



**TECHNOLOGIJŲ FAKULTETAS
INFORMATIKOS IR MEDIJŲ TECHNOLOGIJŲ KATEDRA**

Rytis Lekstutis

**IŠMANIŲJŲ TECHNOLOGIJŲ DIEGIMO
KAIMIŠKUOSE REGIONUOSE PROJEKTAS**

Baigiamasis darbas

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

Vadovas dr. Rimantas Plėštys

Kaunas, 2024

TURINYS

ĮVADAS.....	10
1. ANALITINĖ DALIS	12
1.1. Išmaniųjų internetinių technologijų apibūdinimas	12
1.2. Išmaniosios technologijos: kibernetinis požiūris.....	14
1.3. Interneto spartos poreikio kaimiškuose regionuose analizė	15
1.4. Mažos galios ryšio tinklų (LPWAN) panaudojimas išmaniųjų technologijų diegimui ..	16
1.5. PON technologijų galimybių analizė.....	18
1.6. Optinės prieigos panaudojimo kaimiškoje gyvenvietėje galimybių analizė.....	19
1.7. Klovainių gyvenvietės charakteristika.....	21
1.8. Analitinės dalies išvados.....	22
2. PROJEKTO SPECIFIKACIJA	24
3. PROJEKTINĖ DALIS	25
3.1. PON tinklo sandara.....	25
3.2. Tinklo rezervinio srauto pateikiamumas.....	27
3.3. Namų ūkių paskirstymas prijungimui prie magistralės	28
3.4. Tinklo parametrų skaičiavimas	31
3.5. Tinklo daliklių sujungimo schemas.....	34
3.6. Skirstomųjų dėžučių specifikacija	36
3.7. Pateikiamumo skaičiavimas patikimumas	38
3.8. Tinklo įrangos ir medžiagų žiniaraštis.....	39
3.9. Kibernetinio saugumo įvertinimas.....	41
4. EKONOMINĖ DALIS.....	43
4.1. Įrangos pirkimas ir nuoma	43
4.2. Įrangos nusidėvėjimas	44
4.3. Darbo užmokesčio skaičiavimas.....	44
4.4. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos	45
4.5. Projekto sąmata.....	47
4.6. Ekonominės naudos nustatymas	47
IŠVADOS	48
LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI	49
PRIEDAI	51
1 priedas. Numatoma naudoti įranga	52
2 priedas. Namų ūkių išsidėstymas Klovainių gyvenvietėje.....	67

3 priedas. Vektoriaus apskaičiavimas.....	68
4 priedas. PON-A, PON-B, PON-C skirstomosios dėžutės.....	71
5 priedas. Detalių žiniaraščiai PON-B, PON-C, PON-D.....	74
6 priedas. Patikimumo skaičiavimai PON-A, PON-B, PON-C.....	76

LENTELIŲ IR PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

LENTELĖS

1 lentelė. Reikalinga interneto delsa žemės ūkių daiktų internetui	16
2 lentelė. Tinklų veikimo protokolų specifikacijos	18
3 lentelė. Technologijų palyginimas	19
4 lentelė. Namų ūkių skaičius gatvėse	21
5 lentelė. Pirmojo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrai	27
6 lentelė. Antrojo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrai	28
7 lentelė. PON-A tinklo magistralės daliklių slopinimas	31
8 lentelė. PON-A tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas	31
9 lentelė. PON-B tinklo magistralės daliklių slopinimas	32
10 lentelė. PON-B tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas	32
11 lentelė. PON-C tinklo magistralės daliklių slopinimas	32
12 lentelė. PON-C tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas	33
13 lentelė. PON-D tinklo magistralės daliklių slopinimas	33
14 lentelė. PON-D tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas	33
15 lentelė. Skaičiavimų detalizavimas	33
16 lentelė. Tinklo skirstomųjų daliklių slopinimo koeficientai	35
17 lentelė. PON-D tinklo skirstomosios dėžutės sujungimo schema	37
18 lentelė. Patikimumo skaičiavimų laukų paaiškinimai	39
19 lentelė. PON-A tinklo detalių žiniaraštis	40
20 lentelė. Detalių žiniaraščio reikšmių paaiškinimai	41
21 lentelė. Programinės ir techninės įrangos pirkimas	43
22 lentelė. Įrangos nuomos sąmata	43
23 lentelė. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo ir programinės įrangos mokestis	44
24 lentelė. Darbo laiko nustatymas	45
25 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos	45
26 lentelė. Įrangos nuomos sąmata	46
27 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo atlyginimo skaičiavimai	46
28 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata	46
29 lentelė. Projekto sąmata	47

PAVEIKSLAI

1.1 pav. Žemės ūkio poreikių patenkinimui skirta interneto architektūra	17
1.2 pav. Šviesolaidinės struktūros žemėlapis.....	19
1.3 pav. Baltųjų dėmių žemėlapis	20
1.4 pav. 4G/5G pasiekiamumo žemėlapis ir bazinė stotis	20
1.5 pav. Prisijungimo taškų žemėlapis.....	21
1.6 pav. Namų ūkių išsidėstymas Klovainiuose	22
3.1 pav. Tinklo sudarymo schema	25
3.2 pav. PON tinklo išsidėstymas gyvenvietėje.....	26
3.3 pav. Suprojektuoti PON-A ir PON-B pasyvieji optiniai tinklai su dalikliais	29
3.4 pav. Suprojektuoti PON-C ir PON-D pasyvieji optiniai tinklai su dalikliais	30
3.5 pav. Tinklo daliklių sujungimo schemas	35
3.6 pav. PON-D tinklo magistralinių daliklių pateikiamumo skaičiavimai.....	38
3.7 pav. Pažeidžiamumo metrikų grupės	41
3.8 pav. Pažeidžiamumo vektoriaus įvertinimas	42

SĄVOKŲ SĄRAŠAS

Sąvoka	Aprašymas	Literatūros šaltinis
5G	Penktosios kartos mobiliojo ryšio technologija, 4G tęsinys.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
LPWAN (angl. <i>Low-Power Wide-Area Network</i>)	Mažos galios plačios aprėpties tinklas.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
PON (angl. <i>Passive Optical Network</i>)	Pasyvusis optinis tinklas.	(ITU-T, G.9807, 2023)
XGS-PON (angl. <i>10-Gigabit Symmetric Passive Optical Network</i>)	Simetrinė pasyviojo optinio tinklo technologija, palaikanti 10 Gb/s spartą abiejomis kryptimis.	(ITU-T, G.9807, 2023)
G-PON (angl. <i>Gigabit-Capable PON</i>)	Plačiajuosčio pasyvaus optinio integravimo prieigos standartas.	(ITU-T, G.9807, 2023)
DI	Dirbtinis intelektas.	(Wiener, 1948)
FTTx (angl. <i>Fiber to the x</i>)	Bendras plačiajuosčio tinklo jungčių pavadinimas.	(ITU-T, G.9807, 2023)
SMART (angl. <i>Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology</i>)	Savikontrolės, analizės ir ataskaitų teikimo technologija.	(Gaber, Savir, 2017)
Wi-Fi	Belaidžio ryšio technologijos prekinis ženklas, priklausantis Wi-Fi aljansui.	(ITU-T, G.9807, 2023)
ONU (angl. <i>Optical Network Unit</i>)	Optinis galinis įrenginys šviesolaidinės prieigos tinkle.	(ITU-T, G.9807, 2023)
ONU-WiFi (angl. <i>Optical Network Unit – Family of Wireless Network Protocols</i>)	Optinis galinis įrenginys šviesolaidinės prieigos tinkle.	(ITU-T, G.9807, 2023)
XG-PON (angl. <i>10-Gigabit Asymmetric Passive Optical Network</i>)	Asimetrinė pasyviojo optinio tinklo technologija, palaikanti 10 Gb/s atsiuntimo spartą, bei 2,5 Gb/s išsiuntimo spartą.	(ITU-T, G.9807, 2023)
NG-PON2 (angl. <i>Next-Generation Passive Optical Network 2</i>)	Naujos kartos pasyviojo tinklo technologija, galinti bendram sraute palaikyti 40 Gb/s spartą.	(ITU-T, G.9807, 2023)
LTE-M (angl. <i>Long-Term Evolution Machine Type Communication</i>)	Mažos galios plačiajuosčio tinklo radijo ryšio technologijos standartas, skirtas daiktų internetui.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
NB-IoT (angl. <i>NarrowBand-Internet of Things</i>)	Mažos galios plačiajuosčio tinklo (LPWAN) radijo technologijos standartas, sukurtas 3GPP koriniam tinklui.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
EC-GSM (angl. <i>Extended Coverage Global System for Mobile Communication</i>)	Mažos galios plačiajuosčio ryšio technologija. Sukurta kaip didelės talpos, didelio nuotolio, mažai energijos vartojanti ir mažo sudėtingumo sistema, skirta mobiliems ryšiams.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
SigFox	Tinklo operatorius, skirtas daiktų interneto įrenginiams.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
LoRaWAN (angl. <i>Low-Range-Wide-Area Network</i>)	Plačiajuosčio tinklo belaidžio ryšio protokolas, sukurtas daiktų internetui.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
D7AP	Atvirojo kodo belaidžio jutiklių tinklo protokolas.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
M2M (angl. <i>Machine To Machine</i>)	Informacinių ryšių technologijų ir išmaniųjų prijungtų įrenginių derinys, leidžiantis šiems įrenginiams sąveikauti be žmogaus įsikišimo.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)

Sąvoka	Aprašymas	Literatūros šaltinis
LoWPAN (angl. <i>Low-Power Wireless Personal Area Network</i>)	Mažos galios belaidis privačios aprėpties tinklas.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
PI	Plačiąjuostis internetas.	(VšĮ “Plačiąjuostis internetas”)
Zigbee	Standartais pagrįsta belaidė technologija, sukurta daiktų interneto tinklams.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
Li-Fi (angl. <i>Light-Fidelity</i>)	Dvikryptė belaidė sistema, perduodanti duomenis per LED arba infraraudonųjų spindulių šviesą.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)
IoT (angl. <i>Internet Of Things</i>)	Daiktų internetas.	(Srinivasarao Chilamkurthy, Pandey 2022)

SANTRAUKA

Autorius Rytis Lekstutis. *Išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškuose regionuose projektas.*
Baigiamasis darbas. Vadovas dr. Rimantas Plėštys. Kauno kolegija, Technologijų fakultetas,
Informatikos ir medijų technologijų katedra. Kaunas, 2024, 50 psl.

Reikšminiai žodžiai: Pasyvusis optinis tinklas, išmaniosios technologijos, optiniai dalikliai.

Darbe projektuojamas pasyvusis optinis tinklas Klovainių gyvenvietėje. Šiame projekte pagrindinė idėja yra išmaniųjų technologijų pritaikymas kaimiškame regione. Atlikta išmaniųjų technologijų analizė, nustatyta, kad išmaniosios technologijos gali būti prijungtos per radijo bangų ryšį arba per pasyvųjį optinį tinklą. Kadangi Klovainiuose šiuo metu nėra radijo bangų ryšio, tai yra siūlomas PON technologijų diegimas, nustatyta, kad geriausiai tinka XGS-PON technologija. Atlikta daiktų internetui tinkamų technologijų analizė, nustatyta, kad geriausiai tinka mažos galio ryšio tinklų technologija (LPWAN). Atliktas tinklo įgyvendinimui reikalingų techninių parametrų skaičiavimas, įvertintas tinklo pažeidžiamumo vektorius. Apskaičiuotos projekto įgyvendinimo ir palaikymo sąnaudos.

Projektą sudaro šios dalys: įvadas, analitinė dalis, projekto specifikacija, projektinė dalis, ekonominė dalis, išvados bei naudotos literatūros sąrašas.

SUMMARY

Author Rytis Lekstutis. *Project for Implementing Smart Technologies in Rural Regions.* Graduation Thesis. Supervisor PhD Rimantas Plėštys. Kauno kolegija HEI, Faculty of Technologies, Department of Informatics and Media Technologies. Kaunas, 2024, 50 pages.

Keywords: Passive optical network, smart technologies, optical splitters.

The work is designed for implementing a passive optical network in Klovainiai village. In this project, the main idea is the application of smart technologies in a rural region. An analysis of smart technologies has been carried out and it has been found that smart technologies can be connected via radio wave communication or via a passive optical network. Since there is currently no radio wave connection in Klovainiai, it is proposed to implement PON technology, it was determined that the XGS-PON technology fits the best. After an analysis of the technologies suitable for the Internet of things, it was found that the technology of low-power communication network (LPWAN) is the most suitable. The calculation of the technical parameters required for the implementation of the network was performed, and the network vulnerability vector was estimated. Project implementation and support costs are calculated.

The project consists of the following parts: introduction, analytical part, project specification, design part, economic part, conclusions and list of used literature.

ĮVADAS

Baigiamojo darbo aktualumas. Išmaniųjų technologijų diegimui kaimiškose vietovėse būtinas spartus ir patikimas internetas. Pagal valstybės strategiją ir Europos žaliąjį kursą iki 2030 m. namų ūkiai turi turėti 1 Gb/s spartos prieigą prie interneto (Europos žaliasis kursas, n.d.).

VŠĮ „Placiajuostis internetas“ vykdo itin spartaus ryšio infrastruktūros plėtros planą, kuriame numatyta, kad iki 2027 metų ne lėtesne kaip 100 Mb/s spartos prieiga galėtų naudotis ne tik didmiesčių namų ūkiai, bet ir atokių kaimo vietovių būstai (Placiajuostis internetas, 2024).

Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija 2021m. spalio 12d. Vilniuje iniciavo 5G ryšio diegimo Lietuvoje memorandumą. Memorandumo tikslas – užtikrinti, kad iki 2025m. būtų praplėstas 5G ryšys bent 95% Lietuvos žemės ūkių, įskaitant tarptautinius transporto koridorius „Via Baltica“ ir „Rail Baltica“, geležinkelius ir uostus. Pasirašančios šalys - Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, Lietuvos Respublikos ryšių reguliavimo tarnyba, AB „Telia Lietuva“, UAB „Bitė Lietuva“, UAB „TELE2“, VŠĮ „Placiajuostis internetas“, VĮ Lietuvos automobilių kelių direkcija, AB „LTG Infra“ (Memorandumas dėl 5G ryšio diegimo Lietuvoje, 2021).

Lietuvos respublikos vyriausybė nustatė, kad 5G ryšio plėtros Lietuvoje projektas bus reikšmingas ne tik spartesnio interneto įrengimui, bet ir inovacijų vystymui. 5G ryšys leidžia kurtis ir kitoms technologijoms, įskaitant daiktų internetą, robotizaciją bei išmaniuosius įrenginius (Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, 2023).

Praktikos įmonės suformuluota užduotis – parengti išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškoje vietovėje (Klovainiai. Pakruojo raj.) projektą.

Klovainių gyvenvietės tinklo projektas yra suderintas su praktikos vieta VŠĮ „Placiajuostis internetas“. Įmonė patvirtino, kad projektas bus naudingas ir galima jo imtis. Taip pat, kad gyvenvietėje yra reikalingas optinis ryšys ir gigabitinio interneto priėjimas.

Sprendžiama problema. Šiuo metu Klovainiuose nėra užtikrinto 1 gigabito per sekundę interneto ryšio. Interneto prieiga yra reikalinga išmaniosioms technologijoms (transporte, išmaniuose temperatūros jutikliuose, išmaniuose durų skambučiuose, išmaniuose užraktuose, išmaniuose šaldytuvuose, išmaniuose laikrodžiuose, išmaniose apyrankėse, raktų pakabukuose, išmaniuose akiniuose, medicinoje, išmaniuose namuose, išmaniajame švietime, išmanioje policijoje, socialinio draudimo sukčiavimo aptikimuose (išmanioji kriminalistika), dalijimosi ekonomikoje (išmaniosios paslaugos), nuotolinėje sveikatos priežiūroje (išmanioji sveikatos priežiūra), išmaniuosiuose ginkluose, išmaniojoje žemdirbystėje, išmaniuosiuose miškuose, dronuose ir t.t.). Tam, kad Klovainių gyventojai galėtų naudoti norimas išmaniąsias technologijas, yra reikalingas optinis placiajuosčio interneto ryšys.

Darbo objektas. Duomenų perdavimo tinklas išmaniųjų technologijų diegimui Klovainiuose (Pakruojo raj.).

Darbo tikslas. Parengti išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškajame regione projektą.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti išmaniųjų technologijų techninių parametrų analizę;
2. Išnagrinėti 5G(LTE), LPWAN, optinių technologijų galimybes taikyti išmaniąsias technologijas;
3. Parengti išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškajame regione projektą;
4. Atlikti suprojektuoto tinklo patikimumo įvertinimą;
5. Atlikti suprojektuoto tinklo kibernetinio saugumo įvertinimą;
6. Atlikti ekonominį vertinimą;

Analitinėje dalyje atlikta išmaniųjų technologijų apibūdinimo analizė, išnagrinėta reikalinga interneto sparta išmaniųjų technologijų atžvilgiu, atlikta pasyviojo interneto tinklo technologijų pritaikymo analizė, išanalizuota Klovainių gyvenvietės esama interneto ryšio aprėptis (4g/5g pasiekiamumas, „baltosios dėmės“, šviesolaidinė struktūra), atlikta išmaniųjų įrenginių techninių parametrų, 5G, LPWAN bei optinių technologijų analizė. Projektinėje dalyje atlikta išmaniųjų technologijų įrangos įjungimo į internetą parametrų analizė, atliktas namų ūkių paskirstymas prijungimui prie magistralės, atliktos tinklo sujungimo schemas, apskaičiuoti tinklo signalo slopinimo parametrai, atliktas kibernetinio saugumo įvertinimas, atliktas suprojektuoto tinklo patikimumo vertinimas, atliktas tinklo įrangos ir medžiagų poreikių žiniaraščio sudarymas. Ekonominėje dalyje įvertintas projekto įgyvendinimo ir išlaikymo mokestis.

Numatomi darbo rezultatai. Parengtas išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškoje vietovėje (Klovainiai, Pakruojo raj.) projektas.

1. ANALITINĖ DALIS

1.1. Išmaniųjų internetinių technologijų apibūdinimas

Internetas jau apie trisdešimt metų yra tapęs neatsiejama mūsų gyvenimo dalimi. Kiekvieną dieną žmonės naudojami telefonais, kompiuteriais, siunčia vienas kitam elektroninius laiškus, susirašinėja per „Facebook“ ar „Messenger“, naudojami socialiniais tinklais, ieško reikiamos informacijos internete, skaito enciklopedijas, straipsnius, žiūri vaizdo įrašus, pardavinėja savo paslaugas internetinėse svetainėse, mokslininkai naudojami įvairiomis duomenų bazėmis, taip pat internetas yra naudojamas žaidžiant kompiuterinius žaidimus, žiūrint filmus. Lygiai taip pat internetas yra reikalingas ir kaimiškose vietovėse, nors ten žmonių kiekis yra gerokai mažesnis, negu miestuose, tačiau dažnai būtent kaimiškose vietovėse internetas būna gan prastas, ką reiškia, kad operatoriai daugybėje Lietuvos vietovių vis dar negali užtikrinti gigabitinės spartos ryšio. Dėl to nukenčia įvairūs kaimiškų vietovių gyventojai – dauguma jų negali naudotis visomis išmaniosiomis technologijomis, nes paprasčiausiai neužtenka interneto spartos.

Daiktų interneto stebėjimas ir automatizavimas iš bet kurios pasaulio vietos pakeičia žmogų, todėl duoda daugiau naudos žemės ūkiui. Prognozuojama, kad iki 2050 m. daiktų internetą naudojantis žemės ūkis padidins maisto gamybą 70 % ir aprūpins maistu 9,6 mlrd. žmonių, o 525 mln. ūkių bus naudojami 2 mlrd. jutiklių. Dėl šios prognozės populiarėja daiktų internetu grindžiamas žemės ūkis ir ūkininkavimas, žadantis visą laiką matyti dirvožemio ir pasėlių būklę, naudojamą techniką, sandėliavimo sąlygas, naudojamas trąšas, energijos suvartojimą ir gyvūnų elgseną. Daiktų internetas gali padėti ūkininkams daugeliu būdų. Įdiegę jutiklius visuose ūkiuose ir mašinose, ūkininkai gali gauti gausybę įžvalgių duomenų, pavyzdžiui, apie temperatūrą, panaudotas trąšas, sunaudotą vandenį ir kt. Įdiegę išmaniąją sistemą su daiktų internetu, ūkininkai gali lengvai stebėti įvairius aplinkos parametrus ir atlikti analizę (Ahmed, 2018).

Išmaniosios technologijos angl. SMART reiškia savikontrolės, analizės ir ataskaitų teikimo technologiją (angl. *SMART- Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology*) (Hildebrandt, 2020). Dabartinis termino „išmanusis“ vartojimas jau yra kitoks, nes jis reiškia sistemas, galinčias reaguoti į savo aplinkos pokyčius, remiantis įvesties duomenimis, būtent valdymo sąvoka ir gebėjimas valdyti yra esminiai dalykai tiek internetinių, tiek neprisijungusių sistemų kontekste. Išmaniosios technologijos yra skaitmeninės valdymo technologijos, o svarbiausias klausimas yra kieno valdymą jos palengvina (Vinogradova, Popova, 2020).

Jau diegiamos pusiau autonominės transporto priemonės (išmanieji automobiliai), kibernetinės infrastruktūros, pvz., išmanieji namai, kuriuose jutiklių technologijos leidžia prisitaikyti prie temperatūros, šviesos ir elektros energijos tiekimo sistemų, o taip pat daugybė internetinių

architektūrų, kurioms reikalinga prisitaikanti sąveika, (pvz., bendradarbiavimo platformos (išmanusis biuras) ir el. mokymasis (išmanusis švietimas)). Dauguma šių sistemų yra mišrios, t.y. gali būti kaip internetinės ir neprisijungusios (lokalios). Tokių sistemų pavyzdžiais gali būti nusikaltimų kartografavimas (išmanioji policija), socialinio draudimo sukčiavimo aptikimas (išmanioji teismo ekspertizė), dalijimosi ekonomika (išmaniosios paslaugos), nuotolinė sveikatos priežiūra (išmanioji sveikatos priežiūra) ir kt. (Hildebrandt, 2020). Išmaniosios technologijos taip pat diegiamos transporte, išmaniuosiuose temperatūros jutikliuose, išmaniuosiuose durų skambučiuose, išmaniuosiuose užraktuose, išmaniuosiuose šaldytuvuose, išmaniuosiuose laikrodžiuose, išmaniuosiuose apyrankėse, raktų pakabukuose, išmaniuosiuose akiniuose, medicinoje, išmaniuosiuose namuose, išmaniajame švietime, išmaniojoje policijoje, socialinio draudimo sukčiavimo aptikimuose (išmanioji kriminalistika), dalijimosi ekonomikoje (išmaniosios paslaugos), nuotolinėje sveikatos priežiūroje (išmanioji sveikatos priežiūra), išmaniuosiuose ginkluose, išmaniojoje žemdirbystėje, išmaniuosiuose miškuose, dronuose ir t.t.

Išmanieji prietaisai paprastai sujungti su kitais prietaisais per įvairius belaidžio ryšio tinklus (pvz.: „Bluetooth“, „Zigbee“, artimojo lauko ryšiu, „Wi-Fi“, „NearLink“, „Li-Fi“ arba 5G), kuris gali veikti tam tikru mastu interaktyviai ir autonomiškai (Holnicki-Szulc, Motylewski, 2008).

Išmanieji prietaisai gali būti sukurti taip, kad pasižymėtų įvairiomis visur esančios kompiuterijos savybėmis ir būtų naudojami trijose pagrindinėse sistemų aplinkose: fiziniame pasaulyje, į žmogų orientuotoje aplinkoje ir paskirstytosios kompiuterijos aplinkoje (Holnicki-Szulc, Motylewski, 2008). Visur esančią kompiuteriją galima apibendrinti dvejomis pagrindinėmis savybėmis:

- a) įrenginiai turi būti sujungti į tinklą, paskirstyti ir skaidriai prieinami;
- b) žmogaus ir kompiuterio sąveika su įrenginiais yra tam tikru mastu paslėpta nuo jų naudotojų.

Galima išskirti tris skirtingas prietaisų aplinkų rūšis:

- a) virtualiosios kompiuterinės aplinkos, leidžiančios išmaniesiems įrenginiams bet kur ir bet kada naudotis atitinkamomis paslaugomis;
- b) fizinės aplinkos, kuriose gali būti įmontuoti įvairių tipų išmanieji įrenginiai, įskaitant žymeklius, jutiklius ir valdiklius. Jie gali būti įvairių formų - nuo nano, mikro iki makro dydžio;
- c) žmonių aplinka: žmonės, pavieniai arba kolektyviai, iš prigimties sudaro išmaniąją prietaisų aplinką. Tačiau patys žmonės gali būti lydimi išmaniųjų prietaisų, pavyzdžiui, mobiliųjų telefonų, naudoti ant paviršiaus montuojamus prietaisus (dėvimoji kompiuterija) ir turėti įterptųjų prietaisų (pvz., širdies stimuliatorių, palaikančių sveiką širdies veiklą) (Hildebrandt, Mireille, 2020).

