

# **Liityntäverkon toteutus taloyhtiöihin - Case Keski-Suomen Valokuituverkot Oy**

Markus Turunen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), tietotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Turunen, Markus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä marraskuu 2016
	Sivumäärä 71	Julkaisun kieli suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Liityntäverkon toteutus taloyhtiöihin - Case Keski-Suomen Valokuituverkot Oy</b>		
Tutkinto-ohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Sampo Kotikoski Mika Rantonen		
Toimeksiantaja(t) Keski-Suomen Valokuituverkot Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin Keski-Suomen Valokuituverkot Oy:lle liityntäverkon toteutusratkaisu taloyhtiökohteisiin. Ratkaisun tuli soveltua kaikenkokoisiin taloyhtiöihin ja sen oli palveltava sekä vanhoja puhelinsisäverkkokohteita sekä uudempia cat6-kaapeloituja taloyhtiöitä. Ratkaisun tuli olla myös helposti hallittavissa asennusten määrän kasvaessa suureksi.</p> <p>Työt aloitettiin vertailemalla usean eri laitevalmistajan tuotteita, minkä pohjalta valittiin kaksi potentiaalisinta vaihtoehtoa. Maahantuojilta pyydettiin laitetarjoukset sekä referenssit laitteiden käyttäjistä. Lopuksi vertailtujen ominaisuuksien ja tarjousten pohjalta valittiin laitteet toteutusta varten.</p> <p>Laitevalintojen jälkeen suunniteltiin liityntäverkon toteutus toimialan sekä toimeksiantajan vaatimusten perusteella. Suunnitelmaan sisällytettiin se, miten laitteen asennus tulee hoitaa ja mitä asennuksessa sekä laitteen konfiguroimisessa tulee ottaa huomioon.</p> <p>Suunnitelma toteutettiin valituilla laitteilla sekä puhelinsisäverkkokohteeseen että ethernet-sisäverkkokohteeseen toimeksiantajan tiloissa olevalla testiympäristöllä.</p> <p>Lopputuloksena saatiin liityntäverkkoratkaisu, joka mukautuu erikokoisiin ja sisäverkoltaan erilaisiin ratkaisuihin. Ratkaisun toimivuus testattiin testiympäristössä.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )  Ethernet, Liityntäverkko, Operaattori, Valokuitu, Valokuituverkko, VDSL		
Muut tiedot		

Author(s) Turunen, Markus	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2016 Language of publication: finnish
	Number of pages 71	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Access network solution for housing cooperatives - Case Keski-Suomen Valokuituverkot Oy</b>		
Degree programme Information Technology		
Supervisor(s)  Sampo Kotikoski, Mika Rantonen		
Assigned by Keski-Suomen Valokuituverkot Oy		
Abstract  <p>This thesis was done to Keski-Suomen Valokuituverkot Oy. The focus of the thesis was on the design and implementation of an access network solution to housing cooperatives. The solution must be suitable to housing cooperatives of all sizes and it must also serve the housing cooperatives with older phone cable as well as newer Cat6-cabled housing cooperatives. It also had to be easy to control as the number of the installations grow in the future.</p> <p>The work began by comparing several different manufacturers of products. This narrowed the options to two most potential manufacturers. After this, references and offers were asked from their Finnish importers. Finally, the manufacturer was chosen based on the features and the offers.</p> <p>After the choice of equipment, the implementation of the access network based on the requirements of the company and the industry was designed. The plan included how the installation should be carried out and what should be taken into account when installing the device, as well as the configuration of the devices.</p> <p>The plan was carried out by the selected devices, both the phone network as well as the Ethernet techniques in the company's test environment area.</p> <p>The end result were an access network solution that adapts to different sizes, as well as an internal network for different solutions been tested in a test environment.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )  Access network, Ethernet, Fiber, Fiber optical network, Telecom operator, VDSL		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>Lyhenteet .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Työn lähtökohdat .....</b>	<b>7</b>
1.1 Toimeksiantaja .....	7
1.2 Työn tavoitteet .....	8
1.3 Työn ajankohtaisuus.....	8
1.4 Tutkimusmenetelmät .....	10
<b>2 Mikä on valokuitu?.....</b>	<b>10</b>
2.1 Yleistä .....	10
2.2 Toimintaperiaate .....	11
2.3 Edut .....	12
2.4 Kaapelit.....	12
2.5 Liittimet .....	14
2.5.1 Rakenne .....	14
2.5.2 Liitintyypit .....	16
2.6 SFP-moduulit .....	18
<b>3 Taloyhtiökonseptin verkkoarkkitehtuuri .....</b>	<b>19</b>
3.1 Yleistä .....	19
3.2 Runkoverkko.....	20
3.3 Liityntäverkko .....	20
3.4 Sisäverkko.....	23
<b>4 Konseptin rakentaminen .....</b>	<b>24</b>
4.1 Vaatimukset.....	24
4.2 Laittevalinnat .....	25
4.3 Arkkitehtuuri .....	26
4.4 Testausympäristö .....	26
4.5 Asennusprosessi .....	28

	2
4.6 Laitteiden monitorointi .....	29
4.7 Palvelutuotteiden toteutus laitteissa .....	29
4.8 Asiakkaiden tunnistaminen .....	30
<b>5 Konseptin testaaminen .....</b>	<b>30</b>
5.1 VDSL2-kohde .....	30
5.1.1 DSLAM:n konfigurointi.....	31
5.1.2 Liittäminen runkoverkkoon .....	38
5.1.3 Huoneistojen liittäminen .....	38
5.2 Ethernet-kohde .....	40
5.2.1 Kytkimen konfigurointi .....	40
5.2.2 Liittäminen runkoverkkoon .....	44
5.2.3 Huoneistojen liittäminen .....	44
5.3 Parannusehdotukset .....	45
<b>6 Yhteenveto .....</b>	<b>46</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>48</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>50</b>
Liite 1. Kytkin running-config .....	50
Liite 2. DSLAM running-config .....	59

## Kuviot

Kuvio 1. KSVV:n toiminta-alue .....	7
Kuvio 2. Laajakaistan saatavuus .....	9
Kuvio 3. Valokuitukaapeloinnin kehitys .....	11
Kuvio 4. Optisen tiedonsiirron toimintaperiaate .....	12
Kuvio 5. Monimuotokuitu .....	13
Kuvio 6. Yksimuotokuidun valo etenee suoraan.....	14
Kuvio 7. Optinen liitin .....	15
Kuvio 8. UPC ja APC .....	16
Kuvio 9. UPC-hiottu SC-liitin .....	17
Kuvio 10. UPC -hiottu LC-liitin .....	18
Kuvio 11 Lähettävä-vastaanottava laser-pari.....	19
Kuvio 12. Arkkitehtuuri .....	20
Kuvio 13. Liityntäverkot.....	21
Kuvio 14. Passiivisen verkon rakenne .....	22
Kuvio 15. Aktiivisen verkon rakenne .....	23
Kuvio 16. Testiympäristö .....	27
Kuvio 17. Asennusprosessi .....	28
Kuvio 18. Optio 82 .....	30
Kuvio 19. VDSL2.....	31
Kuvio 20. Console-yhteys .....	32
Kuvio 21. DSLAM-peruskonfiguraatio .....	32
Kuvio 22. Esimerkki base-profiili .....	33
Kuvio 23. 10M-serviceprofile esimerkki.....	34
Kuvio 24. Uplink.....	35
Kuvio 25. DSLAM asiakas-VLAN.....	35
Kuvio 26. DSLAM optio 82 .....	36
Kuvio 27. User info .....	36
Kuvio 28. Portin optio 82.....	36
Kuvio 29. Porttikonfiguraatio .....	37

Kuvio 30. Huoneiston päätelaite .....	38
Kuvio 31. Asennettu DSLAM.....	39
Kuvio 32. Toimiva yhteys.....	39
Kuvio 33. Ethernet-kohteen arkkitehtuuri .....	40
Kuvio 34. Kytkimen aloituskonfiguraatio .....	41
Kuvio 35. Kytkimen VLAN:it.....	41
Kuvio 36. PVID .....	41
Kuvio 37. Kytkimen DHCP -konfiguraatio.....	42
Kuvio 38. Layer-3 konfiguraatio .....	42
Kuvio 39. NTP + Hallinta .....	42
Kuvio 40. Kytkimen palveluprofiilin luominen .....	43
Kuvio 41. Asiakkaan tunnistaminen kytkimellä.....	43
Kuvio 42. Ethernet-kytkin.....	44
Kuvio 43. Onnistunut 50 Mbit/s-testi.....	44
Kuvio 44. Optio 82-testi.....	45

## **Taulukot**

Taulukko 1. Monimuotokuidut.....	13
Taulukko 2. Hiontatavat .....	15
Taulukko. 3 Laittevalmistajat.....	25
Taulukko 4 Ethernet-kytkimen Qos.....	29
Taulukko 5. Valonetti-tuotteiden nopeudet ala- ja ylävirtaan.....	35

## Lyhenteet

ACL	Access list
ADSL	Asymmetric digital subscriber line
APC	Angled physical contact
CBS	Committed burst size
CLI	Command-Line Interface
COM	Communications port
DHCP	Dynamic host configuration protocol
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital subscriber line access multiplexer
EBS	Exceeded burts size
FC	Ferrule Connection
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Curb
FTTdp	Fiber To The distribution point
FTTH	Fiber To The Home
FTTN	Fiber To The Node
FTTx	Fiber To The x
GPON	Gigabit passive optical network
GUI	Graphical User Interface
IP	Internet protocol
KSVV	Keski-Suomen Valokuituverkot Oy
LC	Lucent connector
MAN	Metropolitan Area Network



MPLS	Multi-Protocol Label Switching
MPO	Multiple-fiber Push-On
NTP	Network Time Protocol
NTT	Nippon Telegraph and Telephone
OLT	Optical Line Terminal
P2MP	Point to multi-point
PC	Physical contact
PON	Passive optical network
PVID	Port VLAN id
QoS	Quality of Service
SNMP	Simple network management protocol
SPC	Super physical contact
SSH	Secure Shell
ST	Straight Tip
UPC	Ultra physical contact
VDSL	Very-high-bit-rate digital subscriber line
VLAN	Virtual local area network
WAN	Wide Area Network
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

# 1 Työn lähtökohdat

## 1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Keski-Suomen Valokuituverkot Oy. Keski-Suomen Valokuituverkot Oy on aloittanut liiketoimintansa vuonna 2014 ja sen omistaa Keski-Suomen Verkkoholding Oy. Kuvio 1 esittää tummemmalla keltaisella värillä Keski-Suomen Verkkoholding Oy:n kymmenen keskisuomalaista omistajakuntaa. (Keski-Suomen Valokuituverkot Oy N.d.)



Kuvio 1. KSVV:n toiminta-alue (Keski-Suomen Valokuituverkot Oy N.d.)

Yhtiö rakentaa toimimiensa kuntien alueella valokuituverkkoa. Rakentamiseen yhtiö saa julkista tukea Nopea laajakaista -hankkeesta. (Keski-Suomen Valokuituverkot Oy N.d.)

## 1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajalle toimiva ja kustannustehokas liityntäverkkototeutus, jonka avulla toimeksiantaja voi palvella taloyhtiöasiakkaitaan. Lopullisena tavoitteena oli valita laitteet sekä VDSL- että ethernet sisäverkoille ja saada aikaan toimivat konfiguraatiot laitteille. Laitteiden tuli mahdollistaa asiakkaille luotettavat ja nopeat laajakaistayhteydet taloyhtiöissä.

Työ aloitettiin vertailemalla potentiaalisia laitevalmistajia ja tutkimalla heidän laite- tarjontaansa. Tämän jälkeen otettiin yhteys valittujen valmistajien suomalaisiin maahantuojiin ja järjestettiin tapaaminen, jossa käytiin läpi tarkemmin laitteiden ominaisuuksia, mahdollisia hallintaympäristöjä sekä hintoja.

Laitteiden valinnan jälkeen luotiin konseptia varten testiympäristö, jossa testattiin valittuja laitteita ja luotuja konfiguraatioita. Testiympäristössä laitteet todettiin toimiviksi, minkä perusteella ne otettiin tuotannossa käyttöön. Asennus analysoitiin ja tulosten perusteella pohdittiin mahdollisia parannuksia ratkaisuun.

## 1.3 Työn ajankohtaisuus

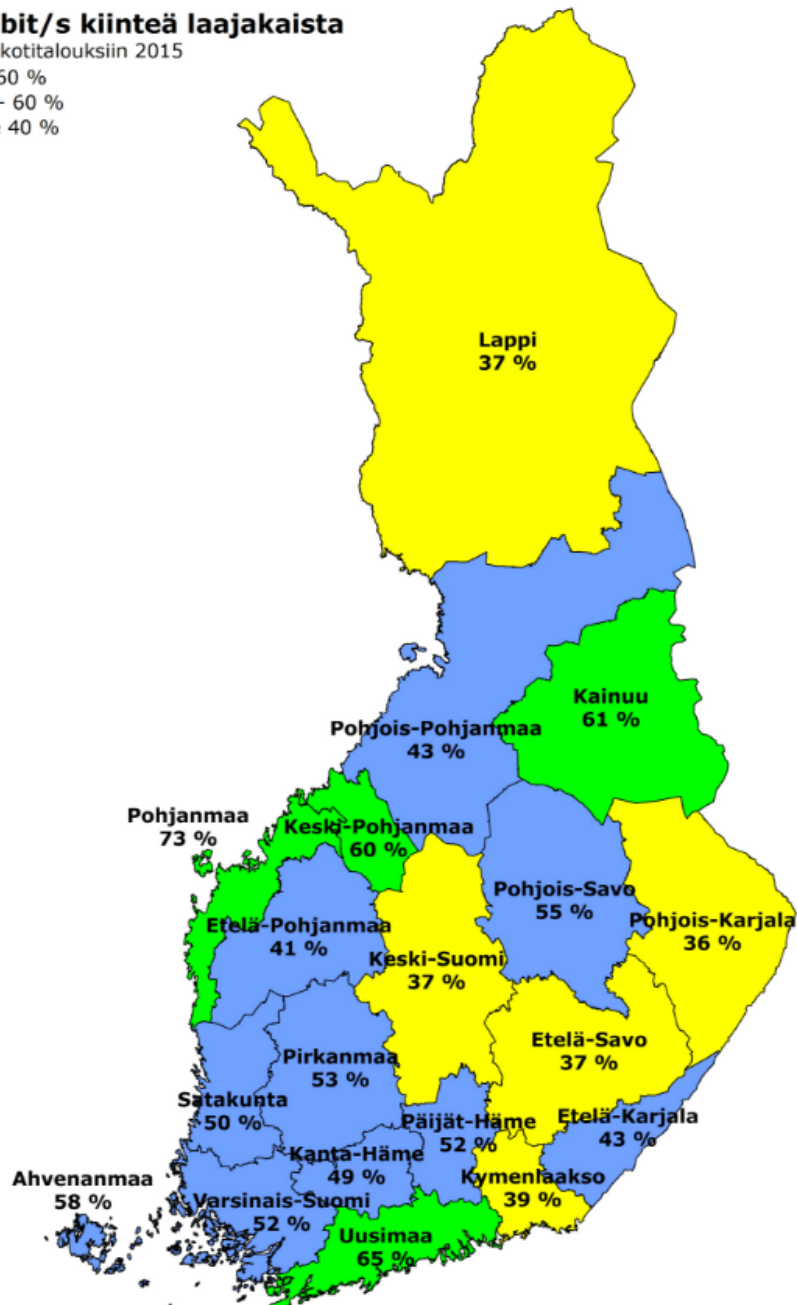
Internetissä liikkuvan datan määrä kasvaa vuosittain, ja Internetin yli tarjottavat viihdepalvelut kasvattavat suosiotaan jatkuvasti. Erityisesti videopalvelun tarjoajien suosion kasvu kasvattaa tarvetta saada nopea laajakaista jokaiseen kotitalouteen. Tätä varten Suomessa käynnistyi vuonna 2008 Laajakaista kaikille 2015 -hanke, jonka tavoitteena on varmistaa nopean laajakaistaverkon rakentaminen alueille, joille kaupallinen tarjonta ei todennäköisesti muutoin toteutuisi. Hankkeen rahoituksesta 66 miljoonaa euroa tulee valtiolta, noin 25 miljoonaa euroa Euroopan Unionin Manner-Suomen maaseutuohjelmasta sekä noin 40 miljoonaa euroa kunnilta. Hankkeen tavoitteena oli saada yli 99 %:lle käyttäjistä mahdollisuus yli 100 megan laajakaistayhteyden korkeintaan kahden kilometrin päähän. Käyttäjiä ovat vakinaiset asunnot

sekä yritysten ja julkisen hallinnon vakinaiset toimipisteet. Vuoden 2015 lopulla nopea laajakaistaverkko oli saatavilla noin 52 prosentissa Suomen kotitalouksista. (Nopea laajakaista -hanke tuo huippunopeat internetyhteydet haja-asutusalueille 2016.) Kuvio 2 havainnollistaa nopean laajakaistan jakaantumisen Suomen eri maakunnissa.

