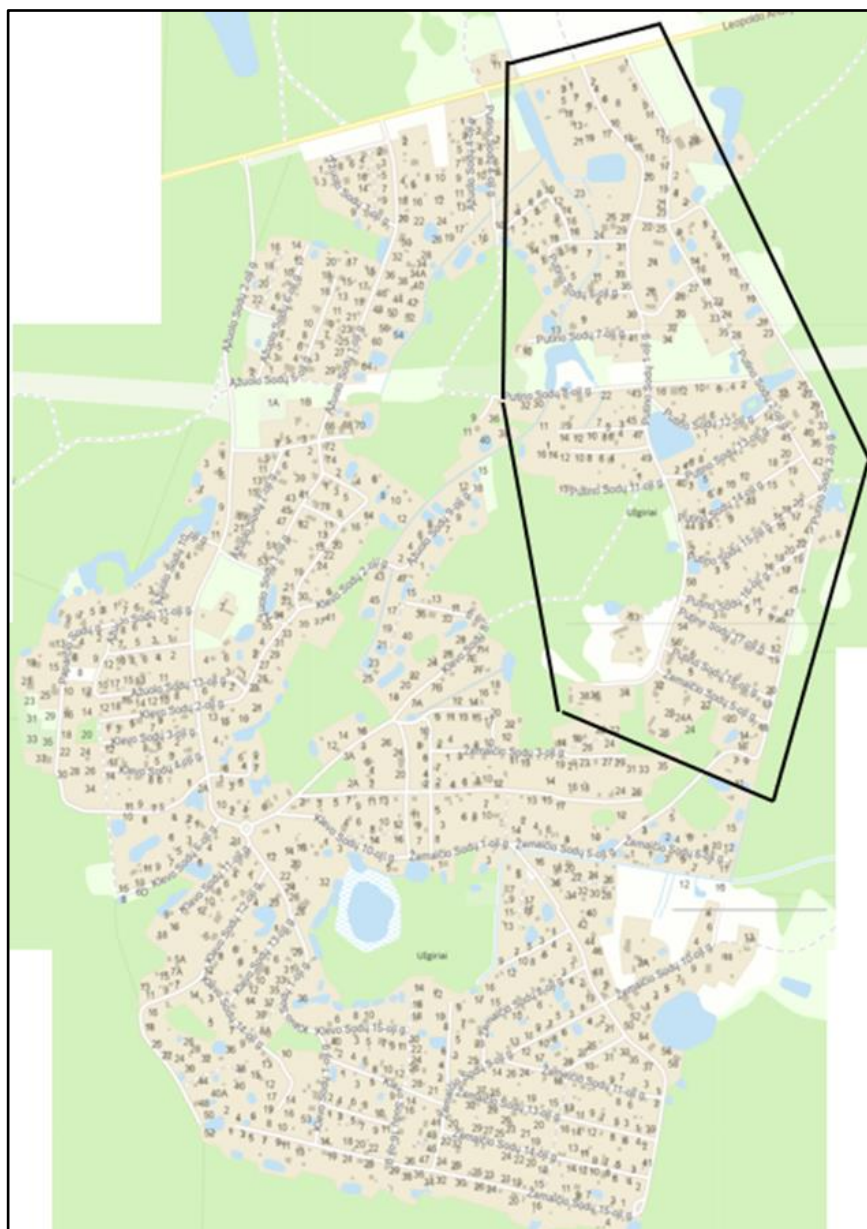
Baigiamąjį darbą sudoro šios dalys: įvadas, analitinė dalis, specifikacija, projektinė dalis, ekonominė dalis, darbo rezultatai bei išvados, naudotos literatūros sąrašas (27 vnt. šaltiniai) bei 8 vnt. priedų. Darbo apimtis 68 psl. Aiškinamojoje dalyje 17 paveikslų ir 35 lentelės.

Analitinėje dalyje atlikta Užgirių gyvenvietės situacijos, bei esamo ryšio interneto analizė. Apskaičiuotas namų ūkių pasiskirstymas gyvenvietėje, atlikta optinio pasyviojo tinklo technologijų analizė. Projektinėje dalyje atliktas tinklo struktūros sudarymas, sudarytos magistralinių ir skirstomųjų daliklių jungimo schemas, apskaičiuotas magistralinių tinklų patikimumas, sudaryti žiniaraščiai kiekvienai magistralei. Ekonominėje dalyje yra apskaičiuotos įgyvendinimo, projektavimo ir palaikymo išlaidos.

1. ANALITINĖ DALIS

1.1. Situacijos analizė

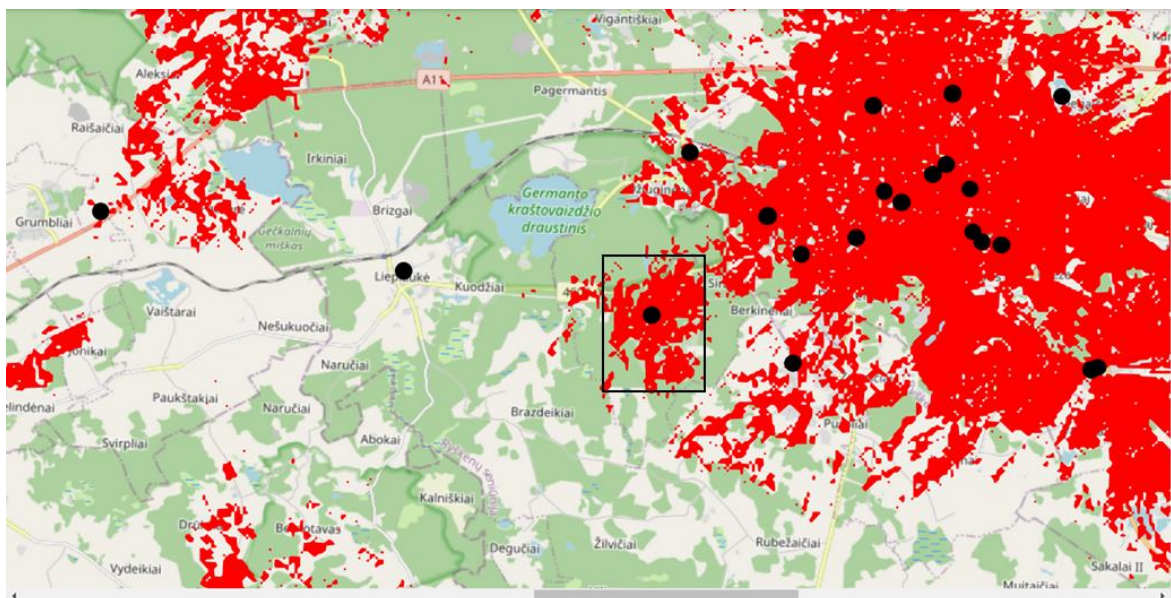
Mažoje gyvenvietėje, tokioje kaip Užgiriai interneto poreikis yra aktualus dėl keletos priežasčių. Visų pirma, tai spartus internetas užtikrina stabilų ir patikimą ryšį, kuris leidžia žmonėms dirbti, bendrauti ir naudotis internetu be trigdžių. Antra, šviesolaidis internetas gali pritraukti verslus įsikurti šioje gyvenvietėje, ko pasekoje gali atsirasti naujų darbo vietų čia gyvenantiems žmonėms. Projektuojamo ploto atvaizdas pagal Geoportal žemėlapi su namų išsidėstymu yra pateiktas 1.1 paveiksle, o gatvių pavadinimai su namų ūkių skaičiumi pateikti 1 lentelėje. Detalesnis gyvenvietės vaizdas pateiktas 4 priede.



1.1 pav. Projektuojamas plotas Geoportal žemėlapyje (Užgiriai, 2024)

1.2. Esamo ryšio ir interneto situacijos analizė

Dabar įrengtų bazinių stočių pasiekiamumas parodytas 1.2 paveiksle (VŠĮ „Plačiajuostis internetas“, 2024). Užgiriuose įrengta vietinė bazinė stotis, tačiau jos pralaidumas yra nepakankamas, kad užtikrintų didelę spartą visiems Užgirių namų ūkiams.



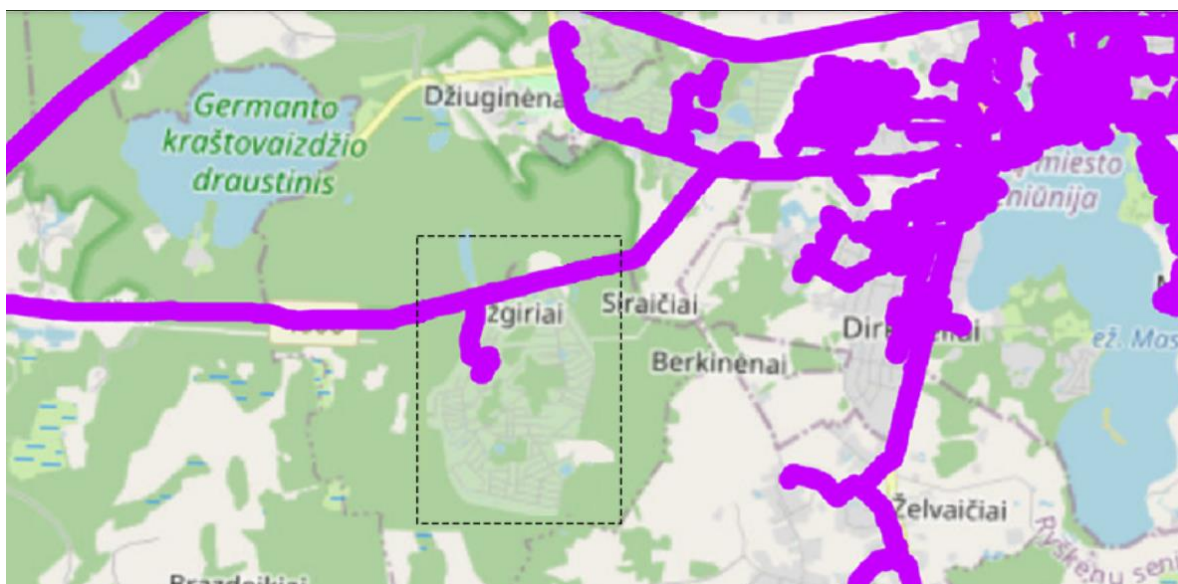
1.2 pav. 5G ir 4G ryšio infrastruktūros bei pasiekiamumo žemėlapis 100 Mb/s sparta (Starkodas, 2024)

Visiems Lietuvos regionams yra sudarytas „baltųjų dėmių žemėlapis“ (VŠĮ „Plačiajuostis internetas“, 2024). Tai tokios zonos, kuriose interneto sparta nesiekia 100Mb/s spartos, nei vienas operatorius negali to užtikrinti ir yra pažymėta mėlyna spalva. Užgiriiai nepatenka į „baltąją dėmę“, kadangi ten jau stovi viena bazinė stotis, tačiau visų namų ūkių sparčiu internetu aprūpinti ji negali. „Baltųjų dėmių“ žemėlapis Užgirių kaimui parodytas 1.3 paveiksle.



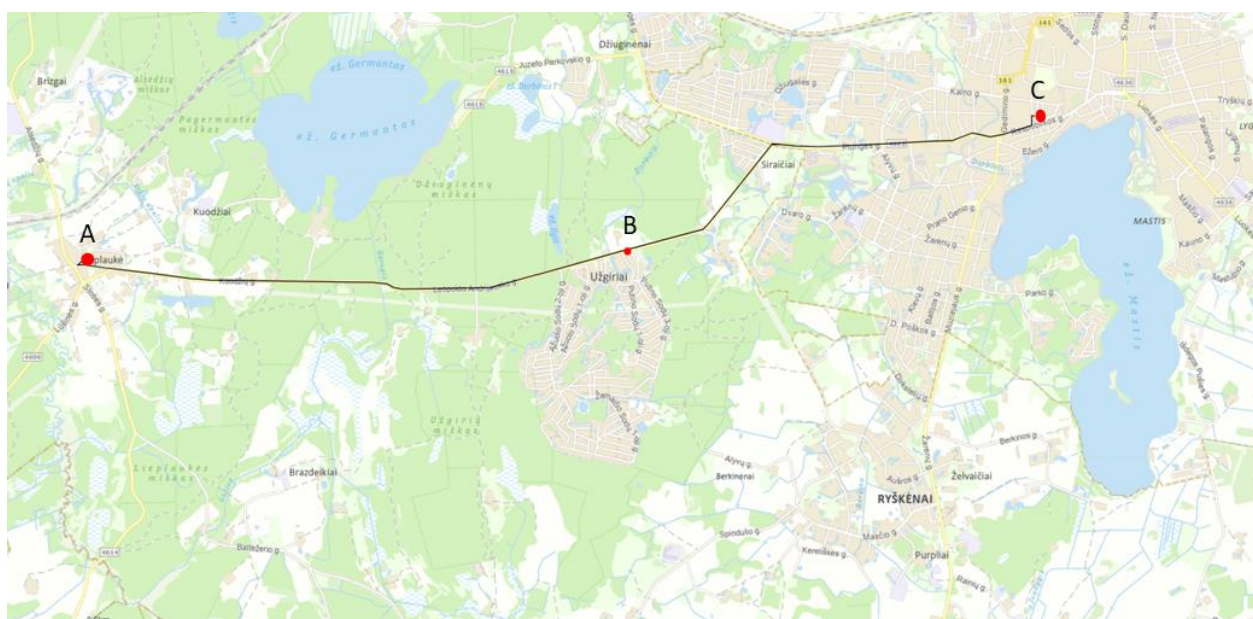
1.3 pav. „Baltųjų dėmių žemėlapis“ (Starkodas, 2024)

Optiniai kabeliai jau yra atvesti iki Užgirių gyvenvietės. Projektuojant tinklą bus atsižvelgta į kabelius esančius šalia gyvenvietės ir sumažinta tinklo įrangos sąmata. Esami optiniai kabeliai parodyti 1.4 paveiksle (VŠĮ „Placiajuostis internetas“, 2024).



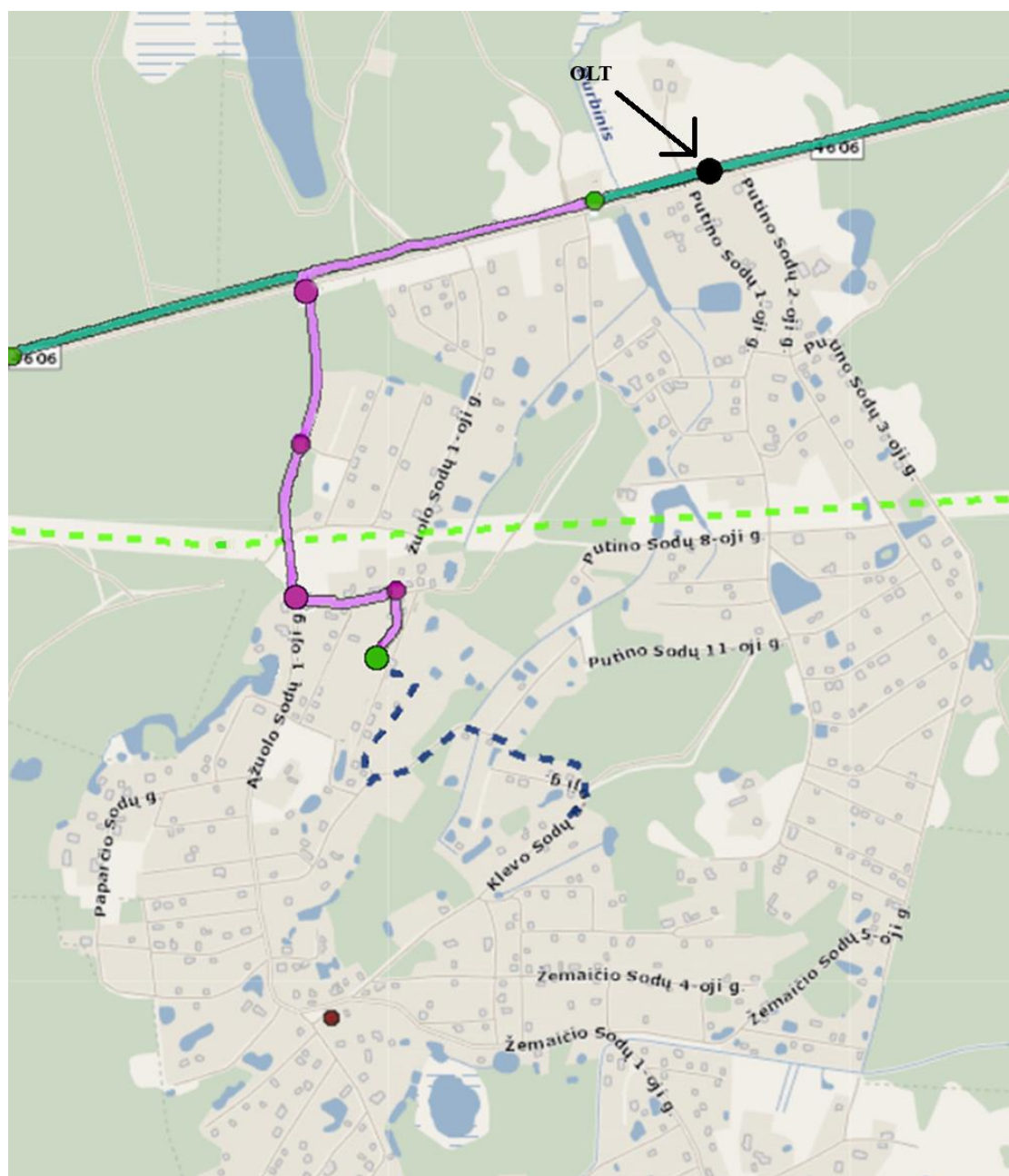
1.4 pav. Šviesolaidinės infrastruktūros žemėlapis (Starkodas, 2024)

Norint suteikti prieigą prie interneto Užgirių namų ūkiams, reikia prisijungti jau prie įrengtų prisijungimo taškų. Galimi 2 prisijungimo taškai (1.5 pav.): pirmas taškas adresu Vorkalnio g. 2, Lieplaukė, Telšių r. Ir jo atstumas iki Užgirių kaimo yra 5026,21 metrai; antras taškas yra Žemaitės g. 14, LT-87133 Telšiai, o atstumas iki Užgirių yra 4228,17 metrai (VŠĮ „Placiajuostis internetas“, 2024).



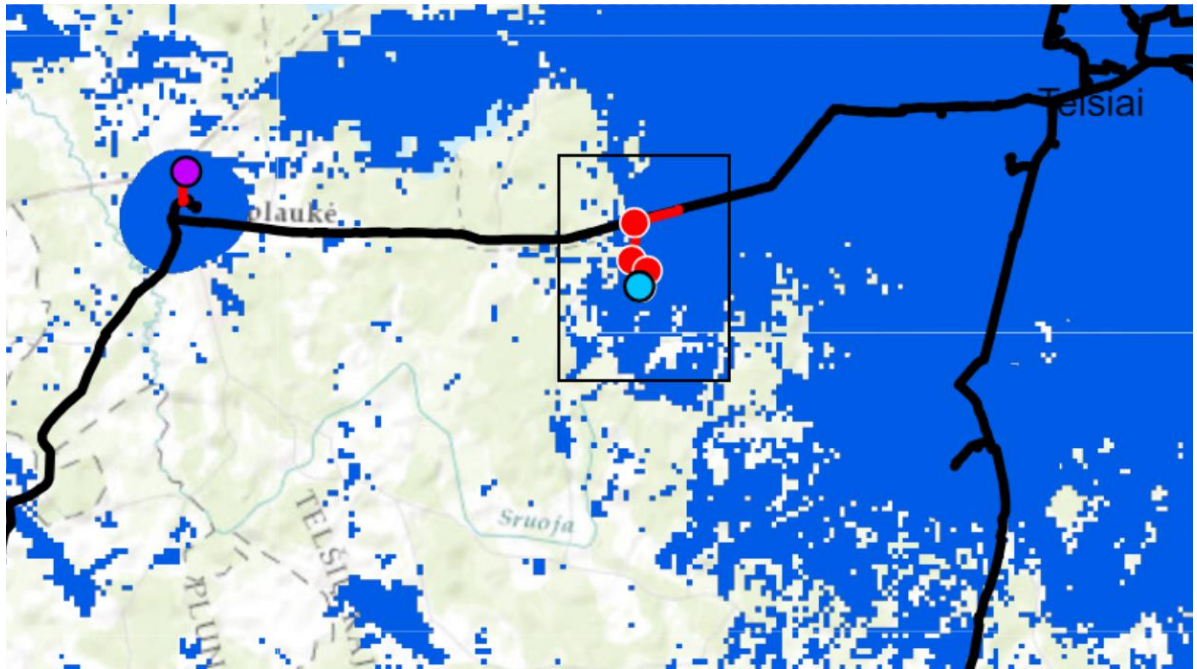
1.5 pav. Prisijungimo taškų žemėlapis: atstumas tarp taškų A ir B – 5026 m, tarp B ir C – 4228 m.