1.2. Išmaniosios technologijos: kibernetinis požiūris

Mašinos ar technologijos gali padėti žmonėms įgyti kažkieno kontrolę, jei jos kažkaip išmanys, kaip pasiekti savo tikslus. Didesnio valdymo tikslas dažnai siejamas su nuotoliniu valdymu, kuris yra raktas į kitą DI šaką, t.y. kibernetiką (Wiener, 1948) arba į operacijų tyrimus (Pickering, 2002).

Kibernetika yra orientuota į tinkamų grįžtamojo ryšio linijų kūrimą, kuris technologiją gali pritaikyti prie besikeičiančių aplinkybių, remdamasi DI suvokimu. Tai gerai dera su mintimi, kad suvokimą skatina poreikis numatyti, kaip jo veiksmai paveiks aplinką ir kaip tai savo ruožtu paveiks jo veiksmų potencialą, žinomą fenomenologiniuose tyrimuose ir finansinių galimybių teorijoje (Kopljar, 2016).

Siauresnis, mašininis supratimas kibernetiką dažnai apibūdina kaip specifinį reguliavimo tipą, apimančią standartų nustatymą, elgesio stebėjimą ir elgesio modifikavimą. Tai akivaizdžiai atitinka skaičiavimo sistemas, kurioms reikalingas formalizavimas ir kurios paremtos vienareikšmiškomis instrukcijomis. Galima sakyti, kad šioms sistemoms reikalingas formalus reguliavimas, kad būtų galima reguliuoti jų aplinką, net jei jų požiūris yra pagrįstas duomenimis ir pagrįstas mašininio mokymusi. Net ir tokiu atveju įvestis turi būti formalizuota (skaitmenizuota, pažymėta arba sugrupuota), o išgauti modeliai yra pagrįsti matematinėmis hipotezėmis (Blokkeel, 2010). Nors valdymas gali būti atliekamas įvairiais būdais, skaičiavimo sistemos būtinai supaprastina valdymo „meną“ iki skaičiavimo „algoritmikos“. Galima daryti prielaidą, kad išmaniųjų technologijų sąvoka yra susijusi su nuotolinio valdymo idėja, pavyzdžiui, aparatinės įrangos gedimų aptikimo ir automatizuotų intervencijų atveju, kai tik nustatomas gedimas (Vinogradova, Popova, 2020).

Išmaniosios technologijos dabar naudojamos visur, siekiant sukurti išmanumą visuomenėje. Tvirtos, nebrangios kompiuterinės technologijos; pažangūs algoritmai; o dėl didžiulio duomenų kiekio išmaniosios technologijos ir dirbtinis intelektas tapo nepakeičiamais organizacijoms ir asmeniniams vartotojams. Viena vertus, išmaniosios technologijos keičia mūsų verslo būdą, paveikdamos visus organizacijos aspektus – nuo prognozavimo, gamybos ir operacijų iki žmogiškųjų išteklių valdymo ir strategijos. Kita vertus, tokios technologijos kaip išmanieji skaitmeniniai asistentai, išmanusis transportas, išmanių namų sprendimai ir išmanieji sveikatos monitoriai sukūrė unikalią ir susietą informacijos ekosistemą asmeniui. Ši ekosistema klesti dėl naujų technologijų ir sprendimų atsiradimo (Sharma, Janssen, 2023).

Tačiau padėtis ne visiems vienoda. Pavyzdžiui, „Gartner“ paskelbtoje ataskaitoje teigiama, kad tik 48 % CIO yra pasirengę tam tikra forma pritaikyti dirbtinio intelekto technologijas savo organizacijose. Kai kurios kliūtys yra susijusios su organizacijos branda, technocentriškumu, nežinomybės baime, darbuotojų kaita, pokyčių valdymu, personalo perkvalifikavimo/mokymo

poreikiu ir kitais (Sharma, Janssen, 2023). Dėl to išmaniųjų technologijų įsisavinimas vis dar ribotas. Pavyzdžiui, Indijoje, kur daugiau nei šeštadalis pasaulio gyventojų, tik 28 % gyventojų kada nors naudojami išmaniuoju telefonu. Nepaisant poreikio kurti išmanumą, išmaniosios technologijos vis dar diegiamos retai, o vartotojai susiduria su daugybe iššūkių, kad jos taptų savo kasdienio gyvenimo dalimi. Taigi, tiek mokslininkų bendruomenė, tiek praktikai yra suinteresuoti suprasti šiuos iššūkius ir galimas strategijas bei sprendimus, kaip įveikti šiuos iššūkius diegiant pažangias technologijas tiek individo, tiek organizacijos lygmeniu (Sharma, Janssen, 2023).

1.3. Interneto spartos poreikio kaimiškuose regionuose analizė

Kaimiškose vietovėse interneto svarba yra išskirtinė. Kaimiškieji regionai apima ne tik gyvenvietes, bet ir dirbamuosius laukus, pievas, miškus ir vandenį. Šiuo metu Lietuvos kaimiškose vietovėse internetas vis dar yra neprieinamas. Lietuvoje esamos mobiliojo tinklo bazinių stočių galimybės yra nepakankamos dėl nepilnos aprėpties ir galimos mažos duomenų perdavimo spartos. VŠĮ „Placiajuostis internetas“ (toliau PI) išplėtotas magistralinis optinių skaidulų tinklas užtikrina duomenų perdavimą tik tarp didesnių kaimiškųjų gyvenviečių, o mažesnės gyvenvietės ir paliktos arba visai be interneto, arba su labai maža duomenų perdavimo sparta.

VŠĮ PI optinės kabelinės linijos sudaro apie 13 tūkstančių km. Jos nutiestos palei kelius. Labai dažnai optinių linijų trasos praeina kelių dešimčių metrų atstumu nuo namų ūkių teritorijų, tačiau namų ūkiai neturi prieigos prie optinių linijų. To priežastimi yra naudojamos technologijos, nepritaikytos įrengti abonentinę prieigą. Pritaikius optiką į namus technologiją FTTH (angl. *Fiber To The Home*) gyventojai būtų aprūpinti ypač sparčiu internetu.

Kaimiškose vietovėse interneto paskirtis yra dviguba:

- internetinės paslaugos žmonėms;
- paslaugos daiktams.

Jau šiandieną paslaugos žmonėms turi būti teikiamos technologijomis, užtikrinančiomis prieigą iki 1 Gb/s. Reikalavimai daiktų internetui priklauso nuo automatizacijos lygio. Juos sąlygoja įvairių sensorių ir jutiklių siunčiami duomenys. Kaimiškose vietovėse stebimi dirvožemio būklės, meteorologinės aplinkos, ligų ir kenkėjų, galvijų judrumo stebėsenos ir kiti duomenys, kuriuos reikia perduoti į automatizuotus stebėjimo, kontrolės ir sprendimų priėmimo centrus.

Išmaniųjų technologijų taikymai žemės ūkyje parodyti 1 lentelėje (Ahmed, 2019). Duomenys pateikti vertinant tris parametrus:

- a) taikymai;
- b) nauda;
- c) interneto parametrai.

1 lentelė. Reikalinga interneto delsa žemės ūkių daiktų internetui (Ahmed, 2019)

Taikymai	Nauda	Interneto reikalavimai
Dirvožemio drėgmės (vandens) kokybės stebėseną	Su drėgme (vandeniu) susijusių nepageidaujamų pokyčių nustatymas tvenkiniuose ir dirvožemyje.	Nedidelė delsa, generuojamas didžiulis periodinis duomenų srautas tinkle.
Ūkinės veiklos stebėseną	Nuotolinis veiklos stebėjimas padeda valdyti didelio masto ūkius.	Nedidelė delsa. Kitu atveju gali pakenkti gamybos sistemai.
Drėkinimo valdymas	Vandens ar kitų medžiagų naudojimo optimizavimas žemės ūkio srityje.	Siekiant mažesnių nuostolių reikalinga nedidelė delsa
Mokslinė ligų ir kenkėjų stebėseną	Efektyvus pesticidų naudojimas, geresnė derliaus kokybė ir mažesnės ūkininkavimo išlaidos.	Didesnė delsa netoleruotina dėl didžiulių nuostolių.
Kontroliuojamas trąšų naudojimas	Augalų augimo ir derliaus kokybės palaikymas, dirvožemio kokybės subalansavimas.	Dėl didelio naudojamų jutiklių skaičiaus gali būti generuojamas didelis duomenų kiekis.
Galvijų judesio stebėseną	Galvijų elgsenos pokyčių stebėjimas ir sveikatos būklės diagnozavimas	Didesnė delsa netoleruotina.
Oro taršos stebėjimas	Šiltnamio efektą sukeliančių dujų kontrolė.	Delsa yra svarbiausias parametras.
Nuotolinis valdymas ir diagnostika	Galimybė nuotoliniu būdu valdyti ir diagnozuoti įvairią su ūkiu susijusią įrangą.	Didesnė delsa gali pakenkti įrangai.
Išteklų stebėjimas	Galimybė nuolat stebėti transporto priemonių ir drėkinimo sistemų būklę ir padėtį.	Mobilumas ir mažesnė delsa yra svarbiausi parametrai.

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų galima daryti išvadą, kad didžiajai daliai technologijų yra reikalinga maža duomenų persiuntimo delsa.

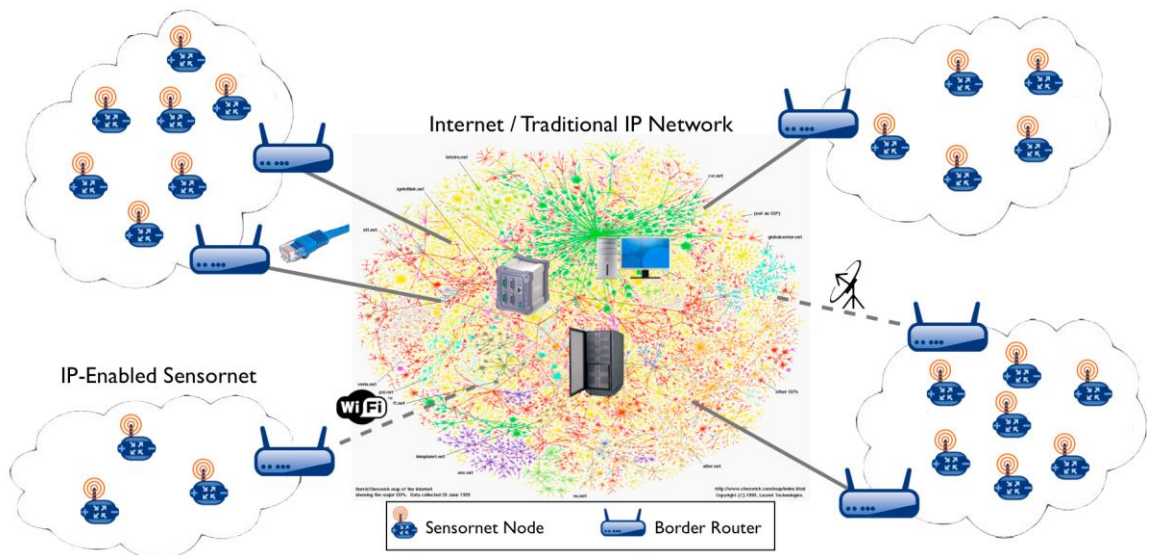
1.4. Mažos galios ryšio tinklų (LPWAN) panaudojimas išmaniųjų technologijų diegimui

Naudojami dviejų tipų žemos galios belaidžiai tinklai:

- a) LoWPANs - mažos galios belaidžiai privačios aprėpties tinklai (angl. *low-power, wireless personal area networks*);
- b) LPWAN - mažos galios plačios aprėpties tinklus (angl. *low-power,-wide-area network*).

Žemės ūkio poreikių patenkinimui jau seniai siūlomi žemos galios belaidžiai privačios aprėpties tinklai LoWPANs (Hui, 2009) (1.1 pav.). Jie įrengiami privačiose arba verslui skirtose teritorijose. LoWPANs technologija užtikrina interneto spartą iki 0,25 Mb/s., numatytas IPv6 ryšio protokolas.

Pastaruoju metu mobiliojo ryšio operatoriai pradėjo kurti mažos galios plačios aprėpties tinklus (LPWAN) sudarydami galimybę visiems mobiliojo ryšio vartotojams pasinaudoti mažos spartos duomenų perdavimui.



1.1 pav. Žemės ūkio poreikių patenkinimui skirta interneto architektūra (Hui, 2009)

Tokie tinklai aprėpia dideles teritorijas. Juos administruoja mobiliojo ryšio operatoriai. Jų plitimas vyksta dėl mažo energijos suvartojimo galiniuose įrenginiuose, mažos kainos ir plačios geografinės aprėpties. LPWAN technologijos papildo ir pranoksta trumpojo nuotolio ir tradicines korinio belaidžio ryšio technologijas įvairiose programose, įskaitant išmaniųjų miestų plėtrą, mašinų tarpusavio ryšį (M2M), sveikatos priežiūrą, išmanųjį transportavimą, pramonines programas, klimato požiūriu išmanųjį žemės ūkį ir turto stebėjimą. Pagrindiniai tinklų veikimo protokolai yra šie:

- a) LTE-M – Ilgalaikės ryšio evoliucijos tarp mašinų protokolas (angl. *Long Term Evolution for Machines protocol*);
- b) NB-IoT – siaurajuosčio daiktų interneto protokolas (angl. *Narrowband Internet Of Things Protocol*);
- c) EC-GSM – Išplėstos aprėpties mobiliojo ryšio globali sistema (angl. *Extended Coverage Global System for Mobile Communication*);
- d) SigFox – Mažos galios plačiajuosčio ryšio tinklas, specialiai sukurtas daiktų internetui. (angl. *communication service provider*);
- e) LoRaWAN - didelio nuotolio plačios aprėpties tinklo protokolas (angl. *long range wide area network protocol*);
- f) D7AP – D7AP aljanso sukurtas mažos galios vidutinio nuotolio jutiklių ir akuatorių ryšio protokolas (angl. *Low-Power, Mid-Range Sensor and Actuator Communication protocol*).

Šių technologijų parametrai pateikti 2 lentelėje (Srinivasarao Chilamkurthy, Ghosh, 2022).

2 lentelė. Tinklų veikimo protokolų specifikacijos (Srinivasarao Chilamkurthy, Ghosh, 2022)

Parametras	Technologija					
	LTE-M	NB-IoT	EC-GSM	SigFox	LoRaWAN	D7AP
Dažniai, MHz	700-900	700-900	800-900	865-924	433,868,780,915	433,868,915
Dažnių juosta, MHz	1,08	0,18	0,20	0,10	0,078-0,5	0,018-0,021
Paketų dydžiai, bitais	2984-6968	16-2536	-	96	152-2000	0-2048
Radijo signalo galia, dBm	20	20-23	2; 33	14; 27	14; 27	10; 27
Siustuvo maitinimo srovė	280	74-220	1228	10-50	28	29,2
Imtuvo maitinimo srovė, mA	53-33	46	66	10	10,5	15
Miego būsenos maitinimo srovė, μ A	8	3	10	6	1	1-2
Baterijos tarnavimo laikas, metais	10	10	10-14	10	10	10
Siuntimo aukštis sparta, Mb/s	1	0,106	0,00035-0,070	0,1-0,6	0,0003-0,05	0,0096
Siuntimo žemyn sparta	1	0,079	0,00035-0,070	0,006	0,0003-0,05	0,0096
Bazinės stoties talpa, vartotojų skaičius	80000	52547	50000	1000000	1000000	-
Ryšio nuotolis kaime, km	11	100	15	50	18	2
Topologija	Žvaigždė	Žvaigždė	Žvaigždė	Žvaigždė	Žvaigždė, mišrus	Žvaigždė, mišrus
Mobilumas	Galimas	Negalimas	Galimas	Negalimas	Galimas	Galimas
Aptarnavimas	Operatorius	Operatorius	Operatorius	Operatorius	Privatus	Privatus

Šiuo metu Telia operatorius jau išbandė vieną iš šių technologijų NB-IoT (angl. *Narrowband Internet of Things*) keletą įmonių. Lietuvoje „Telia“ naudoja kartu su „Ericsson“ sukurtą platformą (angl. „*Cloud IoT Device Connection Platform*“). Šia technologiją „Telia“ grupė plėtoja Suomijoje, Švedijoje, Norvegijoje, Danijoje (Karpovič, n.d.).

1.5. PON technologijų galimybių analizė

Projektuojamui tinklui galima naudoti G-PON, XGS-PON technologijas. Esamų technologijų palyginimas parodytas 3 lentelėje.

G-PON technologijos paskirtis yra sujungti visus vartotojus per vieną optinę skaidulą 2,4 gB/s duomenų atsiuntimo sparta ir 1,2 gB/s išsiuntimo sparta, duomenų išsiuntimui yra naudojamas 1290-1330 nm bangos ilgis, o duomenų atsiuntimui 1480-1500 nm, ši technologija turi 20km spindulio ryšio pasiekiamumą ir prie jos galima prijungti iki 128 vartotojų.

XG-PON technologija turi 10 gB/s atsiuntimo spartą, 2,4 gB/s išsiuntimo spartą, duomenų išsiuntimui yra naudojamas 1260-1280 nm bangos ilgis, duomenų atsiuntimui 1575-1580 nm. Ši technologija taip pat turi 20km ryšio pasiekiamumą, tačiau vartotojų galima prijungti dvigubai daugiau negu prie G-PON – 256.

XGS-PON technologijoje duomenų išsiuntimui ir atsiuntimui yra naudojami tokie patys bangų ilgiai, kaip ir XG-PON technologijos. Ši technologija yra XG-PON tęsinys ir vienintelis skirtumas tarp jų yra duomenų išsiuntimo sparta, XGS-PON yra simetriška technologija, todėl turi 10 Gb/s atsiuntimo ir išsiuntimo spartą.

NG-PON2 technologija gali atsisiųsti duomenis net 40 Gb/s sparta, bet išsiųsti tik 10 Gb/s, ši technologija dar nėra plačiai paplitusi, kadangi yra nauja.

3 lentelė. Technologijų palyginimas (sudaryta autoriaus, pagal ITU-T 2021)

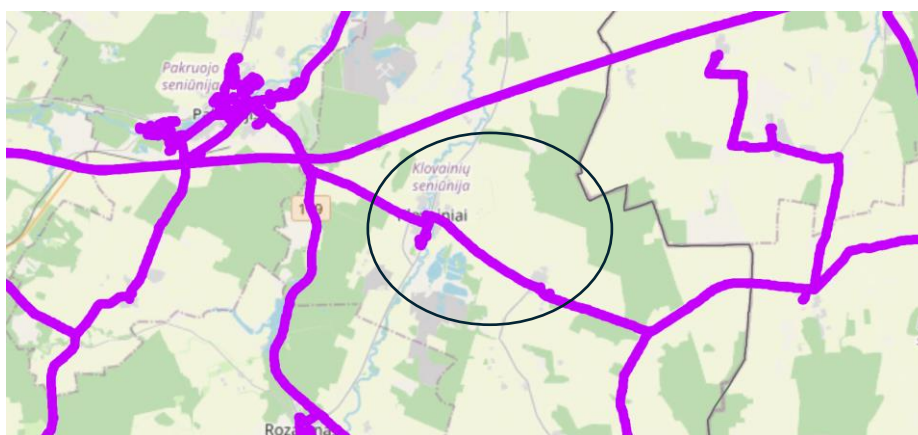
Technologijos	Specifikacijos					
	Didžiausias abonentų kiekis	Ryšio pasiekiamumas, km	Duomenų atsiuntimo bangos ilgis, nm	Duomenų išsiuntimo bangos ilgis, nm	Duomenų atsiuntimo sparta, Gb/s	Duomenų išsiuntimo sparta, Gb/s
G-PON	128	20	1480-1500	1290-1330	2,4	1,2
XG-PON	256	20	1575-1580	1260-1280	10	2,4
XGS-PON	256	20	1575-1580	1260-1280	10	10
NG-PON2	256	20	1524-1544	1596-1602	40	10

Išmaniųjų technologijų prijungimui į internetą yra reikalinga mažiausią vėlavimo delką turinti technologija, todėl siūloma naudoti XGS-PON.

1.6. Optinės prieigos panaudojimo kaimiškoje gyvenvietėje galimybių analizė

Bet kuriuo atveju apibūdinti LoWPANs ir LPWAN belaidžio ryšio protokolai reikalauja ryšio su internetu, kurio pagalba duomenys turi būti persiunčiami į nutolusius automatizuotus stebėjimo, kontrolės ir sprendimų priėmimo centrus. Tokiam ryšiui užtikrinti būtina naudoti Lietuvoje esančius optinius tinklus.

Baigiamosios praktikos metu buvo pasiūlyta suprojektuoti optinį tinklą Klovainių gyvenvietėje (Pasvalio rajonas). Nors šioje vietovėje optinio tinklo kabeliai jau yra atvesti (1.2 pav.) tačiau prieiga prie interneto nerealizuota. VšĮ „Plačiajuostis internetas“ yra sudaręs visos Lietuvos „baltųjų dėmių“ žemėlapi, kuriame matosi, kad Klovainiuose šiuo metu yra labai daug „baltųjų dėmių“.



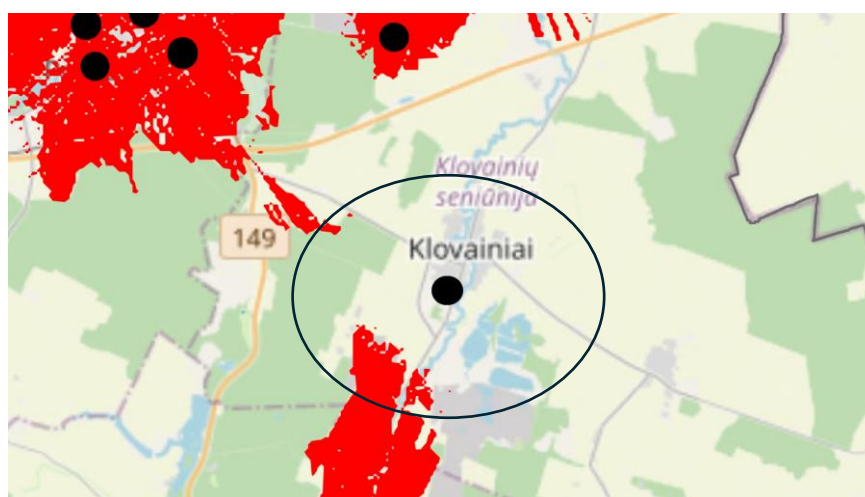
1.2 pav. Šviesolaidinės struktūros žemėlapis (Starkodas, 2023)

Baltosios dėmės – tai zonos, kuriose nėra užtikrinto 100Mb/s belaidžio ir laidinio ryšio. Klovainių gyventojai neturi net 30Mb/s spartos prieigos prie interneto (1.3 pav.), o pagal valstybės strategiją ir Europos žaliąjį kursą iki 2030 m. namų ūkiai turi turėti 1 Gb/s spartos prieigą prie interneto.



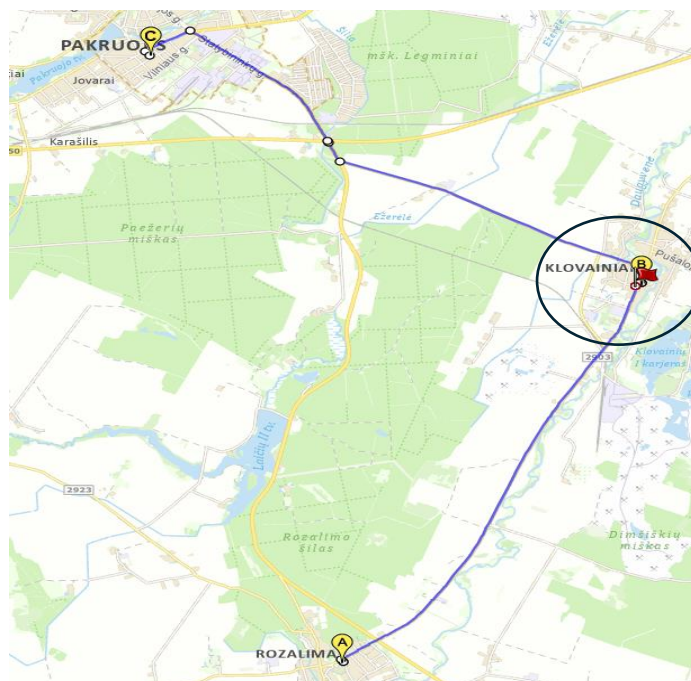
1.3 pav. Baltųjų dėmių žemėlapis (Starkodas, 2023)

4G/5G pasiekiamumo situacija yra taip pat prasta, šiuo metu Klovainiuose nėra nei mobilus, nei laidinio ryšio (1.4 pav.). Tačiau yra įrengtas prijungimo prie optinio interneto punktas, prie kurio galima prijungti projektuojamą tinklą.