### 100 Mbit/s kiinteä laajakaista

Tarjonta kotitalouksiin 2015

- Yli 60 %
- 40 - 60 %
- Alle 40 %



Kuvio 2. Laajakaistan saatavuus (Nopean laajakaistan saatavuus Suomessa 2016)

Hanke sai vuonna 2015 Euroopan Unionilta neljä lisävuotta tuen maksamiselle, jolloin hankkeen nimeksi muuttui Nopea laajakaista. Vuoden 2015 loppuun mennessä

valtion tukia oli jaettu 47 miljoonaa euroa ja niitä oli hakematta noin 10 miljoonaa euroa. (Schäfer 2016.)

## 1.4 Tutkimusmenetelmät

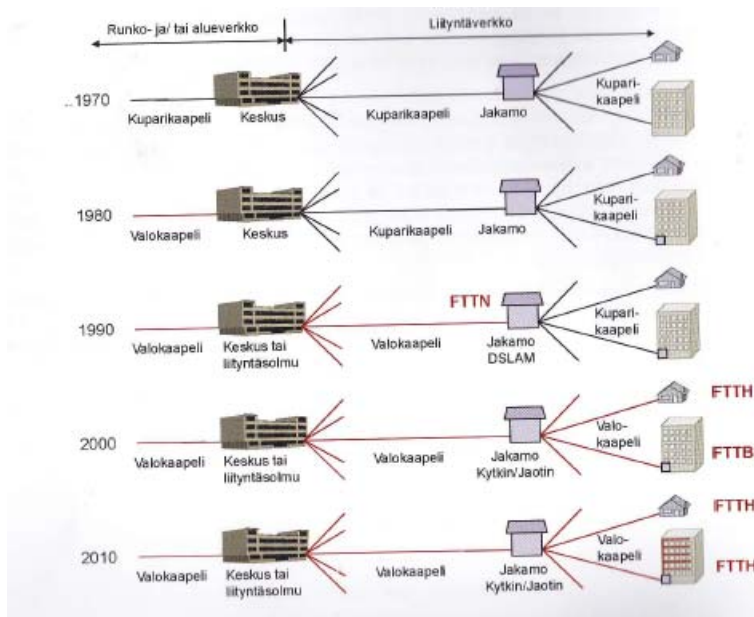
Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä olivat seuraavat: millaisilla laitteilla, millä tekniikoilla ja millaisella liityntäverkon arkkitehtuurilla ratkaisu toteutetaan. Näiden kysymysten avulla työtä oli helppo lähteä rajaamaan ja suunnittelemaan.

Koska tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle toimiva ja konkreettinen liityntäverkko-ratkaisu, työ toteutettiin toimintatutkimuksena. Työn aikana seurattiin jo olemassa olevia ja luotuja prosesseja, jotta niitä voitiin kehittää ja saada toimeksiantaja omaksumaan ne käyttöönsä.

## 2 Mikä on valokuitu?

### 2.1 Yleistä

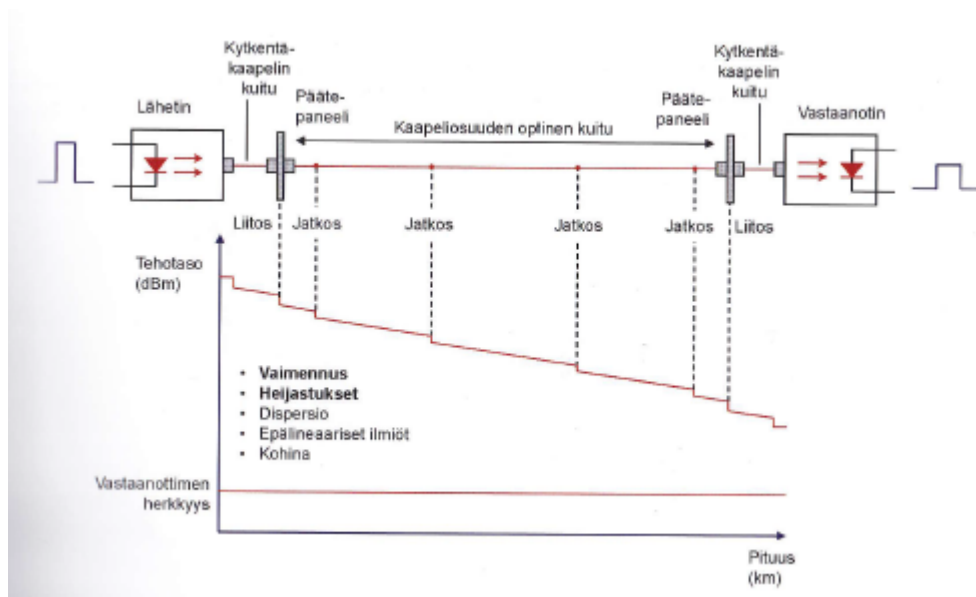
Vuosien saatossa tiedonsiirron määrä on kasvanut, minkä vuoksi tietoliikennejärjestelmissä kuparin kapasiteetti ei pysty siirtämään kaikkea liikennettä. Tämän vuoksi 80-luvulta alkaen on siirrytty käyttämään valokuitua tiedonsiirrossa sekä runko- että liityntäverkossa. Valokuidun avulla voidaan saavuttaa jopa terabittisiä yhteyksiä. Kuvio 3 esittää valokuitukaapeloinnin käytön kehityksen 1970-luvulta 2010-luvulle.



Kuvio 3. Valokuitukaapeloinnin kehitys (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 6)

## 2.2 Toimintaperiaate

Valokuidussa, optisessa tiedonsiirrossa, tietoa siirretään valon muodossa kaapelia pitkin lähettimestä vastaanottimeen optisen kuidun sisällä. Lähetin muuttaa sähköisen signaalin valon muotoon, vastaanotin ottaa sen vastaan ja muuttaa takaisin sähköiseksi signaaliksi. Signaalin siirtyessä kaapelissa se menettää osan tehostaan eli vaimenee. Kaapelissa olevat jatkokset ja liittimien päätepaneelit aiheuttavat lisävaimennusta. Vaimennuksen vuoksi lähettimestä lähetetty optinen teho pienenee. Signaalia lähetettäessä on huolehdittava, että lähetetyn signaalin tehotaso on tarpeeksi suuri, jotta vastaanotin pystyy vastaanottamaan ja tunnistamaan sen. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 10.) Kuvio 4 esittää optisen tiedonsiirron toimintaperiaatteen..



Kuvio 4. Optisen tiedonsiirron toimintaperiaate (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 11)

## 2.3 Edut

Optinen tiedonsiirto on ylivoimainen ominaisuuksiltaan verrattuna sähköiseen tiedonsiirtoon. Suureen kaistanleveyden ja pienen vaimennuksen ansiosta optisella kuidulla voidaan saavuttaa usean gigabitin yhteys jopa 100 kilometrin matkalla ilman toistinta. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 11.)

Kuitu on täysin häiriövapaa siirtotien häiriöistä, sillä sen yleisin materiaali, lasi, on sähköinen eriste. Kuitua käytettäessä ei ole signaalipiirien maadoitusongelmia, mutta metalliosia sisältävä kaapeli on maadoitettava ja ylijännitesuojattava. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 12.)

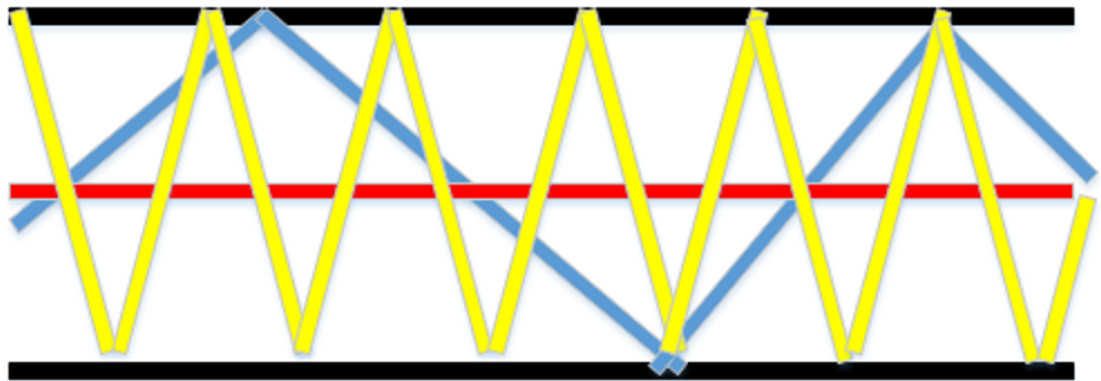
Kuidut itsessään ovat pieniä ja keveitä, minkä vuoksi myös kaapelit ovat pieniä ja keveitä. Tästä johtuen kaapelien asennus ja käsittely ovat helppoa, mikä mahdollistaa jopa yli kymmenen kilometrin valmistus- ja asennuspituudet. Edellä mainitut ominaisuudet mahdollistavat uusia asennustekniikoita, esimerkiksi kaapelin asentamisen paineilman avulla. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 12-13.)

## 2.4 Kaapelit

Valokuitukaapelit voidaan jakaa kahteen perustyyppiin: yksimuotokuituihin ja monimuotokuituihin.

Monimuotokuitujen tyypillinen ytimen halkaisija on 50  $\mu\text{m}$  tai 62,5  $\mu\text{m}$ . Kuoren halkaisija on 125  $\mu\text{m}$ . Monimuotokuidussa valonsäteet taipuvat ytimen taitekertoimen muuttuessa, minkä vuoksi ne liikkuvat useaa reittiä pitkin. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 17.)

Kuvio 5 esittää monimuotokuidun valonsäteiden etenemisen.



Kuvio 5. Monimuotokuitu

Yleiskaapelointistandardi EN50173-1 määrittelee monimuotokuituihin neljä eri kategoriaa, jotka ovat OM1, OM2, OM3 ja OM4. Taulukko 1 esittää nämä kategoriat ja niiden ominaisuudet.

Taulukko 1. Monimuotokuidut

Kategoria	ytimen/kuorenhalkaisija
OM1	62.5/125 $\mu\text{m}$
OM2	50/125 $\mu\text{m}$
OM3	50/125 $\mu\text{m}$
OM4	50/125 $\mu\text{m}$

Yksimuotokuitujen ytimen halkaisijan pienuuden vuoksi käytetyllä aallonpituudella etenee vain yksi muoto. Ytimen halkaisijan koko on 8-10  $\mu\text{m}$ :n luokkaa. Yksimuotokuitujen vaimennus on hyvin pieni, joten se soveltuu hyvin runkoverkkoon pitkien asennusmatkojensa vuoksi. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 17). Kuvio 6 esittää yksimuotokuidun valonsäteiden etenemisen.





Kuvio 6. Yksimuotokuidun valo etenee suoraan

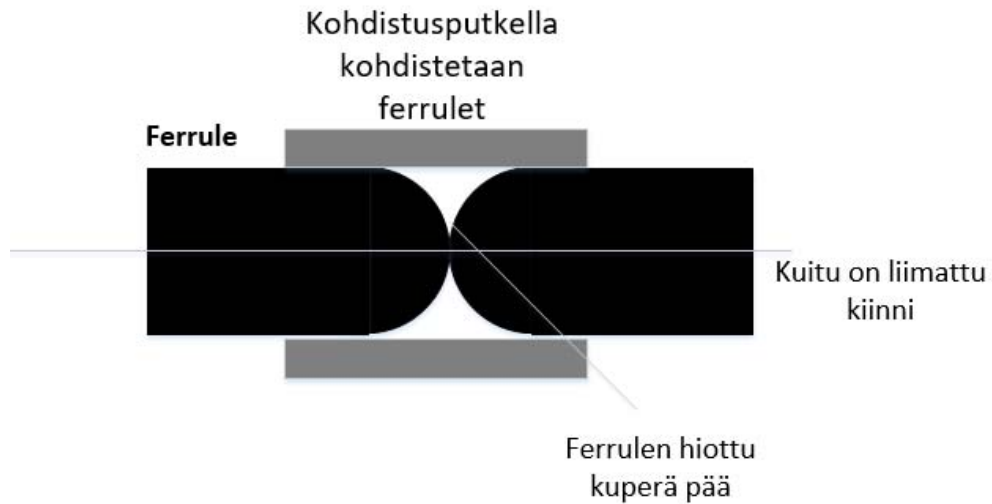
Yleiskaapelointistandardi EN 50173-1 määrittelee yksimuotokuitukaapelia kahdessa eri kategoriassa: OS1 ja OS2. Näistä ensimmäisen, OS1-kaapelin, maksimivaimennus on 1 dB/km aallonpituuksilla 1310 nm, 1383 nm sekä 1550 nm, kun taas kaapelin OS2 maksimivaimennus on 0.4 dB/km samoilla aallonpituuksilla. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 18.)

## 2.5 Liittimet

### 2.5.1 Rakenne

Optinen liitin on komponentti, jota käytetään kohdissa, joissa optista liitosta joudutaan toistuvasti avaamaan ja sulkemaan, esimerkiksi päätepaneeleissa. Tällöin kyseisestä kohdasta tulee mahdollinen vikakohta, jolloin optisen liittimen oikea valinta, asennus ja käsittely tulee olla laadukasta. Liitintä valittaessa tulee ottaa huomioon se, että liittimellä on oltava pieni liitosvaimennus, suuri heijastusvaimennus, hyvä stabiilius sekä hyvä toistettavuus. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 48.)

Kuvio 7 esittää yksinkertaistetun optisen liittimen rakenteen.