Projektuojamame objekte numatoma naują tinklą prijungti jau prie esamų tinklo movų taip sutaupant dalį kabelio (1.6 pav.) Įrengtos tinlo movos žemėlapyje yra pažymėtos violetiniais ir žaliais skrituliais. Juodas skritulys yra planuojama OLT įrenginio vieta.



1.6 pav. Esami optiniai kabeliai ir jų movų vietos (Starkodas, 2024)

2020 metais sudarytas žemėlapis, kuriame yra nurodyta planuojama pastatyti naujos kartos interneto prieigos infrastruktūra pavaizduotas 1.7 paveiksle (VŠĮ „Plačiąjuostis internetas“, 2024). Raudoni skrituliai žemėlapyje vaizduoja planuojamas pastatyti movas. Žydras skritulys rodo objektus, turinčius transmisijos problemas. Raudona linija rodo planuojamas šviesolaidines kabelines linijas, o violetinis skritulys vaizduoja planuojamus naujus bokštus. Vieną bokštą numatoma statyti Lieplaukėje, miestelyje, kuris turi vieną iš dviejų galimų prisijungimo taškų į tinklą.



1.7 pav. Planuojama pastatyti tinklo infrastruktūra (Starkodas, 2024)

1.3. Namų ūkių pasiskirstymas gyvenvietėje

Namų ūkiai yra išsidėstę gatvėse skirtingose gatvių pusėse. Namų ūkių pasiskirstymas yra pateiktas 1 lentelėje (Regia, 2024).

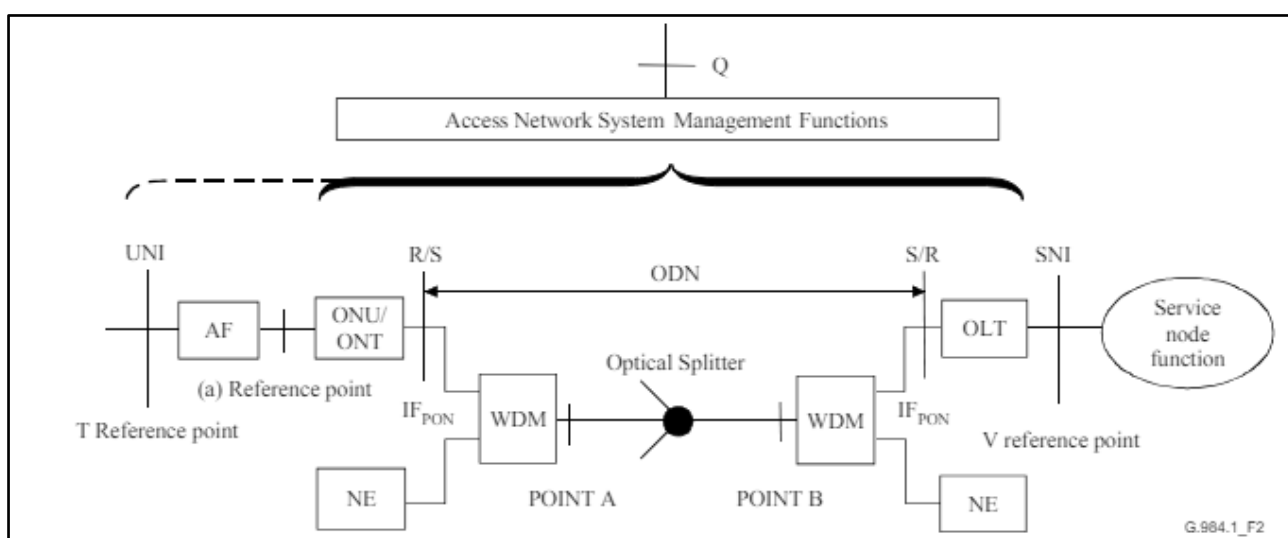
1 lentelė. Namų ūkių išsidėstymas

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Namų ūkių išsidėstymas		Bendras namų ūkių skaičius	ONU poreikis
		Kairėje pusėje	Dešinėje pusėje		
1.	Putino sodų 1-oji	24	23	47	47
2.	Putino sodų 2-oji	17	21	38	38
3.	Putino sodų 3-oji	2	20	22	22
4.	Ažuolo sodų 4-oji	7	9	16	16
5.	Putino sodų 4-oji	5	-	5	5
6.	Putino sodų 5-oji	8	5	13	13
7.	Putino sodų 6-oji	11	6	17	17
8.	Putino sodų 7-oji	4	7	11	11
9.	Putino sodų 8-oji	21	-	21	21
10.	Putino sodų 9-oji	6	5	11	11
11.	Putino sodų 10-oji	7	1	8	8
12.	Putino sodų 11-oji	-	7	7	7
13.	Putino sodų 12-oji	5	4	9	9
14.	Putino sodų 13-oji	7	8	15	15
15.	Putino sodų 14-oji	9	10	19	19
16.	Putino sodų 15-oji	11	10	21	21
17.	Putino sodų 16-oji	10	10	20	20
18.	Putino sodų 17-oji	6	9	15	15
19.	Putino sodų 18-oji	9	9	18	18
20.	Žemaičio sodų 5-oji	17	-	17	17
Iš viso:				350	350

1.4. Optinio pasyviojo tinklo technologijų analizė

1.4.1. G-PON technologijos analizė

G-PON (angl. *Gigabit Passive Optical Network*) yra optinio tinklo technologija, leidžianti duomenis atsiųsti 2,4 Gbps, o išsiųsti 1,2 Gbps sparta (ITU-T, 2008). Duomenų atsiuntimui skaiduloje yra naudojamas 1490 nm bangos ilgis, o išsiuntimui 1310 nm bangos ilgis. Atstumas tarp pradinio tinklo įrenginio – OLT ir galinio tinklo įrenginio – ONU gali siekti iki 20 kilometrų. G-PON technologija tinklo padalyjimo santykį siūlo padaryti 1:64, kadangi kitu atveju yra viršijimas slopinimas nustatytoms klasėms. Tinklo sistemos valdymo funkcija taikant G-PON technologiją schema yra pateikta 1.8 paveiksle (ITU-T, 2008).



1.8 pav. Tinklo sistemos valdymo funkcija (Sudaryta ITU-T, 2015)

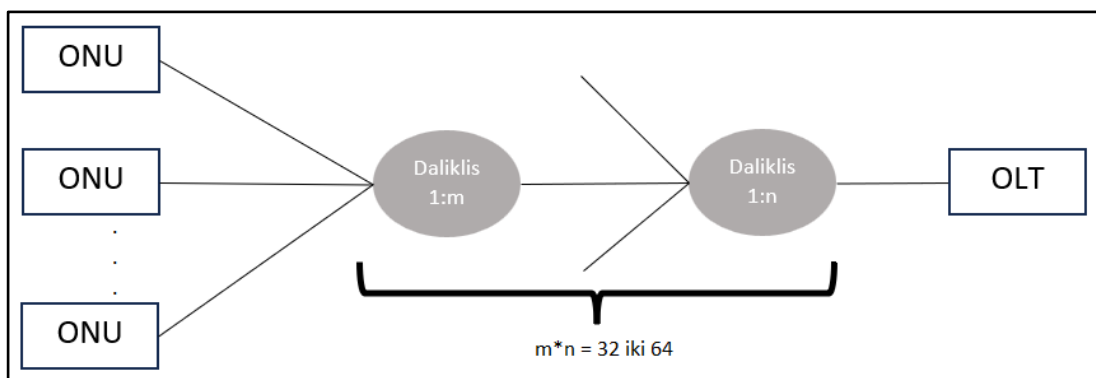
1.4.2. XG-PON technologijos analizė

XG-PON (angl. *10-Gigabit – Passive Optical Network*) yra dar viena optinio tinklo technologija, leidžianti duomenis gauti 10 Gbps greičiu, o išsiųsti 2.5 Gbps greičiu. Šios technologijos analogiškas variantas yra XGS-PON (angl. *10-Gigabit Symmetric Passive Optical Network*), kuris informaciją perduoda simetriniu būdu, kas reiškia, kad duomenys tiek išsiunčiami, tiek gaunami 10 Gbps greičiu. Šios technologijos standartuose yra nurodoma, kad šviesolaidžio tinklo vienos skaidulos atstumo palaikymas yra ne mažesnis kaip 20 kilometrų. Bangos ilgiai, skirtingai, negu G-PON technologijoje, yra naudojami kitokie ir pateikti 2 lentelėje. Vartotojų prijungimui į tinklą skaičiaus maksimalios ribos nėra, tačiau standarte rekomenduojama, kad ši technologija labiau pritrauktų tinklo operatorius, nes šios technologijos tinklą galima išplėtoti plačiau, negu G-PON

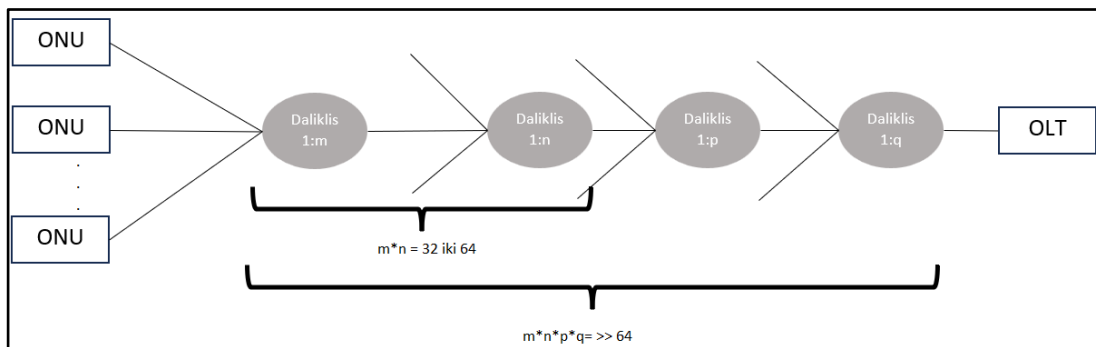
technologijos tinklą (ITU-T, 2016). Vartotojų prijungimo į tinklą su galimomis daliklių išdėstymo vietomis pavyzdžiai yra pavaizduoti 1.8, 1.9 ir 1.10 paveiksluose. Pagrindinis skirtumas tarp pateiktų pavyzdžių yra daliklių kiekis tinkle ir jų jungimas tarpusavyje.

2 lentelė. XG-PON technologijos duomenų perdavimo bangos ilgiai (Sudaryta autoriaus pagal ITU-T, 2016)

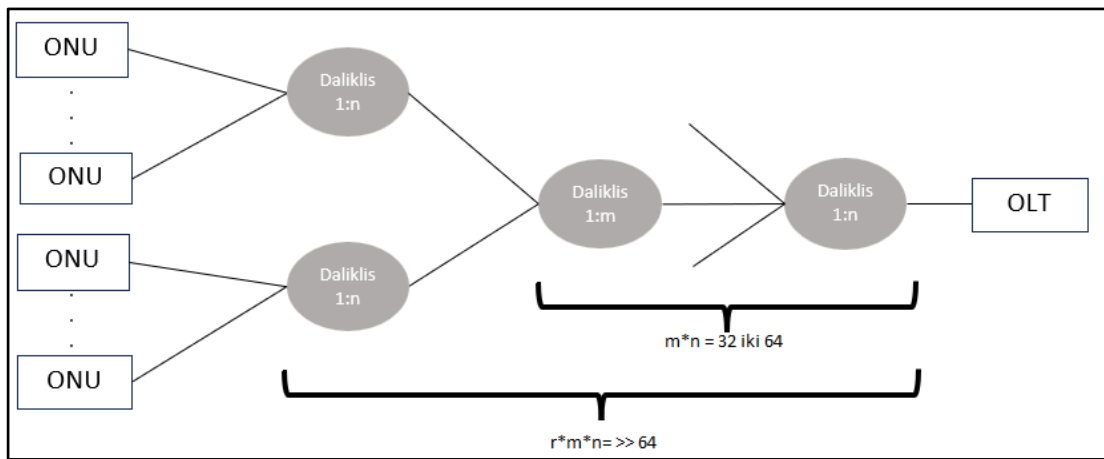
Atsiuntimas/Išsiuntimas	Bangos ilgis, nm	Panaudojimo pavyzdys
XG-PON išsiuntimas		XG-PON technologijos tinklo duomenų išsiuntimui.
Minimali vertė	1260	
Maksimali vertė	1280	
1 stiprinimo juosta		G-PON technologijos tinklo duomenų išsiuntimui.
Minimali vertė	1290	
Maksimali vertė	1330	
2 stiprinimo juosta		G-PON technologijos tinklo duomenų atsiuntimui.
Minimali vertė	1480	
Maksimali vertė	1560	
XG-PON atsiuntimas		XG-PON technologijos tinklo duomenų atsiuntimui
Minimali vertė	1575	
Maksimali vertė	1580	



1.9 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 1 pavyzdys pagal XG-PON technologiją (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2016)



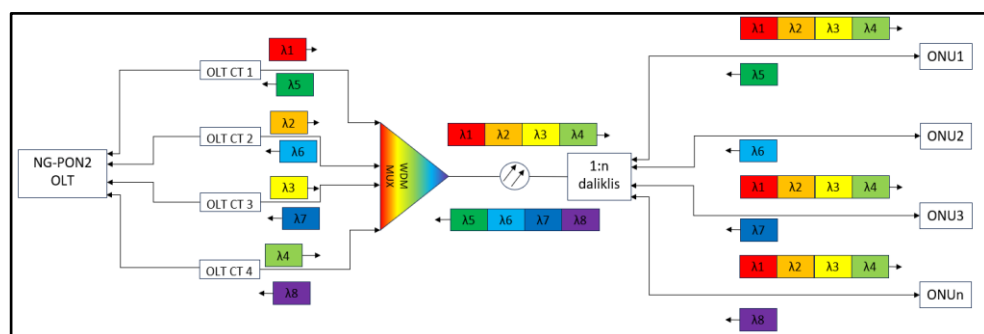
1.10 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 2 pavyzdys pagal XG-PON technologiją (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2016)



1.11 pav. Vartotojų tinklo išdėstymo 3 pavyzdys pagal XG-PON technologiją (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2016)

1.4.3. NG-PON2 technologijos analizė

NG – PON2 (angl. *New Generation Passive Optical Network*) technologija, dar žinoma kaip TWDM-PON (angl. *Time and Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network*) galinti duomenis siųsti ir gauti 10 Gbit/s greičiu. Jos veikimo principas nuo kitų technologijų skiriasi tuo, kad yra naudojama bangų ilgio dalijimo multipleksavimas, kas leidžia per kiekvieną padalinta bangos ilgį siųsti duomenis jau minėtu 10 Gbit/s greičiu, o bendras srauto perdavimo greitis gali siekti $4 \times 10 = 40$ Gbit/s. Tokiame tinkle galima apjungti kelis OLT įrenginius, kurie turi būti sujungti į vieną multiplekserį, o prieš galinius tinklo vartotojus bangos ilgis turi būti išskaidytas, o tam yra naudojamas demultiplekseris (ITU-T, 2015). Tokio tinklo topologijoje prieš kiekvieną ONU įrenginį yra įdiegtas filtras, kuris praleidžia tik tą duomenų srautą, kuris yra jam siunčiamas (ITU-T, 2022). Šią technologiją yra lengva pritaikyti jau įdiegtuose tinkluose, kadangi ji naudoja kitokius bangos ilgius, kurie gali sąveikauti su jau įrengtais tinklais. Duomenų atsiuntimui bangos ilgis yra naudojamas nuo 1524 nm iki 1544 nm, o išsiuntimui nuo 1596 nm iki 1602 nm. NG-PON2 tinklo veikimas panaudojant demultiplekserį aprašomas (ITU-T, 2021) standarte, o pavaizduotas yra 1.12 paveiksle.



1.12 pav. NG-PON2 technologijos veikimo principas (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2021)

1.5. X-PON technologijų parametru palyginimas

Pasyvaus optinio tinklo technologijų parametru palyginimas yra pateiktas 3 lentelėje. Svarbu paminėti, kad G-PON ir NG-PON2 tarpusavyje yra suderinamos technologijos todėl jau įrengtame G-PON tinkle galima įdiegti NG-PON2 įrangą ir veiks be trikdžių. Galima apjungti ir trečią technologiją XG-PON arba XGS-PON, tačiau jų dviejų kartu į vieną tinklą neįmanoma jungti, nes duomenų srauto perdavimui yra naudojamas tas pats bangos ilgis, todėl vienoje optikoje tinklas neveiktų.

3 lentelė. Technologijų specifikacijų palyginimas (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2024)

Specifikacija	G-PON	XG-PON	XGS-PON	NG-PON2
Duomenų atsiejimui naudojamas bangos ilgis, nm	1480-1500	1575-1580	1575-1580	1524-1544
Duomenų išsiejimui naudojamas bangos ilgis, nm	1290-1330	1260-1280	1260-1280	1596-1602
Duomenų atsiejimo greitis, Gbps	2,4	10	10	40
Duomenų išsiejimo greitis, Gbps	1,2	2,4	10	10
Maksimalus abonentų kiekis vienoje magistralėje	128	256	256	256

1.6. X-PON technologijų suderinamumas

PON tinkluose viena ir ta pati optinė skaidula gali būti panaudota įvairių technologijų panaudojimui. Tokiu atveju kiekviena technologija turi turėti atskirus OLT ir atskirus ONU įrenginius. Tokiu būdu prijungtų vartotojų skaičių galima padvigubinti (ITU-T, 2023). Baigiamajame darbe tokią galimybę pateikiame kaip pasiūlymą, tačiau jo praktinis įgyvendinimas reikalauja papildomo projekto. Kaip tai daroma parodyta G.9807.1 ITU rekomendacijoje.

Visoms technologijoms galioja tos pačios slopinimo normos, kurios pateiktos 4 lentelėje (ITU-T, 2021). Todėl suprojektuotame tinkle gali būti panaudota bet kuri iš technologijų, arba net kelios technologijos vienu metu (Plėštys, R., Dabulytė-Bagdonavičienė, J., ir Gudaitienė, R., 2023).

4 lentelė. Reikalavimai signalų lygiams (R.Plėštys pagal ITU-T, 2021)

FTTx klasė	N1, dBm	N2, dBm	E1, dBm	E2, dBm
Didžiausias signalo lygis	14	16	18	20
Mažiausias signalo lygis	29	31	33	35

1.7. Optinės linijos pasyviųjų elementų parametų analizė

1.7.1. Optinių kabelių parametrai

Magistraliniam tinklui sujungti bus reikalingi dviejų tipų optiniai kabeliai. Vieno tipo kabelis skirtas tinklo plėtojimui pačioje gyvenvietėje ir jį aprašo ITU-T G.657 standartas (ITU-T, 2016). Kitas kabelis yra skirtas prijungti OLT įrenginį prie prisijungimo taško. Tokio tipo skaidula pasižymi mažesniu slopinimu kilometrui, negu prieš tai minėtoji ir yra aprašoma G.652 standarte (ITU-T, 2016). Įvairių tipų optinių kabelių palyginimas remiantis standartais pateiktas 5 lentelėje (ITU-T, 2020), (ITU-T, 2010), (ITU-T, 2009). Projekte numatoma panaudoti ITU-T G.652 (B) (nuo prisijungimo taškų iki OLT) ir ITU-T G.657 (A) (optiniam tinklui gyvenvietėje) standartų optines skaidulas.

5 lentelė. Optinių kabelių parametrai (Sudaryta autoriaus, pagal ITU-T, 2008)

Standartas	Aprašymas	Bangos ilgis, nm	Slopinimas
ITU-T G.652 (B)	Standartinė vienmodė skaidula	1310, 1550, 1625	0.4 dB/km prie 1310nm 0.35 dB/km prie 1550nm 0.4 dB/km prie 1625nm
ITU-T G.654 (B)	Vienmodė skaidula, kuri dažniausiai klojama per vandenyno dugną	1550	0.22 dB/km prie 1550 nm
ITU-T G.655 (D)	Nenulinės dispersijos poslinkio vienmodė skaidula	1550, 1625	0.35 dB/km prie 1550nm 0.4 dB/km prie 1625nm
ITU-T G.656	Optinė skaidula su ilgesnėmis darbinėmis bangomis	1460, 1550, 1625	0.4 dB/km prie 1460 nm 0.35 dB/km prie 1550 nm 0.4 dB.km prie 1625 nm
ITU-T G.657 (B)	Vienmodė optinė skaidula, kurios slopinimo neįtakoja lenkimai	1310 – 1625	0.4 dB/km

1.7.2. Skirstomųjų daliklių parametrai

Daliklių slopinimas skaičiuojamas naudojantis formule:

$$A(1:n) = -10 * \lg \frac{1}{n}, \quad (1.1)$$

čia, n – optinio signalo dalijimo daliklyje skaičius.