1.4 pav. 4G/5G pasiekiamumo žemėlapis ir bazinė stotis (Starkodas, 2023)

Atlikus esamos situacijos analizę, Klovainiuose šiuo metu yra 311 namų ūkių ir 673 gyventojai (Wikipedia). Projektas ruošiamas atsižvelgiant į gigabitinio interneto perspektyvas iki 2030 metų. Esamoj situacijoj gaunasi 73 rezervinių ūkių, į kuriuos bus galima prijungti internetą esant poreikiui ateityje. 5G kaime nėra, tačiau yra bazinė stotis, kurios pasiekiamumas 30 Mb/s, prie kurios galima prijungti diegiamą optinį tinklą. Baltosios dėmės yra praktiškai visuose Klovainiuose, tai reiškia, kad interneto ryšys yra labai prastas (praktiškai nėra).



1.5 pav. Prisijungimo taškų žemėlapis. Atstumas tarp A ir B – 6,99 km, tarp B ir C – 7,68 km (Geoportal)

Galimi Klovainių tinklo prisijungimo taškai (3). Pirmas yra Klovainių centre, seniūnijoje, adresu Žalioji g.19. Kitas artimiausias prisijungimo taškas yra Rozalime, Sodžiaus g. 2A (seniūnija). Atstumas nuo Rozalimo Sodžiaus g. 2A iki Žaliosios g. 19, Klovainių (seniūnija) yra 6,99 km. Trečias prisijungimo taškas yra Prof. S. Ušinsko g. 26, Pakruojyje. Atstumas nuo Žaliosios g. 19 iki Prof. S. Ušinsko g. 26 yra 7,68km (1.5 pav.).

1.7. Klovainių gyvenvietės charakteristika

Klovainiuose šiuo metu yra 673 gyventojai (Wikipedia).

Namų ūkių išsidėstymas parodytas 1.6 paveiksle. Namų ūkių skaičius gatvėse pateiktas 4 lentelėje. Pilnas vaizdas pateiktas 2 priede.

4 lentelė. Namų ūkių skaičius gatvėse (sudaryta autoriaus, pagal Geoportal)

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Namų ūkių išsidėstymas		Bendras namų ūkių skaičius	ONU poreikis
		Kairėje pusėje	Dešinėje pusėje		
1.	Aguonų g.	4	7	11	11
2.	Užupio g.	21	9	30	20
3.	Linkuvos g.	20	34	54	34
4.	Ramytės g.	7	13	20	20
5.	Gluosnių g.	3	1	4	4
6.	Lauko g.	1	13	14	14
7.	Pušaloto g.	21	16	37	37
8.	Pakruojo g.	7	4	11	11
9.	Žalioji g.	25	25	50	40
10.	Purienų g.	2	0	2	2
11.	Šaltupio g.	4	0	4	4

Eil. Nr.	Gatvės pavadinimas	Namų ūkių išsidėstymas		Bendras namų ūkių skaičius	ONU poreikis
		Kairėje pusėje	Dešinėje pusėje		
12.	Naujoji g.	3	7	10	10
13.	Naujakurių g.	9	6	15	12
14.	Beržų g.	13	20	33	22
15.	Dvaro g.	4	2	6	6

Iš viso: 301

248



1.6 pav. Namų ūkių išsidėstymas Klovainiuose (sudaryta autoriaus, pagal Geoportal)

1.8. Analitinės dalies išvados

Atlikus analizę pateikiamos išvados:

- Atliktas išmaniųjų technologijų apibūdinimas. Nustatyta, kad išmaniosios technologijos funkcionuoja pritaikius kibernetinių sistemų principus.

- Atlikta interneto spartos poreikio kaimiškuose regionuose analizė. Nustatyta, kad interneto paskirtis Kaimiškose vietovėse yra dviguba: žmonėms skirtų paslaugų teikimui, žemės ūkio produkcijos gamybos procesų valdymui (daiktų internetui). Žmonėms skirtų paslaugų teikimui reikia 1 Gb/s spartos prieigos, o gamybos procesų valdymui sparta gali būti mažesnė.
- Išnagrinėtos daiktų internetui tinkamos technologijos. Nustatyta, kad geriausiai tinka mažos galios ryšio tinklų (LPWAN).
- Ištirtos optinių technologijų (PON) pritaikymo kaimiškuose regionuose galimybės. Nustatyta, kad gali būti diegiamos visos pagrindinės X-PON technologijos, nes joms tinka tie patys pasyvieji optiniai tinklai.
- Ištirtas optinių technologijų taikymo poreikis Klovainių gyvenvietėje (Pakruojo rajonas). Nustatyta, kad gyvenvietėje gyvena 673 gyventojai, yra 301 namų ūkiai.

2. PROJEKTO SPECIFIKACIJA

Projektuojamas objektas

Klovainių 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 spartą iki 10 Gb/s abiem kryptimis.

Aktyviniai tinklo elementai:

OLT skaičius – pagal poreikį,

ONU skaičius – 301 namų ūkis (58 rezerviniai).

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 kryptių,

Prijungimo sparta kiekviena kryptimi – ne 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.

Papildoma dokumentacija:

Tinklo elementų specifikacija,

Statybai ir aptarnavimui reikalingų prietaisų sąrašas,

Tinklo įgyvendinimo darbų aprašas.

Tinklo ekonominiai – techniniai parametrai

Investicijų atsipirkimo laikas – ne ilgesnis kaip 5 metai.

3. PROJEKVINĖ DALIS

3.1. PON tinklo sandara

Įvertinant namų ūkių ir vartotojų skaičių suprojektuotos keturios PON grupės: PON-A, PON-B, PON-C, PON-D.

PON-A 47 namų ūkių (vartotojų) (ONU);

PON-B 120 namų ūkių (vartotojų) (ONU);

PON-C 87 namų ūkių (vartotojų) (ONU);

PON-D 47 namų ūkių (vartotojų) (ONU).

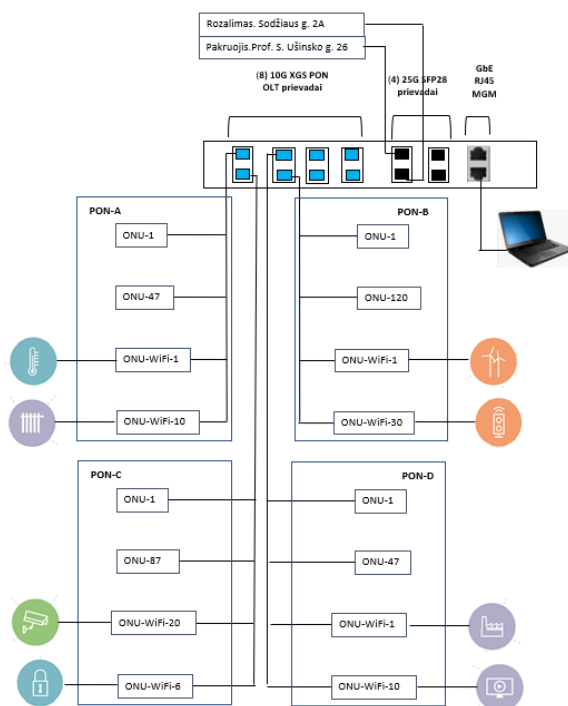
Bendras PON tinklo išsidėstymas parodytas 3.1 paveiksle.

Visi optiniai kabeliai bus jungiami nuo 10G XGS PON OLT, kurį siūloma pastatyti Klovainių centre, seniūnijoje, adresu Žalioji g. 19. Rezervinės magistralės linijos yra jungiamos prie 25G SFP prievadų, kurias siūloma prijungti nuo dviejų artimiausių taškų, esančių:

1. Rozalimas. Sodžiaus g. 2A (atstumas nuo OLT – 6,99 km);
2. Pakruojis. Prof. S. Ušinsko g. 26 (atstumas nuo OLT – 7,68 km).

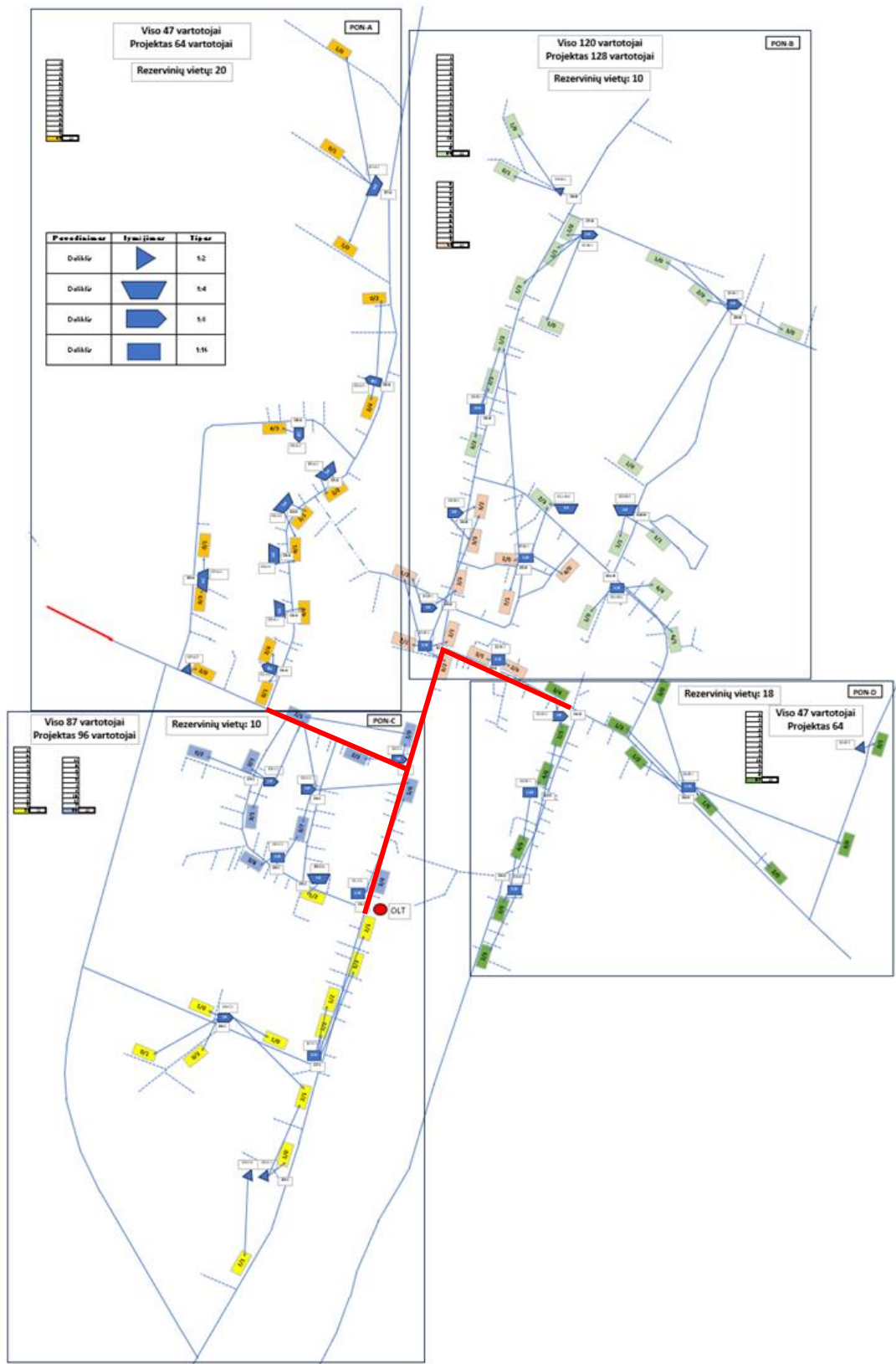
Šios linijos leis aprūpinti interneto tiekimą pagrindinei magistralei nutrūkus.

Prie 10G XGS PON OLT prievadų siūloma prijungti sudarytus keturis PON tinklus, kuriuose gali būti statomas paprastas ONU arba ONU-WiFi, kuris turi savyje integruotą WiFi, nuo kurio galima prisijungti norimus išmaniuosius įrenginius.



3.1 pav. Tinklo sudarymo schema

PON tinklų išdėstymas gyvenvietėje parodytas 3.2 paveiksle. Raudona linija rodo magistralinės linijos pradžią iki kiekvienos PON grupės.



3.2 pav. PON tinklo išsidėstymas gyvenvietėje (sudaryta autoriaus)

3.2. Tinklo rezervinio srauto pateikiamumas

Projekte yra siūloma rezervinį srautą prijungti iš dviejų kryptių:

- 1) Rozalimas. Sodžiaus g. 2A (atstumas nuo OLT – 6,99 km);
- 2) Pakruojis. Prof. S. Ušinskio g. 26 (atstumas nuo OLT – 7,68 km).

Kai srautas perduodamas per N tinklo elementų, vieno srauto pateikiamumas skaičiuojamas pagal 3.1 formulę (ITU-T Supplement 51, 2016):

$$A_1 = 1 - \sum_{i=1}^N U_{1i} \quad (3.1)$$

Srauto nepateikiamumas dėl vieno įrenginio gedimo nustatomas 3.2 formulėje:

$$U_{1i} = \frac{MTTR_{1i}}{MTBF_{1i} + MTTR_{1i}} \quad (3.2)$$

MTTR – vidutinis gedimo pašalinimo laikas (angl. *Mean Time To Repair*), MTBF – vidutinis laikas tarp gedimų (angl. *Mean Time Between Failures*). U_{1i} – Srauto nepateikiamumas dėl vieno įrenginio.

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

- Prisijungimo taško įranga (PTĮ) – Vši PI pasijungimo taško įranga,
- Optinė linija (OL) optinė linija nuo prisijungimo taško iki projektuojamo tinklo OLT įrangos,
- OLT įrangos interneto srauto prievadas.

Pagal pateikiamumo skaičiavimo metodiką, pateiktą (ITU-T Supplement 51, 2016) surandame pirmo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrus (5 lentelė).

5 lentelė. Pirmojo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrai

Elementas	MTBF, val.	MTTR, val.	U_{1i}
PTĮ	400000	4	$1,000 * 10^{-5}$
OL	715308	24	$3,355 * 10^{-5}$
OLT	400000	4	$1,000 * 10^{-5}$
		U_{1N}	$5,355 * 10^{-5}$

5 lentelėje OL MTBF = 10^9 /FIT.

Pirmo srauto 6,99 km L ilgio kabeliui $FIT = L(\text{km}) \times 200/\text{km} = 6,99 \times 200/\text{km} = 1398$. Tada $MTBF = 10^9/1398 = 7,15 \cdot 10^{+5}$ val.

Antro srauto 7,68 km L ilgio kabeliui $FIT = L(\text{km}) \times 200/\text{km} = 7,68 \times 200/\text{km} = 1536$. Tada $MTBF = 10^9/1536 = 6,51 \cdot 10^{+5}$ val.

Pirmo srauto patikimumas, kai prijungimo optinės linijos ilgis 6,99 km. nurodytas 3.3 formulėje:

$$A_1 = 1 - \sum_{i=1}^3 U_{1i} = 1 - 5,355 \cdot 10^{-5} = 0,9999464 \quad (3.3)$$

Antro interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrai, kai prijungimo optinės linijos ilgis 7,68 km, pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė. Antrojo interneto srauto atskirų elementų patikimumo parametrai

Elementas	MTBF, val.	MTTR, val.	U_{1i}
PTĮ	400000	4	$1,000 \cdot 10^{-5}$
OL	651042	24	$3,686 \cdot 10^{-5}$
OLT	400000	4	$1,000 \cdot 10^{-5}$
		U_{1N}	$5,686 \cdot 10^{-5}$

Antro srauto patikimumas pateiktas 3.4 formulėje:

$$A_2 = 1 - \sum_{i=1}^3 U_{2i} = 1 - 5,686 \cdot 10^{-5} = 0,9999431 \quad (3.4)$$

Bendras rezervuoto interneto srauto patikimumas pateikiamas 3.5 formulėje:

$$A = 1 - (1 - A_1)(1 - A_2) = 1 - (5,355 \cdot 10^{-5}) \cdot (5,686 \cdot 10^{-5}) = 0,9999999970 \quad (3.5)$$

3.3. Namų ūkių paskirstymas prijungimui prie magistralės

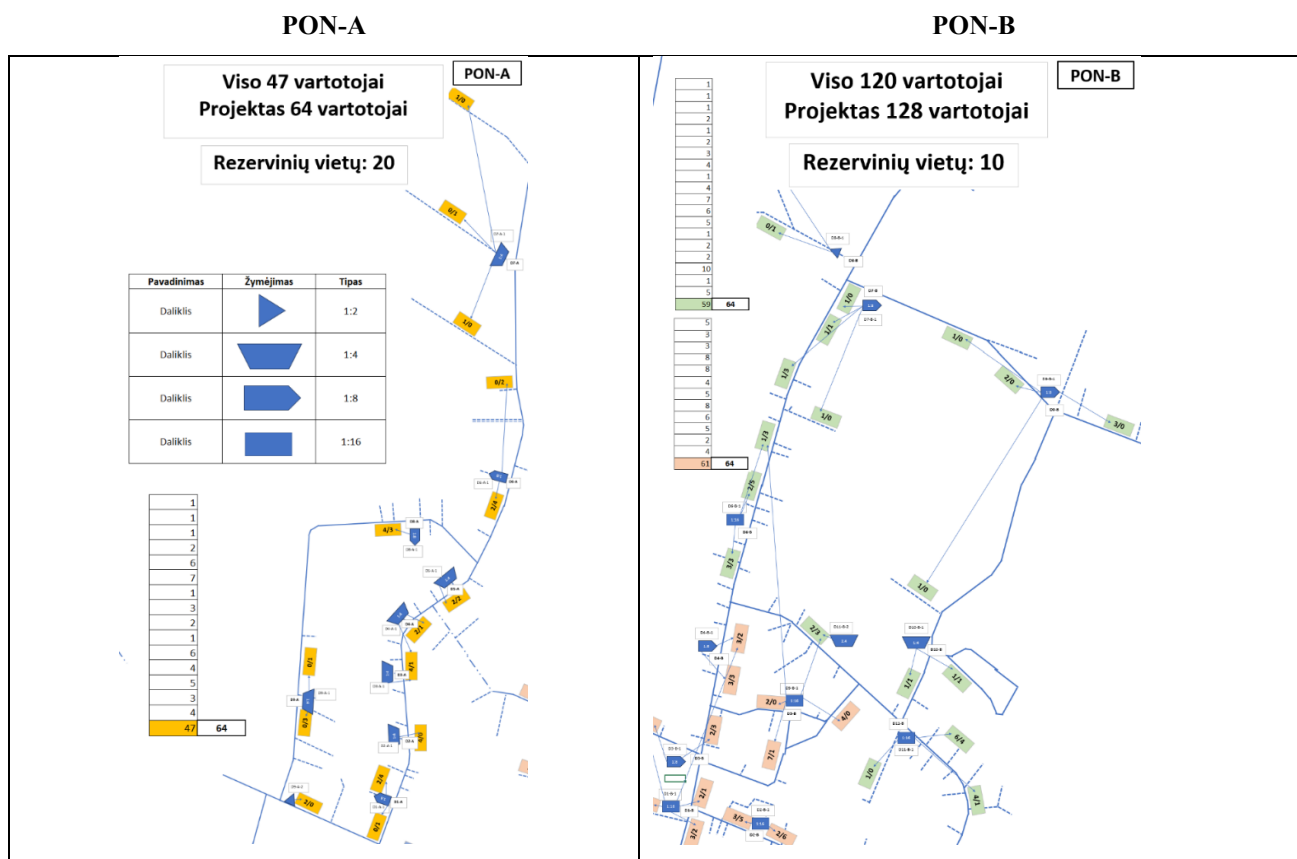
Šiame projekte yra sudaryti keturi PON tinklai, kurie pavaizduoti 3.3 – 3.4 paveiksluose. Nuspalvinti kvadratiniai objektai parodo realių žemės ūkių (vartotojų) išsidėstymą vietovėje. Mėlyni objektai yra dalikliai, jų legenda yra pavaizduota PON-A tinklo dalyje (3.3 pav.).

PON-A tinklo atveju buvo nustatyta, kad reikės devynių magistralinių daliklių ir dešimties skirstomųjų daliklių. Reikia pastebėti, kad namų ūkiai neturėtų būti jungiami tiesiai nuo magistralinių daliklių, tam yra skirstomieji dalikliai. Magistralinis daliklis turi du išvadus, pirmasis išvadas yra naudojamas privirinimui su sekančiu magistraliniu dalikliu, o prie antrojo yra jungiamas skirstomasis daliklis, kuris yra jungtami prijungiamas prie žemės ūkio (vartotojo).

PON-A tinkle bendras prijungimo taškų skaičius yra 64, tačiau yra tik 47 vartotojai. Projektas darytas atsižvelgiant į ateities perspektyvas, todėl yra paliekamas 20 rezervinių išvadų skaičius, kuris ateityje esant poreikiui leis prijungti iki dvidešimties naujų vartotojų. Pagrindinėje magistralėje siūloma įrengti tokius magistralinius daliklius: D1-A (1:2), D2-A (1:2), D3-A (1:2), D4-A (1:2), D5-A (1:2), D6-A (1:2), D7-A (1:2), D8-A (1:2), D9-A (1:2), prie kurių bus prijungti skirstomieji dalikliai: D1-A-1 (1:8), D2-A-1 (1:4), D3-A-1 (1:4), D4-A-1 (1:4), D5-A-1 (1:4), D6-A-1 (1:8), D7-A-1 (1:4), D8-A-1 (1:8), D9-A-1 (1:4), D9-A-2 (1:2) (3.3 pav.).

PON-B tinklo atveju buvo nustatyta, kad reikės vienuolikos magistralinių daliklių ir dvylikos skirstomųjų daliklių.

PON-B tinkle bendras prijungimo taškų skaičius yra 128, tačiau yra tik 120 vartotojų. Projektas darytas atsižvelgiant į ateities perspektyvas, todėl yra paliekamas 10 rezervinių išvadų skaičius, kuris ateityje esant poreikiui leis prijungti iki dešimties naujų vartotojų. Pagrindinėje magistralėje siūloma įrengti tokius magistralinius daliklius: D1-B (1:2), D2-B (1:2), D3-B (1:2), D4-B (1:2), D5-B (1:2), D6-B (1:2), D7-B (1:2), D8-B (1:2), D9-B (1:2), D10-B (1:2), D11-B (1:2), prie kurių bus prijungti skirstomieji dalikliai: D1-B-1 (1:16), D2-B-1 (1:16), D3-B-1 (1:8), D4-B-1 (1:8), D5-B-1 (1:16), D6-B-1 (1:16), D7-B-1 (1:8), D8-B-1 (1:2), D9-B-1 (1:8), D10-B-1 (1:4), D11-B-1 (1:16), D11-B-2 (1:4) (3.3. pav.).



3.3 pav. Suprojektuoti PON-A ir PON-B pasyvieji optiniai tinklai su dalikliais

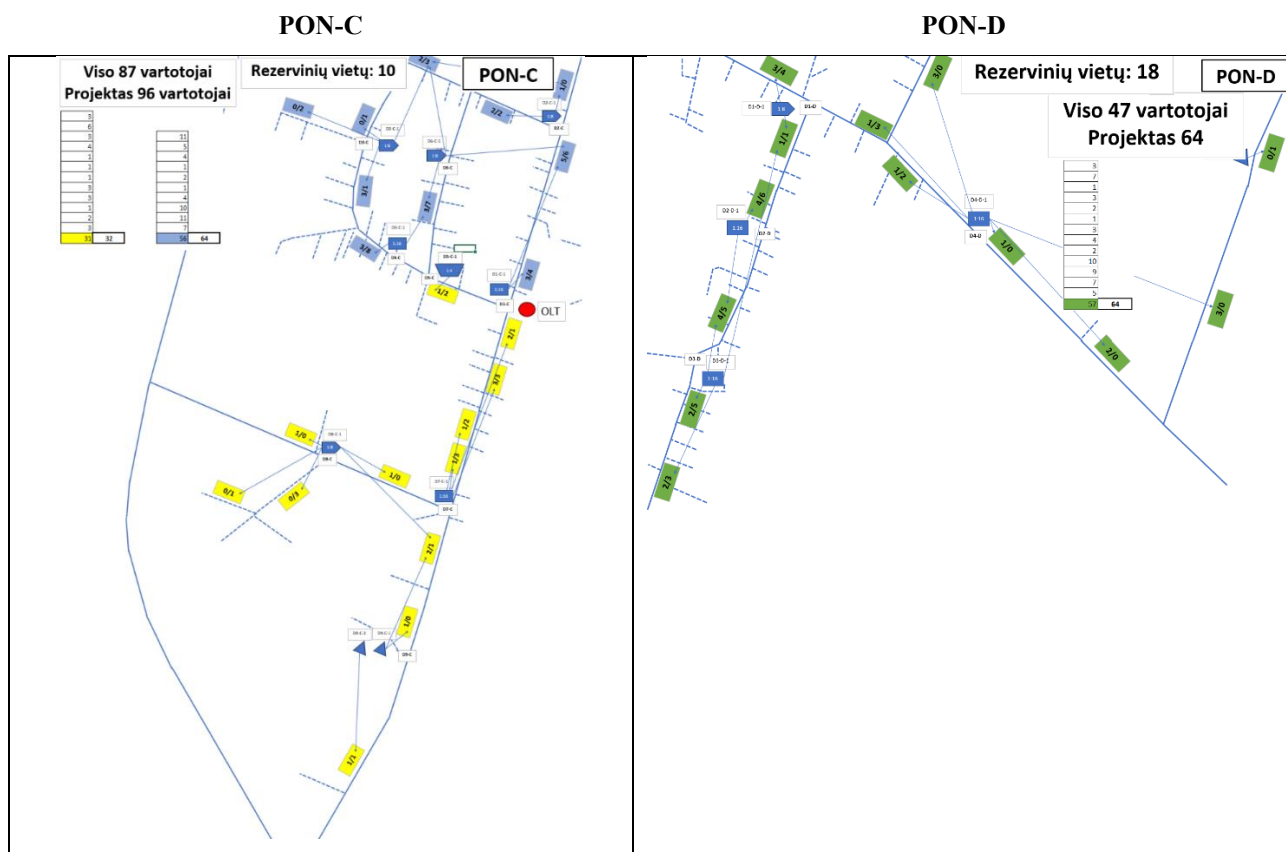
(sudaryta autoriaus, pagal geoportal)

PON-C tinklo atveju buvo nustatyta, kad reikės devynių magistralinių daliklių ir dešimties skirstomųjų daliklių.