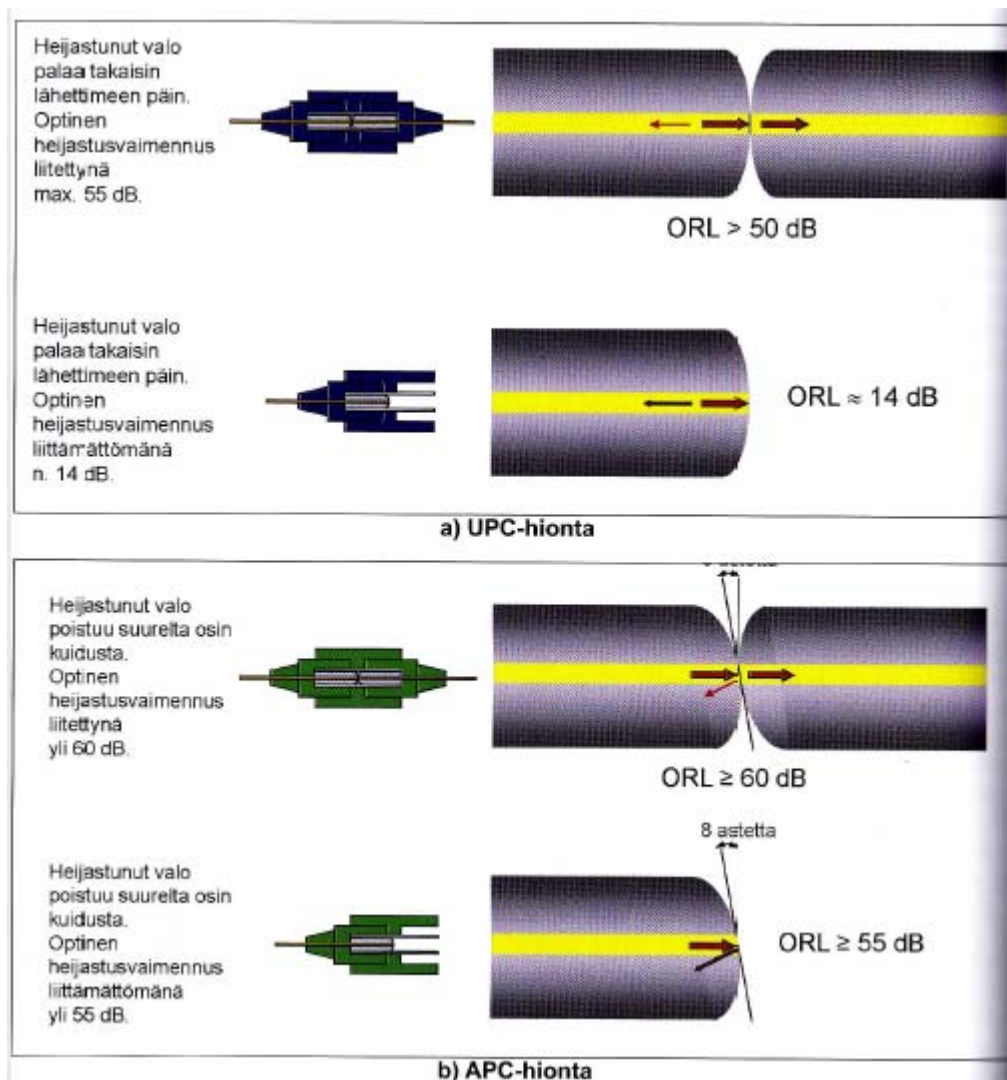
Kuvio 7. Optinen liitin

Yleisin optinen liitintyyppi on perusrakenteeltaan holkkiliitin. Siinä kuitu hitsataan ferrulen eli holkin sisään. Liitos syntyy, kun kaksi holkkia kohdistetaan adapterin avulla ja yhdistetään toisiinsa. Jotta liitoksesta saadaan luotettava, ferrule hiotaan yleensä hieman kuperaksi. Tätä hiostapaa kutsutaan Physical Contact (PC) -hionnaksi. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 49.) Näitä tapoja on neljä erilaista (kts. Taulukko 2).

Taulukko 2. Hiontatavat

Hiontatapa	Vaimennus
PC	$\geq 30\text{dB}$
SPC (Super PC)	$\geq 40\text{dB}$
UPC (Ultra PC)	$\geq 50\text{dB}$
APC (Angled PC)	$> 60\text{dB}$

APC ja UPC ovat kaksi yleisintä hiontatapaa. Kuvio 8 esittää niiden erot.



Kuvio 8. UPC ja APC (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 50)

APC on ominaisuuksiensa vuoksi näistä kaikkein suositelluin käytettäväksi.

### 2.5.2 Liitintyytit

Yleisimmät käytössä olevat liitintyytit ovat Subscriber Connector (SC) -liitin ja Lucent Connector (LC) -liitin.

SC-liitin on Japanissa Nippon Telegraph and Telephone Corporationin (NTT) kehittämä holkkiliitin, joka on nelikulmainen. Sen liittäminen ja avaaminen tapahtuvat työntämällä ja vetämällä. Sen ferrulen halkaisija on 2.5 mm, ja sen adapteri voi olla

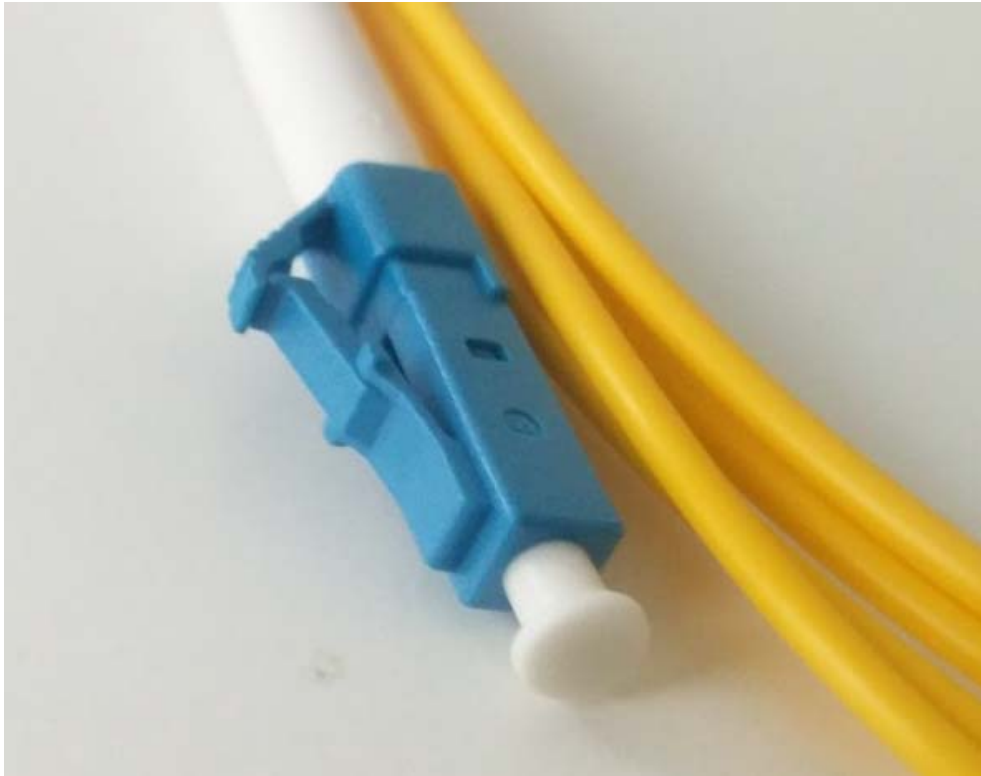
joko yhden (simplex) tai kahden (duplex) liitin. Näistä duplex mahdollistaa tietoliikenteen kuljettamisen ylävirtaan eri kuidussa kuin alavirtaan. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 51.) Kuvio 9 esittää SC-liittimen.



Kuvio 9. UPC-hiottu SC-liitin

SC-liitin oli pitkään standardi, mutta sen rinnalle tuli voimakkaasti LC-liitin, jota suositellaan käytettäväksi uudisrakentamisessa. Se on Lucentin Yhdysvalloissa kehittämä liitin, jonka ferrulen halkaisija on 1.25 mm, ja se kytketään samalla lailla kuin RJ-45-kaapeli eli työntämällä ja painamalla lukitussalppaa. LC-adaptoreita on yhden (simplex), kahden (duplex) tai neljän (quad) kokoisena. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 52.)

Kuvio 10 esittää LC-liittimen.



Kuvio 10. UPC -hiottu LC-liitin

Edellä mainitut liittimet ovat niin sanottuja small-form factor -liittimiä, joita käytetään yhden kuidun liittämiseen ja joiden pienestä koosta on hyötyä kytkettäessä niitä esimerkiksi optiseen päätepaneeliin. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 53.)

Tärkein useamman kuidun liittämiseen tarkoitettu liitin on Multi-fiber Push-On (MPO) -liitin. Sillä voidaan liittää joko 2-12 tai 2-24 kuitua samanaikaisesti, ja se on tarkoitettu sekä yksimuoto- että monimuotokuiduille.

Vaikka SC ja LC ovat nykyaikaiset liitintyyppit, on olemassa muitakin liitintyyppisiä, kuten Straight Tip (ST), Biconic ja Ferrule Connector (FC), joita voi vielä löytää käytöstä tänäkin päivänä. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 54.)

## 2.6 SFP-moduulit

Aktiivilaitteiden Small Form-factor Pluggable (SFP) -portit vaativat aina toimiakseen lähetinparin eli laserit. Toinen laseri kytketään lähettävän laitteen SFP-porttiin ja toinen laseri vastaanottavan laitteen SFP-porttiin. Lasereita on ominaisuuksiltaan erilaisia. Erilaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi aallonpituus, siirtonopeus sekä lähettimen kantavuus kilometreinä. Lasereihin kiinnitetään kuidut normaaleilla liittimillä,

kuten LC- tai SC -liittimillä. Laserit voivat olla joko lähettäviä tai vastaanottavia tai molempia yhtä aikaa. Mikäli laseria käytetään vain lähettämiseen, täytyy vastaanottavan laserin olla ominaisuudeltaan samanlainen. Jos laseria käytetään sekä lähettämiseen että vastaanottamiseen, tulee vastaanottavan laserin olla aallonpituudeltaan sama, mutta lähettävien ja vastaanottavien aallonpituuksien on oltava käänteisiä vastapariin nähden. Kuvio 11 esittää esimerkkejä SFP-moduuleista.

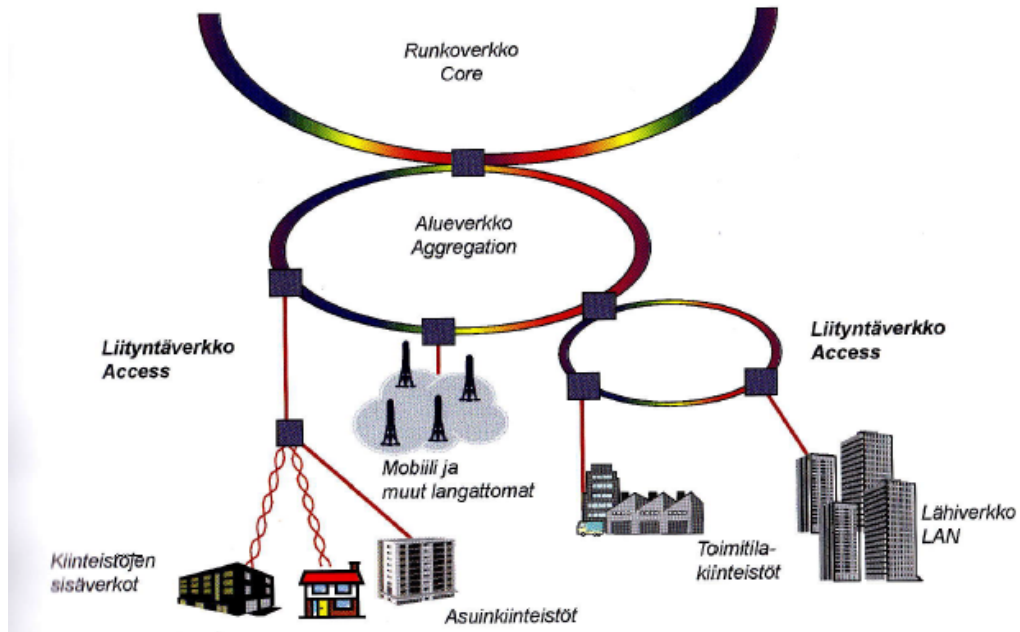


Kuvio 11 Lähettävä-vastaanottava laser-pari

### 3 Taloyhtiökonseptin verkkoarkkitehtuuri

#### 3.1 Yleistä

Yleinen viestintäverkko voidaan jakaa hierarkkisesti kolmeen eri tasoon (kts. Kuvio 12).



Kuvio 12. Arkkitehtuuri (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 7)

Jokaisella verkon osalla on omat tehtävänsä ja toteutusteknologiansa. Verkkoarkkitehtuurin osista operaattori vastaa sekä runko -että liityntäverkosta, kun taas asiakas vastaa sisäverkosta.

### 3.2 Runkoverkko

Runkoverkko on operaattorin tärkein osa, joka yhdistää operaattorin omat liityntäverkot sekä välittää liikenteen ulkomaailmaan. Runkoverkon komponentteina toimivat yleisesti reitittimet ja kytkimet. Runkoverkon suuren liikenteen vuoksi sen kaapelointina käytetään valokuitua. (Core Network N.d.)

Runkoverkolla voidaan yhdistää useita Metropolitan Area Network (MAN) -alueita Wide Area Network (WAN) -verkkoon tai internetiin.

Runkoverkon kaapelointiin käytetään yleensä suurempia kaapeleita, jotta pystytään siirtämään tietoa jopa kymmeniä gigabittejä sekunnissa.

### 3.3 Liityntäverkko

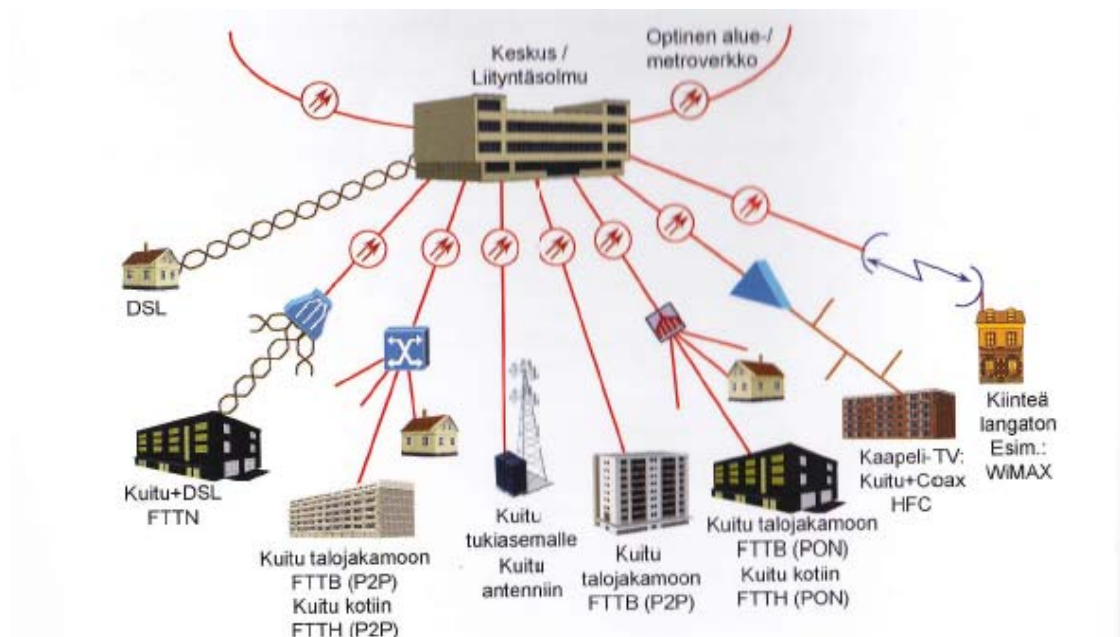
Liityntäverkko on viestintäverkon osa, johon asiakkaat ja kiinteistöjen sisäverkot liittyvät. Liityntäverkon teknologiana voidaan käyttää joko Digital Subscriber Line (DSL) -

tekniikoita, Fiber To The x (FTTx) -ratkaisuja, koaksaali-ratkaisuja tai langattomia ratkaisuja kuten Worldwide Interoperability for Microwave Accessia (WiMAX). Liityntäverkon avainsanoja ovat Ethernet ja Internet Protocol (IP), joiden avulla saadaan luotua monipalveluverkko. (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 7-8.)