Jei $n = 2$, tai

$$A(1:2) = -10 * \lg \frac{1}{2} = 3,01 \text{ dB}$$

Jei $n = 16$, tai

$$(1:16) = -10 * \lg \frac{1}{16} = 12,04 \text{ dB}$$

Analogiškai galima paskaičiuoti bet kokių daliklių teorines slopinimo reikšmes.

Optinis daliklis gali būti jungiamas į liniją naudojant išardomą jungtį. Eksperimento metu, kuris buvo atliktas laboratorijoje, nustatyta, kad jungties slopinimas 0,4 dB. Laboratorijoje atlikto eksperimento metu buvo nustatyta, jeigu daliklis jungiamas į liniją jį privirinant, tuomet slopinimas virinimo vietoje kinta nuo 0 dB iki 0,05 dB. Skaičiavimuose naudosisime 0,05 dB reikšmę.

Optiniame daliklyje yra vidiniai nuostoliai, kuriuos įvertiname dydžiu 0,3 dB. Jie gali būti įvertinami naudojantis išraiškomis, pateiktomis 1.2, 1.3 ir 1.4 formulėmis.

$$E0 = -10 * \log_{10} \left(\frac{P1+P2}{P0} \right), \quad (1.2)$$

$$P2 = \frac{1}{10^{\left(\frac{IL11}{10}\right)}}, \quad (1.3)$$

$$P1 = \frac{1}{10^{\left(\frac{IL10}{10}\right)}}, \quad (1.4)$$

čia, IL10 – daliklio slopinimo reikšmė, kuri reiškia daliklio signalo slopinimą magistraline kryptimi;

IL11 – daliklio slopinimo reikšmė, kuri reiškia daliklio signalo slopinimą atšakos kryptimi;

P0 – į daliklį patenkančio optinio signalo galia, mW.

Projektavimo metu daliklių parametrų IL10 ir IL11 daliklio reikšmėms gauti buvo pasinaudota (Comcore Technologies, 2015) dokumentacija.

Daliklio vidinių nuostolių vidurkio skaičiavimas pateiktas 6 lentelėje, o 7 lentelėje yra pateikiama skirstomųjų daliklių bendri slopinimai.

6 lentelė. Vidinių daliklio nuostolių skaičiavimas

Daliklio dalinimo santykis		50:50	60:40	70:30	80:20	90:10	95:05	98:02	99:01	Pastaba
Teorinės reikšmės	IL10, dB	3,010	2,218	1,549	0,969	0,458	0,223	0,088	0,044	Skaičiuota
	IL11, dB	3,010	3,979	5,229	6,990	10,000	13,010	16,990	20,000	Skaičiuota
IL10, dB	1310	3,600	2,700	1,900	1,200	0,600	0,400	0,300	0,300	Duota
IL11, dB	1310	3,600	4,700	6,000	7,900	11,300	15,200	19,800	23,500	Duota
P1	1310	0,437	0,537	0,646	0,759	0,871	0,912	0,933	0,933	Skaičiuota
P2	1310	0,437	0,339	0,251	0,162	0,074	0,030	0,010	0,004	Skaičiuota
E0, dB	1310	0,590	0,576	0,473	0,359	0,245	0,259	0,252	0,279	Skaičiuota
E0 Vidurkis:									0,379	

7 lentelė. Skirstomųjų daliklių slopinimas

Daliklis	Jungtyse, dB	Virinimo vietoje, dB	Daliklio slopinimas, dB	E0, dB	Viso, dB
1:2	0,4	0	3,01	0,3	3,71
1:4	0,4	0	6,02	0,3	6,72
1:8	0,4	0	9,03	0,3	9,73
1:16	0,4	0	12,04	0,3	12,74
1:32	0,4	0	15,05	0,3	15,75

1.8. Analitinės dalies išvados

1. Užgirių gyvenvietėje šiuo metu interneto sparta yra labai maža. Esanti viena bazinė stotis gali užtikrinti tik telefoninius pokalbius ir SMS žinučių siuntimą.
2. Projektuojamą tinklą numatoma prijungti prie esamo interneto per optinius kabelius iš dviejų skirtingų krypčių tuo užtikrinant patikimesni internetinį srautą.
3. Parinkta optinių daliklių parametrų skaičiavimo metodika, kuri įvertina signalo dalinimo į kryptis slopinimus, vidinius daliklio nuostolius ir įjungimo į tinklą nuostolius.
4. Išnagrinėtos ir palygintos galimos naudoti technologijos. Nustatyta, kad tinkamai suprojektavus optinių kabelių tinklą gali būti panaudota bet kuri iš technologijų (G-PON, XG-PON, XGS-PON, NG-PON2) arba net kelios technologijos vienu metu.

2. SPECIFIKACIJA

Projektuojamas objektas

Užgirių gyvenvietės pasyvusis optinis tinklas.

Interneto sparta:

Iš tinklo – ne mažesnė kaip 2,488 Gb/s,

Į tinklą – ne mažesnė kaip 1,244 Gb/s.

Pastaba: turi būti numatyta galimybė išplėsti iki 10 Gb/s abiem kryptimis.

Aktyviniai tinklo elementai:

OLT skaičius – pagal poreikį,

ONU skaičius – 90 % namų ūkių.

Pasyviniai elementai:

Vienmodės optinės skaidulos,

Magistraliniai optiniai šakotuvai 1:2 (pagal poreikį),

Skirstomieji optiniai šakotuvai 1:n (pagal poreikį).

Tinklo prijungimo prie „Plačiajuosčio interneto“ reikalavimai

Turi būti numatyta interneto srautą į tinklą pateikti iš dviejų krypčių,

Prijungimo sparta kiekviena kryptimi – na mažiau 25 Gb/s.

Interneto srauto pateikiamumas (skaičiuojamas 1 metų laikotarpyje)

Magistralinio srauto – ne mažesnis, kaip 0,999999.

Vartotojo srautui – 0,999998.

Tinklo kibernetinio pažeidžiamumo įvertis

Ne daugiau kaip 5 balai.

Tinklo ekonominiai – techniniai parametrai

Investicijų atsipirkimo laikas – ne ilgesnis kaip 5 metai.

3.1.2. Skirstomųjų daliklių slopinimas

Visoms tinklo magistralėms yra apskaičiuoti skirstomųjų daliklių slopinimai įvertinant jungčių ir E0 daliklių vidinius nuostolius. Skirstomojo daliklio, kuris turi du išvadás, bendras slopinimas yra 3.71 dB. Daliklio (1:4) galinis slopinimas siekia 6.72 dB. Kitas daliklis su 8 išvadais signalą slopina 9.73 dB, o 16 išvadų turintis daliklis 12.74 dB. Daugiausia išvadų turintis daliklis, tai 32 išvadás, signalą slopina 15.75 dB. Skirstomųjų daliklių pasiskirstymas visuose tinkluose pateiktas 8 lentelėje, o 9 lentelėje pateikta A-PON magistralės skirstomųjų daliklių signalo slopinimas.

8 lentelė. Skirstomųjų daliklių pasiskirstymas tinkluose

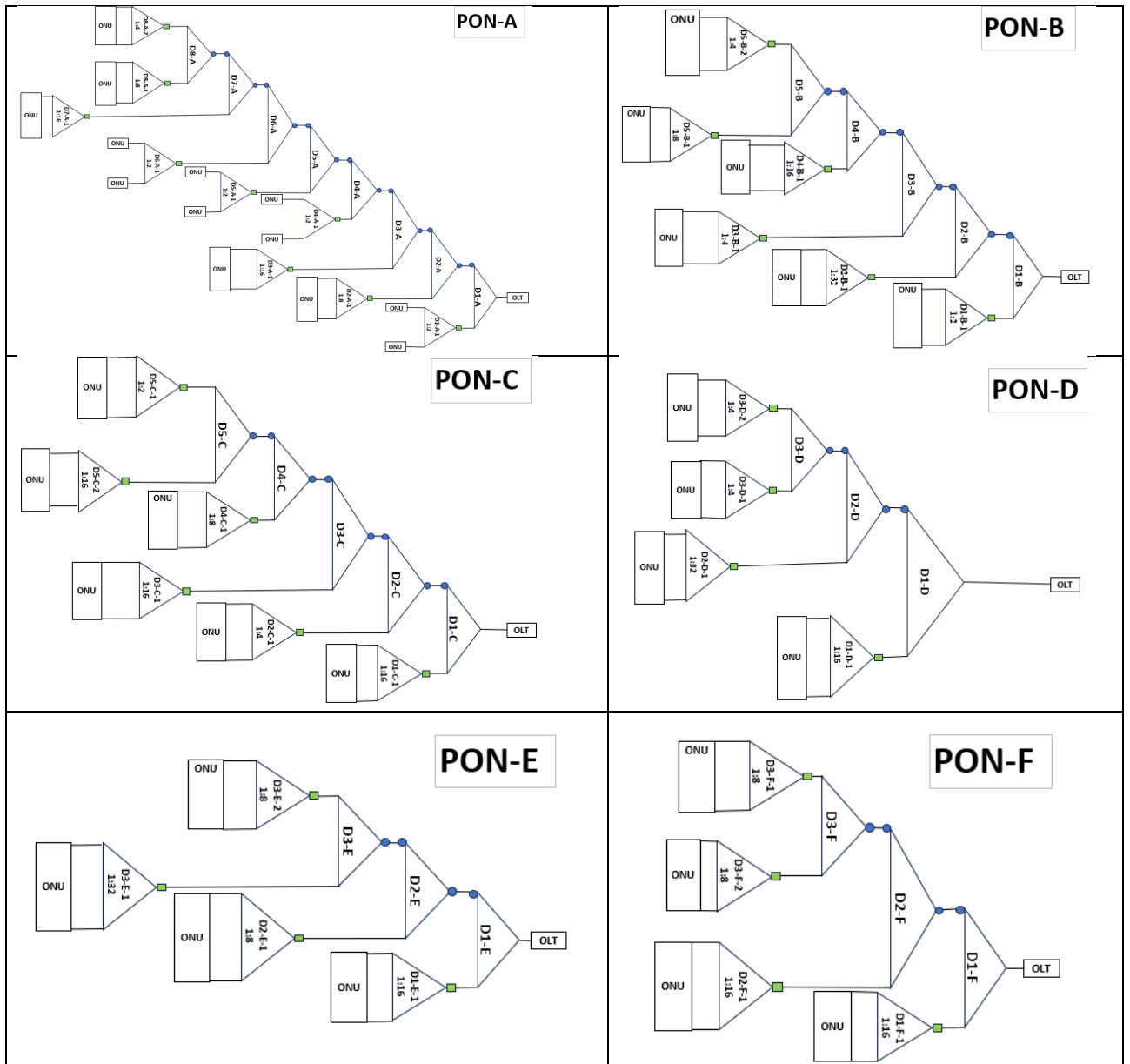
Tinklas	Skirstomųjų daliklių tipai ir jų kiekis					Paskaičiuotos daliklių slopinimų reikšmės
	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	
PON-A	4		3	2		9 lentelė
PON-B	1	2	1	2		1 priedo 1 lentelė
PON-C	1	1	1	3		1 priedo 2 lentelė
PON-D		2		1	1	1 priedo 3 lentelė
PON-E			2	1	1	1 priedo 4 lentelė
PON-F		2	2			1 priedo 5 lentelė

9 lentelė. A-PON magistralės skirstomųjų daliklių slopinimas

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D8-A-2(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D8-A-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D7-A-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74
D6-A-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71
D5-A-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71
D4-A-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71
D3-A-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74
D2-A-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D1-A-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71

3.2. Magistralinių ir skirstomųjų daliklių jungimo schemas

Kiekvieną magistralę sudaro OLT įrenginys, magistraliniai, bei skirstomieji dalikliai ir galiniai tinklo įrenginiai – ONU (3.3 pav.). Magistraliniai dalikliai tarpusavyje yra suvirinami per dvi vietas (melsvas apskritimas). Skirstomasis daliklis prie magistralinio yra jungiamas per SC/APC jungtį (žalias kvadratas). Kiekvienas daliklis yra pažymėtas trikampi, tačiau tik ant skirstomųjų daliklių yra nurodyti signalo dalinimo koeficientai. Galiniai tinklo įrenginiai yra pažymėti stačiakampiu, o centre jų yra parašyta „ONU“.



3.3 pav. Magistralinių ir skirstomųjų daliklių jungimo schemas

3.3. Magistralinių daliklių parametrų skaičiavimas

Visą projektą sudaro 6 skirtingos dalys, kuriose naudojami (1:2) tipo magistraliniai dalikliai. Magistralinių daliklių paskirtis yra suvienodinti signalų slopinimus kiekviename atskirame tinkle. Signalų slopinimas PON tinkle, kurį sudaro optinės skaidulos, magistraliniai ir skirstomieji dalikliai turi atitikti standartuose nurodytas atitinkamos klasės slopinimo ribas (Plėštys, R., Dabulytė-Bagdonavičienė, J., ir Gudaitienė, R., 2023). Paskaičiuoti vidutiniai slopinimai visiems tinklams pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Signalų slopinimai skirtinguose tinkluose

Tinklo žymėjimas	PON-A	PON-B	PON-C	PON-D	PON-E	PON-F
Vidutinių slopinimų reikšmės, dB	20.5664	20.4063	20.1656	19.0229	19.7118	18.5450
Skaičiavimo rezultatų nuorodos	13 lentelė 14 lentelė	13 lentelė				

Skaičiavimo duomenys visiems tinklams pateikti 11 lentelėje. Stulpeliuose R ir S pateikti magistralinių daliklių atšakojimo parametrai R' ir Q'. Detalūs skaičiavimai visiems tinklams pateikti 7 priede.

11 lentelė. Signalų slopinimai projektuojamuose tinkluose

PON-A signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	9.7309				R'	Q'			13.07	8.6186	
4	Pabaiga	D8-A	9.73	0.40	3.0103	3.0103	0.50	0.50	3.0103	3.0103	3.34	5.6083	21.6870
5		D7-A	12.74	0.41	2.8143	3.2155	0.50	0.50	3.0103	3.0103	2.94	2.5980	21.2858
6		D6-A	3.71	0.43	0.2293	12.8871	0.95	0.05	0.2228	13.0103	2.53	2.3753	21.6209
7		D5-A	3.71	0.41	0.1980	13.5101	0.95	0.05	0.2228	13.0103	2.10	2.1525	20.9731
8		D4-A	3.71	0.41	0.1725	14.0951	0.95	0.05	0.2228	13.0103	1.69	1.9297	20.3378
9		D3-A	12.74	0.45	1.0832	6.5611	0.75	0.25	1.2494	6.0206	1.28	0.6803	20.7159
10		D2-A	9.73	0.41	0.4120	10.4331	0.90	0.10	0.4576	10.0000	0.83	0.2228	20.7778
11	Pradžia	D1-A	3.71	0.41	0.0885	16.9541	0.95	0.05	0.2228	13.0103	0.41	0.0000	17.1328
12													

PON-B signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	6.72				R'	Q'			8.87	11.3039	
4	Pabaiga	D5-B	9.73	0.4075	4.7710	1.7610	0.35	0.65	4.5593	1.7610	2.15	6.7446	20.3806
5		D4-B	12.74	0.425	3.4514	2.6099	0.45	0.55	3.4679	2.6099	1.74	3.2767	20.3641
6		D3-B	6.72	0.4125	0.5089	9.5638	0.90	0.10	0.4576	9.5638	1.31	2.8191	20.4154
7		D2-B	15.75	0.45	2.5629	3.5092	0.55	0.45	2.5964	3.5092	0.90	0.2228	20.3819
8	Pradžia	D1-B	3.71	0.45	0.1078	16.1069	0.95	0.05	0.2228	16.1069	0.45	0.2228	20.4897
9													

PON-C signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	12.74				R'	Q'			14.89	5.0693	
4	Pabaiga	D5-C	3.71	0.41	0.5116	9.5416	0.90	0.10	0.4576	9.5416	2.15	4.6118	20.0084
5		D4-C	9.73	0.43	1.4760	5.4042	0.70	0.30	1.5490	5.4042	1.74	3.0627	19.9353
6		D3-C	12.74	0.41	1.8256	4.6447	0.65	0.35	1.8709	4.6447	1.31	1.1919	19.8900
7		D2-C	6.72	0.45	0.3263	11.4039	0.95	0.05	0.2228	11.4039	0.90	0.9691	19.9936
8	Pradžia	D1-C	12.74	0.45	1.0072	6.8406	0.80	0.20	0.9691	6.8406	0.45	0.9691	21.0007
9													

PON-D signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	6.72				R'	Q'			7.97	11.2494	
4	Pabaiga	D3-D	6.72	0.41	3.0103	3.0103	0.50	0.50	3.0103	3.0103	1.25	8.2391	19.2144
5		D2-D	15.75	0.43	6.6661	1.0539	0.20	0.80	6.9897	1.0539	0.84	1.2494	18.8908
6	Pradžia	D1-D	12.74	0.41	1.3220	5.8099	0.75	0.25	1.2494	5.8099	0.41	0.0000	18.9634
7													

PON-E signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	6.72				R'	Q'			8.10	12.2185	
4	Pabaiga	D3-E	15.75	0.41	9.5416	0.5116	0.10	0.90	10.0000	0.5116	1.38	2.2185	19.8551
5		D2-E	9.73	0.41	0.7994	7.7436	0.80	0.20	0.9691	7.7436	0.96	1.2494	19.6855
6	Pradžia	D1-E	12.74	0.55	1.1589	6.3040	0.75	0.25	1.2494	6.3040	0.55	0.0000	19.5950
7													

PON-F signalų slopinimas atšakose													
	A	B	D	E	K	O	R	S	T	U	V	W	X
1													
2			$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$C'_{n0}dB$	$C'_{n1}dB$	$\Sigma(Sn+E), dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$
3		Magistralė	9.73				R'	Q'			11.11	7.5696	
4	Pabaiga	D3-F	9.73	0.41	3.0103	3.0103	0.50	0.50	3.0103	3.0103	1.38	4.5593	18.6746
5		D2-F	12.74	0.41	2.8088	3.2216	0.50	0.50	3.0103	3.2216	0.96	1.5490	18.4731
6	Pradžia	D1-F	12.74	0.55	1.5631	5.1962	0.70	0.30	1.5490	5.1962	0.55	0.0000	18.4872
7													

3.3.1. PON-A tinklo slopinimo parametrų paskaičiavimo pavyzdys

Pateiksime detalesnius duomenis, kurie buvo reikalingi skaičiuojant PON-A tinklo slopinimo parametrus. Pradiniai, tarpiniai ir galutiniai duomenys pateikti 12 lentelėje. 13 lentelėje yra pateikiamas slopinimo reikšmių paaiškinimas, o 14 lentelėje paaiškinamos skaičiavimams naudotos formulės.