PON-C tinkle bendras prijungimo taškų skaičius yra 96, tačiau yra tik 87 vartotojų. Projektas darytas atsižvelgiant į ateities perspektyvas, todėl yra paliekamas 10 rezervinių išvadų skaičius, kuris ateityje esant poreikiui leis prijungti iki dešimties naujų vartotojų. Pagrindinėje magistralėje siūloma įrengti tokius magistralinius daliklius: D1-C (1:2), D2-C (1:2), D3-C (1:2), D4-C (1:2), D5-C (1:2), D6-C (1:2), D7-C (1:2), D8-C (1:2), D9-C (1:2), prie kurių bus prijungti skirstomieji dalikliai: D1-C-1 (1:16), D2-C-1 (1:8), D3-C-1 (1:8), D4-C-1 (1:16), D5-C-1 (1:4), D6-C-1 (1:8), D7-C-1 (1:16), D8-C-1 (1:8), D9-C-1 (1:2), D9-C-2 (1:2) (3.4. pav.).

PON-D tinklo atveju buvo nustatyta, kad reikės keturių magistralinių daliklių ir penkių skirstomųjų daliklių.

PON-D tinkle bendras prijungimo taškų skaičius yra 64, tačiau yra tik 47 vartotojai. Projektas darytas atsižvelgiant į ateities perspektyvas, todėl yra paliekamas 18 rezervinių išvadų skaičius, kuris ateityje esant poreikiui leis prijungti iki dešimties naujų vartotojų. Pagrindinėje magistralėje siūloma įrengti tokius magistralinius daliklius: D1-D (1:2), D2-D (1:2), D3-D (1:2), D4-D (1:2), prie kurių bus prijungti skirstomieji dalikliai: D1-D-1 (1:8), D2-D-1 (1:16), D3-D-1 (1:16), D4-D-1 (1:16), D4-D-2 (1:2) (3.4. pav.).



3.4 pav. Suprojektuoti PON-C ir PON-D pasyvieji optiniai tinklai su dalikliais

(sudaryta autoriaus, pagal geoportal)

3.4. Tinklo parametrų skaičiavimas

Sudėjus magistralinius daliklius ir paskirsčius kiekvienai atšakai skirstomųjų daliklių iš viso gavosi 9 magistraliniai dalikliai, iš kurių kiekvienas turi dar po vieną papildomą skirstomąjį daliklį (nuo 1:2 iki 1:16), teoriškai visuose magistraliniuose dalikliuose gavosi vienodas dB lygis, tačiau praktiškai įstačius gaminamų daliklių tipus kiekviename magistralės daliklyje slopinimas gavosi skirtingas (Plėštys, Dabulytė-Bagdonavičienė, 2023). Skaičiavimų detalizavimas yra pateiktas 15 lentelėje.

PON-A tinklo skirstomųjų daliklių signalo slopinimai dB pateikti 7 lentelėje. Jų paaiškinimai pateikti 8 lentelėje.

PON-B tinklo skirstomųjų daliklių signalo slopinimai dB pateikti 9 lentelėje. Jų paaiškinimai pateikti 10 lentelėje.

PON-C tinklo skirstomųjų daliklių signalo slopinimai dB pateikti 11 lentelėje. Jų paaiškinimai pateikti 12 lentelėje.

PON-D tinklo skirstomųjų daliklių signalo slopinimai dB pateikti 13 lentelėje. Jų paaiškinimai pateikti 14 lentelėje.

7 lentelė. PON-A tinklo magistralės daliklių slopinimas

(sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Magistralė	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+E_n$	C_{n0} dB	C_{n1} dB	N':M'		T_{Nn} dB
2			3.81					19.8282
3	D9-A	6.82	0.35	4.7710	1.7610	0.30	0.70	19.1584
4	D8-A	9.83	0.35	3.4830	2.5840	0.45	0.55	19.3979
5	D7-A	6.82	0.35	0.9845	6.9285	0.80	0.20	19.4622
6	D6-A	9.83	0.35	1.3806	5.6492	0.75	0.25	19.9037
7	D5-A	6.82	0.35	0.5139	9.5231	0.90	0.10	20.0655
8	D4-A	6.82	0.35	0.4256	10.2987	0.90	0.10	19.2579
9	D3-A	6.82	0.35	0.3588	11.0075	0.90	0.10	18.4503
10	D2-A	6.82	0.35	0.3066	11.6641	0.95	0.05	20.8879
11	D1-A	9.83	0.35	0.5145	9.5187	0.90	0.10	20.0800

8 lentelė. PON-A tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas

Lentelės langelis	Magistralės dalis	Signalų slopinimas, dB
B3	Atšakos D8-A ir D9-A slopinimas	6,82
B4	Atšakos D7-A ir D8-A slopinimas	9,83
B5	Atšakos D6-A ir D7-A slopinimas	6,82
B6	Atšakos D5-A ir D6-A slopinimas	9,83
B7	Atšakos D4-A ir D5-A slopinimas	6,82
B8	Atšakos D3-A ir D4-A slopinimas	6,82
B9	Atšakos D2-A ir D3-A slopinimas	6,82
B10	Atšakos D1-A ir D2-A slopinimas	6,82
B11	Atšakos OLT ir D1-A slopinimas	9,83

9 lentelė. PON-B tinklo magistralės daliklių slopinimas

(sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+E_n$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$T_{Nn}dB$
2			6.82			R'	Q'	24.5492
3	D11-B	12.84	0.35	6.9892	0.9692	0.20	0.80	24.5486
4	D10-B	6.82	0.35	0.7355	8.0747	0.80	0.20	23.2301
5	D9-B	9.83	0.35	1.0972	6.5119	0.75	0.25	23.6716
6	D8-B	3.81	0.35	0.2181	13.1000	0.95	0.05	24.0686
7	D7-B	9.83	0.35	0.7215	8.1515	0.80	0.20	22.7489
8	D6-B	12.84	0.35	1.0802	6.5717	0.75	0.25	23.1904
9	D5-B	12.84	0.35	0.8032	7.7249	0.80	0.20	22.8404
10	D4-B	9.83	0.35	0.3258	11.4107	0.95	0.05	25.2782
11	D3-B	9.83	0.35	0.2803	12.0410	0.95	0.05	24.7054
12	D2-B	12.84	0.35	0.4740	9.8550	0.90	0.10	23.8976
13	D1-B	12.84	0.35	0.3957	10.6007	0.90	0.10	23.0900

10 lentelė. PON-B tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas

Lentelės langelis	Magistralės dalis	Reikšmė
B3	Atšakos D10-B ir D11-B slopinimas	12,84
B4	Atšakos D9-B ir D10-B slopinimas	6,82
B5	Atšakos D8-B ir D9-B slopinimas	9,83
B6	Atšakos D7-B ir D8-B slopinimas	3,81
B7	Atšakos D6-B ir D7-B slopinimas	9,83
B8	Atšakos D5-B ir D6-B slopinimas	12,84
B9	Atšakos D4-B ir D5-B slopinimas	12,84
B10	Atšakos D3-B ir D4-B slopinimas	9,83
B11	Atšakos D2-B ir D3-B slopinimas	9,83
B12	Atšakos D1-B ir D2-B slopinimas	12,84
B13	Atšakos OLT ir D1-B slopinimas	12,84

11 lentelė. PON-C tinklo magistralės daliklių slopinimas

(sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	n	$S_{n1}+C^n$	$S_{n0}+E_n$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$T_{Nn}dB$
2			3.81			R'	Q'	19.2811
3	D9-C	3.81	0.35	3.0103	3.0103	0.50	0.50	19.2811
4	D8-C	9.83	0.35	4.5412	1.8806	0.35	0.65	19.2532
5	D7-C	12.84	0.35	3.4170	2.6385	0.75	0.25	24.8127
6	D6-C	9.83	0.35	0.9737	6.9713	0.70	0.30	19.1128
7	D5-C	6.82	0.35	0.3848	10.7164	0.90	0.10	20.0661
8	D4-C	12.84	0.35	1.1821	6.2291	0.90	0.10	25.2779
9	D3-C	9.83	0.35	0.4529	10.0420	0.90	0.10	21.4603
10	D2-C	9.83	0.35	0.3797	10.7717	0.95	0.05	23.8979
11	D1-C	12.84	0.35	0.6238	8.7355	0.90	0.10	23.0900

12 lentelė. PON-C tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas

Lentelės langelis	Magistralės dalis	Reikšmė
B3	Atšakos D8-C ir D9-C slopinimas	3,81
B4	Atšakos D7-C ir D8-C slopinimas	9,83
B5	Atšakos D6-C ir D7-C slopinimas	12,84
B6	Atšakos D5-C ir D6-C slopinimas	9,83
B7	Atšakos D4-C ir D5-C slopinimas	6,82
B8	Atšakos D3-C ir D4-C slopinimas	12,84
B9	Atšakos D2-C ir D3-C slopinimas	9,83
B10	Atšakos D1-C ir D2-C slopinimas	9,83
B11	Atšakos OLT ir D1-C slopinimas	12,84

13 lentelė. PON-D tinklo magistralės daliklių slopinimas

(sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	n	$S_{n1}+C^f n$	$S_{n0}+En$	$C_{n0}dB$	$C_{n1}dB$	N':M'		$T_{Nn}dB$
2			3.81			R'	Q'	19.8130
3	D4-D	12.84	0.35	9.5416	0.5116	0.10	0.90	19.3005
4	D3-D	12.84	0.35	2.6008	3.4624	0.55	0.45	19.3645
5	D2-D	12.84	0.35	1.5096	5.3221	0.70	0.30	19.2264
6	D1-D	9.83	0.35	0.5517	9.2338	0.90	0.10	20.1800

14 lentelė. PON-D tinklo skaičiavimo reikšmių paaiškinimas (sudaryta autoriaus)

Lentelės langelis	Magistralės dalis	Reikšmė
B3	Atšakos D3-D ir D4-D slopinimas	12,84
B4	Atšakos D2-D ir D3-D slopinimas	12,84
B5	Atšakos D1-D ir D2-D slopinimas	12,84
B6	Atšakos OLT ir D1-D slopinimas	9,83

15 lentelė. Skaičiavimų detalizavimas (sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

Stulpelis	Žymėjimas	Paiškinimas	Formulės Excel faile
A	n	Daliklių žymėjimas	
B	$S_{n1}+C^f n$	Atšakos slopinimas	Pradiniai duomenys
C	$S_{n0}+En$	Linijos ir daliklio nuostolis	Pradiniai duomenys
D	$C_{n0}dB$	Daliklio slopinimas magistralės kryptimi	=-10*LOG10(G6)
E	$C_{n1}dB$	Daliklio slopinimas atšakos kryptimi	=-10*LOG10(K6)
F	N'	Daliklio tipas, reikšmė po korekcijos	=POWER(10,-D6/10)
G	M'	Daliklio tipas, reikšmė po korekcijos	=1-F6
H	$T_{Nn}dB$	Bendras magistralės slopinimas	=T2+U2+S2+B2

3.5. Tinklo daliklių sujungimo schemas

Tinklo schemas pavaizduotos (3.5 pav.). PON-A tinklą siūloma daryti 47 vartotojams (ONU), kuris yra sudarytas iš devynių magistralinių daliklių (1:2), dešimties skirstomųjų daliklių, iš kurių vienas (1:2), šeši (1:4) ir trys (1:8) (3.5 a pav.).

PON-B tinklą siūloma daryti 120 vartotojų (ONU), kuris yra sudarytas iš vienuolikos magistralinių daliklių (1:2), dvylikos skirstomųjų daliklių, iš kurių vienas (1:2), du (1:4), keturi (1:8), penki (1:16) (3.5 b pav.).

PON-C tinklą siūloma daryti 87 vartotojams (ONU), kuris yra sudarytas iš devynių magistralinių daliklių (1:2), dešimties skirstomųjų daliklių, iš kurių du (1:2), vienas (1:4), keturi (1:8), trys (1:16) (3.5 c pav.).

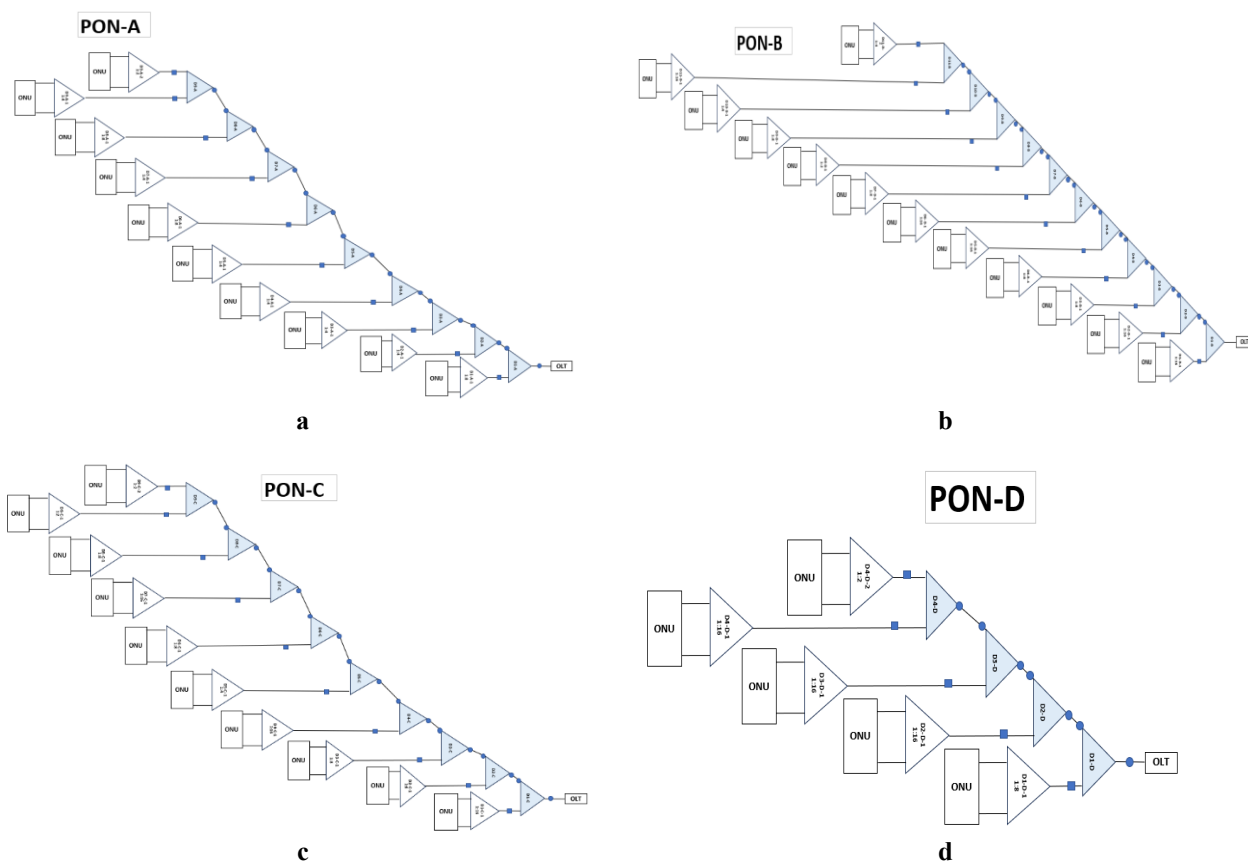
PON-D tinklą siūloma daryti 47 vartotojams (ONU), kuris yra sudarytas iš keturių magistralinių daliklių (1:2), dešimties skirstomųjų daliklių, iš kurių vienas (1:2), šeši (1:4), trys (1:8) (3.5 d pav.).

Kiekvienam magistraliniam dalikliui yra prijungta po vieną skirstomąjį daliklį, kurių dalijimo specifikacijos skiriasi, prasidedant 1:2 santykiu ir baigiantis 1:16. Tinklo daliklių slopinimo koeficientai pateikti lentelėje. Paskutinis magistralinio daliklio išvadas nėra laisvas. Į jį taip pat yra prijungtas skirstomasis daliklis, kuris yra prijungiamas į ONU. Jungtis prideda 0,4 dB slopinimą (jungtis parodyta kaip mėlynas kvadratas), virinimas vyksta abiejose magistralinio daliklio pusėse, (virinimas parodytas kaip mėlynas apskritimas) (3.5 pav.), kiekviena suvirinta pusė prideda po 0,05 dB slopinimą, skirstomieji dalikliai: 1) 1:2 daliklis prideda 3,01 dB slopinimą; 2) 1:4 daliklis prideda 6,02 dB slopinimą; 3) 1:8 daliklis prideda 9,03 dB slopinimą; 4) 1:16 daliklis prideda 12,04 dB slopinimą. Taip pat reikia įvertinti ir savitą daliklio slopinimą E_0 , kuris turi 0,3 dB.

Visų keturių tinklų sujungimo schemas pavaizduotos (3.5 pav.).

Tinklo daliklių sujungimų schemų sandara yra tokia:

- a) Tinklui: ONU – 47 vnt., magistralinių daliklių 1:2 – 9 vnt., skirstomųjų daliklių 1:2 – 1 vnt., 1:4 – 6 vnt., 1:8 – 3 vnt.
- b) Tinklui: ONU – 120 vnt., magistralinių daliklių 1:2 – 11 vnt., skirstomųjų daliklių 1:2 – 1 vnt., 1:4 – 2 vnt., 1:8 – 4 vnt., 1:16 – 5 vnt.
- c) Tinklui: ONU – 87 vnt., magistralinių daliklių 1:2 – 9 vnt., skirstomųjų daliklių 1:2 – 2 vnt., 1:4 – 1 vnt., 1:8 – 4 vnt., 1:16 – 3 vnt.
- d) Tinklui: ONU – 47 vnt., magistralinių daliklių 1:2 – 4 vnt., skirstomųjų daliklių 1:2 – 1 vnt., 1:4 – 6 vnt., 1:8 – 3 vnt.



3.5 pav. Tinklo daliklių sujungimo schemas

16 lentelė. Tinklo skirstomųjų daliklių slopinimo koeficientai

PON-A						PON-B					
Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:	Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D9-A-2(1:2)	0.4	0.1	3.01	0.3	3.81	D11-B-2(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82
D9-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D11-B-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D8-A-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83	D10-B-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82
D7-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D9-B-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83
D6-A-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83	D8-B-1(1:2)	0.4	0.1	3.01	0.3	3.81
D5-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D7-B-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83
D4-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D6-B-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D3-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D5-B-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D2-A-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82	D4-B-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83
D1-A-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83	D3-B-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83
						D2-B-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
						D1-B-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
PON-C						PON-D					
Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:	Daliklis	Jungtys	Virinimas	Dalikliai	E0	Viso:
D9-C-2(1:2)	0.4	0.1	3.01	0.3	3.81	D4-D-2(1:2)	0.4	0.1	3.01	0.3	3.81
D9-C-1(1:2)	0.4	0.1	3.01	0.3	3.81	D4-D-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D8-C-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83	D3-D-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D7-C-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84	D2-D-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84
D6-C-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83	D1-D-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83
D5-C-1(1:4)	0.4	0.1	6.02	0.3	6.82						
D4-C-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84						
D3-C-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83						
D2-C-1(1:8)	0.4	0.1	9.03	0.3	9.83						
D1-C-1(1:16)	0.4	0.1	12.04	0.3	12.84						

Kiekvienas skirstomasis daliklis turi savo specifikacijas, kurios nurodo daliklio dalijimo santykį magistralės ir atšakos kryptimis. Šios specifikacijos yra apskaičiuojamos ir nustatomos kiekvienoje atšakoje pagal (ITU-T) standartą. Kiekvienam dalikliui yra reikalinga jungtis, kuri prideda 0,4 decibelų slopinimą, virinimas yra vykdomas abiejose magistralinio daliklio vietose, viena virinimo vieta prideda 0,05 dB slopinimą, skirstomųjų daliklių pridėtinis slopinimas yra nustatytas kiekvienu atveju unikalčiai pagal reikiamą išvadų kiekį, E0 yra savitas daliklio slopinimas, kurį taip pat būtina įvertinti skaičiuojant linijos daliklių slopinimus. Tinklo skirstomųjų daliklių slopinimo koeficientai pateikti 16 lentelėje.

3.6. Skirstomųjų dėžučių specifikacija

Pateikiant projekto pasiūlymą yra pravartu įrengti ir skirstomųjų dėžučių sujungimo schemas. Skirstomosios dėžutės reikalingos tam, kad apsaugotų nuo gedimų (lietaus, piktavalių, gyvūnų ir t.t.).

Skirstomojoje dėžutės lentelėje yra nurodytas skirstomosios dėžutės numeris, kurie magistraliniai dalikliai į ją įeina, skirstomųjų daliklių tipų praktinės reikšmės, signalo slopinimo lygis decibelais, kiekviename magistraliniame ir skirstomajame daliklyje nurodyta kiek atšakų išeina iš kiekvieno skirstomojo daliklio, kiekvienos atšakos slopinimo lygis yra sudarytas taip, kad būtų vienodas. Pateikta tik PON-D tinklo skirstomųjų dėžučių sujungimo schema kadangi ji yra mažiausia (17 lentelė).

Taip pat skirstomosios dėžutės yra naudingos norint pasižiūrėti, kuris kontaktas kur nueina. Surašyta kokie dalikliai į kokią skirstomąją dėžutę jungiasi, matomi perėjimai iš vienos dėžutės į sekančią, matosi kiekvienos skirstomosios atšakos kontaktai. PON-A, PON-B, PON-C dėžučių sujungimo schemas pavaizduotos 4 priede.