FTTx-toteutukset tarkoittavat liityntäverkkoa, joka toteutetaan tiettyyn pisteeseen optisella tiedonsiirrolla. FTTx-käsitteet voidaan kattaa kolmella päätermillä:

- Fiber To The Home (FTTH)
  - kuitu vietään omakotitaloon tai kerrostalohuoneistoon asti
- Fiber To The Building (FTTB)
  - kuitu vietään kerros -tai rivitalon talojakamoon
- Fiber To The Node (FTTN)
  - kuitu vietään esimerkiksi Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) -keskittimelle
  - kattaa myös termin Fiber To The Curb (FTTC)
  - kutsutaan myös termillä Fiber To The distribution point (FTTdp). (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 9.)

Kuvio 13 havainnollistaa FTTx-toteutuksien eri muodot.



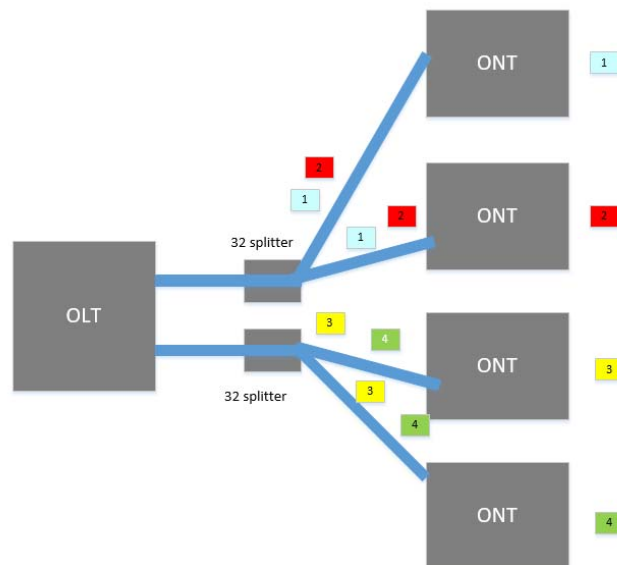
Kuvio 13. Liityntäverkot (FTTX Optiset Liityntäverkot 2015, 8)



Liityntäverkko voidaan toteuttaa erilaisin teknologioin, kuten passiivisesti käyttämällä esimerkiksi Passive Optical Network (PON) -teknologiaa tai aktiivisesti aktiivi-Ethernetillä. Yleisin PON-topologia on point to multipoint (P2MP)-verkko, jossa yhdestä optical line terminal (OLT)-laitteesta palvellaan jopa satoja asiakkaita. (Frenzel 2014.)

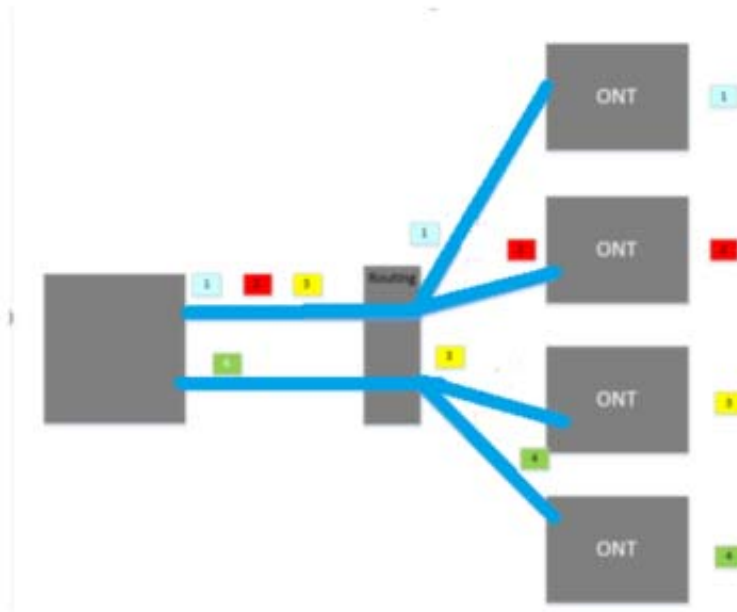
Aktiiviverkoissa käytetään sähköisiä laitteita, kuten reitittimiä ja kytkimiä signaalin hallintaan, kun taas passiivisessa PON-verkossa käytetään sähköttömiä jaottimia. Passiivisen verkon hyötypuolia ovat sähkönkulutuksen minimointi ja se, että yksi kuitu voidaan jakaa vaikka 32 käyttäjälle. Haittapuolina passiiviverkoissa on lyhyempi kantavuus, vian paikantamisen hankaluus sekä ruuhkan aikaisen latenssin kasvu jaettussa mediassa. (Xu 2015.)

Kuvio 14 esittää PON-verkon rakenteen.



Kuvio 14. Passiivisen verkon rakenne

Aktiiviverkon hyvä ominaisuus on Ethernet-teknologia, jonka vuoksi toimivuus valmistajien välillä on hyvä ja käyttäjät voivat valita laitteita sekä skaalata tarpeitaan ilman verkon uudelleenrakentelua. Koska aktiiviverkon laitteet vaativat sähköä, tekee se niistä alttiimpia vioille verrattuna passiiviverkon laitteisiin. (Xu 2015.) Kuvio 15 esittää aktiiviverkon rakenteen.



Kuvio 15. Aktiivisen verkon rakenne

### 3.4 Sisäverkko

Sisäverkolla tarkoitetaan kiinteistön, kuten kerrostalon, sisäistä verkkoa. Sisäverkon tehtävänä on tarjota verkkopalvelut kaikille sen huoneistoille. Sisäverkko alkaa operaattorin laitteesta, joka sijoitetaan esimerkiksi taloyhtiön talojakamoon.

Asiakkaan saama palvelunopeus on riippuvainen sisäverkon kunnosta ja toteutuksesta. Huonon sisäverkon ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa huonot liityntärimat, pitkät kaapelointien välit ilman parikiertoa, paljon liitoksia, ja kaapelit voivat kulkea lähellä häiriölähteitä. Yksittäinen asiakas ei voi vaikuttaa yhteyden laatuun muualla kuin omassa huoneistossaan, ja sielläkin vain pistorasioilla, johdoilla ja moodeemilla. (Havatta, Koivisto, Nieminen, Paananen, Rasimus, Reinikainen & Salokorpi 2014.)

Sisäverkon yhteydet toteutetaan yleensä joko DSL -tai Ethernet-tekniikalla. Näistä DSL-tekniikat toteutetaan olemassa olevalla kuparipuhelinkaapeloinnilla. Yleisimmät käytössä olevat DSL-tekniikat ovat Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) ja Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line (VDSL). ADSL on vanhempi teknologia ja se tarjoaa hitaammat nopeudet, mutta mahdollistaa pidemmät matkat. Kehittynein ADSL-tekniikka on ADSL2+, joka mahdollistaa 24 Mbit/s vastaanottonopeuden ja 1

Mbit/s lähetysnopeuden. VDSL tarjoaa nopeammat yhteydet kuin ADSL, mutta lyhyemmällä matkoilla. Uudemmallalla VDSL2 -teknologialla voidaan toteuttaa jopa symmetrinen 100 Mbit/s -nopeus, sadan metrin matkalla, mikäli sisäverkon kuparikaapelit ovat riittävässä kunnossa. Sisäverkon kuparit päätetään operaattorin DSLAM-laitteelle, joka välittää liikenteen operaattorin runkoverkkoon. DSL-teknologiat vaativat aina huoneistoon kotireitittimen (Eriksson,P & Odenhammar, B.2006.)

Ethernet -teknologiaa käytetään vähintään kategorian 5e-parikaapelilla, jolla voidaan mahdollistaa jopa 1000 Mbit/s yhteydet huoneistoihin. Sisäverkon parikaapelit päätetään operaattorin Ethernet-kytkimeen, joka välittää liikenteen operaattorin runkoverkkoon. Huoneistojen asiakkaat voivat käyttää Ethernet-teknologiaa käyttäen internetpalveluja joko suoraan seinässä olevasta pistokkeesta tai kytkeä väliin esimerkiksi langattoman Ethernet-reitittimen.

## **4 Konseptin rakentaminen**

### **4.1 Vaatimukset**

Opinnäytetyössä valittiin laitteet ja prosessit toimeksiantajan liiketoimintojen käyttöön, joten niiden valitsemiseen tuli käyttää tiettyjä kriteereitä. Valintoja tehdessä tuli ottaa huomioon liiketoiminnoille kriittiset määreet, kuten operatiiviset kulut sekä laitehallinnan maksimaalinen keskitys, jotta isot laitemäärät ovat hallittavissa. Muihin toimeksiantajan vaatimuksiin kuuluivat muun muassa yrityksen dokumentaation päivitys sekä asennusten hallinnan kehittäminen.

Valittujen laitteiden tuli olla toimeksiantajalle kustannustehokkaita, sillä laitemäärän kasvaessa suureksi tämä on merkittävä asia. Tämä tarkoittaa sitä, että valmistajan valikoimasta tuli löytyä eri kokosiin taloyhtiökohteisiin sopivan kokoinen laite, sillä ei ole kustannustehokasta asentaa esimerkiksi kahdeksan huoneiston kohteeseen 24-porttista kytkintä tai keskitintä eli DSLAMia. Laittevalikoima ei kuitenkaan saanut kasvaa liikaa. Laitteiden piti pystyä tarjoamaan kaikkia toimeksiantajan palveluita, ja samalla hinnan tuli mahtua toimeksiantajan tuotannon asettamiin rajoihin sekä mahdollistaa täten liiketoiminnallinen kannattavuus. Laittevalmistajalla täytyi myös olla keskitetty hallintaohjelmisto, jotta isot laitemäärät ovat helposti hallittavissa.

## 4.2 Laitevalinnat

Työssä valittiin laitteet sekä VDSL2- että Ethernet -kohteisiin. Jotta minimoitaisiin erilaisten hallintaympäristöjen määrä, valittiin ratkaisuun mahdollisimman pieni määrä eri laitevalmistajia. Tämä mahdollisti toimeksiantajalle helpon ja kustannustehokkaan laitteiden käytön.

Mahdollisen valinnan kartoittaminen aloitettiin tekemällä lista mahdollisista laitevalmistajista. Listan tekoa varten käytettiin hyväksi toimeksiantajan yhteistyökumppaneita ja mahdollisten kauppapaikkojen tarjontaa, samalla karsien valmistajia kriteerien perusteella. Alkuperäisen karsinnan jälkeen mahdollisiksi valmistajiksi jäivät ZTE, Zyxel, Planet sekä Zhone. Näistä lähes jokainen valmistaja tarjosi molempiin sisäverkoratkaisuihin tuotteita.

Toisessa vaiheessa kuitenkin selvitettiin, löytyisikö tuotteista malleja erikokoisiin kohteisiin ja täyttäisivätkö laitteet kaikki valintakriteerit. Karsintavaiheessa otettiin huomioon valmistajien tarjoamien laitteiden ominaisuudet sekä tarjottavat porttikoot. Tätä varten tehtiin taulukko, jossa vertailtiin tärkeimpiä ominaisuuksia, joita laitteilta vaadittiin. Taulukon jokaisesta sarakkeesta oli mahdollista saada maksimissaan yksi piste. Taulukko 3 esittelee valittujen valmistajien ominaisuuksia ja antaa subjektiivisen arvosanan perustuen verrattuihin ominaisuuksiin.

Taulukko 3. Laitevalmistajat

Valmistaja	VDSL2-Porttikoot	Ethernet porttikoot	Web-hallinta	Keskitetty hallinta	VDSL2/Ethernet	Pisteet (0-5)
Zyxel	12/24/32	8/16/24	x	x	x/x	4.8
ZTE	16/24/32/+	8/16/24/48	Kytmissä	x	x/x	5
Zhone	8/24	24	x	x	x/x	4.4
Planet	8/24	-	x		x/-	4

Vertailun jälkeen pyydettiin jokaiselta valmistajalta volyymitarjoukset ja referenssit, joiden pohjalta vertailua jatkettiin hintojen osalta.

Kun tarjoukset ja referenssit oli saatu jälleenmyyjiltä, pidettiin toimeksiantajan kanssa tarkempi palaveri, jossa käytiin läpi vertailun tuloksia, tarjouksia sekä referenssejä. Tämän palaverin perusteella tehtiin laitevalinnat liiketoiminnallisten kriteerien perusteella.

Laitevalmistajaksi valittiin ZTE. ZTE:llä oli edulliset laitteet kaikenkokoisiin taloyhtiöihin, joka mahdollisti yhtenäisen laitekannan. Tämä puolestaan mahdollisti helpomman keskitetyn laitehallinnan. ZTE:n laitteet tukivat kaikkia teknisiä vaatimuksia, kuten Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)-optiota 82, jolla pystytään tunnistamaan jokainen asiakas lain vaatimalla tavalla. Heidän laitteillaan voidaan myös toteuttaa kaikki toimeksiantajan tarjoamat palvelunopeudet.

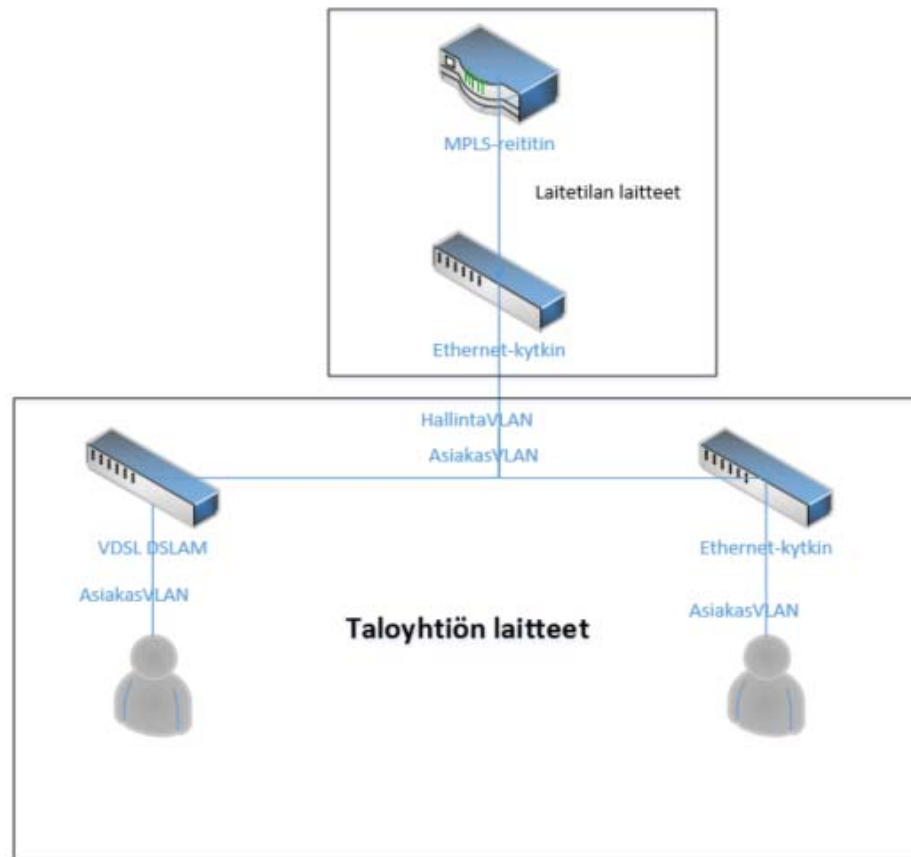
### 4.3 Arkkitehtuuri

Taloyhtiöt toteutettiin aktiiviverkolla. Koska toiminta-alueella olevat taloyhtiöt ovat joko Cat6-kaapeloituja tai VDSL2-kohteita, tarvittiin taloyhtiön aktiivilaitetilaan aktiivilaite, joka yhdistettiin Aktiiviethernetillä laitetilaan.