12 lentelė. A-PON signalų slopinimas atšakose

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		
		n	$S_{n1}+C_n$	$S_{n1}+E_n+ats.$	$\Sigma(S_{n1}+E_n)dB$	$10^{10/n}$	$10^{10/n}$	C_{n0}		$C_{n0}dB$	$\Sigma C_{n0}dB$	C_{n1}		$C_{n1}dB$	N:M	N:M	N:M	N:M	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	$\Sigma(S_{n1}+E_n)dB$	ΣC_{n0} Kitaip	$T_{n0}dB$			
1																										
2																										
3		Magistrale		9.7309	9.73																					
4	Pabaiga	D8-A	8	9.73	0.41	10.14	1.0000	1.0000	0.5000	-10lgC10=	3.0103	3.0103	0.5000	-10lgC11=	3.0103	0.50	0.50	0.50	0.50	3.0103	3.0103	3.39	5.6083	21.7370		
5		D7-A	7	12.74	0.41	10.56	0.9091	1.0999	0.5238	-10lgC10=	2.8084	5.8187	0.4762	-10lgC11=	3.2221	0.52	0.48	0.50	0.50	3.0103	3.0103	2.98	2.5980	21.3233		
6		D6-A	6	3.71	0.43	10.98	0.0541	18.4683	0.9486	-10lgC10=	0.2290	6.0477	0.0514	-10lgC11=	12.8933	0.95	0.05	0.95	0.05	0.2228	13.0103	2.56	2.3753	21.6584		
7		D5-A	5	3.71	0.41	11.39	0.0466	21.4698	0.9555	-10lgC10=	0.1977	6.2454	0.0445	-10lgC11=	13.5160	0.96	0.04	0.95	0.05	0.2228	13.0103	2.14	2.1525	21.0106		
8		D4-A	4	3.71	0.41	11.81	0.0405	24.7087	0.9611	-10lgC10=	0.1723	6.4177	0.0389	-10lgC11=	14.1008	0.96	0.04	0.95	0.05	0.2228	13.0103	1.73	1.9297	20.3753		
9		D3-A	3	12.74	0.45	12.26	0.2829	3.5348	0.7795	-10lgC10=	1.0819	7.4996	0.2205	-10lgC11=	6.5655	0.78	0.22	0.75	0.25	1.2494	6.0206	1.31	0.6803	20.7534		
10		D2-A	2	9.73	0.41	12.67	0.0994	10.0590	0.9096	-10lgC10=	0.4116	7.9113	0.0904	-10lgC11=	10.4372	0.91	0.09	0.90	0.10	0.4576	10.0000	0.86	0.2228	20.8153		
11	Pradžia	D1-A	1	3.71	0.45	13.12	0.0206	48.6368	0.9799	-10lgC10=	0.0884	7.9996	0.0201	-10lgC11=	16.9580	0.98	0.02	0.95	0.05	0.2228	13.0103	0.45	0.0000	17.1703		
12																								Slopinimas nuo Telšių	1.0500	
13																									Slopinimas nuo Lieplaukės	1.2500
14																									Bendras slopinimas nuo Telšių	18.2203
15																									Bendras Slopinimas nuo Lieplaukės	18.4203

13 lentelė. Slopinimo reikšmių paaiškinimas

Langelis	Vieta magistralėje	Reikšmė, dB
E3	Slopinimas tarp D8-A magistralinio ir D8-A-1 skirstomojo daliklių	9,73
D4	Slopinimas tarp D8-A magistralinio ir D8-A-2 skirstomojo daliklių	9,73
E4	Slopinimas tarp D8-A ir D7-A magistralinių daliklių	0,40
D5	Slopinimas tarp D7-A magistralinio ir D7-A-1 skirstomojo daliklių	12,74
E5	Slopinimas tarp D7-A ir D6-A magistralinių daliklių	0,41
D6	Slopinimas tarp D6-A magistralinio ir D6-A-1 skirstomojo daliklių	3,71
E6	Slopinimas tarp D6-A ir D5-A magistralinių daliklių	0,43
D7	Slopinimas tarp D5-A magistralinio ir D5-A-1 skirstomojo daliklių	3,71
E7	Slopinimas tarp D5-A ir D4-A magistralinių daliklių	0,41
D8	Slopinimas tarp D4-A magistralinio ir D4-A-1 skirstomojo daliklių	3,71
E8	Slopinimas tarp D4-A ir D3-A magistralinių daliklių	0,41
D9	Slopinimas tarp D3-A magistralinio ir D3-A-1 skirstomojo daliklių	12,74
E9	Slopinimas tarp D3-A ir D2-A magistralinių daliklių	0,45
D10	Slopinimas tarp D2-A magistralinio ir D2-A-1 skirstomojo daliklių	9,73
E10	Slopinimas tarp D2-A ir D1-A magistralinių daliklių	0,41
D11	Slopinimas tarp D1-A magistralinio ir D1-A-1 skirstomojo daliklių	3,71
E11	Slopinimas tarp D1-A magistralinio daliklio ir OLT įrenginio	0,41

14 lentelė. Formulių paaiškinimas

Stulpelis	Žymėjimas	Formulė	
A	Magistralės pradžia ir pabaiga		
B	Magistralinio daliklio žymėjimas		
C	Daliklio eilės Nr.		
D	Skirst. daliklio slopinimas	Pradiniai apskaičiuoti duomenys	
E	Sn+En+ats. slopinimas	Pradiniai apskaičiuoti duomenys	
F	$\Sigma(Sn+E)$ dB	=SUM(E3:\$E\$4) → =SUM(E3:\$E\$11)	Sumuojama nuo apačios į viršų
G	$10^{-S/10}$	=POWER(10,(D4-F3-L3)/10) → =POWER(10,(D11-F10-L10)/10)	
H	$10^{S/10}$	=POWER(10,(D11-F10-L10)/10) → =POWER(10,(F10+L10-D11)/10)	
I	Cn0	=1/(G4+1) → =1/(G11+1)	
J	-	-10lgC10= → -10lgC10=	
K	Cn0dB	=-10*LOG10(I4) → =-10*LOG10(I11)	
L	$\Sigma Cn0$ dB	=SUM(K4:\$K\$4) → =SUM(K4:\$K\$11)	Sumuojama nuo apačios į viršų
M	Cn1	=1/(H4+1) → =1/(H11+1)	
N	-	-10lgC11= → -10lgC11=	
O	Cn1dB	=-10*LOG10(M4) → =-10*LOG10(M11)	
P	R	=POWER(10,-K4/10) → =POWER(10,-K11/10)	
Q	Q	=1-P4 → =POWER(10,-K11/10)	
R	R	Paimama jau gaminamo daliklio dalinimo koeficientas	Po korekcijos
S	Q	Paimama jau gaminamo daliklio dalinimo koeficientas	Po korekcijos
T	C _{n0} dB	=-10*LOG10(R4) → =-10*LOG10(R11)	Po korekcijos
U	C _{n1} dB	=-10*LOG10(S4) → =-10*LOG10(S11)	Po korekcijos
V	$\Sigma(Sn+E)$, dB	=SUM(E4:\$E\$11) → =SUM(E11:\$E\$11)	Sumuojama nuo viršaus iki galo
W	$\Sigma Cn0$ Kitaip	=SUM(T4:\$T\$11) → =SUM(T12:\$T\$12)	Sumuojama nuo viršaus iki galo
X	T _{Nn} dB	=V4+W4+U4+D4 → =V11+W11+U11+D11	Galutiniai slopinimai magistralėje

3.3.2. Slopinimo kabelyje skaičiavimas

Analitinėje dalyje (1.2 poskyris) nurodyta, kad internetino srauto patekimui į projektuojamus tinklus iš dviejų taškų reikia naudoti 2 optines skaidulas. Viena optinė skaidula projektuojamus tinklus turi jungti su VšĮ „Plačiajuostis internetas“ tašku, esančiu adresu Vorkalnio g. 2, Lieplaukė, Telšių r. Kita optinė skaidula turi jungtis su tašku, esančiu adresu Žemaitės g. 14, LT-87133 Telšiai. Signalų slopinimai internetinio srauto kabeliuose pateikti 15 lentelėje. Skaičiavimai įvertinti pagal G.652 standarto kabelio parametrus.

15 lentelė. Signalo slopinimas kabelyje

Prisijungimo taškas	Atstumas iki OLT įrenginio, m	Slopinimas, dB/km	Bendras slopinimas, dB
Vorkalnio g. 2, Lieplaukė, Telšių r.	5026,21	0,35	1,75
Žemaitės g. 14, LT-87133 Telšiai	4228,17	0,35	1,47

3.4. PON tinklų patikimumo skaičiavimai

Projektuojant optinį tinklą yra svarbu susidaryti patikimumo lenteles kiekvienai magistralei, kadangi jos padeda apskaičiuoti vidutinį laiką tarp gedimų įvertinant viso tinklo įrangos patikimumą. Visiems tinklams vidutiniai magistralių iki tolimiausiųjų vartotojų gedimo laikai pateikti 16 lentelėje.

16 lentelė. Vidutiniai laikai tarp gedimų skirtinguose tinkluose

Tinklo žymėjimas	PON-A	PON-B	PON-C	PON-D	PON-E	PON-F
Vidutiniai laikai tarp gedimų, metais	14.63	16.52	16.52	18.93	17.85	17.85
Skaičiavimo rezultatų nuorodos	18 lentelė	2 priede esančios lentelės				

Žemiau pateikiama optinio tinklo patikimumo skaičiavimų metodika. Skaičiavimo formulės pateiktos 17 lentelėje.

17 lentelė. Optinio tinklo patikimumo skaičiavimų formulės

Įrenginys	Paiškinimas	Skaičiavimo formulė
OLT	Optinės linijos terminalas	$MTBF_{OLT} = \frac{1000000000}{FIT_{OLT}}$
ONU	Optinio tinklo įrenginys	$MTBF_{ONU} = \frac{1000000000}{FIT_{ONU}}$
FF	Magistralinė skaidula	$MTBF_{FF} = \frac{1000000000}{FIT_{FF}}$
DF	Skirstomoji skaidula	$MTBF_{DF} = \frac{1000000000}{FIT_{DF}}$

Pastaba: FIT parodo įrenginio gedimų skaičių per 10^9 valandų

Bendras tinkle patikimumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A = 1 - \left(\frac{MTTR_{OLT}}{MTBF_{OLT} + MTTR_{OLT}} + \frac{MTTR_{ONU}}{MTBF_{ONU} + MTTR_{ONU}} + \frac{MTTR_{FF}}{MTBF_{FF} + MTTR_{FF}} + \frac{MTTR_{DF}}{MTBF_{DF} + MTTR_{DF}} \right) \quad (3.1)$$

čia, $MTTR_{OLT}$ yra vidutinis OLT įrenginio gedimo pašalinimo laikas;

$MTTR_{ONU}$ yra vidutinis ONU įrenginio gedimo pašalinimo laikas;

$MTTR_{FF}$ yra vidutinis magistralinio kabelio, pakloto tarp OLT ir magistralinio daliklio gedimo pašalinimo laikas;

$MTTR_{DF}$ yra vidutinis skirstomojo kabelio, pakloto nuo magistralinio daliklio iki ONU gedimo pašalinimo laikas.

PON-A magistralės patikimumo skaičiavimai pateikti 18 lentelėje, o likusių magistralių 2 priede esančiose lentelėse. Patikimumo lentelės sudarymui dalis reikšmių ir formulių yra nurodomos (ITU-T, 2017) rekomendacijoje, o formulių paaiškinimai pateikti 19 lentelėje.

18 lentelė. PON-A magistralės patikimumo skaičiavimas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
23				POLT	0.999990										
24				PSFP	0.999990										8766
25				P(OLT-SFP)	0.999980										
26															
27	D8-A	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
28		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
29		S(L+),db	0.1125	P(OLT-D)	0.999979								1.34E-06		
30		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
31		C11,db	3.0103	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
32		C10,db	3.0103	P(OLT-ONU)	0.999971								7.54E-06		
33		S(OLT-D1),db	3.4228												2.13E-05
34		S(OLT-D0),db	3.4228												
35															
36	D7-A	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
37		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
38		S(L+),db	0.1125	P(OLT-D)	0.999977								1.34E-06		
39		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
40		C11,db	3.2155	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
41		C10,db	2.8143	P(OLT-ONU)	0.999970								7.54E-06		
42		S(OLT-D1),db	7.0508												2.27E-05
43		S(OLT-D0),db	6.6496												
44															
45	D6-A	L1,km	0.1	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	20	MTBF	5.00E+07	U=	2.80E-07	5704	2.80E-07
46		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
47		S(L+),db	0.125	P(OLT-D)	0.999976								1.48E-06		
48		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
49		C11,db	12.8871	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
50		C10,db	0.2293	P(OLT-ONU)	0.999968								7.54E-06		
51		S(OLT-D1),db	19.9617												2.42E-05
52		S(OLT-D0),db	7.3040												
53															
54	D5-A	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
55		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
56		S(L+),db	0.1125	P(OLT-D)	0.999975								1.34E-06		
57		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
58		C11,db	13.5101	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
59		C10,db	0.1980	P(OLT-ONU)	0.999967								7.54E-06		
60		S(OLT-D1),db	21.2265												2.55E-05
61		S(OLT-D0),db	7.9145												
62															
63	D4-A	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
64		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
65		S(L+),db	0.1125	P(OLT-D)	0.999973								1.34E-06		
66		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
67		C11,db	14.0951	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
68		C10,db	0.1725	P(OLT-ONU)	0.999966								7.54E-06		
69		S(OLT-D1),db	22.4221												2.68E-05
70		S(OLT-D0),db	8.4995												
71															
72	D3-A	L1,km	0.2	PL	0.999999	MTTR	14	FIT	40	MTBF	2.50E+07	U=	5.60E-07	2852	5.60E-07
73		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
74		S(L+),db	0.15	P(OLT-D)	0.999971								1.76E-06		
75		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
76		C11,db	6.5611	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
77		C10,db	1.0832	P(OLT-ONU)	0.999964								7.54E-06		
78		S(OLT-D1),db	15.5106												2.86E-05
79		S(OLT-D0),db	10.0327												
80															
81	D2-A	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
82		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
83		S(L+),db	0.1125	P(OLT-D)	0.999970								1.34E-06		
84		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
85		C11,db	10.4331	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
86		C10,db	0.4120	P(OLT-ONU)	0.999963								7.54E-06		
87		S(OLT-D1),db	20.8783												2.99E-05
88		S(OLT-D0),db	10.8572												
89															
90	D1-A	L1,km	0.02	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	4	MTBF	2.50E+08	U=	5.60E-08	28519	5.60E-08
91		Sj,db	0.1	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
92		S(L+),db	0.105	P(OLT-D)	0.999969								1.26E-06		
93		E0,db	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
94		C11,db	16.9541	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
95		C10,db	0.0885	P(OLT-ONU)	0.999961								7.54E-06		
96		S(OLT-D1),db	28.2163												
97		S(OLT-D0),db	11.3507												3.12E-05
98									MTTR(h)=	4					1.12E-05
99									MTBF=MTTR/U	1.28E+05	14.63	metų	MTBF		

19 lentelė. Patikimumo skaičiavimo detalizavimas

Žymėjimas	Laukas	Formulė	Paaiškinimas
POLT	E23	=1-0.00001	OLT įrenginio patikimumas.
PSFP	E24	=1-0.00001	SFP įrenginio patikimumas.
D8-A	A27	-	Magistralinio daliklio pavadinimas
P(OLT-SFP)	E25	=I23*I24	Bendras OLT įrenginio ir SFP modulio patikimumas.
L1, km	C27	-	Atstumas tarp magistralinių daliklių.
SJ,dB	C28	-	Virinimo vietų slopinimas.
S(L+J),dB	C29	=0.25*G27+G28	Bendras atstumo ir virinimo vietų slopinimas.
E0, dB	C30	-	Daliklio slopinimas.
C11,dB	C31	-	Teorinis slopinimas link skirstomojo daliklio.
C10, dB	C32	-	Teorinis slopinimas link magistralinio daliklio.
S(OLT-D1),dB	C33	=G29+G30+G31	Bendras atstumo, virinimo vietų, daliklio ir atšakos link skirstomojo daliklio slopinimas.
S(OLT-D0),dB	C34	=G29+G30+G32	Bendras atstumo, virinimo vietų, daliklio ir atšakos link magistralinio daliklio slopinimas.
PL	E27	=1-M27	Pakloto optinio kabelio nuo prisijungimo taško iki OLT patikimumas (Pateikiamas standarte).
PD	E28	=1-M28	Daliklio patikimumas (Pateikiamas standarte).
P(OLT-D)	E29	=E25*E27*E28	Bendras OLT įrenginio, SFP modulio, pakloto kabelio ir daliklio patikimumas.
PP	E30	=1-M30	Pakloto kabelio magistralėje patikimumas (Pateikiamas standarte).
PONU	E31	=1-M31	ONU įrenginio patikimumas (Pateikiamas standarte)
P(OLT-ONU)	E32	=E29*E30*E31	Bendras OLT įrenginio, SFP modulio, pakloto kabelio, daliklio, pakloto kabelio magistralėje ir ONU įrenginio patikimumas.
MTBF=MTTR/U	K99	=J99/8766	Vidutinis A-PON magistralės laikas tarp gedimų.

3.5. Interneto srauto pateikiamumo skaičiavimas

Vieno srauto pateikiamumas, kai srautas yra perduodamas per N tinklo elementų, skaičiuojamas pagal formulę (ITU-T, 2017):

$$A_1 = 1 - \sum_{i=1}^N U_{1i} \quad (3.2)$$

Čia, U_{1i} yra srauto nepateikiamumas dėl vieno įrenginio gedimo, o jo formulė:

$$U_{1i} = \frac{MTTR_{1i}}{MTBF_{1i} + MTTR_{1i}} \quad (3.3)$$

Čia, MTTR – vidutinis gedimo pašalinimo laikas, MTBF – vidutinis laikas tarp gedimų.

Interneto srautas nuo prisijungimo taško iki OLT įrenginio perduodamas per šiuos tinklo elementus:

- Prisijungimo taško įranga (PTĮ) – VšĮ PI prisijungimo taško įranga;
- Optinė linija (OL) optinė linija nuo prisijungimo taško iki tinklo OLT įrangos;
- OLT įrangos interneto srauto prievadas.

Pagal interneto srauto pateikiamumo skaičiavimo metodiką, pateiktą (ITU-T, 2017) rekomendacijoje, surandame pirmo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrus, kurie pateikti 20 lentelėje.

20 lentelė. Pirmojo srauto elementų patikimumo parametrai

Elementas	MTBF, val.	MTTR, val.	U_{1i}
PTI	400000	4	$1,00 \cdot 10^{-5}$
OL	1000000	24	$2,39 \cdot 10^{-5}$
OLT	400000	4	$1,00 \cdot 10^{-5}$
		U_{1N}	$4,39 \cdot 10^{-5}$

Optinės linijos MTBF = 10^9 /FIT.

L ilgio kabeliui FIT = $L(\text{km}) \cdot 200/\text{km} = 5 \cdot 200/\text{km} = 1000$. Tada MTBF = $10^9/1000 = 1 \cdot 10^6$ val.

Pirmo srauto pateikiamumas, kai optinės linijos ilgis 5 km

$$A_1 = 1 - \sum_{i=1}^3 U_{1i} = 1 - 4,39 \cdot 10^{-5} = 0,9999561$$

Antro interneto srauto atskirų elementų pateikiamumo parametrai, kai optinės linijos ilgis 4,2 km, pateikti 21 lentelėje.

21 lentelė. Antrojo srauto elementų patikimumo parametrai

Elementas	MTBF, val.	MTTR, val.	U_{1i}
PTI	400000	4	$1,00 \cdot 10^{-5}$
OL	1190476	24	$2,01 \cdot 10^{-5}$
OLT	400000	4	$1,00 \cdot 10^{-5}$
		U_{1N}	$4,01 \cdot 10^{-5}$

Optinės linijos MTBF = 10^9 /FIT.

4,2 km ilgio kabeliui FIT = $4,2 \cdot 200/\text{km} = 840$. Tada MTBF = $10^9/840 = 1190476,19$ val.

Pirmo srauto pateikiamumas, kai optinės linijos ilgis 5 km

$$A_2 = 1 - \sum_{i=1}^3 U_{1i} = 1 - 4,01 \cdot 10^{-5} = 0,9999599$$

Bendras interneto srauto patikimumas

$$A = 1 - (1 - A_1)(1 - A_2) = 1 - 4,39 \cdot 10^{-5} \cdot 4,01 \cdot 10^{-5} = 0,9999999982$$

3.6. Komplektacijos žiniaraščių sudarymas

Visoms magistralėms yra sudaryti reikalingų medžiagų žiniaraščiai. Medžiagų žiniaraščio duomenys buvo naudojami ekonominės dalies skyriuje skaičiuojant reikiamą įrangą projekto įdiegimui. A-PON magistralės žiniaraštis pateiktas 22 lentelėje, o jos detalizavimas 23 lentelėje. Žiniaraštyje galima matyti, kad prieš tai minėtai magistralei įrengti bus reikalingos 69 vnt APC jungtys, 550 metrų G.657 kabelio, 5100 metrų G.652 kabelio, 12 vnt (1:2) daliklių, iš kurių 8 yra magistraliniai, o 4 skirstomieji. Taip pat, kitokie 6 skirstomieji dalikliai, kas sudaro: 1 vnt (1:4), 3 vnt

(1:8) ir 2 vnt (1:16). Reikia paminėti, kad užtikrinant interneto srautą į visas magistrales yra naudojami du SFP moduliai, kur vienas iš jų yra pažymėtas žiniaraštyje. Likusių magistralių žiniaraščiai yra pateikti 3 priede.