17 lentelė. PON-D tinklo skirstomosios dėžutės sujungimo schema

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
24										
25	OLT		PON-D							
26			PON-C							
27			PON-B							
28			PON-A							
29										
30	A-SD Nr.	Dalikis	Pavadinimas	Adresas	Kontaktas					
31	ASD1	D1-D	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in	A			
32			Magistralė	D2-D	X					
33		D1-D-1	Skirstomasis	D1-D-1	Y					
34			Skirstomasis	D1-D	Y					
35			Atšaka	D1-D-1-1	ASD1-1					
36			Atšaka	D1-D-1-2	ASD1-2					
37			Atšaka	D1-D-1-3	ASD1-3					
38			Atšaka	D1-D-1-4	ASD1-4					
39			Atšaka	D1-D-1-5	ASD1-5					
40			Atšaka	D1-D-1-6	ASD1-6					
41		D2-D	Atšaka	D1-D-1-7	ASD1-7					
42			Atšaka	D1-D-1-8	ASD1-8					
43			Magistralė	D1-D	X					
44			Magistralė	D3-D	B	ASD1-į	B			
45			D2-D-1	Skirstomasis	D2-D-1	Y				
46				Skirstomasis	D2-D	Y				
47				Atšaka	D2-D-1-1	ASD1-9				
48				Atšaka	D2-D-1-2	ASD1-10				
49		Atšaka		D2-D-1-3	ASD1-11					
50		Atšaka		D2-D-1-4	ASD1-12					
51		Atšaka		D2-D-1-5	ASD1-13					
52		Atšaka		D2-D-1-6	ASD1-14					
53		Atšaka		D2-D-1-7	ASD1-15					
54		Atšaka		D2-D-1-8	ASD1-16					
55	Atšaka	D2-D-1-9		ASD1-17						
56	Atšaka	D2-D-1-10		ASD1-18						
57	Atšaka	D2-D-1-11		ASD1-19						
58	Atšaka	D2-D-1-12		ASD1-20						
59	Atšaka	D2-D-1-13		ASD1-21						
60	Atšaka	D2-D-1-14		ASD1-22						
61	Atšaka	D2-D-1-15	ASD1-23							
62	Atšaka	D2-D-1-16	ASD1-24							
63										
64	ASD2	D3-D	Magistralė	D2-D	B	ASD2-in	D			
65			Magistralė	D4-D	X					
66		D3-D-1	Skirstomasis	D3-D-1	Y					
67			Skirstomasis	D3-D	Y					
68			Atšaka	D3-D-1-1	ASD2-1					
69			Atšaka	D3-D-1-2	ASD2-2					
70			Atšaka	D3-D-1-3	ASD2-3					
71			Atšaka	D3-D-1-4	ASD2-4					
72			Atšaka	D3-D-1-5	ASD2-5					
73			Atšaka	D3-D-1-6	ASD2-6					
74			Atšaka	D3-D-1-7	ASD2-7					
75			Atšaka	D3-D-1-8	ASD2-8					
76			Atšaka	D3-D-1-9	ASD2-9					
77			Atšaka	D3-D-1-10	ASD2-10					
78			Atšaka	D3-D-1-11	ASD2-11					
79			Atšaka	D3-D-1-12	ASD2-12					
80			Atšaka	D3-D-1-13	ASD2-13					
81			Atšaka	D3-D-1-14	ASD2-14					
82		Atšaka	D3-D-1-15	ASD2-15						
83		Atšaka	D3-D-1-16	ASD2-16						
84		D4-D	Magistralė	D3-D	X					
85			Skirstomasis	D4-D-2	Y!					
86			Skirstomasis	D4-D-1	Y					
87			D4-D-1	Skirstomasis	D4-D	Y				
88				Atšaka	D4-D-1-1	ASD2-17				
89				Atšaka	D4-D-1-2	ASD2-18				
90				Atšaka	D4-D-1-3	ASD2-19				
91				Atšaka	D4-D-1-4	ASD2-20				
92				Atšaka	D4-D-1-5	ASD2-21				
93				Atšaka	D4-D-1-6	ASD2-22				
94				Atšaka	D4-D-1-7	ASD2-23				
95				Atšaka	D4-D-1-8	ASD2-24				
96	Atšaka			D4-D-1-9	ASD2-25					
97	Atšaka			D4-D-1-10	ASD2-26					
98	Atšaka			D4-D-1-11	ASD2-27					
99	Atšaka			D4-D-1-12	ASD2-28					
100	Atšaka	D4-D-1-13		ASD2-29						
101	Atšaka	D4-D-1-14		ASD2-30						
102	Atšaka	D4-D-1-15		ASD2-31						
103	Atšaka	D4-D-1-16	ASD2-32							
104	D4-D-2	Skirstomasis	D4-D	Y!						
105		Atšaka	D4-D-2-1	ASD2-33						
106	Atšaka	D4-D-2-2	ASD2-34							

3.7. Pateikiamumo skaičiavimas patikimumas

Tinklo patikimumas skaičiuojamas pagal (ITU-T, 2016). Pirmiausia yra suskaičiuojamas atstumas nuo kiekvieno magistralinio daliklio iki sekančio, tada įvertinamas savitas daliklio slopinimas, paskaičiuojama magistralės krypties slopinimas, atšakos slopinimas (jei reikia) ir tada yra gaunamas bendras tinklo patikimumas iki kiekvieno vartotojo. Gauti tokie tinklų patikimumai:

- PON-A tinklo patikimumas – 11,30 metų.
- PON-B tinklo patikimumas – 10,32 metų.
- PON-C tinklo patikimumas – 11,72 metų.
- PON-D tinklo patikimumas – 14,89 metų.

Toliau pateiksime vieno PON-D tinklo patikimumo skaičiavimo pavyzdį (3.6 pav.). Kitų tinklų PON-A, PON-B, PON-C tinklų patikimimų skaičiavimo lentelės pateiktos 6 priede. Patikimumo skaičiavimo laukų paaiškinimai yra pateikti 18 lentelėje.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1			POLT	0.99	0.999990													
2			PSFP	0.99	0.999990													
3			P(OLT-SF)	0.9801	0.999980													
4																		
5		D1-D	L1,km	0.9	PL	0.99	0.999997	MTTR	14	FIT	180	MTBF	5.56E+06	U=	2.52E-06	634	2.52E-06	MTBF/T
6			SJ, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06	
7			S(L-), dB	0.275	P(OLT-D)	0.9606	0.999976								3.72E-06			
8			E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141		
9			C11, dB	9.2338	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446		
10			C10, dB	0.5517	P(OLT-ONU)	0.94148	0.999969								7.54E-06			
11			S(OLT-D1), dB	9.8088														
12			S(OLT-D0), dB	1.1267														
13																		
14		D2-D	L1,km	0.2	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	40	MTBF	2.50E+07	U=	5.60E-07	2852	5.60E-07	
15			SJ, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06	
16			S(L-), dB	0.1	P(OLT-D)	0.9415	0.999975								1.76E-06			
17			E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141		
18			C11, dB	5.3221	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446		
19			C10, dB	1.5096	P(OLT-ONU)	0.922745	0.999967								7.54E-06			
20			S(OLT-D1), dB	6.8488														
21			S(OLT-D0), dB	3.0363														
22																		
23		D3-D	L1,km	0.21	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	42	MTBF	2.38E+07	U=	5.88E-07	2716	5.88E-07	
24			SJ, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06	
25			S(L-), dB	0.1025	P(OLT-D)	0.9227	0.999973								1.79E-06			
26			E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141		
27			C11, dB	3.4624	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446		
28			C10, dB	2.6008	P(OLT-ONU)	0.904382	0.999965								7.54E-06			
29			S(OLT-D1), dB	6.9013														
30			S(OLT-D0), dB	6.0397														
31																		
32		D4-D	L1,km	0.78	PL	0.99	0.999998	MTTR	14	FIT	156	MTBF	6.41E+06	U=	2.18E-06	731	2.18E-06	
33			SJ, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06	
34			S(L-), dB	0.245	P(OLT-D)	0.9044	0.999969								3.38E-06			
35			E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141		
36			C11, dB	0.5116	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446		
37			C10, dB	9.5416	P(OLT-ONU)	0.886385	0.999962								7.54E-06			
38			S(OLT-D1), dB	7.0963														
39			S(OLT-D0), dB	16.1263		A1*A1	3.07E-05											
40																		

MTTR(h) = 4

1.07E-05 0.09

MTBF=MTTR/U 1.30E+05 14.89 metų MTBF 9.999893E-01

3.6 pav. PON-D tinklo magistralinių daliklių pateikiamumo skaičiavimai

(sudaryta autoriaus, pagal Plėštys, Dabulytė -Bagdonavičienė 2023)

18 lentelė. Patikimumo skaičiavimų laukų paaiškinimai

Lentelės langelis	Žymėjimas	Paaaiškinimas
C1	POLT	OLT gamyklinis patikimumas
C2	PSFP	SFP modulio gamyklinis patikimumas
C3	P(OLT-SFP)	OLT ir SFP modulio bendras patikimumas
C5	L1, km	Atstumas nuo vieno magistralinio daliklio iki kito
C6	SJ, dB	Virinimo slopinimas
C7	S(L+J), dB	Virinimo ir atstumo slopinimas
C8	E0, dB	Savitas daliklio slopinimas
C9	C11, dB	Daliklio slopinimas magistralės kryptimi
C10	C10, dB	Daliklio slopinimas atšakos kryptimi
C11	S(OLT-D1),dB	Daliklio slopinimas magistralės kryptimi kartu su savitu daliklio slopinimu ir atstumo slopinimu
C12	S(OLT-D0),dB	Daliklio slopinimas atšakos kryptimi kartu su savitu daliklio slopinimu ir atstumo slopinimu
E2	PL	Elektromagnetinės bangos slopinimas
E3	PD	-
E4	P(OLT-D)	Patikimumas tarp OLT, magistralinės krypties ir atšakos krypties
E5	PP	Optinio ryšio sistemos našumo pablogėjimas
E6	PONU	ONU patikimumas
E7	P(OLT-ONU)	Patikimumas tarp OLT ir ONU (vartotojo)
H2	MTTR	Vidutinis gedimo šalinimo laikas
J2	FIT	Parodo kiek gedimų įvyksta kas 109 val.
L2	MTBF	Vidutinis laikas tarp gedimų

3.8. Tinklo įrangos ir medžiagų žiniaraštis

Sėkmingam projekto įgyvendinimui reikia žinoti koks yra įrangos ir reikalingų medžiagų poreikis. Kiekvienam tinklui (PON-A, PON-B, PON-C, PON-D) buvo sudarytas detalių žiniaraštis, kuriame yra išvardinti parametrai, jų panaudojimo vieta, kabelio ilgis tarp pradžios ir pabaigos (metrais), ilgio atsarga (metrais), pažymėtas kabelių standartas, jų kiekis, taip pat pateiktas visų daliklių, kabelių ir jungčių kiekis (19 lentelė). Kiekvieno laukelio detalus paaiškinimas pateiktas 20 lentelėje. PON-B, PON-C, PON-D žiniaraščiai pateikti 5 priede.

Iš viso suprojektuotame PON-A tinkle bus reikalinga: APC jungčių – 59 vnt., G.657 standarto optinių skaidulų kabelio – 3095 m., G.652 šviesolaidinio optinio kabelio – 821 m., daliklių (1:2) – 10 vnt., daliklių (1:4) – 6 vnt., daliklių (1:8) – 3 vnt., daliklių (1:16) – 0 vnt., SFP tinklo modulio – 1 vnt.

Iš viso suprojektuotame PON-B tinkle bus reikalinga: APC jungčių – 133 vnt., G.657 standarto optinių skaidulų kabelio – 2948 m., G.652 šviesolaidinio optinio kabelio – 676 m., daliklių

(1:2) – 12 vnt., daliklių (1:4) – 2 vnt., daliklių (1:8) – 4 vnt., daliklių (1:16) – 5 vnt., SFP tinklo modulio – 1 vnt.

Iš viso suprojektuotame PON-C tinkle bus reikalinga: APC jungčių – 97 vnt., G.657 standarto optinių skaidulų kabelio – 1993 m., G.652 šviesolaidinio optinio kabelio – 101 m., daliklių (1:2) – 11 vnt., daliklių (1:4) – 1 vnt., daliklių (1:8) – 4 vnt., daliklių (1:16) – 3 vnt., SFP tinklo modulio – 1 vnt.

Iš viso suprojektuotame PON-D tinkle bus reikalinga: APC jungčių – 62 vnt., G.657 standarto optinių skaidulų kabelio – 1280 m., G.652 šviesolaidinio optinio kabelio – 1000 m., daliklių (1:2) – 5 vnt., daliklių (1:4) – 0 vnt., daliklių (1:8) – 1 vnt., daliklių (1:16) – 3 vnt., SFP tinklo modulio – 1 vnt.

Bendrai susumavus visų keturių tinklų medžiagas ir detales reikės: APC jungčių – 351 vnt., G.657 optinių skaidulų kabelio – 9316 m., G.652 šviesolaidinio optinio kabelio – 2598 m., daliklių (1:2) – 38 vnt., daliklių (1:4) – 9 vnt., daliklių (1:8) – 12 vnt., daliklių (1:16) – 11 vnt., SFP tinklo modulio – 4 vnt.

19 lentelė. PON-A tinklo detalių žiniaraštis (sudaryta autoriaus)

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
Detalių žiniaraštis																					
		Pavadinimas	Įvykimas	Parametras	Peraudėjimo vieta		Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	
				N,M	Pradža	Pabaiga	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	Plotis	
3																					
4																					
5																					
6	A-SD1	Kabelis	L		OLT	D1-A	721	100	G.652	821											
7		SFP			1																1
8		Daliklis	D1-A	0.90	0.10					IEC	1										
9		Jungtis			APC	D1-A	D1-A-1			IEC	1	1									
10		Daliklis	D1-A-1		1:8					IEC	1										1
11		Jungtis			APC		8			IEC	8	8									
12		Kabelis	L			D1-A	D2-A	151	50	G657	201			201							
13		Daliklis	D2-A	0.95	0.05					IEC	1										1
14		Jungtis			APC	D2-A	D2-A-1			IEC	1	1									
15		Daliklis	D2-A-1		1:4					IEC	1										1
16		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
17		Kabelis	L			D2-A	D3-A	100	50	G657	150			150							
18	A-SD2	Daliklis	D3-A	0.90	0.10					IEC	1										1
19		Jungtis			APC	D3-A	D3-A-1			IEC	1	1									
20		Daliklis	D3-A-1		1:4					IEC	1										1
21		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
22		Kabelis	L			D3-A	D4-A	97	50	G657	147			147							
23		Daliklis	D4-A	0.90	0.10					IEC	1										1
24		Jungtis			APC	D4-A	D4-A-1			IEC	1	1									
25		Daliklis	D4-A-1		1:4					IEC	1										1
26		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
27		Kabelis	L			D4-A	D5-A	106	50	G657	156			156							
28	A-SD3	Daliklis	D5-A	0.90	0.10					IEC	1										1
29		Jungtis			APC	D5-A	D5-A-1			IEC	1	1									
30		Daliklis	D5-A-1		1:4					IEC	1										1
31		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
32		Kabelis	L			D5-A	D6-A	238	50	G657	288			288							
33		Daliklis	D6-A	0.90	0.10					IEC	1										1
34		Jungtis			APC	D6-A	D6-A-1			IEC	1	1									
35		Daliklis	D6-A-1		1:8					IEC	1										1
36		Jungtis			APC		8			IEC	8	8									
37		Kabelis	L			D6-A	D7-A	573	50	G657	623			623							
38	A-SD4	Daliklis	D7-A	0.75	0.25					IEC	1										1
39		Jungtis			APC	D7-A	D7-A-1			IEC	1	1									
40		Daliklis	D7-A-1		1:4					IEC	1										1
41		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
42		Kabelis	L			D7-A	D8-A	894	50	G657	944			944							
43		Daliklis	D8-A	0.80	0.20					IEC	1										1
44		Jungtis			APC	D8-A	D8-A-1			IEC	1	1									
45		Daliklis	D8-A-1		1:8					IEC	1										1
46		Jungtis			APC		8			IEC	8	8									
47		Kabelis	L			D8-A	D9-A	536	50	G657	586			586							
48	A-SD5	Daliklis	D9-A	0.45	0.55					IEC	1										1
49		Jungtis			APC	D9-A	D9-A-1			IEC	1	1									
50		Daliklis	D9-A-1		1:4					IEC	1										1
51		Jungtis			APC		4			IEC	4	4									
52		Daliklis	D9-A-2		1:2					IEC	1										1
53		Jungtis			APC		2			IEC	2	2									

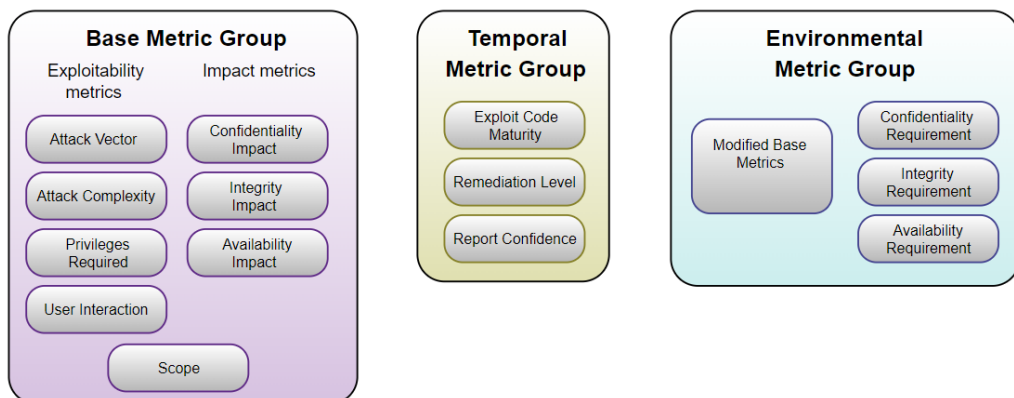
20 lentelė. Detalių žiniaraščio reikšmių paaiškinimai (sudaryta autoriaus)

Lentelės langelis	Žymėjimas	Paaškinimas
B4	Pavadinimas	Medžiagos/detalės pavadinimas
C4	Žymėjimas	Daliklių, kabelių žymėjimas
D4-E4	Parametras	Skirstomojo daliklio tipas
F4-G4	Panaudojimo vieta	Sujungimo įvardinimas nuo konkretaus daliklio iki sekančio
H4	Poreikis	Kabelio ilgio ilgis, metrais
I5	Poreikis	Kabelio ilgio atsargos ilgis, metrais
J4	Standartas	Kabelio standartas
K5	Kiekis	Bendra suma
L4	APC	APC jungtis
M4	G.657	Kabelio tipas
N4	G.652	Kabelio tipas
O4	1:2	Daliklių, turinčių 2 išvadus kiekis
P4	1:4	Daliklių, turinčių 4 išvadus kiekis
Q4	1:8	Daliklių, turinčių 8 išvadus kiekis
R4	1:16	Daliklių, turinčių 16 išvadų kiekis
S4	SFP	SFP tinklo modulis

3.9. Kibernetinio saugumo įvertinimas

Šio projekto tinklo kibernetinį saugumą vertinsime atsižvelgdami į atvirosios pažeidžiamumo sistemos (*Common Vulnerability Scoring System – CVSS*) 3.1 versiją. Versija yra sudaryta iš trijų metrikų (3.7 pav.):

1. Bazinė metrikos grupė atspindi vidines pažeidžiamumo savybes, kurios yra pastovios laikui bėgant ir skirtingose vartotojų aplinkose. Ją sudaro du metrikų rinkiniai: poveikio ir išnaudojamumo metrikos.
2. Laikinoji metrikos grupė atspindi pažeidžiamumo savybes, kurios laikui bėgant gali kisti, bet ne skirtingose vartotojų aplinkose.
3. Aplinkos metrikos grupė atspindi pažeidžiamumo savybes, kurios yra svarbios ir unikalios konkretaus vartotojo aplinkai.



3.7 pav. Pažeidžiamumo metrikų grupės (FIRST FORUM CVSS 3,1)

Priskyrus bazinei metrikai reikšmes, lygtis apskaičiuoja tinklo saugumo balą nuo 0,0 iki 10,0. Atakos vektorius atspindi aplinkybes, kuriomis galima pasinaudoti pažeidžiamu. Šios metrikos reikšmė bus tuo didesnė, kuo labiau fiziškai ir logiškai nutolęs užpuolikas, norėdamas pasinaudoti pažeidžiamu komponentu.

Projekte yra siūloma naudoti XGS-PON technologiją.

XGS-PON apsaugos grėsmių modelis yra skirtas apsaugoti nuo šių grėsmių:

1. Kadangi visi duomenys yra transliuojami linija tolyn visiems prie OLT prijungtiems ONU, piktybinis vartotojas, galintis pakeisti arba perprogramuoti ONU, galėtų gauti visus pasroviui skirtus duomenis, skirtus visiems prisijungusiems vartotojams.
2. Kadangi prieš srovę gaunami OLT duomenys gali būti kilę iš bet kurio prie XGS-PON optinio paskirstymo tinklo prijungto ONU, piktybinis vartotojas, galintis pakeisti arba perprogramuoti ONU, gali suklastoti paketus, kad galėtų apsimesti kitu ONU (t. y. paslaugų vagystė).
3. Užpuolikas gali prijungti kenkėjišką įrenginį įvairiuose infrastruktūros taškuose (pvz., sugadindamas gatvių spintas, atsarginius prievadus ar šviesolaidinius kabelius). Toks įrenginys gali perimti ir (arba) generuoti srautą. Atsižvelgiant į tokio įrenginio vietą, jis gali apsimesti OLT arba ONU.
4. Kenkėjiškas vartotojas pagal bet kurį iš aukščiau paminėtų scenarijų gali įrašyti PON perduotus paketus ir vėliau juos atkurti į PON arba vykdyti bitų keitimo atakas.

Detalus vektoriaus skaičiavimas pateiktas 3 priede.

Projektuojamo tinklo pažeidžiamumo vertinimas yra 4,9 balo (vidutinis) (3.8 pav.).



3.8 pav. Pažeidžiamumo vektoriaus įvertinimas (sudaryta autoriaus, pagal FIRST FORUM CVSS)

Pagal sudarytą vektoriaus diagramą gauname vektoriaus pažeidžiamumo išraišką:

CVSS:3.1/AV:P/AC:H/PR:H/UI:R/S:U/C:L/I:L/A:H.

4. EKONOMINĖ DALIS

Ekonominės dalies tikslas yra apskaičiuoti ir nustatyti, ar projektas įmonei bus pelningas ilguoju laikotarpiu ir ar jis galės duoti ilgalaikę ekonominę naudą.

4.1. Įrangos pirkimas ir nuoma

Programinės ir techninės įrangos pirkimo poreikis yra parodytas 21 lentelėje.

21 lentelė. Programinės ir techninės įrangos pirkimas

Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Kiekis	Kaina, Eur.	Suma, Eur.
1.	Magistralinis daliklis 1:2	vnt.	33	14,39	474,87
2.	Skirstomasis daliklis 1:2	vnt.	5	10,44	52,20
3.	Skirstomasis daliklis 1:4	vnt.	9	10,44	93,96
4.	Skirstomasis daliklis 1:8	vnt.	12	10,56	126,72
5.	Skirstomasis daliklis 1:16	vnt.	11	17,27	189,97
6.	OLT (XGS-PON)	vnt.	1	3394,15	3394,15
7.	SFP+ modulis	vnt.	4	37,75	151,00
8.	APC jungtys	vnt.	351	1,43	501,93
9.	ONU įrenginys	vnt.	301	74,46	22412,46
10.	Microsoft Office Home	vnt.	1	128,00	128,00
11.	Lenovo LOQ 16APH8 R5 7640HS/16 GB/512 GB/NVIDIA GF RTX 4060/Win 11 Home, Grey	vnt.	1	1059,00	1059,00
12.	Interneto prieiga	vnt.	1	14,99	14,99
13.	Operacinė sistema (Windows 11 Home)	vnt.	1	129,00	129,00
Iš viso, Eur:					28728,25
PVM, 21%					6032,93
Bendra suma, Eur:					34761,18

Tikime, kad šis projektas bus pelningas, užtikrins ekonomišką ir efektyvų įrangos veikimą. Įrangos nuomos poreikis pavaizduotas 22 lentelėje.

22 lentelė. Įrangos nuomos sąmata

Nr.	Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, Eur/mėn.	Kiekis, mėn.	Suma, Eur.
1.	Ekskavatoriaus nuoma	UAB „CRAMO“	2636,40	1	2636,40
2.	Optinio signalo šaltinis VFL650-1S	UAB „Žalasis Namas“	131,09	1	131,09
3.	Optikos skaidulų suvirinimo aparatas Fujikura 45S su skaidulos nuskėlėju CT50	UAB „Žalasis Namas“	850,88	1	850,88
4.	Optinės linijos testavimo prietaisas OFL100-EU,OTDR/OPM/OLS/VFL	UAB „Žalasis Namas“	253,53	1	253,53
Iš viso, Eur:					3871,9
PVM, 21%					813,10
Bendra suma, Eur:					4685,00

4.2. Įrangos nusidėvėjimas

Šiame skyriuje įvertinsime ilgalaikio turto ir programinės įrangos nusidėvėjimo mokestį.

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.

Projektui taip pat buvo naudojama kompiuterinė programinė įranga. Jos nusidėvėjimo 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.

Programinė įranga:

Suskaičiuotas programinės įrangos nusidėvėjimo mokestis parodytas 23 lentelėje.

23 lentelė. Ilgalaikio turto nusidėvėjimo ir programinės įrangos mokestis

Pavadinimas	1 mėn. vertė, Eur.	Mėn. kiekis, vnt.	Iš viso, Eur.
<i>Ilgalaikis turtas</i>			
1. Kompiuteris (Lenovo LOQ 16APH8 R5 7640HS/16 GB/512 GB/NVIDIA GF RTX 4060/Win 11 Home, Grey)	29,41	2	58,82
<i>Programinė įranga</i>			
1. Operacinė sistema (Microsoft Windows 11 Home)	10,75	2	21,50
2. Microsoft Office Home	10,67	2	21,34
		Iš viso:	101,66

4.3. Darbo užmokesčio skaičiavimas

Projekto darbai ir jų atlikimo trukmė pavaizduoti 24 lentelėje.

Darbo užmokestis skaičiuojamas taip:

1. Valandinio įkainio apskaičiavimas

Bruto mėnesinis atlyginimas (neatskaičiavus mokesčių) Eur. / 21 darbo diena (vidutiniškai) / 8 darbo valandos = valandinis įkainis, Eur.;

$$2100 / 21 / 8 = 12,50 \text{ Eur/val.}$$

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

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

$$\text{Bruto atlyginimas} = 12,50 * 452 = 5650 \text{ Eur.}$$

24 lentelė. Darbo laiko nustatymas

Atliktas darbas	Darbo valandų skaičius
Esamos situacijos analizė	56
Technologijų analizė bei jų galimas pritaikymas	56
Objekto specifikacijos išsiaiškinimas	30
Reikiamos įrangos nustatymas	22
Įrangos techninių parametru suskaičiavimas	110
Įrangos pirkimas	36
Projekto įgyvendinimo planas	96
Įrangos sukonfigūravimas	20
Testavimas	10
Įrangos instrukcijų rengimas darbuotojams	8
Darbuotojų mokymai	8
Iš viso, val.:	452

3. Projekto įgyvendinimo rengėjo atlyginimo sąnaudų apskaičiavimas

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

$$5650 + ((5650 * 1,77) / 100) = 5650 + 100,01 = 5750,01 \text{ Eur.}$$

4.4. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos

Įinstaliuoto projekto palaikymo sąnaudos pateiktos 25 lentelėje.