### 4.4 Testausympäristö

Jotta voidaan testata sekä toimeksiantajan verkon toimintaa sekä laitteiden hallintaa, kuten konfiguraatiota ja päivityksiä, perustetaan toimeksiantajan tiloihin testiympäristö, joka simuloi yksittäistä ”oikeaa” alueverkkoa. Ympäristö koostuu Multi-Protocol

Label Switching (MPLS) -reitittimestä, PON-laitteesta, DSLAM:stä, Ethernet-kytkimestä sekä toimeksiantajan tarjoamista päätelaitteista. Kuvio 16 esittää yksinkertaisen topologian testiympäristöstä.

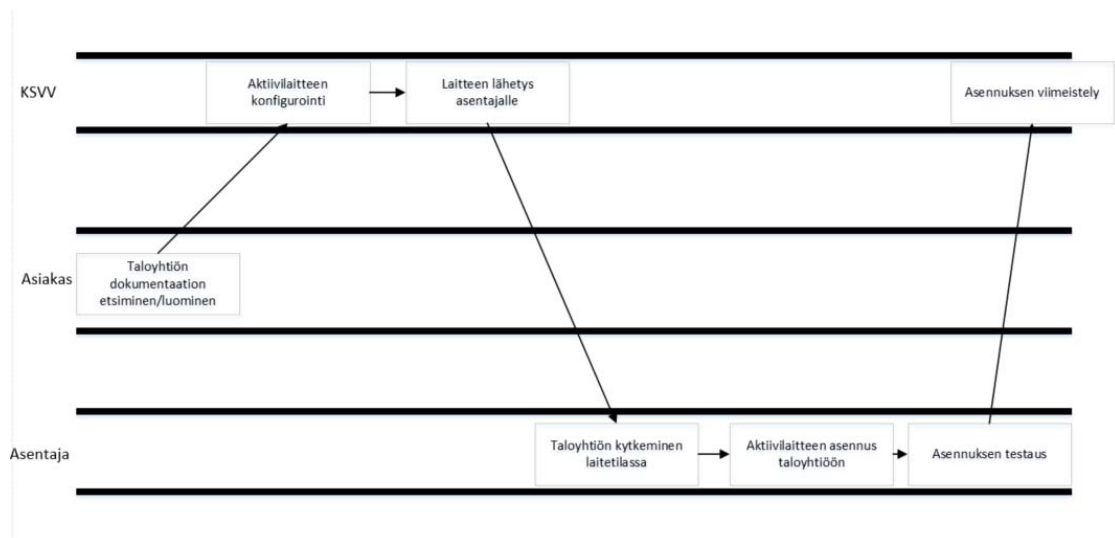


Kuvio 16. Testiympäristö

Testiympäristön MPLS-reititin konfiguroidaan kuin oikea tuotantoreititin, jotta voidaan realistisesti testata ympäristöä. MPLS-reitittimen takana on Ethernet-kytkin, johon liitetään taloyhtiöiden aktiivilaitteet. Aktiivilaitteisiin konfiguroidaan hallinta -Virtual Local Area Network (VLAN) sekä asiakas-VLAN. Kun testiympäristöä käytetään yleiseen testaukseen, esimerkiksi laitteiden päivitysten testaukseen, käytetään testiympäristölle annettua asiakas-VLAN -tunnistetta. Mutta mikäli testataan tuotantoon menevän laitteen konfiguraation oikeutta, käytetään kyseisen alueverkon omaa VLAN -tunnistetta. Täten laite voidaan luotettavin mielin laittaa tuotantoon.

## 4.5 Asennusprosessi

Taloyhtiön asennusprosessi käynnistyy, kun toimeksiantaja on saanut taloyhtiöltä liittymätilauksen. Toimeksiantajan toimiessa kymmenen kunnan alueella, jolloin välimatkat toimiston ja asennettavien kohteiden välillä kasvaa suureksi, ei ole kannattavaa itse käydä asentamassa kohteita. Tällöin on käytettävä paikallista urakoitsijaa. Tämän vuoksi on tehtävä selkeä prosessi, kuinka asennukset toteutetaan, jotta vältetään ongelmilta. Kuvio 17 esittää aktiivilaitteen asennusprosessin.



Kuvio 17. Asennusprosessi

Monivaiheisessa asennusprosessissa toimeksiantajan sekä paikallisen urakoitsijan tulee tehdä yhteistyötä, jotta asennus saadaan tehtyä nopeasti, mutta huolellisesti.

Kun tilaus on saatu sisään, täytyy selvittää, löytyykö taloyhtiön jakamosta tai isännöitsijältä dokumentaatiota, miten huoneistot on kytketty jakamoon. Mikäli dokumentaatio ei löydy, täytyy asentajan käydä ”pillittämässä” huoneistot ja luoda dokumentaatiota toimeksiantajaa varten.

Kun tarvittava dokumentaatio on saatu, voidaan jakamoon tuleva laite konfiguroida. Kun laite on konfiguroitu, lähetetään se asennusohjeiden kera asentajalle. Asennusohjeet sisältävät mm. tarkan värikartan rimakytkentää varten. Viimeinen vaihe prosessissa on itse asennus. Asentaja käy ensimmäisenä toimeksiantajan laitetilassa tekemässä tarvittavat ristikytkennät, minkä jälkeen hän siirtyy taloyhtiön jakamoon

asentamaan aktiivilaitteen. Aktiivilaitetta asentaessa, tulee asentajan testata porttien toimivuus Ethernet-sisäverkko kohteessa Speedtestin avulla. Kun taas VDSL2 -koh- teessa asentajan täytyy käydä testaamassa palvelun toimivuus asiakkaan huoneis- tossa. Lopuksi asentajan tulee päivittää ulkoiseen järjestelmään kuva asennuksesta, sekä ilmoittaa toimeksiantajalle Speedtestien tulokset.

#### 4.6 Laitteiden monitorointi

Vikatilanteita varten aktiivilaitteiden tilaa seurataan valmistajan tarjoaman erillisen hallintasovelluksen avulla. Yksittäisen asiakkaan porttia ei seurata syystä, sillä jokai- sella kerralla, kun yksittäinen asiakas sammuttasi laitteensa, lähtisi ilmoitus laitteen ”hajoamisesta” toimeksiantajan hallintajärjestelmään. Tämä lisäisi verkonvalvonnan turhaa työtä.

#### 4.7 Palvelutuotteiden toteutus laitteissa

Yritys tarjoaa asiakkailleen eri nopeus vaihtoehtoja, joiden on toteuduttava taloyhti- öihin tulevilla laitteissa. Laittevalintojen jälkeen tutustuttiin tarkemmin laitteisiin ja selvitettiin, kuinka palvelutuotteet toteutetaan valituilla laitteilla. Puhelinverkkoon tulevilla DSLAM:lla tuotteet voidaan toteuttaa luomalla laitteeseen palveluprofiilit. Ethernet-kohteisiin meneviin kytkimiin voidaan rajoittaa portin nopeus; 10M, 100M tai 1000M, jolloin joudutaan käyttämään Quality of Servicen(QoS) tarjoamia ominai- suuksia. Kytkimeen tulee luoda liikenteen rajoittimet palvelunopeuksien mukaan sekä määritellä sallitut ylimenevät purskeet. Tämä lisää hieman viivettä kyseisiin pal- velutuotteisiin, noin viisi – kymmenen millisekunttia. Taulukko 4 esittää mitkä palve- lutuotteet tarvitsevat kytkimeen Qos-arvot ja mitkä eivät.

Taulukko 4 Ethernet-kytkimen Qos

Palvelutuote	Tarvitsee Qos	Ei tarvitse Qos
Valonetti 10M		X
Valonetti 20M	X	
Valonetti 50M	X	
Valonetti 100M		X



## 4.8 Asiakkaiden tunnistaminen

Lain mukaan operaattorin on tarvittaessa tunnistettava jokainen käyttäjä. Tämä tarkoittaa sitä, että on tiedettävä jatkuvasti asiakkaiden IP-osoitteet. Tähän käytetään DHCP:n optio 82:sta. Sen tarkoitus on merkitä DHCP-viesteihin, kenelle mikäkin IP-osoite on menossa. Sen arvot voidaan määrittellä käsin, jolloin jokaiseen laitteeseen voidaan merkitä omat arvonsa. Tällä tavalla toteutetaan yrityksen asiakkaiden tunnistaminen. Jokaisen laitteen optio 82-kenttään merkitään laitteen toimitusosoite sekä asunnon numero. Nämä tiedot siirtyvät keskitettyyn lokipalvelimeen, josta ne voidaan helposti etsiä. Näin voidaan heti tarvittaessa osoittaa, kenellä mikäkin IP-osoite oli käytössä tiettyyn aikaan. Kuvio 18 esittää miltä optio 82-kenttä näyttää syslog-palvelimella.

```

_source
-----
message: <190>Nov 24 11:20:00 [REDACTED]: Calix OPTION-82
syslog_message: Calix OPTION-82 for [REDACTED] from [REDACTED]
er 24th 2016, 11:20:00.000 host: [REDACTED] port: [REDACTED] tyj
received_at: November 24th 2016, 11:19:31.989 received_from: [REDACTED]
dhcp_ipaddress: [REDACTED] dhcp_macaddress: [REDACTED]

```

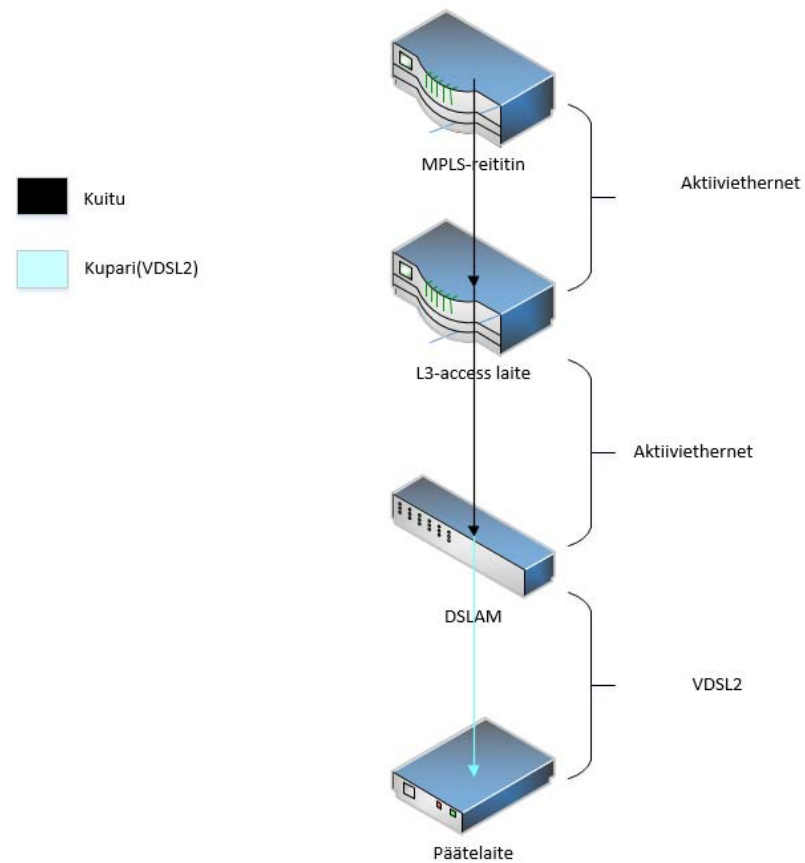
Kuvio 18. Optio 82

## 5 Konseptin testaaminen

Jotta voidaan todeta, että valitut laitteet ja luodut konfiguraatiot saadaan toimimaan asennusvaiheessa ilman ongelmia, tehdään koeasennuksia molemmilla sisäverkko-tekniikoilla toimeksiantajan tiloissa olevalla testiympäristöllä.

### 5.1 VDSL2-kohde

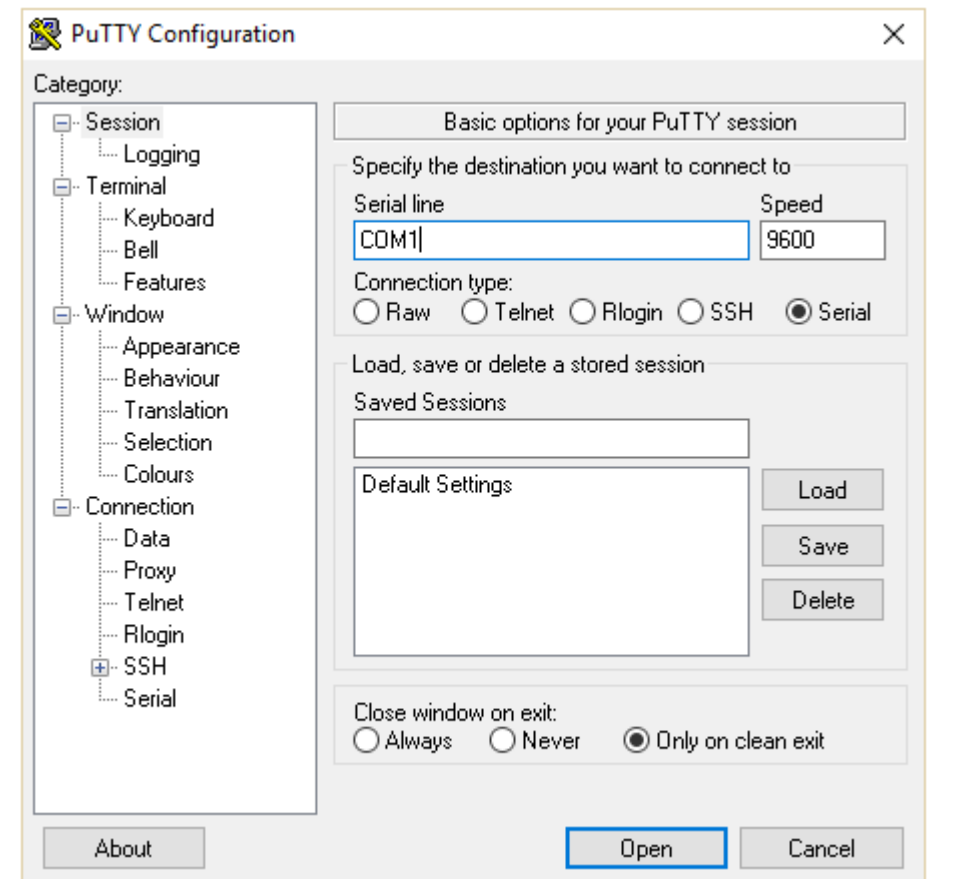
Taloyhtiöihin, joissa on vanha puhelinverkko, viedään DSLAM, johon on kytketty erilliset krone-rimat. Kyseiset rimat kytketään taloyhtiön rimoihin yhteyttä varten. Kuvio 19 esittää VDSL2-kohteen arkkitehtuurin.