22 lentelė. A-PON magistralės žiniaraštis

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
																				Pavadinimas
4			N:M		Pradžia	Pabaiga	Ilgis, m	Atsarga, m	G.652	Kiekis	69	550	5100	12	1	3	2	0	1	
5	Kabelis	L			OLT	D1-A	5000	100	G.652	5100			5100							
6	SFP				1				IEC	1										1
7	Daliklis	D1-A	0.95	0.05					IEC	1				1						
8	Jungtis			APC	D1-A	D1-A-1			IEC	1	1									
9	Daliklis	D1-A-1		1:2	1				IEC	1				1						
10	Jungtis			APC		2			IEC	2	2									
11	Kabelis	L			D1-A	D2-A		50	G657	50		50								
12	Daliklis	D2-A	0.90	0.10	1				IEC	1				1						
13	Jungtis			APC	D2-A	D2-A-1			IEC	1	1									
14	Daliklis	D2-A-1		1:8	1				IEC	1					1					
15	Jungtis			APC		8			IEC	8	8									
16	Kabelis	L			D2-A	D3-A		100	G657	100		100								
17	Daliklis	D3-A	0.75	0.25	1				IEC	1				1						
18	Jungtis			APC	D3-A	D3-A-1			IEC	1	1									
19	Daliklis	D3-A-1		1:16	1				IEC	1							1			
20	Jungtis			APC		16			IEC	16	16									
21	Kabelis	L			D3-A	D4-A		200	G657	200		200								
22	Daliklis	D4-A	0.95	0.05	1				IEC	1				1						
23	Jungtis			APC	D4-A	D4-A-1			IEC	1	1									
24	Daliklis	D4-A-1		1:2	1				IEC	1	1			1						
25	Jungtis			APC		2			IEC	2	2									
26	Kabelis	L			D4-A	D5-A		50	G657	50		50								
27	Daliklis	D5-A	0.95	0.05	1				IEC	1				1						
28	Jungtis			APC	D5-A	D5-A-1			IEC	1	1									
29	Daliklis	D5-A-1		1:2	1				IEC	1				1						
30	Jungtis			APC		2			IEC	2	2									
31	Kabelis	L			D5-A	D6-A		50	G657	50		50								
32	Daliklis	D6-A	0.95	0.05	1				IEC	1				1						
33	Jungtis			APC	D6-A	D6-A-1			IEC	1	1									
34	Daliklis	D6-A-1		1:2	1				IEC	1	1			1						
35	Jungtis			APC		2			IEC	2	2									
36	Kabelis	L			D6-A	D7-A		100	G657	100		100								
37	Daliklis	D7-A	0.50	0.50	1				IEC	1				1						
38	Jungtis			APC	D7-A	D7-A-1			IEC	1	1									
39	Daliklis	D7-A-1		1:16	1				IEC	1							1			
40	Jungtis			APC		16			IEC	16	16									
41	Kabelis	L			D7-A	D8-A		100	G657	100					1					
42	Daliklis	D8-A	0.50	0.50	1				IEC	1				1						
43	Jungtis			APC	D8-A	D8-A-1			IEC	1	1									
44	Jungtis			APC	D8-A	D8-A-2			IEC	1	1									
45	Daliklis	D8-A-1		1:8	1				IEC	1					1					
46	Jungtis			APC		8			IEC	8	8									
47	Daliklis	D8-A-2		1:4	1				IEC	1				1						
48	Jungtis			APC		4			IEC	4	4									

23 lentelė. Žiniaraščio reikšmių paaiškinimas

Žymėjimas	Laukas	Paiškinimas
Žymėjimas-Daliklis	B7	Daliklio pavadinimas schemose ir lentelėse
Parametras-Daliklis	C7 ir D7	Magistralinio daliklio dalinimo koeficientas
Parametras-Jungtis	D8	Nurodomas reikalingos jungties pavadinimas
Parametras-Daliklis	D9	Skirstomojo daliklio signalo dalinimo parametras
Panaudojimo vieta-Kabelis	E5 ir F5	Kabelio pradžios ir pabaigos prijungimo taškai
Panaudojimo vieta-Jungtis	E8 ir F8	Kabelių sujungimo vieta jungtimi
Poreikis-Kabelis	G5	Reikalingo kabelio kiekis
Atsarga-Kabelis	H5	Rezervinis kabelio kiekis
Standartas-Kabelis	I5	Nurodomas standartas, aprašantis kabelio tipą

Žymėjimas	Laukas	Paiškinimas
Standartas-Jungtis	I8	Nurodomas standartas, aprašantis jungties tipą
Standartas-Daliklis	I9	Nurodomas standartas, aprašantis daliklio tipą
Standartas-Kabelis	I11	Nurodomas standartas, aprašantis kabelio tipą
Kiekis	J5 iki J48	Kiekis medžiagos, kuri aprašoma A stulpelyje
APC	K4	Bendras kiekis APC jungčių A magistralei
G.657	L4	Bendras kiekis G.657 kabelio A magistralei
G.652	M4	Bendras kiekis G.652 kabelio A magistralei
1:2	N4	Bendras kiekis 1:2 tipo daliklių A magistralei
1:4	O4	Bendras kiekis 1:4 tipo daliklių A magistralei
1:8	P4	Bendras kiekis 1:8 tipo daliklių A magistralei
1:16	Q4	Bendras kiekis 1:16 tipo daliklių A magistralei
1:32	R4	Bendras kiekis 1:32 tipo daliklių A magistralei
SFP	S4	Bendras kiekis SFP modulių A magistralei

3.7. Daliklių jungimas skirstomosiose dėžutėse

Sujungus daliklius tarpusavyje yra svarbu juos patalpinti į skirstomasias dėžutes. Dar lengvesniam projekto įgyvendinimui yra sudarytos lentelės, kuriose nurodytos skirstomosios dėžutės, kaip jos jungiasi tarpusavyje ir kaip yra sujungti dalikliai pačioje dėžutėje. Skirstomųjų dėžučių lentelės detalus aiškinimas pateiktas 24 lentelėje, o 25 lentelėje pateiktas sujungimas. Šios lentelės yra sudarytos visoms magistralėms ir pateiktos 5 priede.

24 lentelė. Skirstomųjų dėžučių lentelių detalizavimas

Žymėjimas	Laukas	Paiškinimas
ASD Nr.	AE25	Skirstomosios dėžutės numeris.
Daliklis	AF25	Daliklio pavadinimas.
Pavadinimas	AG-AH25	Nurodomas daliklio tipas arba skirstomojo daliklio atšakų kiekis.
Adresas	AI25	Nurodoma prie ko yra prijungtas daliklis arba įvardijamas skirstomojo daliklio žymėjimas.
Kontaktas	AJ25	Kartu su linijomis yra nurodoma kas nuo ko jungiasi ir yra nurodomas numeris skirstomojoje dėžutėje.





25 lentelē. PON-A magistralēs detalus ģrangos jungimas

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
17			PON F						
18			PON E						
19			PON D						
20			PON C						
21			PON B						
22			PON A						
23									
24	ASD Nr.	Dalīklis	Pavadinājums	Adresas	Kontakts				
25			Linijas pradžia	OLT	A	ASD1-in	A		
26		D1-A	Magistralē	D2-A	X				
27			Skirstomasis	D1-A-1	Y				
28			Skirstomasis	D1-A	Y				
29		D1-A-1	Atšaka	D1-A-1-1	ASD1-1				
30			Atšaka	D1-A-1-2	ASD1-2				
31			Magistralē	D1-A	X				
32		D2-A	Magistralē	D3-A	B	ASD1-iš	B		
33			Skirstomasis	D2-A-1	Y				
34			Skirstomasis	D2-A	Y				
35			Atšaka	D2-A-1-1	ASD1-3				
36			Atšaka	D2-A-1-2	ASD1-4				
37			Atšaka	D2-A-1-3	ASD1-5				
38			Atšaka	D2-A-1-4	ASD1-6				
39			Atšaka	D2-A-1-5	ASD1-7				
40			Atšaka	D2-A-1-6	ASD1-8				
41			Atšaka	D2-A-1-7	ASD1-9				
42			Atšaka	D2-A-1-8	ASD1-10				
43									
44		D3-A	Magistralē	D2-A	B	ASD2-in	B		
45			Magistralē	D4-A	X				
46			Skirstomasis	D3-A-1	Y				
47			Skirstomasis	D3-A	Y				
48			Atšaka	D3-A-1-1	ASD2-1				
49			Atšaka	D3-A-1-2	ASD2-2				
50			Atšaka	D3-A-1-3	ASD2-3				
51			Atšaka	D3-A-1-4	ASD2-4				
52			Atšaka	D3-A-1-5	ASD2-5				
53			Atšaka	D3-A-1-6	ASD2-6				
54			Atšaka	D3-A-1-7	ASD2-7				
55			Atšaka	D3-A-1-8	ASD2-8				
56			Atšaka	D3-A-1-9	ASD2-9				
57			Atšaka	D3-A-1-10	ASD2-10				
58			Atšaka	D3-A-1-11	ASD2-11				
59			Atšaka	D3-A-1-12	ASD2-12				
60			Atšaka	D3-A-1-13	ASD2-13				
61			Atšaka	D3-A-1-14	ASD2-14				
62			Atšaka	D3-A-1-15	ASD2-15				
63			Atšaka	D3-A-1-16	ASD2-16				
64			Magistralē	D3-A	X				
65		D4-A	Magistralē	D5-A	C	ASD2-iš	C		
66			Skirstomasis	D4-A-1	Y				
67			Skirstomasis	D4-A	Y				
68		D4-A-1	Atšaka	D4-A-1-1	ASD2-17				
69			Atšaka	D4-A-1-2	ASD2-18				
70									
71		D5-A	Magistralē	D4-A	D	ASD3-in	C		
72			Magistralē	D6-A	X				
73			Skirstomasis	D5-A-1	Y				
74			Skirstomasis	D5-A-1	Y				
75		D5-A-1	Atšaka	D5-A-1-1	ASD3-1				
76			Atšaka	D5-A-1-2	ASD3-2				
77			Magistralē	D5-A	X				
78		D6-A	Magistralē	D7-A	E	ASD3-iš	E		
79			Skirstomasis	D6-A-1	Y				
80			Skirstomasis	D6-A	Y				
81		D6-A-1	Atšaka	D6-A-1-1	ASD3-3				
82			Atšaka	D6-A-1-2	ASD3-4				
83									
84		D7-A	Magistralē	D6-A	E	ASD4-in	E		
85			Magistralē	D8-A	X				
86			Skirstomasis	D7-A-1	Y				
87			Skirstomasis	D7-A	Y				
88			Atšaka	D7-A-1-1	ASD4-1				
89			Atšaka	D7-A-1-2	ASD4-2				
90			Atšaka	D7-A-1-3	ASD4-3				
91			Atšaka	D7-A-1-4	ASD4-4				
92			Atšaka	D7-A-1-5	ASD4-5				
93			Atšaka	D7-A-1-6	ASD4-6				
94			Atšaka	D7-A-1-7	ASD4-7				
95			Atšaka	D7-A-1-8	ASD4-8				
96			Atšaka	D7-A-1-9	ASD4-9				
97			Atšaka	D7-A-1-10	ASD4-10				
98			Atšaka	D7-A-1-11	ASD4-11				
99			Atšaka	D7-A-1-12	ASD4-12				
100			Atšaka	D7-A-1-13	ASD4-13				
101			Atšaka	D7-A-1-14	ASD4-14				
102			Atšaka	D7-A-1-15	ASD4-15				
103			Atšaka	D7-A-1-16	ASD4-16				
104			Magistralē	D7-A	X				
105		D8-A	Skirstomasis	D8-A-1	Y				
106			Skirstomasis	D8-A-2	Y				
107			Skirstomasis	D8-A	Y				
108			Atšaka	D8-A-1-1	ASD4-17				
109			Atšaka	D8-A-1-2	ASD4-18				
110			Atšaka	D8-A-1-3	ASD4-19				
111			Atšaka	D8-A-1-4	ASD4-20				
112			Atšaka	D8-A-1-5	ASD4-21				
113			Atšaka	D8-A-1-6	ASD4-22				
114			Atšaka	D8-A-1-7	ASD4-23				
115			Atšaka	D8-A-1-8	ASD4-24				
116			Skirstomasis	D8-A	Y				
117			Atšaka	D8-A-2-1	ASD4-25				
118			Atšaka	D8-A-2-2	ASD4-26				
119			Atšaka	D8-A-2-3	ASD4-27				
120			Atšaka	D8-A-2-4	ASD4-28				

3.8. Tinklų aktyvinės įrangos parinkimas

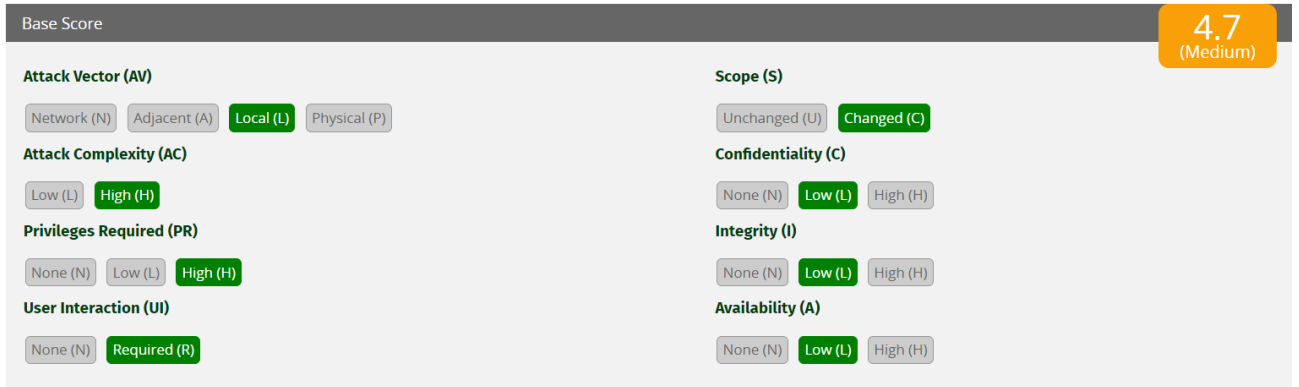
Įrenginėjant tinklą yra svarbu parinkti tikslią ir kokybišką įrangą. Tik parinkus tinkamą įrangą galima užtikrinti tinklo veikimą be trukdžių. Dalis siūlomos įdiegti įrangos yra pateikiama 26 lentelėje, o kita dalis įrangos 8 priede.

26 lentelė. Siūloma įdiegti įranga

Įrangos pavadinimas	Įrangos atvaizdas	Įrangos specifikacija
8 Port XG(S)-PON OLT V3600G1		XG(S)-PON Greitis XG-PON Išsiuntimas 2.5Gbps, Atsiuntimas: 10Gbps XGS-PON Išsiuntimas 10 Gbps, Atsiuntimas: 10Gbps
UISP-FIBER-OLT-XGS		XG(S)-PON Greitis XGS-PON Išsiuntimas 10 Gbps, Atsiuntimas: 10Gbps Prievadai (8) XGS/XG/GPON Energijos suvartojimas 70W
UBIQUITI UISP Fiber XG (UISP-FIBER-XG)		Greitis Išsiuntimas 2.5 Gbps Atsiuntimas 10 Gbps Prievadai 1x XG-PON 1x 2.5 Gbps LAN Energijos suvartojimas 6W
ONU XGS-PON Bridge - WAG-D20		Greitis Išsiuntimas 2.5 Gbps Atsiuntimas 10 Gbps Prievadai 2x Ethernet RJ45 1x XGS-PON Energijos suvartojimas 10W

3.9. Kibernetinės saugos vertinimas

Projektuojant tinklą yra svarbu atsižvelgti į kibernetinę saugą. Gerinant saugumą galima apsaugoti interneto vartotojus nuo duomenų nutekėjimo, pasisavinimo ar suklastojimo. Įrankis, naudojamas kibernetiniam saugumui įvertinti, išveda vektorių, kuriuo galima trumpai aprašyti tinklo saugą. Įrankio nuoroda pateikta (FIRST, 2015) šaltinyje, o detalus vertinimo paaiškinimas pateiktas 6 priede. Tinklo pažeidžiamumo taškų skaičiavimas pateiktas 3.4 paveiksle.

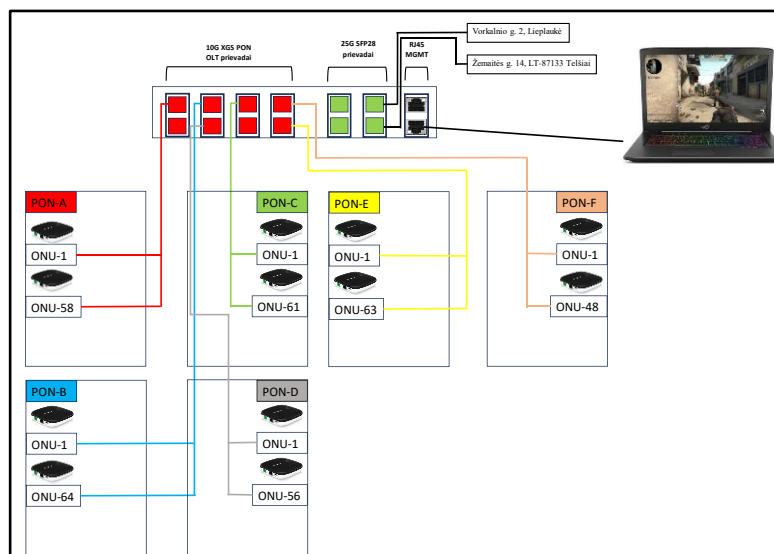


3.4 pav. Tinklo pažeidžiamumo įvertinimas

Pažeidžiamumo vektorius: CVSS:3.1/AV:L/AC:H/PR:H/UI:R/S:C/C:L/I:L/A:L

3.10. Tinklų jungimas į OLT įrenginio panelę

Atvaizduojant fizinį tinklą galima vizualiai pamatyti kas nuo ko yra prijungta. Užgirių gyvenvietės fizinio tinklo sujungimo schema pateikta 3.5 paveiksle.



3.5 pav. Fizinio tinklo sujungimas

4. EKONOMINĖ DALIS

Ekonominės dalies tikslas yra suskaičiuoti ir nustatyti, kad įmonė galės pasiekti ilgalaikę ekonominę naudą ir jai bus vertinga imtis šio projekto. Manome, kad šiuo projektu galima generuoti pelną tuo pačiu metu užtikrinant ekonomišką ir efektyvų įrangos veikimą.

4.1. Įrangos pirkimas ir nuoma

Reikalingos programinės ir techninės įrangos pirkimo poreikis pateiktas 27 lentelėje.

27 lentelė. Programinės ir techninės įrangos pirkimas

Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Kiekis	Kaina, Eur	Suma, Eur
1.	Skirstomasis daliklis 1:2	vnt.	6	10,29	61,74
2.	Skirstomasis daliklis 1:4	vnt.	6	13,31	79,86
3.	Skirstomasis daliklis 1:8	vnt.	9	16,94	152,46
4.	Skirstomasis daliklis 1:16	vnt.	11	35,09	385,99
5.	Skirstomasis daliklis 1:32	vnt.	3	56,87	170,61
6.	Magistralinis daliklis 1:2	vnt.	27	22,65	611,55
7.	SFP+ modulis	vnt.	6	37,85	227,1
8.	OLT (NG-PON2)	vnt.	1	3402,39	3402,39
9.	ONU įrenginys	vnt.	350	113,84	39844
10.	APC jungtys	vnt.	389	1,89	735,21
11.	Lenovo Legion Pro 5-16 R9 9745HX 32GB 2TB RTX4060 82WM00CFGE	vnt.	1	2160,00	2160
12.	Office Professional 2021	vnt.	1	439,99	439,99
13.	Interneto prieiga	vnt.	1	12,99	12,99
14.	OS (Windows 11 Pro)	vnt.	1	49,42	49,42
Iš viso, Eur:					48333,31
PVM, 21%					10150,00
Bendra suma, Eur					58483,31

Reikalingos įrangos nuomos poreikis pateiktas 28 lentelėje.

28 lentelė. Įrangos nuomos sąmata

Nr.	Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, Eur/mėn.	Kiekis, mėn.	Suma, Eur
1.	Mini ekskavatorius	UAB „GOTAS“	3080	1	3080
2.	Optinės linijos testavimo prietaisas OFL100-EU	UAB „Žalias namas“	439,98	1	439,98
3.	Optikos suvirinimo aparatas Fujikura 41S su skaidulos nuskėlėju CT50	UAB „Žalias namas“	876,49	1	876,49
4.	Optinio signalo šaltinis ST815C	UAB „Žalias namas“	148,34	1	148,34
Iš viso, Eur:					4544,81
PVM, 21%					954,41
Bendra suma, Eur:					5499,22

4.2. Įrangos nusidėvėjimas

Šiame poskyryje yra apskaičiuojama ilgalaikio turto nusidėvėjimo, bei programinės įrangos mokesčio vertė.