25 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos

Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, Eur.	Mato, vnt.	Kiekis, mėn.	Suma, Eur.
1. Optinio signalo šaltinis VFL650-2S	UAB „Žalioji namas“	139,15	vnt.	1	139,15
2. Optinės linijos testavimo prietaisai OFL100-EU, OTDR/OPM/OLS/VFL	UAB „Žalioji namas“	2199,01	vnt.	1	2199,01
3. Kompiuteris ASUS Vivobook 16 M1605YA-MB179W Ryzen 5 7530U/16/512GB SSD/W11H	„ASUS“	699,99	vnt.	1	699,99
Iš viso:					3038,15

Reikalinga aparatinė įranga nuomos projekto palaikymui pateikta 26 lentelėje.

26 lentelė. Įrangos nuomos sąmata

Įrangos pavadinimas	Tiekėjo pavadinimas	Kaina, eur/mėn.	Kiekis, mėn.	Suma, Eur.
1. Optikos skaidulų suvirinimo aparatas Fujikura 45S su skaidulos nuskėlėju CT50	UAB „Žalioji Namai“	850,88	1	850,88
2. Ekskavatorius	UAB „CRAMO“	2636,40	1	2636,40
			Iš viso:	3487,28

Programinė įranga yra perkama projekto startavimo metu, todėl projekto palaikymui jos nuomotis nereikia.

1. Valandinio įkainio apskaičiavimas projekto palaikymui

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

$$2100 / 21 / 8 = 12,50 \text{ Eur./val.}$$

2. Įdiegto projekto palaikymo rengėjo valandinio atlyginimo sąnaudų apskaičiavimas

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

$$12,50 + ((12,50 * 1,77) / 100) = 12,50 + 0,22 = 12,72 \text{ Eur.}$$

27 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo atlyginimo skaičiavimai

Darbai	Pradirbtų valandų skaičius	Įdiegto projekto palaikymo asmens valandinis atlyginimas, Eur	Visa suma, Eur
Gedimų nustatymas	164	12,72	2080,08

28 lentelė. Įdiegto projekto palaikymo sąmata

Nr.	Pavadinimas	Suma, Eur
1.	Naujos įrangos pirkimas	3038,15
2.	Įrangos nuoma	3487,28
3.	Programinė įranga	0
4.	Įdiegto projekto palaikymo atlyginimo sąnaudos	2080,08
5.	Įrangos palaikymas	400
6.	Įrangos taisymas / aptarnavimas	1100
Iš viso:		10105,51

Įdiegto projekto palaikymo atlyginimo skaičiavimai pateikti 27 lentelėje. Įdiegtam projektui gedimai gali atsirasti tuomet, jei būtų neatsakingai vykdomi darbai linijos montavimo metu. Įvykus tokiai situacijai, projekto palaikymo sąmata pavaizduota 28 lentelėje.

4.5. Projekto sąmata

Suskaičiavus visą reikalingą įrangą bei atlyginimus užpildoma projekto sąmatos 29 lentelė.

29 lentelė. Projekto sąmata

Nr.	Pavadinimas	Suma, Eur.
1.	Programinės ir techninės įrangos pirkimas	34761,18
2.	Įrangos nuoma	4685,00
3.	Įrangos nusidėvėjimas	101,66
4.	Darbo užmokestis	5750,01
5.	Įdiegto projekto palaikymo sąnaudos	10105,51
	Iš viso:	55403,36
6.	Administracinės sąnaudos (10%)	5540,35
	Iš viso:	60943,70

4.6. Ekonominės naudos nustatymas

Ekonominė nauda yra nustatoma paskaičiavus esamų namų ūkių skaičių ir padauginus iš „Telia“ siūlomų planų mokesčio. Klovainiuose šiuo metu yra 311 namų ūkių, tai ekonominė nauda skaičiuojama taip:

1. Nustatomas „Telia“ interneto ryšio paslaugų vidutinis įkainis 22,90 Eur. (pagal „Telia“ internetinę svetainę);
2. Padauginama iš abonentų skaičiaus;
3. Padauginama iš 12 mėn.

$$22,90 \times 311 \times 12 = 85462,80 \text{ Eur. per metus.}$$

Taip pat reikia įvertinti eksploatacines projekto palaikymo sąnaudas, metams reikėtų atidėti 20,000 Eur.

Viso projekto sąmata yra 60943,70 Eur., metinės eksploatacinės sąnaudos siekia 20000 Eur., gyventojai per metus sumokės apie 80943,69 Eur., tai ekonominė nauda per metus:

$$85462,80 - 60943,70 - 20000 = 4519,10 \text{ Eur.}$$

Projektas atsipirks per pirmus metus.

IŠVADOS

1. Atlikta išmaniųjų technologijų analizė. Nustatyta, kad išmaniosios technologijos funkcionuoja pritaikius kibernetinių sistemų principus.
2. Atlikta optinių technologijų galimybių taikyti išmaniąsias technologijas analizė. Nustatyta, kad geriausiai tinka mažos galio ryšio tinklai (LPWAN).
3. Parengtas išmaniųjų technologijų diegimo kaimiškame rajone projektas, nustatyta, kad regione yra 301 namų ūkiai, kuriems yra reikalingas optinio ryšio internetas norint naudoti išmaniąsias technologijas.
4. Atliktas suprojektuoto tinklo patikimumo įvertinimas: PON – A tinklui – 11,30 metų, PON – B tinklui – 10,32 metų, PON – C tinklui – 11,72 metų, PON – D tinklui – 14,89 metų.
5. Atliktas suprojektuoto tinklo kibernetinio saugumo įvertinimas – 4,9 balo.
6. Atliktas ekonominis vertinimas. Projektui įgyvendinti reikės 60943,69 Eur. Nustatyta ekonominė nauda per pirmus metus – 4519,11 Eur. Projektas atsipirks per pirmus metus.

LITERATŪRA IR KITI INFORMACIJOS ŠALTINIAI

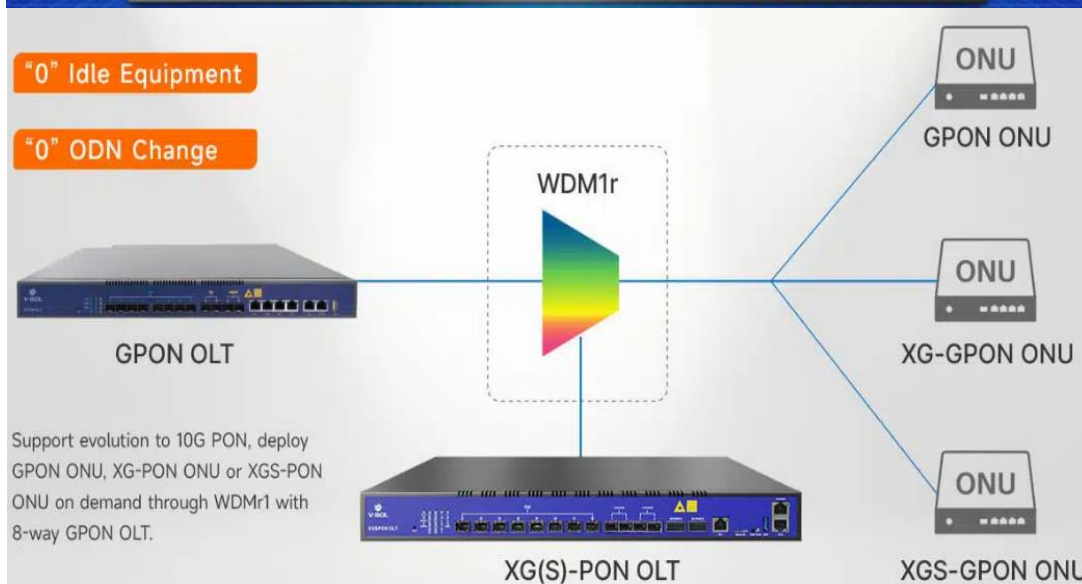
1. Ahmed (2018). *Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas*:https://www.academia.edu/93427857/Internet_of_Things_IoT_for_Smart_Precision_Agriculture_and_Farming_in_Rural_Areas?f_r=4731
2. Blockeel, H. (2010). *Hypothesis Space*. In C. Sammut & G. I. Webb (Eds.), *Encyclopedia of Machine Learning* (pp. 511–13). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8_373
3. CVSS pažeidžiamumo vertinimo puslapis. <https://www.first.org/cvss/calculator/3.1>
4. Gaber, Ben-Harush (2017). *Predicting HDD failures from compound SMART attributes*. *Proceedings of the 10th ACM International Systems and Storage Conference* <https://doi.org/10.1145/3078468.3081875>
5. Geoportal: <https://www.geoportal.lt/map>
6. Gibson, J. J. (2014). *The Ecological Approach to Visual Perception (1st ed.)*. Routledge. [https://library.uniq.edu.iq/storage/books/file/The%20Ecological%20Approach%20to%20Visual%20Perception%20Approach/1667383098The%20Ecological%20Approach%20to%20Visual%20Perception%20Classic%20Edition%20\(James%20J.%20Gibson\)%20\(z-lib.org\)%20\(1\).pdf](https://library.uniq.edu.iq/storage/books/file/The%20Ecological%20Approach%20to%20Visual%20Perception%20Approach/1667383098The%20Ecological%20Approach%20to%20Visual%20Perception%20Classic%20Edition%20(James%20J.%20Gibson)%20(z-lib.org)%20(1).pdf)
7. Hildebrandt, Mireille (2020): *Smart technologies, Internet Policy Review, ISSN 2197-6775, Alexander von Humboldt Institute for Internet and Society, Berlin, Vol. 9, Iss. 4, pp. 1-16, https://doi.org/10.14763/2020.4.1531*
8. Holnicki-Szulc, Motylewski (2008). *Introduction to Smart Technologies*. Jan Holnicki-Szulc, Jerzy Motylewski and Przemyslaw Kolakowsk. *Introduction to Smart Technologies. 2008 - https://www.researchgate.net/publication/237378756_Introduction_to_Smart_Technologies*
9. Hughes, D. L., Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., & Simintiras, A. C. (2016). *Information systems project failure—analysis of causal links using interpretive structural modelling*. *Production Planning & Control, 27(16), 1313–1333*. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2016.1217571>
10. INVESTICIJŲ PROJEKTAS „ITIN SPARTAUS RYŠIO INFRASTRUKTŪROS PLĖTRA“ (2024): https://placiajuostis.lrv.lt/media/viesa/saugykla/2024/1/yMdyR_kQZbg.pdf
11. ITU-T, G.652 (2016). *Characteristics of a single-mode optical fibre cable ITU-T: https://www.itu.int/rec/T-REC-G.652-201611-I*
12. ITU-T, G.657 (2016). *Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable ITU-T - https://www.itu.int/rec/T-REC-G.657*
13. ITU-T, G.9807.1 (2016). *10-Gigabit-capable symmetric passive optical network (XGS-PON) - https://www.itu.int/rec/T-REC-G.9807.1/en*

14. ITU-T G.989 (2016). *T-REC-G.989-201510-I!!PDF-E* - <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup51-201602-S>
15. Jonathan Hui, PhD, Arch Rock Corporation, David Culler (2019). *PhD, University of California, Berkeley, Samita Chakrabarti, IP Infusion. 6LoWPAN: Incorporating IEEE 802.15.4 into the IP architecture. Internet Protocol for Smart Objects (IPSO) Alliance White paper # 3.* https://twiki.di.uniroma1.it/pub/Reti_Avanzate/WebHome/6lowpan.pdf
16. Kopljar, S. (2016). *How to think about a place not yet: Studies of affordance and site-based methods for the exploration of design professionals' expectations in urban development processes* <https://lup.lub.lu.se/search/publication/4bdb64d0-8551-44c7-aabc-26888e0cfbb4>
17. *Memorandumas dėl 5G ryšio diegimo Lietuvoje (2021)* - <https://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/Veikllos%20sritys/Memorandumas%20dėl%205G.pdf>
18. Naga Srinivasarao Chilamkurthy, Om Jee Pandey, Anirban Ghosh, Linga Reddy Cenkeramaddi, and Hong-Ning Dai (2022). *Low-Power Wide-Area Networks: A Broad Overview of Its Different Aspects. Digital Object Identifier.* <https://ieeexplore.ieee.org/document/9848798>
19. Natalia V. Vinogradova, Tatyana N. Popova, Abdellah Chehri, and Valentina I. Burenina (2020). *SMART Technologies as the Innovative Way of Development and the Answer to Challenges of Modern Time. January 2020 ITM Web of Conferences 35(22):06010* <http://dx.doi.org/10.1051/itmconf/20203506010>
20. NB-IOT <https://www.telia.lt/verslui/teliahub/nb-iot>
21. Pickering, A. (2002). *Cybernetics and the Mangle: Ashby, Beer and Pask. Social Studies of Science, 32(3), 413–437.* <https://doi.org/10.1177/0306312702032003003>
22. Plėštys, R., Dabulytė-Bagdonavičienė, J., & Gudaitienė, R. (2023). *Slopinimų skaičiavimas optinėje magistralėje su skirstomosiomis atšakomis. Mokslo Taikomieji Tyrimai Lietuvos Kolegijose, 2(19), 116-125:* <https://doi.org/10.59476/mtt.v2i19.630>
23. Sarhan M. Musa (2019). *Smart Technology: A Primer. Published 2019.* https://www.academia.edu/91601362/Smart_Technology_A_Primer
24. Sujeet K. Sharma, Marijn Janssen, Deborah Bunker, Carine Dominguez-Péry, Jang Bahadur Singh, Yogesh K. Dwivedi & Santosh K. Misra (2023). *Unlocking the Potential of Smart Technologies: Addressing Adoption Challenges. Published: 27 May 2023, Volume 25, pages 1293–1298, (2023)* <https://link.springer.com/article/10.1007/s10796-023-10408-3>
25. Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine.* MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11810.001.0001>
26. *5G ryšio plėtra pripažinta valstybei svarbiu projektu (2023)* - <https://sumin.lrv.lt/lt/naujienos/5g-rysio-pletra-pripazinta-valstybei-svarbiu-projektu/>

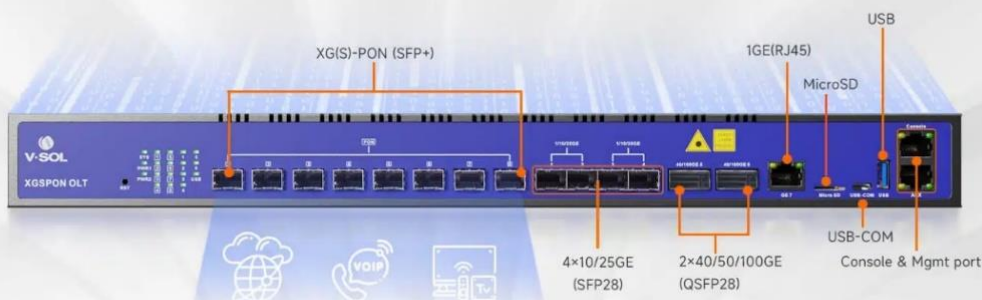
PRIEDAI

1. XGS OLT (G. 9807.1)

<https://www.vsolcn.com/product/8-port-xgs-pon-olt-v3600g1>



- Provides **8*XG(S)-PON** downlink interfaces for full line-speed data forwarding.
- Theoretical maximum splitting ratio of **1:256** meet the demand for broadband, VoIP, IPTV and other services access.(It is recommended that customers do not exceed a maximum beam splitting ratio of 1:128.)



Max Splitting Ratio	Theoretical maximum split ratio is 1:256. It is recommended that customers do not exceed a maximum split ratio of 1:128.
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

XG(S)-PON Port Specification (N1/N2a module)	Wavelength	Upstream: 1270nm Downstream: 1577nm
	Connector	SC/UJC
	Fiber Type	9/125µm SMF
	TX Power	+4dBm ~ +8dBm
	Rx Sensitivity	≥-29.5dBm
	Saturation Optical Power	-9dBm

Management Function

- SNMP, Telnet, CLI, WEB, SSH v2;
- Fan Group Control
- Port Status monitoring and configuration management
- Online ONT configuration and management
- User management
- Alarm management

Layer2 Switch

- 32K Mac address
- Support 4096 VLANs
- Support port VLAN
- Support VLAN tag/Un-tag, VLAN transparent transmission
- Support VLAN translation and QinQ
- Support storm control based on port
- Support port isolation
- Support port rate limitation
- Support 802.1D and 802.1W
- Support static LACP, Dynamic LACP
- QoS based on port, VID, TOS and MAC address

- Access control list
- IEEE802.x flowcontrol
- Port stability statistic and monitoring

Multicast

- IGMP snooping
- 2048 IP Multicast Groups;

DHCP

- DHCP server, DHCP relay, DHCP snooping
- DHCP option82

Layer 3 Route

- ARP proxy
- 4096 hardware Host Routes, 512 hardware Subnet Routes
- Support Radius, Tacacs+
- Support IP source guard
- Support static route ,dynamic route RIP v1/v2, RIPng and OSPF v2/v3;

IPv6

- Support NDP;
- Support IPv6 Ping, IPv6 Telnet, IPv6 routing;
- Support ACL based on source IPv6 address, destination IPv6 address, L4 port, protocol type, etc;
- Support MLD v1/v2 snooping

PON Function

- T-CONT DBA
- x-GEM traffic
- In compliant with ITU-T G.9807(XGS-PON) and ITU-T G.987(XG-PON)
- Up to 20KM transmission Distance
- Support data encryption, multi-cast, port VLAN, separation, RSTP, etc
- Support ONT auto-discovery/link detection/remote upgrade of software

- Support VLAN division and user separation to avoid broadcast storm
- Support power-off alarm function, easy for link problem detection
- Support broadcasting storm resistance function
- Support port isolation between different ports
- Support ACL and SNMP to configure data packet filter flexibly
- Specialized design for system breakdown prevention to maintain stable system
- Support RSTP, IGMP Proxy

Dimension (L*W*H)

- 442mm*330mm*43.6mm

Weight

- Net weight of single power: 4.2KG

Power Consumption

- 150W

Working Environment

- Working Temperature: 0°C ~+55°C
- Working Humidity: 10%~85%(non-condensing)

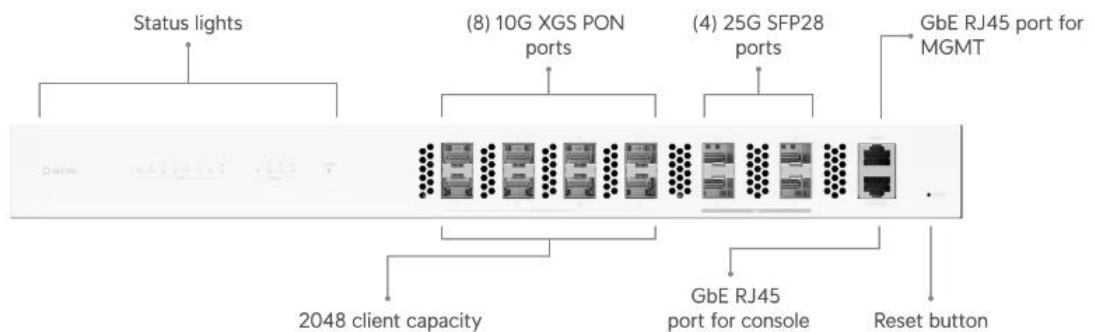
Storage Environment

- Storage Temperature: -40 ~ +85°C
- Storage Humidity: 5%~95%(non-condensing)

1P.1 pav. XGS OLT (G. 9807.1)

Galima pirkti Lietuvoje:

<https://www.atea.lt/eshop/product/ubiquiti-uisp-fiber-olt-xgs-xgs-pon-terminal-25-gigabit-ethernet-10-gbps/?prodid=1871297>



Networking interface

- (8) XGS/XG/GPON ports
- (4) 1/10/25G SFP28 ports*

*The four SFP28 ports don't support mixed speed at 25 Gbps mode. Once one of the SFP28 ports is configured at 25 Gbps mode, the others will be limited at 25 Gbps too. The SFP28 ports only support mixed speed when all ports are at 1 Gbps or 10 Gbps.

2. XGS OLT SFP+ (G. 9807.1)



XGS-PON OLT E2

OM5270SX700 is an XGS-PON OLT in an SFP+ housing that meet ITU-T G. 9807.1 standard. XGS-PON feature supports 9.953 Gbps continuous-mode transmission by 1577 nm EML laser and 9.953 Gbps/2.488 Gbps burst-mode reception by 1270 nm APD/TIA.

[Order](#) [Download Databrief](#)

1P.2 pav. XGS OLT SFP+ (G. 9807.1)

3. XGS ONU (G. 9071.1)



UISP Fiber XGS
UISP-FIBER-XGS
\$179.00

An optical network unit that can deliver 10 Gbps uplink/downlink speeds over distances up to 20 km.

- (1) XGS-PON port
- (1) 10GbE RJ45 LAN port

Note: This device is only compatible with the UISP Fiber XGS OLT. It cannot be used with third-party OLTs.

- 1 + [Add to Cart](#)

1P.3 pav. XGS ONU (G. 9071.1)

4. XGS/XG Optinis siūstuvos - imtuvas

https://www.hisilicon-oe.com/en/products/Productlist/FTTx/XGS-PON_E2_OM5270SX700_detail



UISP Fiber XGS/XG Optical Transceiver
UACC-UF-OM-XGS
\$289.00

10 Gbps optical transceiver module designed for the UISP Fiber OLT XGS.

- ▶ 10 Gbps throughput
- 🔗 Compatible with UISP Fiber OLT XGS, UISP Fiber XGS/XG
- 📏 Supports connections up to 20 km*

*Fiber cable is not included.

- 1 + Add to Cart

Management Function

- SNMP, Telnet, CLI, WEB, SSH v2;
- Fan Group Control
- Port Status monitoring and configuration management
- Online ONT configuration and management
- User management
- Alarm management

Layer2 Switch

- 32K Mac address
- Support 4096 VLANs
- Support port VLAN
- Support VLAN tag/Un-tag, VLAN transparent transmission
- Support VLAN translation and QinQ
- Support storm control based on port
- Support port isolation
- Support port rate limitation
- Support 802.1D and 802.1W
- Support static LACP, Dynamic LACP
- QoS based on port, VID, TOS and MAC address

- Access control list
- IEEE802.x flowcontrol
- Port stability statistic and monitoring

Multicast

- IGMP snooping
- 2048 IP Multicast Groups;

DHCP

- DHCP server, DHCP relay, DHCP snooping
- DHCP option82

Layer 3 Route

- ARP proxy
- 4096 hardware Host Routes, 512 hardware Subnet Routes
- Support Radius, Tacacs+
- Support IP source guard
- Support static route , dynamic route RIP v1/v2, RIPng and OSPF v2/v3;

IPv6

- Support NDP;
- Support IPv6 Ping, IPv6 Telnet, IPv6 routing;
- Support ACL based on source IPv6 address, destination IPv6 address, L4 port, protocol type, etc;
- Support MLD v1/v2 snooping

PON Function

- T-CONT DBA
- x-GEM traffic
- In compliant with ITU-T G.9807(XGS-PON) and ITU-T G.987(XG-PON)
- Up to 20KM transmission Distance
- Support data encryption, multi-cast, port VLAN, separation, RSTP, etc
- Support ONT auto-discovery/link detection/remote upgrade of software

- Support VLAN division and user separation to avoid broadcast storm
- Support power-off alarm function, easy for link problem detection
- Support broadcasting storm resistance function
- Support port isolation between different ports
- Support ACL and SNMP to configure data packet filter flexibly
- Specialized design for system breakdown prevention to maintain stable system
- Support RSTP, IGMP Proxy

Dimension (L*W*H)

- 442mm*330mm*43.6mm

Weight

- Net weight of single power: 4.2KG

Power Consumption

- 150W

Working Environment

- Working Temperature: 0°C ~+55°C
- Working Humidity: 10%~85%(non-condensing)

Storage Environment

- Storage Temperature: -40 ~ +85°C
- Storage Humidity: 5%~95%(non-condensing)

XG(S)-PON Port Specification		
(N1/N2a module)	Wavelength	Upstream: 1270nm Downstream: 1577nm
	Connector	SC/UPC
	Fiber Type	9/125µm SMF
	TX Power	+4dBm ~ +8dBm
	Rx Sensitivity	≥-29.5dBm
	Saturation	-9dBm
	Optical Power	-9dBm

1P.4 pav. XGS/XG Optinis siūstuvos - imtuvas

4. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 30:70 SC/UPC 900UM 1M(EL-SCUPC-FBT-30:70)



1P.5 pav. Extralink 1:2 FBT Optinis daliklis 30:70

Galima pirkti:

<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-3070-scupc-900um-1mel-scupc-fbt-3070.html>

Produkto specifikacijos:

Bandomasis bangos ilgis [nm] : 1310/1490/1550

Coupling Ratio (sujungimo santykis) [%] : 30:70

Insertion Loss (įterpimo nuostoliai) - 1310nm [dB] : 1.70 (red); 5.40 (blue)

Insertion Loss (įterpimo nuostoliai) - 1490nm [dB] : 1.69 (red); 5.43 (blue)

Insertion Loss (įterpimo nuostoliai) - 1550nm [dB] : 1.70 (red); 5.50 (blue)

PDL (Poliarizacijos nuostolis) [dB] : ≤ 0.15

Directivity (Kryptingumas) [dB] : ≥ 55

Operating Temperature [°C] : -20 to 70

Storage Temperature [°C] : -40 to +85

Fiber Length [m] : ≥ 1.0

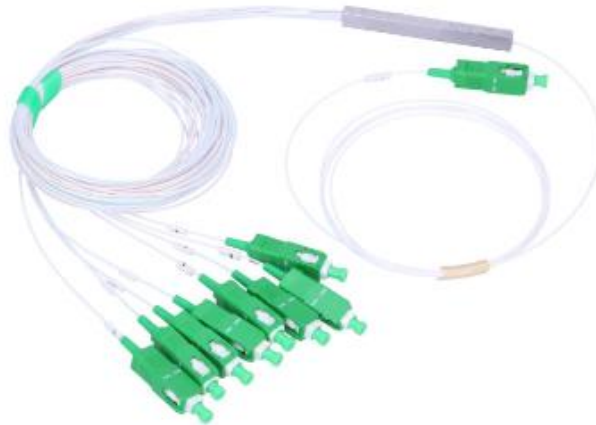
Dimension [mm] : 3 x 54

Pigtail Type : 0.9 Loose Tube

Fiber Type : SM-28E 900um

Connector : SC/UPC

5. EXTRALINK 1:8 PLC Optinis daliklis SC/APC 900UM (EL-SCAPC-SPLT-1-8)



1P.6 pav. EXTRALINK 1:8 PLC Optinis daliklis

Galima pirkti:

<https://www.katalita.lt/details/extralink-18-plc-splitter-scipc-900um-1m-steel-box-el-scipc-splt-1-8.html>

Produkto specifikacijos:

- Splitter: 1x8;
- Connectors: SC/APC;
- Technology: PLC;
- Cable diameter: 0,9mm;
- Length: 1m.
- Fiber Type: G.657.A;
- Working Wavelength: 1260nm~1650nm;
- Max. Insertion Loss (dB): ≤ 10.5 ;
- Uniformity (dB): ≤ 0.8 ;
- Wavelength Dependent Loss (dB): ≤ 0.8 ;
- Return Loss (dB): ≥ 50 ;
- Directivity (dB): ≥ 55 .

6. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 10:90 SC/UPC 900UM 1M Steel Tube (EL-SCUPC-FBT-10:90)



1P.7 pav. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 10:90

Galima pirkti:

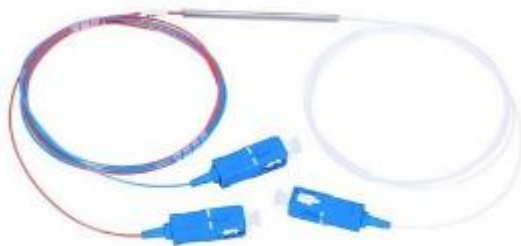
<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-1090-scupc-900um-1m-steel-tube-el-scupc-fbt-1090.html>

Produkto specifikacijos:

TYPE		FBT-2P10T1SM22TSP					
Test Wavelength	nm	1310/ 1490/ 1550					
Coupling Ratio		10-90					
OutPut		1310		1490		1550	
		Out1	Out2	Out1	Out2	Out1	Out2
Insertion Loss	dB	~ 0.6	~ 10.5	~ 0.6	~ 10.5	~ 0.6	~ 10.5
Coupling Ratio	%	~ 91%	~ 10%	~ 91%	~ 10%	~ 91%	~ 10%
PDL	dB	≤ 0.15					
Directional	dB	≥ 55					
Operating Temperature	°C	-20 ~ +70					

TYPE		FBT-2P10T1SM22TSP
Storage Temperature	°C	-40 ~ +85
Fiber Length	m	1
Dimension	mm	φ 3.0x54
Fiber Type		SM-28E 900um
Connector		SC/UPC

7. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 45:55 SC/UPC 900UM 1m ilgio (EL-SCUPC-FBT-45:55)



1P.8 pav. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 45:55

Galima pirkti:

<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-4555-scupc-900um-1mel-scupc-fbt-4555.html>

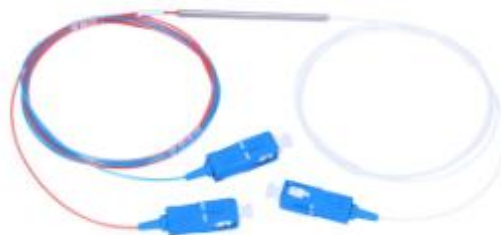
Produkto specifikacijos:

- Splitt: 1x2;
- Connectors: SC/UPC;
- Technology: FBT;
- Cable diameter: 0,9mm;
- Length: 1m.

TYPE		FBT-2P45T1SM22TSP					
Test Wavelength	nm	1310/ 1490/ 1550					
Coupling Ratio		55/45					
OutPut		1310		1490		1550	
		Out1	Out2	Out1	Out2	Out1	Out2
Insertion Loss	dB	~ 2.8	~ 3.7	~ 2.8	~ 3.71	~ 2.9	~ 3.65
Coupling Ratio	%	~ 56%	~ 44%	~ 55%	~ 45%	~ 54%	~ 46%
PDL	dB	< 0.15					
Directional	dB	> 55					
Operating Temperature	°C	-20 ~ +70					
Storage Temperature	°C	-40 ~ +85					

TYPE		FBT-2P45T1SM22TSP
Fiber Length	m	>1.00
Dimension	mm	φ 3.0x54
Fiber Type		Corning SMF-28e 9/125 900um
Connector		SC/UPC

8. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 20:80 SC/UPC 900UM 1M Steel Tube (EL-SCUPC-FBT-20:80)



1P.9 pav. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 20:80

Galima pirkti:

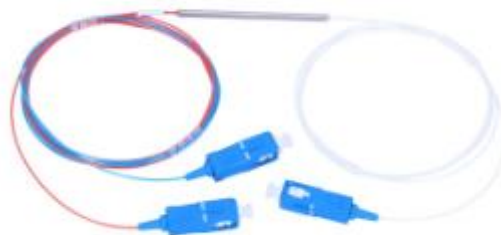
<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-2080-scupc-900um-1m-el-scupc-fbt-2080.html>

Produkto specifikacijos:

TYPE		FBT-2P20T1SM22TSP					
Test Wavelength	nm	1310/ 1490/ 1550					
Coupling Ratio		80/20					
OutPut		1310		1490		1550	
		Out1	Out2	Out1	Out2	Out1	Out2
Insertion Loss	dB	~ 1.15	~ 7.3	~ 1.16	~ 7.32	~ 1.2	~ 7.35
Coupling Ratio	%	~ 80%	~ 20%	~ 81%	~ 19%	~ 80%	~ 20%
PDL	dB	≤ 0.15					
Directional	dB	≥ 55					
Operating Temperature	°C	-20 ~ +70					
Storage Temperature	°C	-40 ~ +85					
Fiber Length	m	≥1.00					
Dimension	mm	φ 3.0x54					

TYPE		FBT-2P20T1SM22TSP
Fiber Type		SM-28E 900um
Connector		SC/UPC

9. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 25:75 SC/UPC 900UM 1M Steel Tube (EL-SCAPC-FBT-25:75)



1P.10 pav. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 25:75

Galima pirkti:

<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-2575-scupc-900um-1m-steel-tube-el-scipc-fbt-2575.html>

Produkto specifikacijos:

Splitt: 1x2

Connectors: SC/UPC

Technology: FBT

Cable diameter: 0,9mm

Length: 1m

Test Wavelength [nm] : 1310/1490/1550

Coupling Ratio [%] : 25:75

Insertion Loss - 1310nm [dB] : 0.34 (red); 14.10 (blue)

Insertion Loss - 1490nm [dB] : 0.34 (red); 14.09 (blue)

Insertion Loss - 1550nm [dB] : 0.32 (red); 14 (blue)

PDL [dB] : ≤ 0.15

Directivity [dB] : ≥ 55

Operating Temperature [°C] : -20 to 70

Storage Temperature [°C] : -40 to +85

Fiber Length [m] : ≥ 1.0

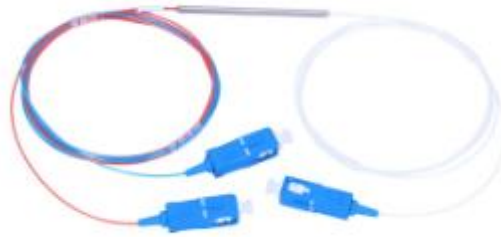
Dimension [mm] : 3 x 54

Pigtail Type : 0.9 Loose Tube

Fiber Type : SM-28E 900um

Connector : SC/UPC

10. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 5:95 SC/UPC 900UM 1M(EL-SCUPC-FBT-5:95)



1P.11 pav. EXTRALINK 1:2 FBT Optinis daliklis 5:95

Galima pirkti:

<https://www.katalita.lt/details/extralink-12-fbt-splitter-595-scupc-900um-1mel-scupc-fbt-595.html>

Produkto specifikacijos:

Test Wavelength [nm] : 1310/1490/1550

Coupling Ratio [%] : 5:95

Insertion Loss - 1310nm [dB] : 0.34 (red); 14.10 (blue)

Insertion Loss - 1490nm [dB] : 0.34 (red); 14.09 (blue)

Insertion Loss - 1550nm [dB] : 0.32 (red); 14 (blue)

PDL [dB] : ≤ 0.15

Directivity [dB] : ≥ 55

Operating Temperature [°C] : -20 to 70

Storage Temperature [°C] : -40 to +85

Fiber Length [m] : ≥ 1.0

Dimension [mm] : 3 x 54

Pigtail Type : 0.9 Loose Tube

Fiber Type : SM-28E 900um

Connector : SC/UPC

Namų ūkių išsidėstymas Klovainių gyvenvietėje

Kartografinė Klovainių gyvenvietės nuotrauka pateikiama 2P.1 paveiksle.



2P.1 pav. Namų ūkių išsidėstymas Klovainių gyvenvietėje

P3.1 lentelė. Atakos per tinklą pažeidžiamumas

Sąlyga	Taip/Ne	Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Bal as	Paaiškinimas
Ar atakuojantysis 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	
			Taip	Atakuojantysis turi fiziškai prisijungti prie taikinio	P	0,2	Tinklo apgadinimas įmanomas tik fiziškai prisijungus prie tinklo.

P3.2 lentelė. Atakos per tinklą pažeidžiamumo sudėtingumas

Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Bal as	Paaiškinimas
Ar atakuojantysis gali savarankiškai panaudoti pažeidžiamumą?	Taip	Atakuojantysis gali panaudoti pažeidžiamumo bet kuriuo metu	L	0,77	
	Ne	Atakuojantysis gali panaudoti pažeidžiamumo esant tam tikromis sąlygomis	H	0,44	Piktavališkas gali bandyti įsilaužti į tinklą fiziniu būdu: išsikasti kabelius, prisijungti prie neužrakintų skirstomųjų dėžučių, prijungti savo ONU, OLT.

P3.3 lentelė. Bendradarbiavimas atakos metu

Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Bal as	Paaiškinimas
Ar atakuojančiajam 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	Piktavaliui norint įsilaužti į tinklą, reikalinga vartotojų sąveika, nes kitu atveju bus pastebėtas naujas daliklis, OLT ar ONU įrenginys.

P3.4 lentelė. Atakuotojo privilegijos

Sąlyga	Taip/Ne	Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balasis	Paiškinimas
Ar atakuojantysis turi būti autorizuotas prie pažeidžiamo komponento prieš pradėdant ataką?	Ne	Atakuojantysis 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	Atakuojančiajam yra būtina administratoriaus teisių prieiga norint modifikuoti tinklą.

P3.5 lentelė. Atakuotojo aprėptis

Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balasis	Paiškinimas
Ar atakuojantysis gali paveikti komponentą, kurio autorystė skiriasi nuo pažeidžiamo komponento autorystės?	Taip	Įtaka atsiranda iš sistemos, kuriais nepriklauso pažeidžiamas komponentas	C	0,00	
	Taip	Įtaka atsiranda sistemoje, kuriai priklauso pažeidžiamas komponentas	U	0,00	Įrenginio, kuris nepriklauso sistemai neįmanoma prijungti prie tinklo be administratoriaus prieigos.

P3.6 lentelė. Įtaka konfidencialumui

Sąlyga	Taip/Ne	Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balasis	Paiškinimas
Ar tai įtakoja informacijos konfidencialumą?	Taip	Ar atakuojantysis gali gauti visą informaciją iš komponento; ar informacijos atskleidimas kritiškas	Taip	Visa informacija prieinama atakuojančiajam; arba kritinė informacija prieinama	H	0,56	
			Ne	Kai kuri informacija prieinama arba atakuojantysis nevaldo informacijos	L	0,22	Piktavališkas gali nuskaityti kai kurią informaciją tik sėkmingai priėjus prie tinklo.
	Ne	Ar reikia administratoriaus teisių	NE	Informacija neatskleidžiama	N	0,00	

P3.7 lentelė. Įtaka integralumui

Sąlyga	Taip/Ne	Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paaiškinimas
Ar tai įtakoja informacijos integralumą?	Taip	Ar atakuojantysis gali keisti informaciją atakuojamame komponente; ar informacijos modifikavimas kritiškas	Taip	Atakuojantysis gali modifikuoti nekritinę informaciją; arba kai kurią kritinę informaciją	H	0,56	
			Ne	Kai kuri informacija gali būti modifikuojama arba atakuojantysis negali keisti informacijos kritiškumo laipsnį	L	0,22	Piktavališkas gali prijungti savo įrenginius (ONU, OLT) prie esamo tinklo, tačiau negalėtų keisti informacijos, kadangi sistema iškart pastebėtų apie naujų įrenginių atsiradimą.
	Ne		Ne	Informacijos integralumas nepažeidžiamas	N	0,00	

P3.8 lentelė. Įtaka pasiekiamumui

Sąlyga	Taip/Ne	Sąlyga	Taip/Ne	Veiksmas	Žymėjimas	Balas	Paaiškinimas
Ar gali būti įtaka informacijos pasiekiamumui?	Taip	Ar atakuojantysis gali vykdyti DDOS ataką; ar informacijos šaltinio pasiekiamumas kritinis	Taip	Informacijos šaltinis yra visai nepasiekiamas ar esminiai nepasiekiamas	H	0,56	Įvykus skaidulos pažeidimui, visi vartotojai netektų galimybės naudotis tinklu.
			Ne	Informacijos šaltinio nepasiekiamumas yra nekritis	L	0,22	
	Ne		Ne	Informacijos pasiekiamumas nepažeidžiamas	N	0,00	

PON-A, PON-B, PON-C skirstomosios dėžutės

4P.1 lentelė. PON-A skirstomoji dėžutė

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
29	<table border="1"> <tr> <td rowspan="4">OLT</td> <td>PON-D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PON-C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PON-B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PON-A</td> <td></td> </tr> </table>									OLT	PON-D		PON-C		PON-B		PON-A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
OLT											PON-D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
											PON-C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
											PON-B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	PON-A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
35	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A-SD Nr.</th> <th>Daliklis</th> <th>Pavadinimas</th> <th>Adresas</th> <th>Kontaktas</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="24">ASD1</td> <td rowspan="3">D1-A</td> <td>Linijos pradžia</td> <td>OLT</td> <td>A</td> <td>ASD1-in</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D2-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D1-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="11">D1-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D1-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-1</td> <td>ASD1-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-2</td> <td>ASD1-2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-3</td> <td>ASD1-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-4</td> <td>ASD1-4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-5</td> <td>ASD1-5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-6</td> <td>ASD1-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-7</td> <td>ASD1-7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D1-A-1-8</td> <td>ASD1-8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">D2-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D1-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D3-A</td> <td>B</td> <td>ASD1-iš</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D2-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D2-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D2-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D2-A-1-1</td> <td>ASD1-9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D2-A-1-2</td> <td>ASD1-10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D2-A-1-3</td> <td>ASD1-11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Atšaka</td> <td>D2-A-1-4</td> <td>ASD1-12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="16">ASD2</td> <td rowspan="3">D3-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D2-A</td> <td>B</td> <td>ASD2-in</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D4-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D3-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D3-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D3-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D3-A-1-1</td> <td>ASD2-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D3-A-1-2</td> <td>ASD2-2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D3-A-1-3</td> <td>ASD2-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D4-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D3-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D5-A</td> <td>C</td> <td>ASD2-iš</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D4-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D4-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D4-A-1</td> <td>Atšaka</td> <td>D4-A-1-1</td> <td>ASD2-5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D4-A-1-2</td> <td>ASD2-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D4-A-1-3</td> <td>ASD2-7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D4-A-1-4</td> <td>ASD2-8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="16">ASD3</td> <td rowspan="3">D5-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D4-A</td> <td>C</td> <td>ASD3-in</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D6-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D5-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D5-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D5-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D5-A-1-1</td> <td>ASD3-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D5-A-1-2</td> <td>ASD3-2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D5-A-1-3</td> <td>ASD3-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="11">D6-A</td> <td>Atšaka</td> <td>D5-A-1-4</td> <td>ASD3-4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D5-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D7-A</td> <td>D</td> <td>ASD3-iš</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D6-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D6-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">D6-A-1</td> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-1</td> <td>ASD3-5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-2</td> <td>ASD3-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-3</td> <td>ASD3-7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-4</td> <td>ASD3-8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-5</td> <td>ASD3-9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-6</td> <td>ASD3-10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-7</td> <td>ASD3-11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D6-A-1-8</td> <td>ASD3-12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="16">ASD4</td> <td rowspan="3">D7-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D6-A</td> <td>D</td> <td>ASD4-in</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D8-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D7-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D7-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D7-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D7-A-1-1</td> <td>ASD4-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D7-A-1-2</td> <td>ASD4-2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D7-A-1-3</td> <td>ASD4-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="11">D8-A</td> <td>Atšaka</td> <td>D7-A-1-4</td> <td>ASD4-4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D7-A</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Magistralė</td> <td>D9-A</td> <td>E</td> <td>ASD4-iš</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D8-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D8-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="8">D8-A-1</td> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-1</td> <td>ASD4-5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-2</td> <td>ASD4-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-3</td> <td>ASD4-7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-4</td> <td>ASD4-8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-5</td> <td>ASD4-9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-6</td> <td>ASD4-10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-7</td> <td>ASD4-11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D8-A-1-8</td> <td>ASD4-12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="9">ASD5</td> <td rowspan="3">D9-A</td> <td>Magistralė</td> <td>D8-A</td> <td>E</td> <td>ASD5-in</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D9-A-2</td> <td>Y1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D9-A-1</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4">D9-A-1</td> <td>Skirstomasis</td> <td>D9-A</td> <td>Y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-1-1</td> <td>ASD5-1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-1-2</td> <td>ASD5-2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-1-3</td> <td>ASD5-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">D9-A-2</td> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-1-4</td> <td>ASD5-4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Skirstomasis</td> <td>D9-A</td> <td>Y1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-2-1</td> <td>ASD5-5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Atšaka</td> <td>D9-A-2-2</td> <td>ASD5-6</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									A-SD Nr.	Daliklis	Pavadinimas	Adresas	Kontaktas			ASD1	D1-A	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in	A	Magistralė	D2-A	X			Skirstomasis	D1-A-1	Y			D1-A-1	Skirstomasis	D1-A	Y			Atšaka	D1-A-1-1	ASD1-1			Atšaka	D1-A-1-2	ASD1-2			Atšaka	D1-A-1-3	ASD1-3			Atšaka	D1-A-1-4	ASD1-4			Atšaka	D1-A-1-5	ASD1-5			Atšaka	D1-A-1-6	ASD1-6			Atšaka	D1-A-1-7	ASD1-7			Atšaka	D1-A-1-8	ASD1-8			D2-A	Magistralė	D1-A	X			Magistralė	D3-A	B	ASD1-iš	B	Skirstomasis	D2-A-1	Y			D2-A-1	Skirstomasis	D2-A	Y			Atšaka	D2-A-1-1	ASD1-9			Atšaka	D2-A-1-2	ASD1-10			Atšaka	D2-A-1-3	ASD1-11					Atšaka	D2-A-1-4	ASD1-12			ASD2	D3-A	Magistralė	D2-A	B	ASD2-in	B	Magistralė	D4-A	X			Skirstomasis	D3-A-1	Y			D3-A-1	Skirstomasis	D3-A	Y			Atšaka	D3-A-1-1	ASD2-1			Atšaka	D3-A-1-2	ASD2-2			Atšaka	D3-A-1-3	ASD2-3			D4-A	Magistralė	D3-A	X			Magistralė	D5-A	C	ASD2-iš	C	Skirstomasis	D4-A-1	Y			Skirstomasis	D4-A	Y			D4-A-1	Atšaka	D4-A-1-1	ASD2-5			Atšaka	D4-A-1-2	ASD2-6			Atšaka	D4-A-1-3	ASD2-7			Atšaka	D4-A-1-4	ASD2-8			ASD3	D5-A	Magistralė	D4-A	C	ASD3-in	C	Magistralė	D6-A	X			Skirstomasis	D5-A-1	Y			D5-A-1	Skirstomasis	D5-A	Y			Atšaka	D5-A-1-1	ASD3-1			Atšaka	D5-A-1-2	ASD3-2			Atšaka	D5-A-1-3	ASD3-3			D6-A	Atšaka	D5-A-1-4	ASD3-4			Magistralė	D5-A	X			Magistralė	D7-A	D	ASD3-iš	D	Skirstomasis	D6-A-1	Y			Skirstomasis	D6-A	Y			D6-A-1	Atšaka	D6-A-1-1	ASD3-5			Atšaka	D6-A-1-2	ASD3-6			Atšaka	D6-A-1-3	ASD3-7			Atšaka	D6-A-1-4	ASD3-8			Atšaka	D6-A-1-5	ASD3-9			Atšaka	D6-A-1-6	ASD3-10			Atšaka	D6-A-1-7	ASD3-11			Atšaka	D6-A-1-8	ASD3-12			ASD4	D7-A	Magistralė	D6-A	D	ASD4-in	D	Magistralė	D8-A	X			Skirstomasis	D7-A-1	Y			D7-A-1	Skirstomasis	D7-A	Y			Atšaka	D7-A-1-1	ASD4-1			Atšaka	D7-A-1-2	ASD4-2			Atšaka	D7-A-1-3	ASD4-3			D8-A	Atšaka	D7-A-1-4	ASD4-4			Magistralė	D7-A	X			Magistralė	D9-A	E	ASD4-iš	E	Skirstomasis	D8-A-1	Y			Skirstomasis	D8-A	Y			D8-A-1	Atšaka	D8-A-1-1	ASD4-5			Atšaka	D8-A-1-2	ASD4-6			Atšaka	D8-A-1-3	ASD4-7			Atšaka	D8-A-1-4	ASD4-8			Atšaka	D8-A-1-5	ASD4-9			Atšaka	D8-A-1-6	ASD4-10			Atšaka	D8-A-1-7	ASD4-11			Atšaka	D8-A-1-8	ASD4-12			ASD5	D9-A	Magistralė	D8-A	E	ASD5-in	E	Skirstomasis	D9-A-2	Y1			Skirstomasis	D9-A-1	Y			D9-A-1	Skirstomasis	D9-A	Y			Atšaka	D9-A-1-1	ASD5-1			Atšaka	D9-A-1-2	ASD5-2			Atšaka	D9-A-1-3	ASD5-3			D9-A-2	Atšaka	D9-A-1-4	ASD5-4			Skirstomasis	D9-A	Y1					Atšaka	D9-A-2-1	ASD5-5					Atšaka	D9-A-2-2	ASD5-6		
A-SD Nr.	Daliklis	Pavadinimas	Adresas	Kontaktas																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ASD1	D1-A	Linijos pradžia	OLT	A	ASD1-in	A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Magistralė	D2-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D1-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D1-A-1	Skirstomasis	D1-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-1	ASD1-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-2	ASD1-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-3	ASD1-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-4	ASD1-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-5	ASD1-5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-6	ASD1-6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-7	ASD1-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D1-A-1-8	ASD1-8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		D2-A	Magistralė	D1-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Magistralė	D3-A	B	ASD1-iš	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Skirstomasis		D2-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D2-A-1	Skirstomasis	D2-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D2-A-1-1	ASD1-9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D2-A-1-2	ASD1-10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D2-A-1-3	ASD1-11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			Atšaka	D2-A-1-4	ASD1-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	ASD2	D3-A	Magistralė	D2-A	B	ASD2-in	B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			Magistralė	D4-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Skirstomasis	D3-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
		D3-A-1	Skirstomasis	D3-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Atšaka			D3-A-1-1	ASD2-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka			D3-A-1-2	ASD2-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka			D3-A-1-3	ASD2-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
D4-A		Magistralė	D3-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Magistralė	D5-A	C	ASD2-iš	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Skirstomasis	D4-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D4-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
D4-A-1		Atšaka	D4-A-1-1	ASD2-5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D4-A-1-2	ASD2-6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D4-A-1-3	ASD2-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D4-A-1-4	ASD2-8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ASD3		D5-A	Magistralė	D4-A	C	ASD3-in	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	Magistralė		D6-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	Skirstomasis		D5-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D5-A-1	Skirstomasis	D5-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D5-A-1-1	ASD3-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D5-A-1-2	ASD3-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D5-A-1-3	ASD3-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D6-A	Atšaka	D5-A-1-4	ASD3-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Magistralė	D5-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Magistralė	D7-A	D	ASD3-iš	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Skirstomasis	D6-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D6-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		D6-A-1	Atšaka	D6-A-1-1	ASD3-5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D6-A-1-2	ASD3-6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D6-A-1-3	ASD3-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D6-A-1-4	ASD3-8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Atšaka			D6-A-1-5	ASD3-9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka			D6-A-1-6	ASD3-10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka	D6-A-1-7		ASD3-11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Atšaka	D6-A-1-8		ASD3-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ASD4	D7-A	Magistralė	D6-A	D	ASD4-in	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Magistralė	D8-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D7-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D7-A-1	Skirstomasis	D7-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D7-A-1-1	ASD4-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D7-A-1-2	ASD4-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D7-A-1-3	ASD4-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D8-A	Atšaka	D7-A-1-4	ASD4-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Magistralė	D7-A	X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Magistralė	D9-A	E	ASD4-iš	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Skirstomasis	D8-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D8-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		D8-A-1	Atšaka	D8-A-1-1	ASD4-5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D8-A-1-2	ASD4-6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D8-A-1-3	ASD4-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
			Atšaka	D8-A-1-4	ASD4-8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Atšaka			D8-A-1-5	ASD4-9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka			D8-A-1-6	ASD4-10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Atšaka	D8-A-1-7		ASD4-11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Atšaka	D8-A-1-8		ASD4-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ASD5	D9-A	Magistralė	D8-A	E	ASD5-in	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Skirstomasis	D9-A-2	Y1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D9-A-1	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D9-A-1	Skirstomasis	D9-A	Y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D9-A-1-1	ASD5-1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D9-A-1-2	ASD5-2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D9-A-1-3	ASD5-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	D9-A-2	Atšaka	D9-A-1-4	ASD5-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Skirstomasis	D9-A	Y1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D9-A-2-1	ASD5-5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Atšaka	D9-A-2-2	ASD5-6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
116																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
117																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
118																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
119																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
121																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
122																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
123																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
124																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
125																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
126																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