Kuvio 19. VDSL2

### 5.1.1 DSLAM:n konfigurointi

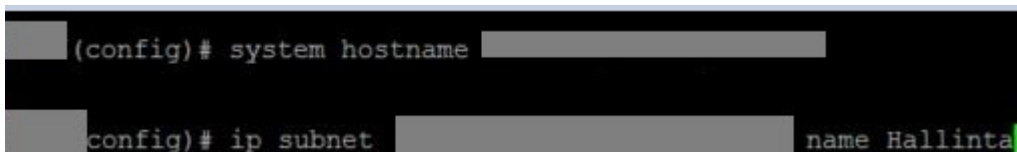
Keskittimen asennusta varten yhdistetään tietokone serial-kaapelilla keskittimen console-porttiin, jotta laitteeseen saadaan yhteys. Tämän jälkeen otetaan etähallintaohjelmistolla, esimerkiksi Puttyllä, yhteys tietokoneen Communication (COM) -portin kautta laitteeseen (kts. Kuvio 20).



Kuvio 20. Console-yhteys

Yhteyden muodostuttua kirjaudutaan laitteeseen sisään oletuskäyttäjätunnuksilla, jotka muutetaan konfiguroinnin yhteydessä sekä siirrytään konfiguraatiotilaan syöttämällä komennot enable sekä configure.

Aloitetaan keskittimen konfigurointi antamalla koneelle host-nimi sekä IP-osoite (kts. Kuvio 21).



Kuvio 21. DSLAM-peruskonfiguraatio

Jatketaan konfigurointia luomalla VDSL2:lle perusprofiili (kts. Kuvio 22).

```

(config)# vdsl2-base-profile 30a
(config)# vdsl2-base-profile 30a
First configure vdsl2 transmode bits:
Preferred modes:
  [0] None
  [1] G.993.2 Region A (North America) (Annex A/G.993.2)
  [2] G.993.2 Region B (Europe) (Annex B/G.993.2)
  [3] G.993.2 Region C (Japan) (Annex C/G.993.2)
Please choose one from the preferred modes:[2]
Second configure adsl2 transmode bits:
Preferred modes:
  [0] None
  [1] T1.413 G.dmt (fdm)
  [2] T1.413 G.dmt (ec)
  [3] Adsl2 (fdm) Adsl2+ (fdm) G.dmt (fdm) ReAdsl2 (fdm)
  [4] Adsl2 (fdm) Adsl2+ (ec) G.dmt (fdm) ReAdsl2 (fdm)
  [5] Adsl2 (fdm) Adsl2+ (fdm) G.dmt (fdm) ReAdsl2 (fdm) T1.413
  [6] Adsl2 (fdm) Adsl2+ (ec) G.dmt (fdm) ReAdsl2 (fdm) T1.413
  [7] Custom
  [8] All Capability
Please choose one transmode to change to (0-8):[3]3
please configure the StandardProfile:
profile_8A(0-disable, 1-enable):[0]
profile_8B(0-disable, 1-enable):[0]
profile_8C(0-disable, 1-enable):[0]
profile_8D(0-disable, 1-enable):[0]
profile_12A(0-disable, 1-enable):[0]
profile_12B(0-disable, 1-enable):[0]
profile_17A(0-disable, 1-enable):[1]0
profile_30A(0-disable, 1-enable):[0]1
Annex_B common BandPlans:
  [1] BP_B7_1 997-M1c-A-7
  [2] BP_B7_2 997-M1x-M-8
  [3] BP_B7_3 997-M1x-M
  [4] BP_B7_4 997-M2x-M-8
  [5] BP_B7_5 997-M2x-A
  [6] BP_B7_6 997-M2x-M
  [7] BP_B7_7 HPE17-M1-NUS0
  [8] BP_B7_8 HPE30-M1-NUS0
  [9] BP_B7_9 997E17-M2x-A
  [10] BP_B7_10 997E30-M2x-NUS0
  [11] BP_B8_1 998-M1x-A
  [12] BP_B8_2 998-M1x-B
  [13] BP_B8_3 998-M1x-NUS0
  [14] BP_B8_4 998-M2x-A
  [15] BP_B8_5 998-M2x-M
  [16] BP_B8_6 998-M2x-B
  [17] BP_B8_7 998-M2x-NUS0
  [18] BP_B8_8 998E17-M2x-NUS0
  [19] BP_B8_9 998E17-M2x-NUS0-M
  [20] BP_B8_10 998ADE17-M2x-NUS0-M
  [21] BP_B8_11 998ADE17-M2x-A
  [22] BP_B8_12 998ADE17-M2x-B
  [23] BP_B8_13 998E30-M2x-NUS0
  [24] BP_B8_14 998E30-M2x-NUS0-M
  [25] BP_B8_15 998ADE30-M2x-NUS0-M
  [26] BP_B8_16 998ADE30-M2x-NUS0-A
  [27] BP_ZTE_1 ZTE997_M2x_M
please configure the VDSL2 Limit PSD Masks and Bandplans:[2]25
zxAnXdsl2LConfProfUs0Usage(1-enable, 2-disable):[1]1
xdsl2LConfProfRfiBands:
There are 0 bands been set, please to choose (0-no change, 1-modify the bands, 2-delete all bands):[0]
xdsl2LConfProfVdsl2CarMask:
There are 0 bands been set, please to choose (0-no change, 1-modify the bands, 2-delete all bands):[0]
zxAnXdsl2LConfProfVdslMaxNomAtpDs(0..255 0.1dBm):[205]
Press M or m key to modify, or the other key to complete?[C]
Need more detailed base profile parameters ? Y/N: [N]

```

Kuvio 22. Esimerkki base-profiili

Perusprofiilia luodessa täytyy siihen määritellä useita eri parametreja, esimerkiksi maantieteellinen alue ja StandardProfile. Suurin osa parametreista voidaan jättää oletusasetuksille.

Jotta voidaan rajata asiakkaiden liikenne heidän palvelusopimustensa mukaiseksi, täytyy vielä luoda palveluprofiilit kaikille eri palvelutuotteille. Kuvio 23 esittää Valonetti 10M -palveluprofiilin luonnin.

```

config)# vdsl2-service-profile 10M
config)# vdsl2-service-profile 10M
zxAnXdsl2LConfProfForceInp(1-enabled, 2-disabled):[1]1
zxAnXdsl2LConfProfRaModeDs(1-Manual, 2-AdaptAtStartup, 3-AdaptAtRuntime):[2]
zxAnXdsl2LConfProfRaModeUs(1-Manual, 2-AdaptAtStartup, 3-AdaptAtRuntime):[2]
zxAnXdsl2LConfProfTargetSnrmDs(0..310 0.1dB):[80]
zxAnXdsl2LConfProfTargetSnrmUs(0..310 0.1dB):[80]
zxAnXdsl2LConfProfMaxSnrmDs(81..310 0.1dB):[300]
zxAnXdsl2LConfProfMaxSnrmUs(81..310 0.1dB):[300]
zxAnXdsl2LConfProfMinSnrmDs(0..79 0.1dB):[0]
zxAnXdsl2LConfProfMinSnrmUs(0..79 0.1dB):[0]
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDataRateDs(0..200,000 kbps):[120000]10000
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDataRateUs(0..200,000 kbps):[120000]10000
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMinDataRateDs(0..10000 kbps):[32]
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMinDataRateUs(0..10000 kbps):[32]
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDelayDs(0..63 ms):[16]
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDelayUs(0..63 ms):[16]
Please configure MinProtection:
  noProtection(1)      - INP not required
  halfSymbol(2)       - INP length = 1/2 symbol
  singleSymbol(3)     - INP length = 1 symbol
  twoSymbols(4)       - INP length = 2 symbols
  threeSymbols(5)     - INP length = 3 symbols
  fourSymbols(6)      - INP length = 4 symbols
  fiveSymbols(7)      - INP length = 5 symbols
  sixSymbols(8)       - INP length = 6 symbols
  sevenSymbols(9)     - INP length = 7 symbols
  eightSymbols(10)    - INP length = 8 symbols
  nineSymbols(11)     - INP length = 9 symbols
  tenSymbols(12)      - INP length = 10 symbols
  elevenSymbols(13)   - INP length = 11 symbols
  twelveSymbols(14)   - INP length = 12 symbols
  thirteenSymbols(15) - INP length = 13 symbols
  fourteenSymbols(16) - INP length = 14 symbols
  fifteenSymbols(17)  - INP length = 15 symbols
  sixteenSymbols(18)  - INP length = 16 symbols
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMinProtectionDs(1..18 symbols):[1]
zxAnXdsl2Ch1ConfProfMinProtectionUs(1..18 symbols):[1]
Press M or m key to modify, or the other key to complete?[C]

```

Kuvio 23. 10M-serviceprofile esimerkki

Palveluprofiilin luonnin aikana laite kysyy jälleen useita eri parametreja, mistä osa voidaan jättää oletusarvoihin. Määriteltäviä parametreja ovat muun muassa: zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDataRateDS (0...200,000 kbit/s), millä määritellään maksiminopeus alavirtaan sekä zxAnXdsl2Ch1ConfProfMaxDataRateDS (0...200,000 kbit/s), millä määritellään latausnopeus ylävirtaan. Taulukko 5 esittää palvelutuotteiden yllämainittujen parametrien arvot.

Taulukko 5. Valonetti-tuotteiden nopeudet ala- ja ylävirtaan

Tuote	zAnXdsl12Ch1ConfProf- MaxDatarateDS (0..200,000 kbit/s)	zAnXdsl12Ch1ConfProf- MaxDatarateUS (0..200,000 kbit/s)
Valonetti 10M	10000	10000
Valonetti 20M	20000	10000
Valonetti 50M	50000	20000
Valonetti 100M	100000	50000

Jotta laitteeseen saadaan etäyhteys, täytyy siihen luoda hallinta-VLAN ja liittää se uplink-porttiin (kts. Kuvio 24).

```
# configure
(config)# add-vlan [redacted]
(config)# vlan [redacted] 5/1 tag
```

Kuvio 24. Uplink

Tämän jälkeen luodaan asiakas-VLAN ja liitetään se asiakasporttiin 1/2 (kts. Kuvio 25).

```
(config)# add-vlan [redacted]
(config)# vlan [redacted] 1/2 untag pvc 1
(config)#
```

Kuvio 25. DSLAM asiakas-VLAN

Seuraavaksi otetaan käyttöön asiakkaan tunnistamista varten DHCP-optio 82, sekä määritellään oma syntaksi, jolloin laite käyttää portin user-info-komennon tietoja optio 82-kentän arvoina. Kuvio 26 esittää tarvittavat komennot.

```
(config)# port-location dhcp-option82 enable
(config)# port-location flexible-syntax KSVV "cid:[userinfo_name]"
```

Kuvio 26. DSLAM optio 82

Aloitetaan asiakasportin konfiguroiminen lisäämällä asiakkaan tiedot porttiin user-info-komennolla (kts. Kuvio 27).

```
(cfg-if-vdsl-1/2)# user-info
user name (len <= 32):
user address (len <= 64):[user-info
user service configured (len <= 32):[ ]10M
user other note (len <= 128):[]
(cfg-if-vdsl-1/2)#
```

Kuvio 27. User info

Myös laitteen asiakasporttiin pitää ottaa käyttöön DHCP-optio 82, jotta asiakkaan tunnistaminen onnistuu. Kuvio 28 esittää laitteen porttiin tulevat komennot.

```
cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-option82 enable
cfg-if-vdsl-1/2)# port-location format flexible-syntax dhcp KSVV pppoe KSVV
```

Kuvio 28. Portin optio 82

Lopuksi konfiguroidaan porttiin perusprofiili, palveluprofiili ja muita valinnaisia parametreja (kts. Kuvio 29).

```
9806(config)# interface vdsl 1/2
9806(cfg-if-vdsl-1/2)# vdsl2 base-profile 30a.PRF
9806(cfg-if-vdsl-1/2)# vdsl2 service-profile 10M.PRF
9806(cfg-if-vdsl-1/2)# atm pvc 1 vpi 0 vci 100 common
9806(cfg-if-vdsl-1/2)# igmp
igmp
igmp-test
(cfg-if-vdsl-1/2)# igmp groups-limit 8
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhc
dhcp-option82
dhcp-packet-limit
dhcp-proxy
dhcp-snooping
dhcp-snooping-limit
dhcp-source-guard
dhcp-test
dhcp6-relay
dhcp6-snooping
dhcp6-snooping-limit
dhcp6-source-guard
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-s
dhcp-snooping
dhcp-snooping-limit
dhcp-source-guard
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-sn
dhcp-snooping
dhcp-snooping-limit
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-snooping enable
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-snooping-limit 5
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhc
dhcp-option82
dhcp-packet-limit
dhcp-proxy
dhcp-snooping
dhcp-snooping-limit
dhcp-source-guard
dhcp-test
dhcp6-relay
dhcp6-snooping
dhcp6-snooping-limit
dhcp6-source-guard
(cfg-if-vdsl-1/2)# dhcp-source-guard enable pvc 1
(cfg-if-vdsl-1/2)# max-mac-learn 10
(cfg-if-vdsl-1/2)# pvid pvc 1
(cfg-if-vdsl-1/2)#
```

Kuvio 29. Porttikonfiguraatio

Tämän jälkeen laite on konfiguroitu valmiiksi asennusta varten.

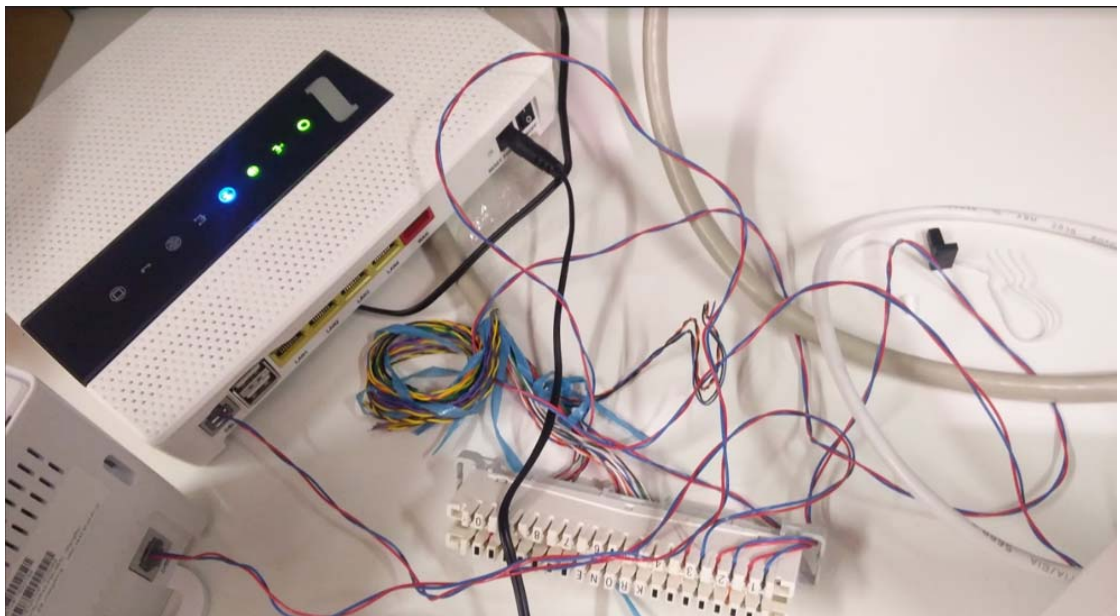


### 5.1.2 Liittäminen runkoverkkoon

Taloyhtiöihin menevät laitteet kytketään runkoverkon laitteiden aktiiviethernet - portteihin. Runkoverkon laitteen porttiin kytketään kantavuudeltaan 20 km pitkä ja aallonpituudeltaan 1310/1550 nm oleva laseri, johon taloyhtiöstä tuleva kuitu liitetään.