Projekte naudojamo turto nusidėvėjimas apskaičiuojamas taip:

- 1 mėn. ilgalaikio turto kaina = ilgalaikio turto kaina / nusidėvėjimo normatyvas metais / 12 mėn.

- Ilgalaikio turto nusidėvėjimas = 1 mėn. ilgalaikio turto kaina * mėn. skaičius, kai ilgalaikis turtas naudojamas projekte.

Lenovo Legion Pro 5-16 R9 9745HX 32GB 2TB RTX4060 WIN11 82WM00CFGE

- 1 mėn. ilgalaikio turto kaina = 2160 / 3 / 12 = 60 Eur

Kompiuteris projektuojant projektą buvo naudojamas 4 mėnesius.

- Ilgalaikio turto nusidėvėjimas = 60 * 4 = 240 Eur

Programinės įrangos mokestis skaičiuojamas taip:

- programinės įrangos metinis mokestis / 12 mėn. * mėnesių kiekis, kai programinė įranga naudojama projekte.

- programinės įrangos mėnesinis mokestis / 31 d. * dienų skaičius, kai programinė įranga naudojama projekte.

Office Professional 2021

Programinė įranga projektuojant projektą buvo naudojama 4 mėnesius.

Programinės įrangos mokestis: 439,99 / 12 * 4 = 146,66 Eur

OS (Windows 11 Pro)

Programinė įranga projektuojant projektą buvo naudojama 4 mėnesius.

Programinės įrangos mokestis: 49,42 / 12 * 4 = 16,47 Eur

29 lentelė. Ilgalaikio turto nesidėvėjimo ir programinės įrangos mokestis

Pavadinimas	1 mėn. vertė, Eur.	Mėn. Kiekis, vnt.	Viso, Eur
Ilgalaikis turtas			
1. Nešiojamas kompiuteris (Lenovo Legion Pro 5-16 R9 9745HX 32GB 2TB RTX4060 WIN11 82WM00CFGE)	60	4	240
Programinė įranga			
1. Office Professional 2021	36,67	4	146,68
2. OS (Windows 11 Pro)	4,12	4	16,48
Iš viso:			403,16

4.3. Darbo užmokesčio skaičiavimas

Darbo laiko nustatymas pateiktas 30 lentelėje.

30 lentelė. Darbo laiko nustatymas

Darbas	Darbo trukmė, val.
Technologijų analizė	48
Situacijos analizė	48

Darbas	Darbo trukmė, val.
Objekto specifikacijų nustatymas	24
Įrangos poreikio nustatymas	16
Įrangos projektavimas	24
Įrangos parametrų apskaičiavimas	120
Įgyvendinimo planavimas	104
Įrangos užsakymas	56
Įrangos montavimas	160
Įrangos konfigūravimas	16
Įrangos testavimas	8
Įrangos instrukcijų rengimas	8
Darbuotojų apmokymai	8
Iš viso, val.:	640

1. Valandinio įkainio apskaičiavimas:

Bruto mėnesinis atlyginimas (neatskaičius mokesčių) eur / 21 darbo diena (vidutiniškai) / 8 darbo valandos = valandinis įkainis, eur.

Valandinis įkainis

$$2300 / 21 / 8 = 13,69 \text{ Eur/val.}$$

2. Bruto atlyginimas („popieriuje“), įvertinus projekto įgyvendinimo rengimo laiką:

Valandinis įkainis, eur X projekto atlikimo trukmė, val. = projekto įgyvendinimo rengėjo atlyginimo sąnaudos, eur.

Bruto atlyginimas

$$13,69 * 640 = 8761,60 \text{ Eur}$$

3. Projekto įgyvendinimo rengėjo atlyginimo sąnaudų apskaičiavimas.

Projekto įgyvendinimo rengėjo sąnaudos + VSD (1,77%) mokama darbdavio.

$$8761,60 + ((8761,60 * 1,77) / 100) = 8761,60 + 155,08 = 8916,68 \text{ Eur}$$

4.4. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos

Įdiegto projekto palaikymo įrangos sąmata pateikta 31 lentelėje.

31 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata

Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, Eur	Mato, vnt.	Kiekis	Suma, Eur
1. Optinės linijos testavimo prietaisas OFL100-EU	UAB „Žalias namas“	2199,01	vnt.	1	2199,01
2. Optinio signalo šaltinis OLS JJ-390A	UAB „Žalias namas“	186,99	vnt.	1	186,99
3. Optinio signalo galios matuoklis ST800K-UC	UAB „Žalias namas“	292,11	vnt.	1	292,11
3. Kompiuteris MSI Modern 15 B12M 15.6/i7/16GB/512GB	AB „Telia Lietuva“	699,60	vnt.	1	699,60
Iš viso:					3377,71

Reikalingos įrangos projekto palaikymui nuomos poreikis pateiktas 32 lentelėje.

32 lentelė. Projekto palaikymo įrangos nuomos sąmata

Nr.	Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, Eur/mėn.	Kiekis, mėn.	Suma, Eur
1.	Mini ekskavatorius	UAB „GOTAS“	3080	1	3080
2.	Optikos suvirinimo aparatas Fujikura 41S su skaidulos nuskėlėju CT50	UAB „Žalias namas“	876,49	1	876,49
Iš viso, Eur:					3956,49
PVM, 21%					830,86
Bendra suma, Eur:					4787,35

Programinės įrangos atskirai pirkti ar nuomotis nereikia, nes ji yra perkama kartu su technine įranga.

1. Valandinio įkainio apskaičiavimas

Brutto mėnesinis atlyginimas (neatskaičiavus mokesčių) eur / 21 darbo diena (vidutiniškai) / 8 darbo valandos = valandinis įkainis, eur;

Valandinis įkainis

$$2300 / 21 / 8 = 13,69 \text{ Eur/val.}$$

2. Įdiegto projekto palaikymo rengėjo valandinio atlyginimo sąnaudų apskaičiavimas

Įdiegto projekto palaikymo rengėjo valandinio atlyginimo + VSD (1,77%) mokama darbdavio

$$13,69 + 0,24 = 13,93 \text{ Eur/val.}$$

33 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo atlyginimas

Darbas	Dirbta valandų	Įdiegto projekto palaikymo rengėjo valandinis atlyginimas, Eur	Iš viso, Eur
Gedimų nustatymas	160	13,93	2228,8

Įdiegto projekto gedimas galimas tik tuo atveju, jeigu montavimo metu ne pagal reikalavimus buvo atliekami darbai. Viso projekto įdiegimo sąmata pateikta 34 lentelėje.

34 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata

Nr.	Pavadinimas	Suma, Eur
1.	Naujos įrangos pirkimas	3377,71
2.	Įrangos nuoma	4787,35
3.	Programinė įranga	0
4.	Įdiegto projekto palaikymo atlyginimo sąnaudos	2228,8
5.	Įrangos palaikymas	300
6.	Įrangos taisymas / aptarnavimas	1200
Iš viso:		11893,86

4.5. Projekto sąmata

Suskaičiavus visą reikalingą įrangą bei atlyginimus reikia užpildyti projekto sąmatos 35 lentelę, kad išsiaiškinti kokia projekto sąmata.

35 lentelė. Projekto sąmata

Nr.	Pavadinimas	Suma, eur
1.	Programinės ir techninės įrangos pirkimas	58483,31
2.	Įrangos nuoma	5499,18
3.	Įrangos nusidėvėjimas	403,16
4.	Darbo užmokestis	8916,68
5.	Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos	11893,86
		Iš viso: 85196,19
6.	Administracinės sąnaudos (10%)	8519,62
		Iš viso: 93715,81

4.6. Ekonominės naudos nustatymas

Ši paslauga bus parduodama klientui už vidutiniškai 22,50 Eur/mėn. Mano projektu yra siekiama suteikti spartų internetą 350 vartotojams. Per mėnesį vidutiniškai bus uždirbama 7875 Eur, o per metus 94500 Eur. Teoriškai mano projektas turėtų atsipirkti per metus laiko neskaičiuojant gedimų šalinimo ir palaikymo darbų.

IŠVADOS

1. Išanalizuotos Užgirių gyvenvietėje teikiamos interneto paslaugos. Nustatyta, kad remiantis ES direktyvomis tiek miesto, tiek ir kaimo vietovėse vartotojų prijungimo į internetą sparta turėtų būti ne mažiau kaip 1 Gb/s. Esami tinklai neleidžia to pasiekti.
2. Sudaryta tinklo topologija, įvertinanti namų ūkių išsidėstymą. Pasiūlyta daliai Užgirių gyvenvietės sudaryti 6 PON tinklus, užtikrinančius gigabitinę vartotojų prieigą.
3. Atlikta optinių duomenų perdavimo technologijų lyginamoji analizė. Nustatyta, kad Užgirių gyvenvietėje visiems vartotojams 1 Gb/s spartą gali užtikrinti tik optinių tinklų technologijos.
4. Vienai Užgirių gyvenvietės teritorijai suprojektuoti 6 PON tinklai. Nustatyta, kad suskirsčius visus vartotojus į 6 tinklus, kuriuose vartotojų skaičius yra ne didesnis, kaip 64, tinklo parametrai atitinka standartų reikalavimus. Paskaičiuotas rezervuoto interneto srauto pateikiamumas 0,9999999982, o vidutinis laikas tarp gedimų vidiniuose PON tinkluose yra ne mažesnis kaip 14,63 metų.
5. Pasiektas tinklo pažeidžiamumo lygis įvertintas kaip vidutinis, o paskaičiuota pažeidžiamumo vektoriaus reikšmė 4,7 balo.
6. Paskaičiuotos projektavimo, įgyvendinimo ir aptarnavimo išlaidos. Paskaičiuotas projekto atsipirkimo laikas vieneri metai.

LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI

1. 10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): General requirements <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.987.1-201603-I/en>
2. 10-Gigabit-capable symmetric passive optical network (XGS-PON) <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.9807.1-202302-I/en>
3. 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Definitions, abbreviations and acronyms <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.989-201510-I/en>
4. 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): Transmission convergence layer specification <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.989.3-202105-I/en>
5. Case studies of radio frequency- electromagnetic field (RF-EMF) assessment <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.Sup32-202306-I>
6. Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.657/en>
7. Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.654/en>
8. Characteristics of a fibre and cable with non-zero dispersion for wideband optical transport <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.656/en>
9. Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.655/en>
10. Characteristics of a single-mode optical fibre and cable <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652/en>
11. Comcore Technologies <https://www.comcore.com/products-detail25-en.html>
12. Common Vulnerability Scoring System Version 3.1 Calculator <https://www.first.org/cvss/calculator/3.1>
13. Fast access to subscriber terminals (G.fast) – Physical layer specification <https://handle.itu.int/11.1002/1000/13772>
14. Framework Recommendation on functional access networks (AN) - Architecture and functions, access types, management and service node aspects <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.902-199511-I/en>
15. Geoportal. (2024). Užgirių kaimas [Žemėlapis]. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. Paimta 2024 m. balandžio 21 d. iš <https://www.geoportal.lt/map/>
16. Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1-200803-I/en>

17. Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): ONT management and control interface specification <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.4-200802-I/en>
18. Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Transmission convergence layer specification <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.3-201401-I/en>
19. Investicinis „Investicijų projektas“ „Itin spartaus ryšio infrastruktūros plėtra“. Viešosios konsultacijos dėl projekto „itin spartaus ryšio infrastruktūros plėtra“. Starkodas. 2023. VŠĮ „Plaćiajuostis internetas“
20. ITU-T, Passive optical network protection considerations <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup51-201706-I>
21. Komisijos komunikatas europos parlamentui, tarybai, europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui. 2021m. kovo 9 d. COM(2021) 118 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX:52021DC0118>
22. ONU management and control interface (OMCI) specification <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.988-202211-I/en>
23. Plėštys, R., Dabulytė-Bagdonavičienė, J., & Gudaitienė, R. (2023). Slopinimų skaičiavimas optinėje magistralėje su skirstomosiomis atšakomis. Mokslo taikomieji tyrimai Lietuvos kolegijose. <https://doi.org/10.59476/mtt.v2i19.630>
24. Regia. (2024). Užgirių kaimas [Žemėlapis]. Lietuvos erdvinės informacijos portalas. Paimta 2024 m. kovo 21 d. iš <https://regia.lt/map/>
25. Single-mode fibre optic connectors <https://handle.itu.int/11.1002/1000/9324>
26. Valstybės duomenų agentūra. Statistikos terminų žodynas. Socialinė statistika <https://osp.stat.gov.lt/statistikos-terminu-zodynas?popup=true&termId=918>
27. Vocabulary of terms for ISDNs <https://www.itu.int/rec/T-REC-I.112-199303-I/en>

PRIEDAI

1 priedas.

Skirstomųjų dalių (B-PON, C-PON, D-PON, E-PON, F-PON) slopinimas

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D5-B-2(1:4)	0.4		6.02	0.3	6.72
D5-B-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D4-B-1(1:2)	0.4		12.04	0.3	12.74
D3-B-1(1:4)	0.4		6.02	0.3	6.72
D2-B-1(1:32)	0.4		15.05	0.3	15.75
D1-B-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D5-C-2(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74
D5-C-1(1:2)	0.4		3.01	0.3	3.71
D4-C-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D3-C-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74
D2-C-1(1:4)	0.4		6.02	0.3	6.72
D1-C-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D3-D-2(1:4)	0.4		6.02	0.3	6.72
D3-D-1(1:4)	0.4		6.02	0.3	6.72
D2-D-1(1:32)	0.4		15.05	0.3	15.75
D1-D-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D3-E-2(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D3-E-1(1:32)	0.4		15.05	0.3	15.75
D2-E-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D1-E-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74

Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D3-E-2(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D3-E-1(1:8)	0.4		9.03	0.3	9.73
D2-F-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74
D1-F-1(1:16)	0.4		12.04	0.3	12.74

		POLT	0.999990								T(h)=	8766		
		PSFP	0.999990											
		P(OLT-SFP)	0.999980											
D1-F	L1,km	0.6	PL	0.999998	MTTR	14	FIT	120	MTBF	8.33E+06	U=	1.68E-06	951	1.68E-06
	Sj,dB	0.05	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
	S(L+),dB	0.2	P(OLT-D)	0.999977								2.88E-06		
0.5	E0, dB	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
	C11,dB	5.1962	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
	C10, dB	1.5631	P(OLT-ONU)	0.99997								7.54E-06		
	S(OLT-D1),dB	5.6962												2.29E-05
	S(OLT-D0),dB	2.0631												
D2-F	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
	Sj,dB	0.05	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
	S(L+),dB	0.0625	P(OLT-D)	0.999976								1.34E-06		
0.3625	E0, dB	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
	C11,dB	3.2216	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
	C10, dB	2.8088	P(OLT-ONU)	0.999968								7.54E-06		
	S(OLT-D1),dB	5.6472												2.42E-05
	S(OLT-D0),dB	5.2344												
D3-F	L1,km	0.05	PL	1.000000	MTTR	14	FIT	10	MTBF	1.00E+08	U=	1.40E-07	11408	1.40E-07
	Sj,dB	0.05	PD	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
	S(L+),dB	0.0625	P(OLT-D)	0.999974								1.34E-06		
0.3625	E0, dB	0.3	PP	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
	C11,dB	3.0103	PONU	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
	C10, dB	3.0103	P(OLT-ONU)	0.999967								7.54E-06		
	S(OLT-D1),dB	8.6072												
	S(OLT-D0),dB	8.6072								2.56E-05	MTTR(h)=		4	5.56E-06
MTBF=MTTR/U									1.56E+05	17.85	metu	MTBF		

3 priedas.

B-PON, C-PON, D-PON, E-PON, F-PON žiniaraščių sudarymas

Pavadinimas	Žymėjimas	Parametras		Panaudojimo vieta		Poreikis	Ilgis, m	Atsargam	Standartas	G.652	Kiekis	APC	G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	SFP	
		N:M		Pradžia	Pabaiga																
Kabelis	L			OLT	D1-B	5000	100		G.652	5100		72	750	5100	6	2	1	2	1		0
Daliklis	D1-B	0.95	5.00						IEC	1				5100	1						
Jungtis			APC	D1-B	D1-B-1				IEC	1	1				1						
Daliklis	D1-B-1		1:2	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC		2				IEC	2	2										
Kabelis	L			D1-B	D2-B		100		G657	100			100								
Daliklis	D2-B	0.55	0.45	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D2-B	D2-B-1				IEC	1	1										
Daliklis	D2-B-1		1:32	1					IEC	1										1	
Jungtis			APC		32				IEC	32	32										
Kabelis	L			D2-B	D3-B		250		G657	250			250								
Daliklis	D3-B	0.90	0.10	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D3-B	D3-B-1				IEC	1	1										
Daliklis	D3-B-1		1:4	1					IEC	1						1					
Jungtis			APC		4				IEC	4	4										
Kabelis	L			D3-B	D4-B		100		G657	100			100								
Daliklis	D4-B	0.45	0.55	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D4-B	D4-B-1				IEC	1	1										
Daliklis	D4-B-1		1:16	1					IEC	1										1	
Jungtis			APC		16				IEC	16	16										
Kabelis	L			D4-B	D5-B		300		G657	300			300								
Daliklis	D5-B	0.35	0.65	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D5-B	D5-B-1				IEC	1	1										
Jungtis			APC	D5-B	D5-B-2				IEC	1	1										
Daliklis	D5-B-1		1:8	1					IEC	1							1				
Jungtis			APC		8				IEC	8	8										
Daliklis	D5-B-2		1:4	1					IEC	1						1					
Jungtis			APC		4				IEC	4	4										

Pavadinimas	Žymėjimas	Parametras		Panaudojimo vieta		Poreikis	Ilgis, m	Atsargam	Standartas	G.652	Kiekis	APC	G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	SFP	
		N:M		Pradžia	Pabaiga																
Kabelis	L			OLT	D1-C	5000	100		G.652	5100		68	550	5100	6	1	1	3	0		0
Daliklis	D1-C	0.80	0.20						IEC	1				5100	1						
Jungtis			APC	D1-C	D1-C-1				IEC	1	1				1						
Daliklis	D1-C-1		1:16	1					IEC	1										1	
Jungtis			APC		16				IEC	16	16										
Kabelis	L			D1-C	D2-C		250		G657	250			250								
Daliklis	D2-C	0.95	0.05	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D2-C	D2-C-1				IEC	1	1										
Daliklis	D2-C-1		1:4	1					IEC	1						1					
Jungtis			APC		4				IEC	4	4										
Kabelis	L			D2-C	D3-C		100		G657	100			100								
Daliklis	D3-C	0.65	0.35	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D3-C	D3-C-1				IEC	1	1										
Daliklis	D3-C-1		1:16	1					IEC	1										1	
Jungtis			APC		16				IEC	16	16										
Kabelis	L			D3-C	D4-C		150		G657	150			150								
Daliklis	D4-C	0.70	0.30	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D4-C	D4-C-1				IEC	1	1										
Daliklis	D4-C-1		1:8	1					IEC	1							1				
Jungtis			APC		8				IEC	8	8										
Kabelis	L			D4-C	D5-C		50		G657	50			50								
Daliklis	D5-C	0.90	0.10	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC	D5-C	D5-C-1				IEC	1	1										
Jungtis			APC	D5-C	D5-C-2				IEC	1	1										
Daliklis	D5-C-1		1:2	1					IEC	1					1						
Jungtis			APC		2				IEC	2	2										
Daliklis	D5-C-2		1:16	1					IEC	1										1	
Jungtis			APC		16				IEC	16	16										

Pavadināms	Zīmējums	Parametras		Panaudojimo vieta		Poreikis	Standartas	APC	G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	SFP	
		N:M	Pradžia	Pabaiga	Ilgis, m												Atsarga, m
Kabelis	L			OLT	D1-D	5000	100	G.652	5100	60	450	5100					
Dalīklis	D1-D	0.75	0.25					IEC	1			1					
Jungtis		APC		D1-D	D1-D-1			IEC	1	1							
Dalīklis	D1-D-1	1:16	1					IEC	1					1			
Jungtis		APC			16			IEC	16	16							
Kabelis	L			D1-D	D2-D		350	G657	350		350						
Dalīklis	D2-D	0.20	0.80	1				IEC	1			1					
Jungtis		APC		D2-D	D2-D-1			IEC	1	1							
Dalīklis	D2-D-1	1:32	1					IEC	1						1		
Jungtis		APC			32			IEC	32	32							
Kabelis	L			D2-D	D3-D		100	G657	100		100						
Dalīklis	D3-D	0.50	0.50	1				IEC	1			1					
Jungtis		APC		D3-D	D3-D-1			IEC	1	1							
Jungtis		APC		D3-D	D3-D-2			IEC	1	1							
Dalīklis	D3-D-1	1:4	1					IEC	1			1					
Jungtis		APC			4			IEC	4	4							
Dalīklis	D3-D-2	1:4	1					IEC	1			1					
Jungtis		APC			4			IEC	4	4							