4P.2 lentelė. PON-B skirstomoji dežutė

AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								
101								
102								
103								
104								
105								
106								
107								
108								
109								
110								
111								
112								
113								
114								
115								
116								
117								
118								
119								
120								
121								
122								
123								
124								
125								
126								
127								
128								
129								
130								
131								
132								
133								
134								
135								
136								
137								
138								
139								
140								
141								
142								
143								
144								
145								
146								
147								
148								
149								
150								
151								
152								
153								
154								
155								
156								
157								
158								
159								
160								
161								
162								
163								
164								
165								
166								
167								
168								
169								
170								
171								
172								
173								
174								
175								
176								
177								
178								
179								
180								
181								
182								
183								
184								
185								
186								
187								
188								
189								
190								
191								
192								
193								
194								
195								
196								
197								
198								
199								
200								
201								
202								
203								
204								
205								
206								
207								
208								
209								

4P.3 lentelė. PON-C skirstomoji dėžutė

AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
81								
82								
83								
84								
85								
86								
87								
88								
89								
90								
91								
92								
93								
94								
95								
96								
97								
98								
99								
100								
101								
102								
103								
104								
105								
106								
107								
108								
109								
110								
111								
112								
113								
114								
115								
116								
117								
118								
119								
120								
121								
122								
123								
124								
125								
126								
127								
128								
129								
130								
131								
132								
133								
134								
135								
136								
137								
138								
139								
140								
141								
142								
143								
144								
145								
146								
147								
148								
149								
150								
151								
152								
153								
154								
155								
156								
157								
158								
159								
160								
161								
162								
163								
164								

Detalių žiniaraščiai PON-B, PON-C, PON-D

5P.1 lentelė. PON-B tinklo detalių žiniaraštis

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
Detalių žiniaraštis																						
		Parametrai				Panaudojimo vieta		Paraišk.		Standartas		APC		G.657	G.652	1:2	1:4	1:8	1:16	SFP		
		Pavadinimas	Žymėjimas		N/M	Profilis	Pašilgis	Ugis, m	Aljantas, m													
4	A-SD1	Kabelis	L			OLT	D1-B	576	100	G.652	676			133	2348	676	676	12	2	4	5	1
5		SFP				1					1										1	
6		Dalikiis	D1-B	0.90	0.10						IEC	1					1					
7		Jungtis			APC	D1-B	D1-B-1				IEC	1	1									
8		Dalikiis	D1-B-1		1:16						IEC	1									1	
9		Jungtis			APC		16				IEC	16	16									
10		Kabelis	L			D1-B	D2-B	143	40	G657	183				183							
11		Dalikiis	D2-B	0.90	0.10						IEC	1					1					
12		Jungtis			APC	D2-B	D2-B-1				IEC	1	1									
13		Dalikiis	D2-B-1		1:16						IEC	1									1	
14		Jungtis			APC		16				IEC	16	16									
15		Kabelis	L			D2-B	D3-B	233	50	G657	283				283							
16	A-SD2	Dalikiis	D3-B	0.95	0.05						IEC	1					1					
17		Jungtis			APC	D3-B	D3-B-1				IEC	1	1									
18		Dalikiis	D3-B-1		1:8						IEC	1							1			
19		Jungtis			APC		8				IEC	8	8									
20		Kabelis	L			D3-B	D4-B	182	50	G657	232				232							
21		Dalikiis	D4-B	0.95	0.05						IEC	1					1					
22		Jungtis			APC	D4-B	D4-B-1				IEC	1	1									
23		Dalikiis	D4-B-1		1:8						IEC	1								1		
24		Jungtis			APC		8				IEC	8	8									
25		Kabelis	L			D4-B	D5-B	45	50	G657	35				35							
26	A-SD3	Dalikiis	D5-B	0.80	0.20						IEC	1					1					
27		Jungtis			APC	D5-B	D5-B-1				IEC	1	1									
28		Dalikiis	D5-B-1		1:16						IEC	1									1	
29		Jungtis			APC		16				IEC	16	16									
30		Kabelis	L			D5-B	D6-B	681	50	G657	731				731							
31		Dalikiis	D6-B	0.75	0.25						IEC	1					1					
32		Jungtis			APC	D6-B	D6-B-1				IEC	1	1									
33		Dalikiis	D6-B-1		1:16						IEC	1									1	
34		Jungtis			APC		16				IEC	16	16									
35		Kabelis	L			D6-B	D7-B	482	50	G657	532				532							
36	A-SD4	Dalikiis	D7-B	0.80	0.20						IEC	1					1					
37		Jungtis			APC	D7-B	D7-B-1				IEC	1	1									
38		Dalikiis	D7-B-1		1:8						IEC	1								1		
39		Jungtis			APC		8				IEC	8	8									
40		Kabelis	L			D7-B	D8-B	72	50	G657	122				122							
41		Dalikiis	D8-B	0.95	0.05						IEC	1					1					
42		Jungtis			APC	D8-B	D8-B-1				IEC	1	1									
43		Dalikiis	D8-B-1		1:2						IEC	1									1	
44		Jungtis			APC		2				IEC	2	2									
45		Kabelis	L			D8-B	D9-B	431	50	G657	481				481							
46	A-SD5	Dalikiis	D9-B	0.75	0.25						IEC	1					1					
47		Jungtis			APC	D9-B	D9-B-1				IEC	1	1									
48		Dalikiis	D9-B-1		1:8						IEC	1								1		
49		Jungtis			APC		8				IEC	8	8									
50		Kabelis	L			D9-B	D10-B	55	50	G657	105				105							
51		Dalikiis	D10-B	0.80	0.20						IEC	1					1					
52		Jungtis			APC	D10-B	D10-B-1				IEC	1	1									
53		Dalikiis	D10-B-1		1:4						IEC	1								1		
54		Jungtis			APC		4				IEC	4	4									
55		Kabelis	L			D10-B	D11-B	134	50	G657	184				184							
56	A-SD6	Dalikiis	D11-B	0.20	0.80						IEC	1					1					
57		Jungtis			APC	D11-B	D11-B-1				IEC	1	1									
58		Dalikiis	D11-B-1		1:16						IEC	1									1	
59		Jungtis			APC		16				IEC	16	16									
60		Dalikiis	D11-B-2		1:4						IEC	1								1		
61		Jungtis			APC		4				IEC	4	4									

5P.2 lentelė. PON-C tinklo detalių žiniaraštis

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Detalių žiniaraštis																		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			

5P.3 lentelė. PON-D tinklo detalių žiniaraštis

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	Detalių žiniaraštis																		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			

Patikimumo skaičiavimai PON-A, PON-B, PON-C

6P.1 lentelė. PON-A tinklo magistralinių daliklių pateikiamumo skaičiavimai

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1			POLT	0.99	0.999990													
2			PSFP	0.99	0.999990													
3			P(OLT-SFP)	0.9801	0.999980													
4																		
5			D1-A	L1,km	0.721	PL	0.99	0.999998	MTTR	14	FIT	144.2	MTBF	6.93E+06	U=	2.02E-06	791	2.02E-06
6				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
7				S(L-),db	0.23025	P(OLT-D)	0.9606	0.999977								3.22E-06		
8				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
9				C11,db	9.5187	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
10				C10,db	0.5145	P(OLT-ONU)	0.94148	0.999969								7.54E-06		
11				S(OLT-D1),db	10.0489													
12				S(OLT-D0),db	1.0448													
13																		
14			D2-A	L1,km	0.151	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	30.2	MTBF	3.31E+07	U=	4.23E-07	3777	4.23E-07
15				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
16				S(L-),db	0.08775	P(OLT-D)	0.9415	0.999975								1.62E-06		
17				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
18				C11,db	11.6641	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
19				C10,db	0.3066	P(OLT-ONU)	0.922745	0.999968								7.54E-06		
20				S(OLT-D1),db	13.0967													
21				S(OLT-D0),db	1.7391													
22																		
23			D3-A	L1,km	0.1	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	20	MTBF	5.00E+07	U=	2.80E-07	5704	2.80E-07
24				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
25				S(L-),db	0.075	P(OLT-D)	0.9227	0.999974								1.48E-06		
26				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
27				C11,db	11.0075	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
28				C10,db	0.3588	P(OLT-ONU)	0.904382	0.999966								7.54E-06		
29				S(OLT-D1),db	13.1217													
30				S(OLT-D0),db	2.4729													
31																		
32			D4-A	L1,km	0.097	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	19.4	MTBF	5.15E+07	U=	2.72E-07	5880	2.72E-07
33				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
34				S(L-),db	0.07425	P(OLT-D)	0.9044	0.999972								1.47E-06		
35				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
36				C11,db	10.2987	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
37				C10,db	0.4256	P(OLT-ONU)	0.886385	0.999963								7.54E-06		
38				S(OLT-D1),db	13.1459													
39				S(OLT-D0),db	3.2728													
40																		
41			D5-A	L1,km	0.106	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	21.2	MTBF	4.72E+07	U=	2.97E-07	5381	2.97E-07
42				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
43				S(L-),db	0.0765	P(OLT-D)	0.8864	0.999971								1.50E-06		
44				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
45				C11,db	9.5231	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
46				C10,db	0.5139	P(OLT-ONU)	0.868746	0.999963								7.54E-06		
47				S(OLT-D1),db	13.1724													
48				S(OLT-D0),db	4.1632													
49																		
50			D6-A	L1,km	0.238	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	47.6	MTBF	2.10E+07	U=	6.66E-07	2397	6.66E-07
51				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
52				S(L-),db	0.1095	P(OLT-D)	0.8687	0.999969								1.87E-06		
53				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
54				C11,db	5.6492	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
55				C10,db	1.3806	P(OLT-ONU)	0.851458	0.999961								7.54E-06		
56				S(OLT-D1),db	10.2219													
57				S(OLT-D0),db	5.9534													
58																		
59			D7-A	L1,km	0.573	PL	0.99	0.999998	MTTR	14	FIT	114.6	MTBF	8.73E+06	U=	1.60E-06	995	1.60E-06
60				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
61				S(L-),db	0.19325	P(OLT-D)	0.8515	0.999966								2.80E-06		
62				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
63				C11,db	6.9285	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
64				C10,db	0.9845	P(OLT-ONU)	0.834514	0.999958								7.54E-06		
65				S(OLT-D1),db	13.3752													
66				S(OLT-D0),db	7.4311													
67																		
68			D8-A	L1,km	0.894	PL	0.99	0.999997	MTTR	14	FIT	178.8	MTBF	5.59E+06	U=	2.50E-06	638	2.50E-06
69				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
70				S(L-),db	0.2735	P(OLT-D)	0.8345	0.999962								3.70E-06		
71				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
72				C11,db	2.5840	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446	
73				C10,db	3.4830	P(OLT-ONU)	0.817907	0.999955								7.54E-06		
74				S(OLT-D1),db	10.5887													
75				S(OLT-D0),db	11.4876													
76																		
77			D9-A	L1,km	0.536	PL	0.99	0.999998	MTTR	14	FIT	107.2	MTBF	9.33E+06	U=	1.50E-06	1064	1.50E-06
78				SJ,db	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141	1.20E-06
79				S(L-),db	0.184	P(OLT-D)	0.8179	0.999960								2.70E-06		
80				E0,db	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141	
81				C11,db	1.7610	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF					

6P.2 lentelė. PON-B tinklo magistralinių daliklių pateikiamumo skaičiavimai

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
2			POLT	0.99	0.999990													
3			PSFP	0.99	0.999990													
4			P(O)LT-SF	0.9801	0.999980													
5																		
6			D1-B	Ltkm	0.576	PL	0.99	0.999998	MTTR	14	FIT	115.2	MTBF	8.68E+06	U=	1.61E-06		MTBF/T
7				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		990 1.61E-06
8				S(L-V)/dB	0.194	P(O)LT-D	0.9606	0.999977										1141 1.20E-06
9				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
10				Clt, dB	10.6007	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
11				C10, dB	0.3957	P(O)LT-ONU	0.94148	0.999970										7.54E-06
12				S(CLT-D1), dB	11.0947													2.28E-05
13				S(CLT-D0), dB	0.8897													
14			D2-B	Ltkm	0.143	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	28.6	MTBF	3.50E+07	U=	4.00E-07		3989 4.00E-07
15				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
16				S(L-V)/dB	0.08575	P(O)LT-D	0.9415	0.999976										1.60E-06
17				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
18				Clt, dB	9.8550	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
19				C10, dB	0.4740	P(O)LT-ONU	0.922745	0.999968										7.54E-06
20				S(CLT-D1), dB	11.1304													2.44E-05
21				S(CLT-D0), dB	1.7494													
22			D3-B	Ltkm	0.233	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	46.6	MTBF	2.15E+07	U=	6.52E-07		2448 6.52E-07
23				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
24				S(L-V)/dB	0.10825	P(O)LT-D	0.9227	0.999974										1.85E-06
25				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
26				Clt, dB	12.0410	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
27				C10, dB	0.2803	P(O)LT-ONU	0.904382	0.999966										7.54E-06
28				S(CLT-D1), dB	14.1987													2.63E-05
29				S(CLT-D0), dB	2.4380													
30			D4-B	Ltkm	0.182	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	36.4	MTBF	2.75E+07	U=	5.10E-07		3134 5.10E-07
31				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
32				S(L-V)/dB	0.0955	P(O)LT-D	0.9044	0.999972										1.71E-06
33				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
34				Clt, dB	11.4107	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
35				C10, dB	0.3258	P(O)LT-ONU	0.886385	0.999968										7.54E-06
36				S(CLT-D1), dB	14.2442													2.80E-05
37				S(CLT-D0), dB	3.1592													
38			D5-B	Ltkm	0.45	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	90	MTBF	1.11E+07	U=	1.26E-06		1268 1.26E-06
39				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
40				S(L-V)/dB	0.1625	P(O)LT-D	0.8864	0.999970										2.46E-06
41				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
42				Clt, dB	7.7249	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
43				C10, dB	0.8032	P(O)LT-ONU	0.868746	0.999962										7.54E-06
44				S(CLT-D1), dB	11.3467													3.04E-05
45				S(CLT-D0), dB	4.4250													
46			D6-B	Ltkm	0.681	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	136.2	MTBF	7.34E+06	U=	1.91E-06		838 1.91E-06
47				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
48				S(L-V)/dB	0.22025	P(O)LT-D	0.8687	0.999966										3.11E-06
49				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
50				Clt, dB	6.5717	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
51				C10, dB	1.0802	P(O)LT-ONU	0.851458	0.999959										7.54E-06
52				S(CLT-D1), dB	11.5169													3.35E-05
53				S(CLT-D0), dB	6.0254													
54			D7-B	Ltkm	0.482	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	96.4	MTBF	1.04E+07	U=	1.35E-06		1183 1.35E-06
55				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
56				S(L-V)/dB	0.1705	P(O)LT-D	0.8515	0.999964										2.55E-06
57				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
58				Clt, dB	8.1515	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
59				C10, dB	0.7215	P(O)LT-ONU	0.834514	0.999956										7.54E-06
60				S(CLT-D1), dB	14.6474													3.61E-05
61				S(CLT-D0), dB	7.2174													
62			D8-B	Ltkm	0.072	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	14.4	MTBF	6.94E+07	U=	2.02E-07		7922 2.02E-07
63				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
64				S(L-V)/dB	0.068	P(O)LT-D	0.8345	0.999963										1.40E-06
65				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
66				Clt, dB	13.1000	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
67				C10, dB	0.2181	P(O)LT-ONU	0.817907	0.999955										7.54E-06
68				S(CLT-D1), dB	20.6854													3.75E-05
69				S(CLT-D0), dB	7.8035													
70			D9-B	Ltkm	0.431	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	86.2	MTBF	1.16E+07	U=	1.21E-06		1323 1.21E-06
71				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
72				S(L-V)/dB	0.15775	P(O)LT-D	0.8179	0.999960										2.41E-06
73				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
74				Clt, dB	6.5119	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
75				C10, dB	1.0972	P(O)LT-ONU	0.801631	0.999953										7.54E-06
76				S(CLT-D1), dB	14.7732													3.99E-05
77				S(CLT-D0), dB	9.3585													
78			D10-B	Ltkm	0.55	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	110	MTBF	9.09E+06	U=	1.54E-06		1037 1.54E-06
79				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
80				S(L-V)/dB	0.1875	P(O)LT-D	0.8016	0.999957										2.74E-06
81				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
82				Clt, dB	8.0747	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06		446
83				C10, dB	0.7355	P(O)LT-ONU	0.785678	0.999950										7.54E-06
84				S(CLT-D1), dB	17.9207													4.26E-05
85				S(CLT-D0), dB	10.5814													
86			D11-B	Ltkm	0.134	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	26.8	MTBF	3.73E+07	U=	3.75E-07		4257 3.75E-07
87				S/dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06		1141 1.20E-06
88				S(L-V)/dB	0.0835	P(O)LT-D	0.7857	0.999956										1.58E-06
89				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06		1141
90				Clt, dB	0.9692	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24</								

6P.3 pav. PON-C tinklo magistralinių daliklių pateikiamumo skaičiavimai

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1			POLT	0.99	0.999990												
2			PSFP	0.99	0.999990												
3			PIOLT-SF	0.9801	0.999980												
4																	
5			D1-C	Ltkm	0.01	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	2	MTBF	5.00E+08	U=	2.80E-08	MTBF/T
6				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	57039 2.80E-08
7				S(L-J), dB	0.0525	PIOLT-D	0.9606	0.999979								1.23E-06	1141 1.20E-06
8				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
9				C11, dB	8.7355	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
10				C10, dB	0.6238	PIOLT-ONU	0.94148	0.999971								7.54E-06	
11				S(OLT-D1), dB	9.0880											2.12E-05	
12				S(OLT-D0), dB	0.9763												
13																	
14			D2-C	Ltkm	0.303	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	60.6	MTBF	1.65E+07	U=	8.48E-07	1882 8.48E-07
15				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
16				S(L-J), dB	0.12575	PIOLT-D	0.9415	0.999977								2.05E-06	
17				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
18				C11, dB	10.7717	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
19				C10, dB	0.3797	PIOLT-ONU	0.922745	0.999969								7.54E-06	
20				S(OLT-D1), dB	12.1738											2.33E-05	
21				S(OLT-D0), dB	1.7818												
22																	
23			D3-C	Ltkm	0.447	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	89.4	MTBF	1.12E+07	U=	1.25E-06	1276 1.25E-06
24				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
25				S(L-J), dB	0.16175	PIOLT-D	0.9227	0.999974								2.45E-06	
26				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
27				C11, dB	10.0420	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
28				C10, dB	0.4529	PIOLT-ONU	0.904382	0.999967								7.54E-06	
29				S(OLT-D1), dB	12.2855											2.57E-05	
30				S(OLT-D0), dB	2.6965												
31																	
32			D4-C	Ltkm	0.226	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	45.2	MTBF	2.21E+07	U=	6.33E-07	2524 6.33E-07
33				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
34				S(L-J), dB	0.1065	PIOLT-D	0.9044	0.999972								1.83E-06	
35				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
36				C11, dB	6.2291	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
37				C10, dB	1.1821	PIOLT-ONU	0.886385	0.999965								7.54E-06	
38				S(OLT-D1), dB	9.3320											2.76E-05	
39				S(OLT-D0), dB	4.2850												
40																	
41			D5-C	Ltkm	0.076	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	15.2	MTBF	6.58E+07	U=	2.13E-07	7505 2.13E-07
42				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
43				S(L-J), dB	0.069	PIOLT-D	0.8864	0.999971								1.41E-06	
44				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
45				C11, dB	10.7164	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
46				C10, dB	0.3848	PIOLT-ONU	0.868746	0.999963								7.54E-06	
47				S(OLT-D1), dB	15.3704											2.90E-05	
48				S(OLT-D0), dB	5.0388												
49																	
50			D6-C	Ltkm	0.171	PL	0.99	1.000000	MTTR	14	FIT	34.2	MTBF	2.92E+07	U=	4.79E-07	3336 4.79E-07
51				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
52				S(L-J), dB	0.09275	PIOLT-D	0.8687	0.999969								1.68E-06	
53				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
54				C11, dB	6.9713	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
55				C10, dB	0.9737	PIOLT-ONU	0.851458	0.999962								7.54E-06	
56				S(OLT-D1), dB	12.4029											3.07E-05	
57				S(OLT-D0), dB	6.4053												
58																	
59			D7-C	Ltkm	0.96	PL	0.99	0.999997	MTTR	14	FIT	192	MTBF	5.21E+06	U=	2.69E-06	594 2.69E-06
60				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
61				S(L-J), dB	0.29	PIOLT-D	0.8515	0.999965								3.89E-06	
62				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
63				C11, dB	2.6385	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
64				C10, dB	3.4170	PIOLT-ONU	0.834514	0.999958								7.54E-06	
65				S(OLT-D1), dB	9.6338											3.45E-05	
66				S(OLT-D0), dB	10.4122												
67																	
68			D8-C	Ltkm	0.236	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	47.2	MTBF	2.12E+07	U=	6.61E-07	2417 6.61E-07
69				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
70				S(L-J), dB	0.109	PIOLT-D	0.8345	0.999964								1.86E-06	
71				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
72				C11, dB	1.8806	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
73				C10, dB	4.5412	PIOLT-ONU	0.817907	0.999956								7.54E-06	
74				S(OLT-D1), dB	12.7019												
75				S(OLT-D0), dB	15.3625												
76																	
77			D9-C	Ltkm	0.48	PL	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	96	MTBF	1.04E+07	U=	1.34E-06	1188 1.34E-06
78				S4, dB	0.05	PD	0.99	0.999999	MTTR	12	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.20E-06	1141 1.20E-06
79				S(L-J), dB	0.17	PIOLT-D	0.8179	0.999961								2.54E-06	
80				E0, dB	0.3	PP	0.99	0.999999	MTTR	14	FIT	100	MTBF	1.00E+07	U=	1.40E-06	1141
81				C11, dB	3.0103	PONU	0.99	0.999994	MTTR	24	FIT	256	MTBF	3.91E+06	U=	6.14E-06	446
82				C10, dB	3.0103	PIOLT-ONU	0.801631	0.999954								7.54E-06	
83				S(OLT-D1), dB	18.8428												
84				S(OLT-D0), dB	18.8428		AI*A	3.89E-05								1	