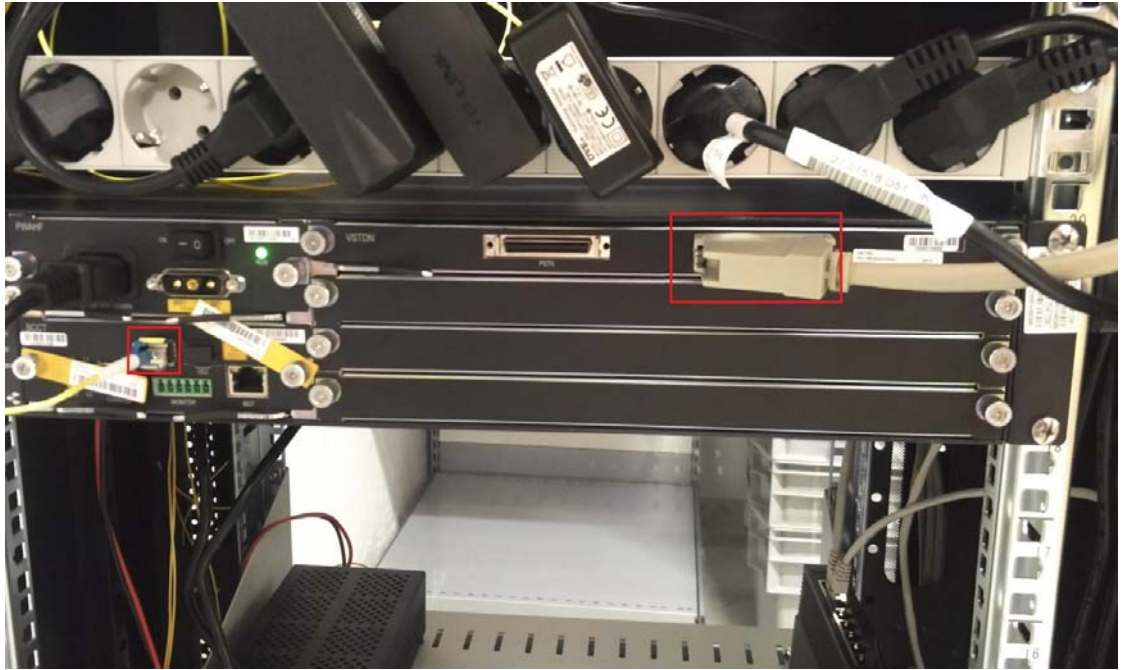
### 5.1.3 Huoneistojen liittäminen

Huoneistojen liittäminen testilaitteeseen aloitetaan kytkemällä Telco-kaapeli krone-rimoihin värikartan mukaisesti. Tämän jälkeen päätelaite yhdistetään hyppylangoilla kronerimaan (kts. Kuvio 30).



Kuvio 30. Huoneiston päätelaite

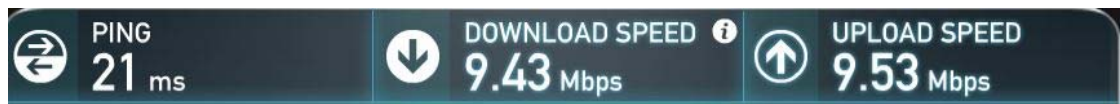
Asennusta varten laite ja erillinen virtapaneeli kiinnitetään testausympäristössä olevaan räkkiin sekä telco-kaapeli kiinnitetään laitteessa olevaan linjakortin user-porttiin (kts. Kuvio 31).



Kuvio 31. Asennettu DSLAM

Lopuksi uplink -porttiin kytketään laittilan laserin vastapari eli 20 km 1550/1310 nm-laseri ja kuitu LC/UP-liittimellä. Kun laite on kytketty, täytyy asennus testata testiympäristön päätelaitteella.

Asennus testataan kytkemällä tietokone testiympäristön päätelaitteeseen ja odotetaan, että tietokone saa internetyhteyden. Kun yhteys on muodostunut, siirrytään toimeksiantajan omalle Speedtest-sivulle <http://ksvv.speedtest.net/> ja ajetaan nopeustesti. Todetaan että yhteys toimii ja on rajattu oikeaan palveluprofiiliin eli 10/10M (kts. Kuvio 32).

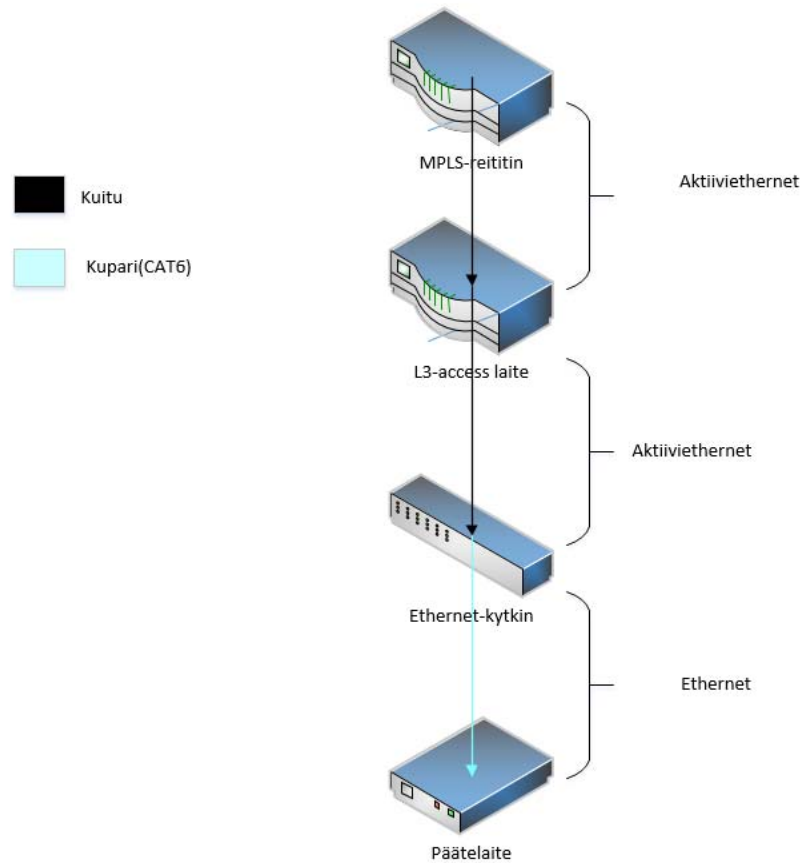


Kuvio 32. Toimiva yhteys

Täten voidaan todeta, että asennus on onnistunut.

## 5.2 Ethernet-kohte

Taloyhtiöihin, joissa on uusi Cat6-kaapelointi, viedään Ethernet-kytkin, josta voidaan kytkeä huoneistot suoraan Ethernet-kaapelilla talon ristikytkentään. Testausvaiheessa testiympäristöön liitetään Ethernet-kytkin, joka liitetään MPLS-reitittimeen. Kuvio 33 esittää Ethernet-kohteen arkkitehtuurin.



Kuvio 33. Ethernet-kohteen arkkitehtuuri

### 5.2.1 Kytkimen konfigurointi

Kytkimen konfiguraatio aloitetaan määrittelemällä laitteelle sijainti ja yhteyshenkilö sekä määrittämällä autentikaatio käyttämään laitteen sisäistä tietokantaa (kts. Kuvio 34).

```

>ena
password:
(cfg)#sysloc
(cfg)#syslocation
(cfg)#sysco
(cfg)#syscontact
(cfg)#line-vty timeout 10
(cfg)#set loginauth local
(cfg)#

```

Kuvio 34. Kytkimen aloituskonfiguraatio

Jatketaan konfiguraatiota asettamalla silmukan havainnointi päälle kaikkiin asiakasportteihin. Luodaan laitteeseen asiakas-VLAN sekä hallinta-VLAN. Hallinta-VLAN lisätään uplink-porttiin leimattuna, kun taas asiakas-VLAN lisätään downlink-portteihin eli asiakasportteihin leimaamattomana (kts. Kuvio 35).

```

(cfg)#
(cfg)#set loopdetect port 1-24 vlan enable
(cfg)#create vlan name hallinta
(cfg)#create vlan name AsiakasVLAN

(cfg)#set vlan enable
(cfg)#set vlan enable
(cfg)#set vlan add por
(cfg)#set vlan add port 25 tag
(cfg)#set vlan add port 25 tag
(cfg)#set vlan add port 1-24 untag
(cfg)#

```

Kuvio 35. Kytkimen VLAN:it

Seuraavaksi lisätään portteihin oikeat Port VLAN id:t eli PVID:it. Uplink-porttiin lisätään hallinta-VLAN PVID:ksi ja asiakasportteihin asiakas-VLAN (kts. Kuvio 36).

```

(cfg)#set port 1-24 pv
(cfg)#set port 1-24 pvid
(cfg)#set port 25 pvid
(cfg)#

```

Kuvio 36. PVID

Tämän jälkeen konfiguroidaan kytkimeen DHCP-optio 82 päälle, määritetään uplink-portti DHCP-relayksi, asetetaan DHCP-snooping päälle kaikkiin portteihin ja otetaan pois käytöstä DHCP-snooping hallinta-VLAN:sta (kts. Kuvio 37), sillä sen IP-osoite on staattinen.

```
(cfg)#set dhcp snooping-and-option82 enable
(cfg)#set dhcp port 25 server
(cfg)#set dhcp snooping add port 1-25
(cfg)#set dhcp snooping vlan [redacted] disable
(cfg)#
```

Kuvio 37. Kytkimen DHCP -konfiguraatio

Jotta kytkimeen saadaan etäyhteys, täytyy siihen konfiguroida layer-3 IP-osoite. Kytkimessä täytyy ensin siirtyä erilliseen config-router-tilaan. Tämän jälkeen lisätään uplink porttiin sekä hallinta-VLAN että IP-osoite (kts. Kuvio 38).

```
cfg)#config route
cfg-router)#set inport 25 ipaddress [redacted]

cfg-router)#set ipport 25 vlan [redacted]

cfg-router)#set ipport 25 enable
cfg-router)#
```

Kuvio 38. Layer-3 konfiguraatio

Jatketaan konfiguraatiota ottamalla käyttöön Network Time Protocol (NTP) ja asettamalla yrityksen NTP-palvelimen osoite sekä aikavyöhyke testikytkimeen. Otetaan käyttöön myös etäyhteys Secure Shellin (SSH) sekä graafisen käyttöliittymän, Graphical User Interface (GUI), kautta (kts. Kuvio 39).

```
cfg)#set ntp enable
cfg)#set ntp server [redacted]
cfg)#set ntp timezone 2
cfg)#set ssh enable
cfg)#set web enable
cfg)#
```

Kuvio 39. NTP + Hallinta

Ethernet-kytkimessä asiakkaan portin oletusnopeudet ovat 10M, 100M tai 1000M, joten osa palvelutuotteista täytyy tehdä QoS-parametreilla.

Ylävirtaan rajausta onnistuu yhdellä komennolla, missä määritellään liikenteen yläraja sekä sallittu ylimenevä purskettava liikenne, mikä on 1000000 kbit/s. Alavirtaan rajaukseen tarvitaan useampia komentoja, että rajausta onnistuu. Ensiksi täytyy luoda QoS-policer, missä määritetään linkin standardi kaista, sallittu purskettava liikenne sekä sallittu purskettava liikenne, mikä merkitään ja palvelee mikäli kaistaa on vapaana. Tämän jälkeen tehdään access-list (ACL), missä määritellään, että kaikki liikenne täsmää ja sidotaan se asiakkaan porttiin. Lopuksi määritellään sisään tuleva liikenne käyttämään luotua ACL:iä ja sen sääntöä sekä luotua QoS-policeria (kts. Kuvio 40).

```
zte(cfg)#set qos traffic-shaping ge-port 8 data-rate 50 burst-size 1000
zte(cfg)#set qos policer 1 mode blind cir 20000 cbs 128000 ebs 256000
    policer 1:the real configured cir is 20000Kbps,cbs is 128000Bytes,ebs is 256000Bytes
zte(cfg)# set qos policer 1 exceed-action red drop yellow no-operation
zte(cfg)#config ingress-acl basic number 8
zte(ingress-basic-acl)#rule 8 permit any
zte(ingress-basic-acl)#exit
zte(cfg)#set port 8 acl 8 enable
zte(cfg)#set policy policing in acl 8 rule 8 policer 1
```

Kuvio 40. Kytkimen palveluprofiilin luominen

Portin nopeus ylävirtaan on 50Mbit/s, kun taas alavirtaan 20Mbit/s sekä sallittu purskettava maksimi on 2,56Mbit/s.

Lopuksi asiakkaan tunnistamista varten lisätään kaikkiin asiakasportteihin käyttöön DHCP-optio 82, sekä lisätään porttiin tarvittavat tiedot (kts. Kuvio 41).

```
cfg)#set dhcp option82 add port 1-25
cfg)#$ption82 sub-option port 1 circuit-ID on manual Asiakastiedot
cfg)#set dhcp option82 sub-option port 1 circuit-ID on manual Asiakastiedot
```

Kuvio 41. Asiakkaan tunnistaminen kytkimellä

Kytkimen konfiguraatio on valmis asennusta varten.

### 5.2.2 Liittäminen runkoverkkoon

Taloyhtiöihin menevät laitteet kytketään runkoverkon laitteiden aktiiviethernet-portteihin. Runkoverkon laitteen porttiin kytketään 20 km 1310/1550 nm -laseri, mihin taloyhtiöstä tuleva kuitu liitetään SC/APC-liittimellä.

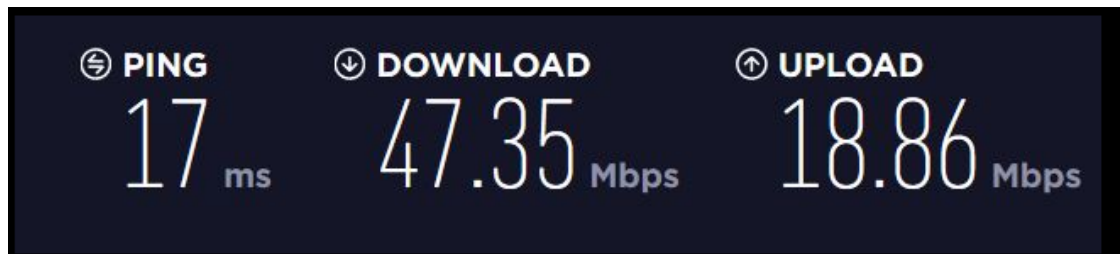
### 5.2.3 Huoneistojen liittäminen

Kytkin asennetaan testiympäristössä olevaan räkkiin ja sen uplink-porttiin, kytketään laittilan laserin vastapari eli 20 km 1550/1310 nm laseri sekä LC/UPC-liittimellä varustettu kuitu. Kuvio 42 esittää kytketyn Ethernet-kytkimen.