Pavadināms	Zīmējums	Parametras		Panaudojimo vieta		Poreikis	Standartas	APC	G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	SFP		
		N:M	Pradžia	Pabaiga	Ilgis, m												Atsarga, m	G.652
Kabelis	L			OLT	D1-E	5000	100	G.652	5100	68	100	5100	3	0	2	1	1	0
Dalīklis	D1-E	0.75	0.25					IEC	1			1						
Jungtis		APC		D1-E	D1-E-1			IEC	1	1								
Dalīklis	D1-E-1	1:16	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			16			IEC	16	16								
Kabelis	L			D1-E	D2-E		50	G657	50		50							
Dalīklis	D2-E	0.80	0.20	1				IEC	1			1						
Jungtis		APC		D2-E	D2-E-1			IEC	1	1								
Dalīklis	D2-E-1	1:8	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			8			IEC	8	8								
Kabelis	L			D2-E	D3-E		50	G657	50		50							
Dalīklis	D3-E	0.10	0.90	1				IEC	1			1						
Jungtis		APC		D3-E	D3-E-1			IEC	1	1								
Jungtis		APC		D3-E	D3-E-2			IEC	1	1								
Dalīklis	D3-E-1	1:32	1					IEC	1						1			
Jungtis		APC			32			IEC	32	32								
Dalīklis	D3-E-2	1:8	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			8			IEC	8	8								

Pavadināms	Zīmējums	Parametras		Panaudojimo vieta		Poreikis	Standartas	APC	G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	SFP		
		N:M	Pradžia	Pabaiga	Ilgis, m												Atsarga, m	G.652
Kabelis	L			OLT	D1-F	5000	100	G.652	5100	52	100	5100	3	0	2	2	0	
Dalīklis	D1-F	0.70	0.30					IEC	1			1						
Jungtis		APC		D1-F	D1-F-1			IEC	1	1								
Dalīklis	D1-F-1	1:16	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			16			IEC	16	16								
Kabelis	L			D1-F	D2-F		50	G657	50		50							
Dalīklis	D2-F	0.50	0.50	1				IEC	1			1						
Jungtis		APC		D2-F	D2-F-1			IEC	1	1								
Dalīklis	D2-F-1	1:16	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			16			IEC	16	16								
Kabelis	L			D2-F	D3-F		50	G657	50		50							
Dalīklis	D3-F	0.50	0.50	1				IEC	1			1						
Jungtis		APC		D3-F	D3-F-1			IEC	1	1								
Jungtis		APC		D3-F	D3-F-2			IEC	1	1								
Dalīklis	D3-F-1	1:8	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			8			IEC	8	8								
Dalīklis	D3-F-2	1:8	1					IEC	1					1				
Jungtis		APC			8			IEC	8	8								

Užgirių gyvenvietės detalus žemėlapis



Daliklių sujungimas skirstomosiose dėžutėse

OLT	PON F					
	PON E					
	PON D					
	PON C					
	PON B					
	PON A					

ASD Nr.	Daliklis	Pavadinimas	Adresas	Kontaktas		
ASD1	D1-B	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in	A
		Magistralė	D2-B	X		
		Skirstomasis	D1-B-1	Y		
	D1-B-1	Skirstomasis	D1-B	Y		
		Atšaka	D1-B-1-1	ASD1-1		
		Atšaka	D1-B-1-2	ASD1-2		
	D2-B	Magistralė	D1-B	X		
		Magistralė	D3-B	B	ASD1-iš	B
	D2-B-1	Skirstomasis	D2-B-1	Y		
		Skirstomasis	D2-B	Y		
		Atšaka	D2-B-1-1	ASD1-3		
		Atšaka	D2-B-1-2	ASD1-4		
		Atšaka	D2-B-1-3	ASD1-5		
		Atšaka	D2-B-1-4	ASD1-6		
		Atšaka	D2-B-1-5	ASD1-7		
		Atšaka	D2-B-1-6	ASD1-8		
		Atšaka	D2-B-1-7	ASD1-9		
		Atšaka	D2-B-1-8	ASD1-10		
		Atšaka	D2-B-1-9	ASD1-11		
		Atšaka	D2-B-1-10	ASD1-12		
		Atšaka	D2-B-1-11	ASD1-13		
		Atšaka	D2-B-1-12	ASD1-14		
		Atšaka	D2-B-1-13	ASD1-15		
		Atšaka	D2-B-1-14	ASD1-16		
		Atšaka	D2-B-1-15	ASD1-17		
		Atšaka	D2-B-1-16	ASD1-18		
		Atšaka	D2-B-1-17	ASD1-19		
		Atšaka	D2-B-1-18	ASD1-20		
		Atšaka	D2-B-1-19	ASD1-21		
		Atšaka	D2-B-1-20	ASD1-22		
		Atšaka	D2-B-1-21	ASD1-23		
		Atšaka	D2-B-1-22	ASD1-24		
		Atšaka	D2-B-1-23	ASD1-25		
		Atšaka	D2-B-1-24	ASD1-26		
Atšaka		D2-B-1-25	ASD1-27			
Atšaka		D2-B-1-26	ASD1-28			
Atšaka		D2-B-1-27	ASD1-29			
Atšaka		D2-B-1-28	ASD1-30			
Atšaka		D2-B-1-29	ASD1-31			
Atšaka		D2-B-1-30	ASD1-32			
Atšaka		D2-B-1-31	ASD1-33			
Atšaka	D2-B-1-32	ASD1-34				

ASD2	D3-B	Magistralė	D2-B	B	ASD2-in	B
		Magistralė	D4-B	X		
		Skirstomasis	D3-B-1	Y		
	D3-B-1	Skirstomasis	D3-B	Y		
		Atšaka	D3-B-1-1	ASD2-1		
		Atšaka	D3-B-1-2	ASD2-2		
		Atšaka	D3-B-1-3	ASD2-3		
	D4-B	Atšaka	D3-B-1-4	ASD2-4		
		Magistralė	D3-B	X		
	D4-B-1	Magistralė	D5-B	C	ASD2-iš	C
		Skirstomasis	D4-B-1	Y		
	D4-B-1	Skirstomasis	D4-B	Y		
		Atšaka	D4-B-1-1	ASD2-5		
Atšaka		D4-B-1-2	ASD2-6			
Atšaka		D4-B-1-3	ASD2-7			
Atšaka		D4-B-1-4	ASD2-8			

ASD3	D5-B	Magistralė	D4-B	C	ASD3-in	C
		Skirstomasis	D5-B-1	Y		
		Skirstomasis	D5-B-2	Y		
	D5-B-1	Skirstomasis	D5-B	Y		
		Atšaka	D5-B-1-1	ASD3-1		
		Atšaka	D5-B-1-2	ASD3-2		
		Atšaka	D5-B-1-3	ASD3-3		
		Atšaka	D5-B-1-4	ASD3-4		
		Atšaka	D5-B-1-5	ASD3-5		
		Atšaka	D5-B-1-6	ASD3-6		
		Atšaka	D5-B-1-7	ASD3-7		
	D5-B-2	Atšaka	D5-B-1-8	ASD3-8		
		Skirstomasis	D5-B	Y		
		Atšaka	D5-B-2-1	ASD3-9		
		Atšaka	D5-B-2-2	ASD3-10		
D5-B-2	Atšaka	D5-B-2-3	ASD3-11			
	Atšaka	D5-B-2-4	ASD3-12			

OLT	PON F
	PON E
	PON D
	PON C
	PON B
	PON A

ASD Nr.	Dalīklis	Pavadināsimas	Adresas	Kontakstas	
ASD1	D1-C	Linijas pradžia	OLT	A	ASD1-in A
		Magistralē	D2-C	X	
		Skirstomasis	D1-C-1	Y	
	D1-C-1	Skirstomasis	D1-C	Y	
		Atšaka	D1-C-1-1	ASD1-1	
		Atšaka	D1-C-1-2	ASD1-2	
		Atšaka	D1-C-1-3	ASD1-3	
		Atšaka	D1-C-1-4	ASD1-4	
		Atšaka	D1-C-1-5	ASD1-5	
		Atšaka	D1-C-1-6	ASD1-6	
		Atšaka	D1-C-1-7	ASD1-7	
		Atšaka	D1-C-1-8	ASD1-8	
		Atšaka	D1-C-1-9	ASD1-9	
		Atšaka	D1-C-1-10	ASD1-10	
		Atšaka	D1-C-1-11	ASD1-11	
		Atšaka	D1-C-1-12	ASD1-12	
		Atšaka	D1-C-1-13	ASD1-13	
		Atšaka	D1-C-1-14	ASD1-14	
		Atšaka	D1-C-1-15	ASD1-15	
		Atšaka	D1-C-1-16	ASD1-16	
	D2-C	Magistralē	D1-C	X	
		Magistralē	D3-C	B	ASD1-iš B
	D2-C-1	Skirstomasis	D2-C-1	Y	
		Skirstomasis	D2-C	Y	
		Atšaka	D2-C-1-1	ASD1-17	
		Atšaka	D2-C-1-2	ASD1-18	
		Atšaka	D2-C-1-3	ASD1-19	
		Atšaka	D2-C-1-4	ASD1-20	

ASD2	D3-C	Magistralē	D2-C	B	ASD2-in B
		Magistralē	D4-C	X	
		Skirstomasis	D3-C-1	Y	
	D3-C-1	Skirstomasis	D3-C	Y	
		Atšaka	D3-C-1-1	ASD2-1	
		Atšaka	D3-C-1-2	ASD2-2	
		Atšaka	D3-C-1-3	ASD2-3	
		Atšaka	D3-C-1-4	ASD2-4	
		Atšaka	D3-C-1-5	ASD2-5	
		Atšaka	D3-C-1-6	ASD2-6	
		Atšaka	D3-C-1-7	ASD2-7	
		Atšaka	D3-C-1-8	ASD2-8	
		Atšaka	D3-C-1-9	ASD2-9	
		Atšaka	D3-C-1-10	ASD2-10	
		Atšaka	D3-C-1-11	ASD2-11	
		Atšaka	D3-C-1-12	ASD2-12	
		Atšaka	D3-C-1-13	ASD2-13	
		Atšaka	D3-C-1-14	ASD2-14	
		Atšaka	D3-C-1-15	ASD2-15	
		Atšaka	D3-C-1-16	ASD2-16	
	D4-C	Magistralē	D3-C	X	
		Magistralē	D5-C	D	ASD2-iš D
	D4-C-1	Skirstomasis	D4-C-1	Y	
		Skirstomasis	D4-C	Y	
		Atšaka	D4-C-1-1	ASD2-17	
		Atšaka	D4-C-1-2	ASD2-18	
		Atšaka	D4-C-1-3	ASD2-19	
		Atšaka	D4-C-1-4	ASD2-20	
		Atšaka	D4-C-1-5	ASD2-21	
		Atšaka	D4-C-1-6	ASD2-22	
Atšaka		D4-C-1-7	ASD2-23		
Atšaka	D4-C-1-8	ASD2-24			

ASD3	D5-C	Magistralē	D4-C	D	ASD3-in D
		Skirstomasis	D5-C-1	Y	
		Skirstomasis	D5-C-2	Y	
	D5-C-1	Skirstomasis	D5-C	Y	
		Atšaka	D5-C-1-1	ASD3-1	
	Atšaka	D5-C-1-2	ASD3-2		
	D5-C-2	Skirstomasis	D5-C	Y	
		Atšaka	D5-C-2-1	ASD3-3	
		Atšaka	D5-C-2-2	ASD3-4	
		Atšaka	D5-C-2-3	ASD3-5	
		Atšaka	D5-C-2-4	ASD3-6	
		Atšaka	D5-C-2-5	ASD3-7	
		Atšaka	D5-C-2-6	ASD3-8	
		Atšaka	D5-C-2-7	ASD3-9	
		Atšaka	D5-C-2-8	ASD3-10	
		Atšaka	D5-C-2-9	ASD3-11	
		Atšaka	D5-C-2-10	ASD3-12	
		Atšaka	D5-C-2-11	ASD3-13	
		Atšaka	D5-C-2-12	ASD3-14	
		Atšaka	D5-C-2-13	ASD3-15	
Atšaka		D5-C-2-14	ASD3-16		
Atšaka	D5-C-2-15	ASD3-17			
Atšaka	D5-C-2-16	ASD3-18			

OLT	PON F
	PON E
	PON D
	PON C
	PON B
	PON A

ASD Nr.	Dalīklis	Pavadināsimas	Adresas	Kontakts		
ASD1	D1-D	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in A	
		Magistralē	D2-D	X		
	D1-D-1	Skirstomasis	D1-D-1	Y		
		Skirstomasis	D1-D	Y		
		Atšaka	D1-D-1-1	ASD1-1		
		Atšaka	D1-D-1-2	ASD1-2		
		Atšaka	D1-D-1-3	ASD1-3		
		Atšaka	D1-D-1-4	ASD1-4		
		Atšaka	D1-D-1-5	ASD1-5		
		Atšaka	D1-D-1-6	ASD1-6		
		Atšaka	D1-D-1-7	ASD1-7		
		Atšaka	D1-D-1-8	ASD1-8		
		Atšaka	D1-D-1-9	ASD1-9		
		Atšaka	D1-D-1-10	ASD1-10		
		Atšaka	D1-D-1-11	ASD1-11		
		Atšaka	D1-D-1-12	ASD1-12		
		Atšaka	D1-D-1-13	ASD1-13		
		Atšaka	D1-D-1-14	ASD1-14		
		Atšaka	D1-D-1-15	ASD1-15		
	Atšaka	D1-D-1-16	ASD1-16			
	D2-D	Magistralē	D1-D	X		
		Magistralē	D3-D	B	ASD1-iš B	
		Skirstomasis	D2-D-1	Y		
		D2-D-1	Skirstomasis	D2-D	Y	
			Atšaka	D2-D-1-1	ASD1-17	
			Atšaka	D2-D-1-2	ASD1-18	
			Atšaka	D2-D-1-3	ASD1-19	
			Atšaka	D2-D-1-4	ASD1-20	
			Atšaka	D2-D-1-5	ASD1-21	
			Atšaka	D2-D-1-6	ASD1-22	
			Atšaka	D2-D-1-7	ASD1-23	
			Atšaka	D2-D-1-8	ASD1-24	
			Atšaka	D2-D-1-9	ASD1-25	
			Atšaka	D2-D-1-10	ASD1-26	
			Atšaka	D2-D-1-11	ASD1-27	
			Atšaka	D2-D-1-12	ASD1-28	
			Atšaka	D2-D-1-13	ASD1-29	
			Atšaka	D2-D-1-14	ASD1-30	
			Atšaka	D2-D-1-15	ASD1-31	
			Atšaka	D2-D-1-16	ASD1-32	
			Atšaka	D2-D-1-17	ASD1-33	
			Atšaka	D2-D-1-18	ASD1-34	
			Atšaka	D2-D-1-19	ASD1-35	
			Atšaka	D2-D-1-20	ASD1-36	
			Atšaka	D2-D-1-21	ASD1-37	
			Atšaka	D2-D-1-22	ASD1-38	
			Atšaka	D2-D-1-23	ASD1-39	
			Atšaka	D2-D-1-24	ASD1-40	
Atšaka			D2-D-1-25	ASD1-41		
Atšaka			D2-D-1-26	ASD1-42		
Atšaka			D2-D-1-27	ASD1-43		
Atšaka			D2-D-1-28	ASD1-44		
Atšaka	D2-D-1-29		ASD1-45			
Atšaka	D2-D-1-30	ASD1-46				
Atšaka	D2-D-1-31	ASD1-47				
Atšaka	D2-D-1-32	ASD1-48				

ASD2	D3-D	Magistralē	D2-D	B	ASD2-in B	
		Skirstomasis	D3-D-1	Y		
		Skirstomasis	D3-D-2	Y		
	D3-D-1	Skirstomasis	D3-D	Y		
		Atšaka	D3-D-1-1	ASD2-1		
		Atšaka	D3-D-1-2	ASD2-2		
		Atšaka	D3-D-1-3	ASD2-3		
	D3-D-2	Atšaka	D3-D-1-4	ASD2-4		
		Skirstomasis	D3-D	Y		
		Atšaka	D3-D-2-1	ASD2-5		
		Atšaka	D3-D-2-2	ASD2-6		
		Atšaka	D3-D-2-3	ASD2-7		
			Atšaka	D3-D-2-4	ASD2-8	

OLT	PON F
	PON E
	PON D
	PON C
	PON B
	PON A

ASD Nr.	Daliklis	Pavadinimas	Adresas	Kontakts	
ASD1	D1-E	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in A
		Magistralė	D2-E	X	
		Skirstomasis	D1-E-1	Y	
	D1-E-1	Skirstomasis	D1-E	Y	
		Atšaka	D1-E-1-1	ASD1-1	
		Atšaka	D1-E-1-2	ASD1-2	
		Atšaka	D1-E-1-3	ASD1-3	
		Atšaka	D1-E-1-4	ASD1-4	
		Atšaka	D1-E-1-5	ASD1-5	
		Atšaka	D1-E-1-6	ASD1-6	
		Atšaka	D1-E-1-7	ASD1-7	
		Atšaka	D1-E-1-8	ASD1-8	
		Atšaka	D1-E-1-9	ASD1-9	
		Atšaka	D1-E-1-10	ASD1-10	
		Atšaka	D1-E-1-11	ASD1-11	
		Atšaka	D1-E-1-12	ASD1-12	
		Atšaka	D1-E-1-13	ASD1-13	
		Atšaka	D1-E-1-14	ASD1-14	
		Atšaka	D1-E-1-15	ASD1-15	
	Atšaka	D1-E-1-16	ASD1-16		
	D2-E	Magistralė	D1-E	X	
		Magistralė	D3-E	B	ASD1-iš B
		Skirstomasis	D2-E-1	Y	
	D2-E-1	Skirstomasis	D2-E	Y	
		Atšaka	D2-E-1-1	ASD1-17	
		Atšaka	D2-E-1-2	ASD1-18	
		Atšaka	D2-E-1-3	ASD1-19	
		Atšaka	D2-E-1-4	ASD1-20	
		Atšaka	D2-E-1-5	ASD1-21	
		Atšaka	D2-E-1-6	ASD1-22	
		Atšaka	D2-E-1-7	ASD1-23	
	Atšaka	D2-E-1-8	ASD1-24		

ASD2	D3-E	Magistralė	D2-E	B	ASD1-in B
		Skirstomasis	D3-E-1	Y	
		Skirstomasis	D3-E-2	Y	
	D3-E-1	Skirstomasis	D3-E	Y	
		Atšaka	D3-E-1-1	ASD2-1	
		Atšaka	D3-E-1-2	ASD2-2	
		Atšaka	D3-E-1-3	ASD2-3	
		Atšaka	D3-E-1-4	ASD2-4	
		Atšaka	D3-E-1-5	ASD2-5	
		Atšaka	D3-E-1-6	ASD2-6	
		Atšaka	D3-E-1-7	ASD2-7	
		Atšaka	D3-E-1-8	ASD2-8	
		Atšaka	D3-E-1-9	ASD2-9	
		Atšaka	D3-E-1-10	ASD2-10	
		Atšaka	D3-E-1-11	ASD2-11	
		Atšaka	D3-E-1-12	ASD2-12	
		Atšaka	D3-E-1-13	ASD2-13	
		Atšaka	D3-E-1-14	ASD2-14	
		Atšaka	D3-E-1-15	ASD2-15	
		Atšaka	D3-E-1-16	ASD2-16	
		Atšaka	D3-E-1-17	ASD2-17	
		Atšaka	D3-E-1-18	ASD2-18	
		Atšaka	D3-E-1-19	ASD2-19	
		Atšaka	D3-E-1-20	ASD2-20	
		Atšaka	D3-E-1-21	ASD2-21	
		Atšaka	D3-E-1-22	ASD2-22	
		Atšaka	D3-E-1-23	ASD2-23	
		Atšaka	D3-E-1-24	ASD2-24	
		Atšaka	D3-E-1-25	ASD2-25	
		Atšaka	D3-E-1-26	ASD2-26	
		Atšaka	D3-E-1-27	ASD2-27	
		Atšaka	D3-E-1-28	ASD2-28	
		Atšaka	D3-E-1-29	ASD2-29	
		Atšaka	D3-E-1-30	ASD2-30	
		Atšaka	D3-E-1-31	ASD2-31	
Atšaka	D3-E-1-32	ASD2-32			
D3-E-2	Skirstomasis	D3-E	Y		
	Atšaka	D3-E-2-1	ASD2-33		
	Atšaka	D3-E-2-2	ASD2-34		
	Atšaka	D3-E-2-3	ASD2-35		
	Atšaka	D3-E-2-4	ASD2-36		
	Atšaka	D3-E-2-5	ASD2-37		
Atšaka	D3-E-2-6	ASD2-38			
Atšaka	D3-E-2-7	ASD2-39			
Atšaka	D3-E-2-8	ASD2-40			

OLT	PON F	
	PON E	
	PON D	
	PON C	
	PON B	
PON A		

ASD Nr.	Daliklis	Pavadinimas	Adresas	Kontaktas	
ASD1	D1-F	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in A
		Magistralė	D2-F	X	
		Skirstomasis	D1-F-1	Y	
	D1-F-1	Skirstomasis	D1-F	Y	
		Atšaka	D1-F-1-1	ASD1-1	
		Atšaka	D1-F-1-2	ASD1-2	
		Atšaka	D1-F-1-3	ASD1-3	
		Atšaka	D1-F-1-4	ASD1-4	
		Atšaka	D1-F-1-5	ASD1-5	
		Atšaka	D1-F-1-6	ASD1-6	
		Atšaka	D1-F-1-7	ASD1-7	
		Atšaka	D1-F-1-8	ASD1-8	
		Atšaka	D1-F-1-9	ASD1-9	
		Atšaka	D1-F-1-10	ASD1-10	
		Atšaka	D1-F-1-11	ASD1-11	
		Atšaka	D1-F-1-12	ASD1-12	
		Atšaka	D1-F-1-13	ASD1-13	
		Atšaka	D1-F-1-14	ASD1-14	
		Atšaka	D1-F-1-15	ASD1-15	
	Atšaka	D1-F-1-16	ASD1-16		
	D2-F	Magistralė	D1-F	X	
		Magistralė	D3-F	B	ASD1-iš B
		Skirstomasis	D2-F-1	Y	
	D2-F-1	Skirstomasis	D2-F	Y	
		Atšaka	D2-F-1-1	ASD1-17	
		Atšaka	D2-F-1-2	ASD1-18	
		Atšaka	D2-F-1-3	ASD1-19	
		Atšaka	D2-F-1-4	ASD1-20	
		Atšaka	D2-F-1-5	ASD1-21	
		Atšaka	D2-F-1-6	ASD1-22	
		Atšaka	D2-F-1-7	ASD1-23	
		Atšaka	D2-F-1-8	ASD1-24	
		Atšaka	D2-F-1-9	ASD1-25	
Atšaka		D2-F-1-10	ASD1-26		
Atšaka		D2-F-1-11	ASD1-27		
Atšaka		D2-F-1-12	ASD1-28		
Atšaka		D2-F-1-13	ASD1-29		
Atšaka		D2-F-1-14	ASD1-30		
Atšaka		D2-F-1-15	ASD1-31		
Atšaka	D2-F-1-16	ASD1-32			

ASD2	D3-F	Magistralė	D2-F	B	ASD2-in B	
		Skirstomasis	D3-F-1	Y		
		Skirstomasis	D3-F-2	Y		
	D3-F-1	Skirstomasis	D3-F	Y		
		Atšaka	D3-F-1-1	ASD2-1		
		Atšaka	D3-F-1-2	ASD2-2		
		Atšaka	D3-F-1-3	ASD2-3		
		Atšaka	D3-F-1-4	ASD2-4		
		Atšaka	D3-F-1-5	ASD2-5		
		Atšaka	D3-F-1-6	ASD2-6		
		Atšaka	D3-F-1-7	ASD2-7		
		Atšaka	D3-F-1-8	ASD2-8		
		D3-F-2	Skirstomasis	D3-F	Y	
			Atšaka	D3-F-2-1	ASD2-9	
			Atšaka	D3-F-2-2	ASD2-10	
			Atšaka	D3-F-2-3	ASD2-11	
Atšaka	D3-F-2-4		ASD2-12			
Atšaka	D3-F-2-5		ASD2-13			
Atšaka	D3-F-2-6		ASD2-14			
Atšaka	D3-F-2-7		ASD2-15			
Atšaka	D3-F-2-8	ASD2-16				

Tinklo pažeidžiamumo įvertinimas

Atakos per tinklą vektoriaus lentelė (Attack Vector)

Sąlyga	Taip/ Ne	Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar atakuotojas išnaudoja pažeidžiamumą per tinklą	Taip	Ar pažeidžiamumas galimas programiškai?	Ne	Pažeidžiamumas galimas iš nutolusio tinklo	N	0,85	
			Taip	Atakos yra sąlygotas informacijos perdavimo protokolo?	A	0,62	
	Ne	Ar pažeidžiamumas galimas fiziškai prisijungus prie tinklo?	NE	Ar pažeidžiamumas galimas naudojant vietinę taikomąją programą ir jungiantis lokaliai	L	0,55	Užpuoliko įsilaužimo kelias yra ne per tinklo elementą.
			Taip	Atakuotojas turi fiziškai prisijungti prie taikinio	P	0,2	

Atakos per tinklą sudėtingumo lentelė (Attack Complexity Rubric)

Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar atakuotojas gali savarankiškai panaudoti pažeidžiamumą ?	Taip	Atakuotojas gali panaudoti pažeidžiamumo bet kuriuo metu	L	0,77	
	Ne	Atakuotojas gali panaudoti pažeidžiamumo esant tam tikromis sąlygomis	H	0,44	Sėkmingam išpuoliui užpuolikas turi rinkti duomenis tam tikrą laiką, kad galėtų patekti į tinklą.

Bendradarbiavimo atakos metu lentelė (User Interaction Rubric)

Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar atakuotojui reikia kito vartotojo pagalbos atakos įvykdymui?	Ne	Sėkmingai atakai nereikia vartotojų sąveikos (bendradarbiavimo)	N	0,85	
	Taip	Sėkmingai atakai nereikia vartotojų sąveikos (bendradarbiavimo)	R	0,62	Norint sėkmingai įsilaužti į tinklą, užpuolikas turi sulaukti tinkamo laiko tą padaryti.

Atakuotojo privilegijų lentelė (Privileges Required Rubric)

Sąlyga	Taip/ Ne	Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar atakuotojas turi būti autorizotas prie pažeidžiamo komponento prieš pradėdam ataką?	NE	Atakuotojas neautorizuotas	Ne		N	0,85	
	Taip	Ar reikia administratoriaus teisių	NE	Reikalinga vartotojo lygmens prieiga	L	0,62	
			Taip	Reikalinga administratoriaus lygmens prieiga	H	0,27	Norint įsilaužėliui patekti į tinklą, jam yra reikalingos administratoriaus teisės.

Atakuotojo aprėpties lentelė (Scope Rubric)

Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar atakuotojas gali paveikti komponentą, kurio autorystė skiriasi nuo pažeidžiamo komponento autorystės?	Taip	Įtaka atsiranda iš sistemos, kuriais nepriklauso pažeidžiamas komponentas	C	0,00	Įsilaužus į tinklą, įsilaužėlis gali pasiekti tik dalį tinklo topologijos, kadangi kitą dalį administruoja kitos institucijos.
	Taip	Įtaka atsiranda sistemoje, kuriai priklauso pažeidžiamas komponentas	U	0,00	

Konfidencialumo įtakos lentelė (Confidentiality Rubric)

Sąlyga	Taip / Ne	Sąlyga	Taip / Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar tai įtakoja informacijos konfidencialumą?	Taip	Ar atakuotojas gali gauti visą informaciją iš komponento; ar informacijos atskleidimas kritiškas	Taip	Visa informacija prieinama atakuotojui; arba kritinė įvarmacija prieinama	H	0,56	
			Ne	Kai kuri informacija prieinama arba atakuotojas nevaldo informacijos	L	0,22	Įvykus išpuoliui, užpuolikas gali gauti tik dalį informacijos, tačiau jos redaguoti ar keisti jis neturi galimybių.
	Ne	Ar reikia administratoriaus teisių	Ne	Informacija neatskleidžiama	N	0,00	

Integralumo įtakos lentelė (Integrity Impact Rubric)

Sąlyga	Taip / Ne	Sąlyga	Taip/ Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar tai įtakoja informacijos integralumą?	Taip	Ar atakuotojas gali keisti informaciją atakuojamame komponente; ar informacijos modifikavimas kritiškas	Taip	Atakuotojas gali modifikuoti nekritinę informaciją; arba kai kurią kritinę informaciją	H	0,56	
			Ne	Kai kuri informacija Gali būti modifikuojama arba atakuotojas negali keisti informacijos kritiškumo laipsnį	L	0,22	Duomenų modifikavimas yra galimas, tačiau yra ribotas kiekis.
	Ne		NE	Informacijos integralumas nepažeidžiamas	N	0,00	

Įtakos pasiekiamumui lentelė (Availability Impact Rubric)

Sąlyga	Taip / Ne	Sąlyga	Taip / Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paiškinimas
Ar gali būti įtaka informacijos pasiekiamumui?	Taip	Ar atakuotojas gali vykdyti DDOS ataką; ar informacijos šaltinio pasiekiamumas kritinis	Taip	Informacijos šaltinis yra visai nepasiekiamas ar esminiai nepasiekiamas	H	0,56	
			Ne	Informacijos šaltinio nepasiekiamumas yra nekritinis	L	0,22	Paslaugos pasiekiamumas sumažėja, tačiau jis nėra nutraukiamas. Paslaugos apribojamos yra tik dalinai be didesnių padarinių.
	Ne		Ne	Informacijos pasiekiamumas nepažeidžiamas	N	0,00	

Signalų slopinimų detalūs skaičiavimai

B-PON magistralės slopinimo skaičiavimas

Pabaiga	Magistralė	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$I(S_{n1}+E)dB$	$10^{S/10}$	$10^{I/10}$	C_{10}	$C_{10}dB$	$\Sigma C_{10}dB$	C_{11}	$C_{11}dB$	N:M				$C'_{10}dB$	$C'_{11}dB$	$I(S_{n1}+E)_dB$	ΣC_{10} Kitaip	$T_{10}dB$		
													N:M		N':M'								
													R	Q	R'	Q'							
Pabaiga	D5-B	1	9.73	0.4075	7.13	1.9999	0.5000	0.3333	-10lgC10=	4.7710	4.7710	0.6667	-10lgC11=	1.7610	0.33	0.67	0.35	0.65	4.5593	1.7610	2.15	6.7446	20.3806
	D4-B	2	12.74	0.425	7.55	1.2138	0.8239	0.4517	-10lgC10=	3.4514	8.2224	0.5483	-10lgC11=	2.6099	0.45	0.55	0.45	0.55	3.4679	2.6099	1.74	3.2767	20.3641
	D3-B	3	6.72	0.4125	7.97	0.1243	8.0443	0.8894	-10lgC10=	0.5089	8.7313	0.1106	-10lgC11=	9.5638	0.89	0.11	0.90	0.10	0.4576	9.5638	1.31	2.8191	20.4154
	D2-B	4	15.75	0.45	8.42	0.8042	1.2434	0.5543	-10lgC10=	2.5629	11.2942	0.4457	-10lgC11=	3.5092	0.55	0.45	0.55	0.45	2.5964	3.5092	0.90	0.2228	20.3819
Pradžia	D1-B	5	3.71	0.45	8.87	0.0251	39.8030	0.9755	-10lgC10=	0.1078	11.4019	0.0245	-10lgC11=	16.1069	0.98	0.02	0.95	0.05	0.2228	16.1069	0.45	0.2228	20.4897

C-PON magistralės slopinimo skaičiavimas

Pabaiga	Magistralė	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$I(S_{n1}+E)dB$	$10^{S/10}$	$10^{I/10}$	C_{10}	$C_{10}dB$	$\Sigma C_{10}dB$	C_{11}	$C_{11}dB$	N:M				$C'_{10}dB$	$C'_{11}dB$	$I(S_{n1}+E)_dB$	ΣC_{10} Kitaip	$T_{10}dB$		
													N:M		N':M'								
													R	Q	R'	Q'							
Pabaiga	D5-C	1	3.71	0.41	13.15	0.1250	7.9983	0.8889	-10lgC10=	0.5116	0.5116	0.1111	-10lgC11=	9.5416	0.89	0.11	0.90	0.10	0.4576	9.5416	2.15	4.6118	20.0084
	D4-C	2	9.73	0.43	13.57	0.4047	2.4707	0.7119	-10lgC10=	1.4760	1.9876	0.2881	-10lgC11=	5.4042	0.71	0.29	0.70	0.30	1.5490	5.4042	1.74	3.0627	19.9353
	D3-C	3	12.74	0.41	13.99	0.5225	1.8139	0.6568	-10lgC10=	1.8256	3.8132	0.3432	-10lgC11=	4.6447	0.66	0.34	0.65	0.35	1.8709	4.6447	1.31	1.9191	19.8900
	D2-C	4	6.72	0.45	14.44	0.0780	12.8162	0.9276	-10lgC10=	0.3263	4.1395	0.0724	-10lgC11=	11.4039	0.93	0.07	0.95	0.05	0.2228	11.4039	0.90	0.9691	19.9936
Pradžia	D1-C	5	12.74	0.45	14.89	0.2610	3.8313	0.7930	-10lgC10=	1.0072	5.1466	0.2070	-10lgC11=	6.8406	0.79	0.21	0.80	0.20	0.9691	6.8406	0.45	0.9691	21.0007

D-PON magistralės slopinimo skaičiavimas

Pabaiga	Magistralė	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$I(S_{n1}+E)dB$	$10^{S/10}$	$10^{I/10}$	C_{10}	$C_{10}dB$	$\Sigma C_{10}dB$	C_{11}	$C_{11}dB$	N:M				$C'_{10}dB$	$C'_{11}dB$	$I(S_{n1}+E)_dB$	ΣC_{10} Kitaip	$T_{10}dB$		
													N:M		N':M'								
													R	Q	R'	Q'							
Pabaiga	D3-D	1	6.72	0.41	7.13	1.0000	1.0000	0.5000	-10lgC10=	3.0103	3.0103	0.5000	-10lgC11=	3.0103	0.50	0.50	0.50	0.50	3.0103	3.0103	1.25	8.2391	19.2144
	D2-D	2	15.75	0.43	7.55	3.6410	0.2747	0.2155	-10lgC10=	6.6661	9.6764	0.7845	-10lgC11=	1.0539	0.22	0.78	0.20	0.80	6.9897	1.0539	0.84	1.2494	18.9908
Pradžia	D1-D	3	12.74	0.41	7.97	0.3558	2.8108	0.7376	-10lgC10=	1.3220	10.9984	0.2624	-10lgC11=	5.8099	0.74	0.26	0.75	0.25	1.2494	5.8099	0.41	0.0000	18.9634



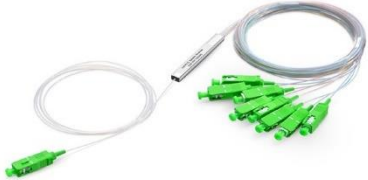
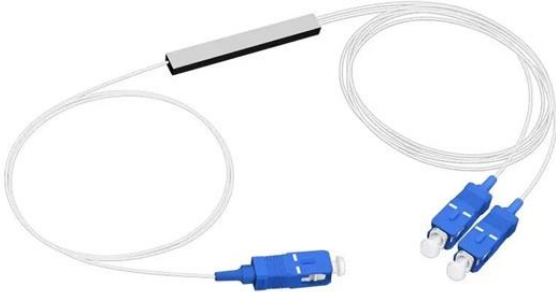

E-PON magistralės slopinimo skaičiavimas


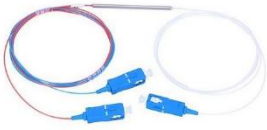
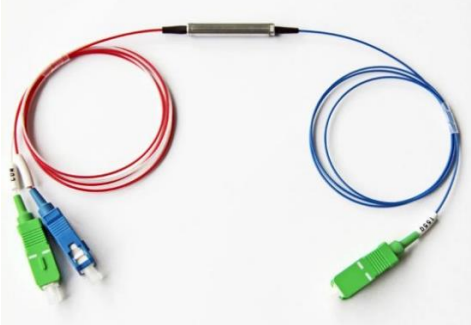
Pabaiga	Magistralė	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$I(S_{n1}+E)dB$	$10^{S/10}$	$10^{I/10}$	C_{10}	$C_{10}dB$	$\Sigma C_{10}dB$	C_{11}	$C_{11}dB$	N:M				$C'_{10}dB$	$C'_{11}dB$	$I(S_{n1}+E)_dB$	ΣC_{10} Kitaip	$T_{10}dB$		
													N:M		N':M'								
													R	Q	R'	Q'							
Pabaiga	D3-E	1	15.75	0.41	7.13	7.9983	0.1250	0.1111	-10lgC10=	9.5416	9.5416	0.8889	-10lgC11=	0.5116	0.11	0.89	0.10	0.90	10.0000	0.5116	1.38	2.2185	19.8551
	D2-E	2	9.73	0.41	7.55	0.2021	4.8478	0.8319	-10lgC10=	0.7994	10.3411	0.1681	-10lgC11=	7.7436	0.83	0.17	0.80	0.20	0.9691	7.7436	0.96	1.2494	19.6855
	D1-E	3	12.74	0.55	8.10	0.3058	3.2697	0.7658	-10lgC10=	1.1589	11.5000	0.2342	-10lgC11=	6.3040	0.77	0.23	0.75	0.25	1.2494	6.3040	0.55	0.0000	19.5950

F-PON magistralės slopinimo skaičiavimas

Pabaiga	Magistralė	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+En$	$I(S_{n1}+E)dB$	$10^{S/10}$	$10^{I/10}$	C_{10}	$C_{10}dB$	$\Sigma C_{10}dB$	C_{11}	$C_{11}dB$	N:M				$C'_{10}dB$	$C'_{11}dB$	$I(S_{n1}+E)_dB$	ΣC_{10} Kitaip	$T_{10}dB$		
													N:M		N':M'								
													R	Q	R'	Q'							
Pabaiga	D3-F	1	9.73	0.41	10.14	1.0000	1.0000	0.5000	-10lgC10=	3.0103	3.0103	0.5000	-10lgC11=	3.0103	0.50	0.50	0.50	0.50	3.0103	3.0103	1.38	4.5593	18.6746
	D2-F	2	12.74	0.41	10.56	0.9093	1.0997	0.5237	-10lgC10=	2.8088	5.8191	0.4763	-10lgC11=	3.2216	0.52	0.48	0.50	0.50	3.0103	3.2216	0.96	1.5490	18.4731
Pradžia	D1-F	3	12.74	0.55	11.11	0.4332	2.3084	0.6977	-10lgC10=	1.5631	7.3822	0.3023	-10lgC11=	5.1962	0.70	0.30	0.70	0.30	1.5490	5.1962	0.55	0.0000	18.4872

8 priedas.
Siūlomos įrangos sąrašas

Įrangos pavadinimas	Įrangos atvaizdas	Įrangos specifikacija
Optinis daliklis 1 x 2 PLC Fiber Splitter		Standartas G.657 (A) Dalinimo santykis 50/50 Darbinis bangos ilgis 1260 – 1650nm
Optinis daliklis 1 x 4 PLC Fiber Splitter		Standartas G.657 (A) Dalinimo santykis 25:25:25:25 Darbinis bangos ilgis 1260 – 1650nm
Optinis daliklis 1 x 8 PLC Fiber Splitter		Standartas G.657 (A) Dalinimo santykis Po lygiai į 8 išvadus Darbinis bangos ilgis 1260 – 1650nm
Optinis daliklis 25:75 1x2 SC/UPC		Dalinimo santykis 25/75 Darbinis bangos ilgis, nm 1310/1490/1550 Laikymo temperatūra -40°C ~ +85°C
Optinis daliklis 30:70 1x2 SC/APC		Standartas G.652 (D) Darbinis bangos ilgis, nm 1310 ir 1550 Laikymo temperatūra -40°C ~ +85°C

Įrangos pavadinimas	Įrangos atvaizdas	Įrangos specifikacija
Optinis daliklis FBT 1x2 (50:50) SC/APC		Dalinimo santykis 50/50 Darbinis bangos ilgis, nm 1310/1550 Laikymo temperatūra -40°C ~ +85°C
EXTRALINK 1X2 FBT Optinis daliklis 45:55 SC/UPC		Dalinimo santykis 55/45 Darbinis bangos ilgis, nm 1310/1490/1550 Laikymo temperatūra -40°C ~ +85°C
FWDM 1550nm Pass. 1310+1490 Reflect Multiplekseris		Praleidžiamos bangos 1540 ~ 1560nm Reflektuojamos bangos 1260 ~ 1360 & 1480 ~ 1500nm Jungtys SC/APC