Kuvio 42. Ethernet-kytkin

Tässä vaiheessa voidaan testata asennuksen toimivuus. Liitetään RJ-45-liitin tietokoneeseen ja kun internetyhteys on saatu, siirrytään <http://ksv.speedtest.net/>-sivustolle ja ajetaan nopeustesti. Kuvio 43 osoittaa, että nopeustestin tulos vastaa porttiin luotua profiilia.



Kuvio 43. Onnistunut 50 Mbit/s-testi

Nopeuden testaamisen jälkeen varmistetaan vielä syslog-palvelimelta, että asiakkaan tunnistamista varten tehdyt optio 82-konfiguraatiot toimivat. Kuvio 44 esittää syslog-palvelimelta, missä näkyy Circuit ID-kentässä porttiin syötetty optio 82-tunniste.

```
Calix OPTION-82 for [redacted] fro [redacted] Circuit ID: Asiakastiedot [redacted]
[redacted] from [redacted] Circuit ID: Asiakastiedot [redacted] @version:
t: [redacted] port: [redacted] type: dhcp syslog_pri: 190 syslog_timestamp: Oct 21 1
n: dhcpd received_at: October 21st 2016, 13:41:48.513 received_from: [redacted]
syslog_facility: local7 syslog_severity: informational _id: AVfm1R5Q_FnwB9ONEFW3
```

Kuvio 44. Optio 82-testi

Konfiguraatioilla saadaan luotua hallinta- ja asiakasyhteydet ja niillä pystytään toteuttamaan kaikki toimeksiantajan palvelutuotteet. Näiden lisäksi niillä pystytään vastaamaan viranomaisvaatimukseen muun muassa liittyen asiakkaiden tunnistamiseen.

Täten voidaan todeta, että asennus on onnistunut.

### 5.3 Parannusehdotukset

Luotu konfiguraatio saatiin toimimaan ja testattua. Testauksessa asiakkaiden tunnistamiseen käytetty optio 82-kenttä määrittely poikkeaa laitteiden välillä. Jatkossa tunnistamiseen olisi suositeltavaa tehdä määrittely, missä kaikissa laitteissa olisi tunniste muotoa katuosoite huoneiston numero, postinumero, kunta.

Myöskin konfiguraatio-virheiden määrä on Command-Line Interfacella (CLI) suuri. Kun valmistajan keskitetty hallinta saadaan käyttöön, niiden määrä luultavasti vähennee, kun päästään tekemään GUI:n avulla määrittelyt.

Dokumentaation kehittäminen jatkuu tehtyjen asennusten kasvaessa. Asennukset tullaan toteuttamaan hyvin todennäköisesti paikallisilla urakoitsijoilla eri kunnissa, minkä vuoksi on erittäin tärkeää luoda tarkka asennusohje asennuksien laadun takaamiseksi.



## 6 Yhteenveto

Mielestäni työssä valitut laitteet ja tehdyt asennukset täyttivät toimeksiantajan antamat vaatimukset. Aktiivilaitteet valittiin samalta valmistajalta, mikä yhdenmukaistaa liityntäverkon toteutuksen ja mahdollistaa laitteiden keskitetyn hallinnan yhdellä ohjelmistolla.

Laitteiden valinta toteutettiin hyvässä yhteistyössä toimeksiantajan kanssa ja tämän vaatimusten perusteella. Valintaan vaikuttivat tehdyt vertailut sekä toimittajan toiminnasta saatu hyvä asiakaspalvelukokemus.

Koska en ollut itse ennen käyttänyt valittuja laitteita, oli alussa hieman hankaluuksia konfiguraation kanssa. Tähän saatiin onneksi toimittajalta asiantuntevaa ja nopeaa ohjeistusta. Toimittajan ohjeiden avulla saatiin luotua laitteita varten hyvä peruskonfiguraatio, minkä voi syöttää kaikkiin laitteisiin vaihtamalla paria perusarvoa, kuten IP-osoitetta.

Testiympäristössä toteutetut testusasennukset sujuivat osaltani hyvin. Asennusten aikana opin paljon käytännön asioita teoretian rinnalle. Oppeihin kuuluivat muun muassa telco-kaapelin kytkeminen krone-rimaan sekä krone-riman kytkeminen taloyhtiön jakorimaan. Myös uuden laitevalmistajan laitteiden konfiguraatio laajensi osaamistani silläkin osa-alueella.

Työssä opin paljon valokuituverkon toteutuksesta aina runkokaapeloinnista jakamoon tulevaan häntäkuituun asti. Erityisesti opin siitä, minkä tyyppisiä kuituja ja liittimiä tulee mihinkin kohtaan verkkoa.

Työstä jäi valitettavasti pois laitevalmistajan keskitetyn hallinnan ohjelmiston-osio, koska emme saaneet hallintasovellusta ajoissa työtä varten. Tämä olisi ollut mukava lisä työhön, koska tällöin olisin saanut kaksi erilaista konfiguraatiotapaa esitetettyä. Tämän parissa työtä jatketaan hetikun ohjelmisto saadaan asennettua.

Loppujen lopuksi olen työhön tyytyväinen. Valitut laitteet saatiin nopeasti toimimaan ja niihin rakennettiin hyvät peruskonfiguraatiot. Toimeksiantajalle luotiin yksinkertainen ja tehokas asennusprosessi, millä saadaan jatkossakin helposti asennukset toteutettua tehokkaasti ja hallitusti. Suuria ongelmia ei toteutuksessa ollut ja pienet ongelmat saatiin ratkaistua ilman lisäongelmien syntymistä. Kaiken

lisäksi sain paljon uutta käytännön opetusta sekä teorian tietoa operaattoritoiminnasta.

## Lähteet

Carrier and Access Switches N.d. Zyxel, www-sivut. Viitattu 3.9.2016.

[http://www.zyxel.com/fi/fi/products\\_services/service\\_provider-carrier\\_and\\_access\\_switches.shtml?t=c](http://www.zyxel.com/fi/fi/products_services/service_provider-carrier_and_access_switches.shtml?t=c)

Copper Access N.d. ZTE, www-sivut. Viitattu 3.9.2016.

<http://www.zte.com.cn/global/products/access/msan>

Core Network N.d. Techopedia www-sivuilla. Viitattu 31.8.2016.

<https://www.techopedia.com/definition/6641/core-network>

Eriksson, P & Odenhammar, B. 2006. VDSL2: Next important broadband technology. Ericssonin www-sivuilla. Viitattu 3.9.2016.

[https://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2006\\_01/files/vds12.pdf](https://www.ericsson.com/ericsson/corpinfo/publications/review/2006_01/files/vds12.pdf)

Frenzel, L. 2014. What's the Difference Between EPON And GPON Optical Fiber Networks. Electronicdesign:n www-sivuilla. Viitattu 3.9.2016.

<http://electronicdesign.com/what-s-difference-between/what-s-difference-between-epon-and-gpon-optical-fiber-networks>

FTTX Optiset Liityntäverkot. 2015. Viitattu 24.8.2016.

Havatta, T, Koivisto, P, Nieminen, K, Paananen, K, Rasimus, T, Reinikainen, V & Salokorpi, K. 2014. Asuinkiinteistön tietoliikenneverkon uudistaminen. Sähköinfo Oy. Viitattu 3.9.2016.

[http://www.ksvv.fi/filebank/6442-Asuinkiinteiston\\_tietoliikenneverkon\\_uudistaminen\\_2014.pdf](http://www.ksvv.fi/filebank/6442-Asuinkiinteiston_tietoliikenneverkon_uudistaminen_2014.pdf)

Keski-Suomen Valokuituverkot Oy N.d. Viitattu 24.8.2016. <http://www.ksvv.fi/ksvv-oy-2>

Laukka-Klikkala, M. 2016. Valokuitu uppoaa maahan rivakasti. Keski-suomalainen 20.8.2016. Viitattu 24.8.2016.

MSAN / DSLAM N.d. Zyxel, www-sivut. Viitattu 3.9.2016.

[http://www.zyxel.com/fi/fi/products\\_services/service\\_provider-msan\\_dslam.shtml?t=c](http://www.zyxel.com/fi/fi/products_services/service_provider-msan_dslam.shtml?t=c)

Nopea laajakaista -hanke tuo huippunopeat internetyhteydet haja-asutusalueille. 2016. Artikkelin viestintäviraston www-sivuilla 30.03.2016. Viitattu 24.8.2016.

<https://www.viestintavirasto.fi/ohjausjavalvonta/laajakaista2015.html>

Nopean laajakaistan tarjonta Suomessa. 2016. Artikkelin viestintäviraston www-sivuilla 01.06.2016. Viitattu 24.8.2016.

<https://www.viestintavirasto.fi/tilastot/jatutkimukset/tilastot/2013/nopeidenyhteyksiensaatuus.html>

Schäfer, H. 2015. Laajakaistaa ei sittenkään kaikille. Maaseudun tulevaisuus

22.12.2015. Viitattu 24.8.2015. <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/politiikka-jatalous/laajakaistaa-ei-sittenk%C3%A4nC3%A4n-kaikille-1.135386>

Switches N.d. ZTE, www-sivut. Viitattu 3.9.2016.

[http://enterprise.zte.com.cn/en/products/network Infrastructure/switches/](http://enterprise.zte.com.cn/en/products/network_Infrastructure/switches/)

Xu, F. 2015. FTTH Access Networks – AON vs. PON. Artikkelin Fiberopticshareen www-sivuilla 01.09.2015. Viitattu 3.9.2016. <http://www.fiberopticshare.com/ftth-access-networks-aon-vs-pon.html>

## Liitteet

### Liite 1. Kytkin running-config

Software version: V2.05.12B27

Switch's Mac Address: 0c.12.62.be.99.1c

syslocation KSVV\_Varasto

syscontact markus.turunen@ksvv.fi

promptlen 32

create user admin admin

set user local admin login-password B612AD6F2259089A79740AD7CB5A38BF

set user local admin admin-password DEAE460BA699691C2690ABD236A4E31

create user XXX admin

set user local XXX login-password 0EBF46FF6FA390E4

create user XXX admin

set user local XXX login-password 1C42661319843EE89020988379F316AD

set user local XXX admin-password 1C42661319843EE8E858AD19547DED6

create user XXX admin

set user local XXX login-password 0EBF46FF6FA390E4

set user local XXX admin-password 96144ACB394B4E9E73E526EB6C0CBAF3

line-vty timeout 10

set loginauth local

set port statistics mode ingress

set port 1 speed 10

set port 1 pvid XXX

set port 2 pvid XXX

set port 3 pvid XXX

set port 4 pvid XXX

set port 5 pvid XXX

set port 6 pvid XXX

set port 7 pvid XXX

set port 8 pvid XXX

set port 9 pvid XXX

set port 10 pvid XXX

set port 11 pvid XXX

set port 12 pvid XXX

set port 13 pvid XXX

set port 14 pvid XXX

set port 15 pvid XXX

set port 16 pvid XXX

set port 17 pvid XXX

set port 18 pvid XXX

set port 19 pvid XXX

set port 20 pvid XXX

set port 21 pvid XXX

set port 22 pvid XXX

set port 23 pvid XXX

set port 24 pvid XXX

set port 25 pvid XXX

```
create vlan XXX name hallinta
create vlan XXX name AsiakasVLAN
set vlan XXX add port 1 untag
set vlan XXX add port 2 untag
set vlan XXX add port 3 untag
set vlan XXX add port 4 untag
set vlan XXX add port 5 untag
set vlan XXX add port 6 untag
set vlan XXX add port 7 untag
set vlan XXX add port 8 untag
set vlan XXX add port 9 untag
set vlan XXX add port 10 untag
set vlan XXX add port 11 untag
set vlan XXX add port 12 untag
set vlan XXX add port 13 untag
set vlan XXX add port 14 untag
set vlan XXX add port 15 untag
set vlan XXX add port 16 untag
set vlan XXX add port 17 untag
set vlan XXX add port 18 untag
set vlan XXX add port 19 untag
set vlan XXX add port 20 untag
set vlan XXX add port 21 untag
set vlan XXX add port 22 untag
```

```
set vlan XXX add port 23 untag

set vlan XXX add port 24 untag

set vlan XXX,XXX add port 25 tag

set vlan XXX add port 26 tag

set vlan XXX enable

set vlan XXX enable

set qos traffic-shaping ge-port 1 data-rate 10 burst-size 1000

set qos traffic-shaping ge-port 2 data-rate 100 burst-size 1000

set qos traffic-shaping ge-port 3 data-rate 20 burst-size 1000

set qos traffic-shaping ge-port 5 data-rate 1000 burst-size 1000

set qos traffic-shaping ge-port 8 data-rate 50 burst-size 1000

set qos traffic-shaping ge-port 12 data-rate 50 burst-size 1000

set qos policer 1 mode blind cir 20000 cbs 128000 ebs 256000

set qos policer 2 mode blind cir 100000 cbs 128000 ebs 256000

set qos policer 3 mode blind cir 20000 cbs 128000 ebs 256000

set qos policer 4 mode blind cir 10000 cbs 128000 ebs 256000

set qos policer 5 mode blind cir 200000 cbs 128000 ebs 256000

set qos policer 1 exceed-action red drop yellow no-operation

set qos policer 2 exceed-action red drop yellow no-operation

set qos policer 3 exceed-action red drop yellow no-operation

set qos policer 4 exceed-action red drop yellow no-operation

set qos policer 5 exceed-action red drop yellow no-operation

set ntp enable

set ntp server X.X.X.7 version 3
```



set ntp timezone 2

set dhcp snooping-and-option82 enable

set dhcp port 25 server

set dhcp snooping add port 1-25

set dhcp snooping port 1-24 quota 1

set dhcp option82 add port 1-25

set dhcp option82 sub-option port 1 circuit-ID on manual Asiakastiedot

set dhcp option82 sub-option port 2 circuit-ID on manual Asiakastiedot

set dhcp option82 sub-option port 3 circuit-ID on manual Asiakastiedot

set dhcp option82 sub-option port 4 circuit-ID on manual Asiakastiedot

set dhcp option82 sub-option port 5 circuit-ID on manual Asiakastiedot

set dhcp snooping vlan XXX disable

set loopdetect port 1 enable

set loopdetect port 1 vlan XXX enable

set loopdetect port 1 vlan XXX enable

set loopdetect port 2 enable

set loopdetect port 2 vlan XXX enable

set loopdetect port 2 vlan XXX enable

set loopdetect port 3 enable

set loopdetect port 3 vlan XXX enable

set loopdetect port 3 vlan XXX enable

set loopdetect port 4 enable

set loopdetect port 4 vlan XXX enable

set loopdetect port 4 vlan XXX enable

set loopdetect port 5 enable

set loopdetect port 5 vlan XXX enable

set loopdetect port 6 enable

set loopdetect port 6 vlan XXX enable

set loopdetect port 7 enable

set loopdetect port 7 vlan XXX enable

set loopdetect port 8 enable

set loopdetect port 8 vlan XXX enable

set loopdetect port 9 enable

set loopdetect port 9 vlan XXX enable

set loopdetect port 10 enable

set loopdetect port 10 vlan XXX enable

set loopdetect port 11 enable

set loopdetect port 11 vlan XXX enable

set loopdetect port 12 enable

set loopdetect port 12 vlan XXX enable

set loopdetect port 13 enable

set loopdetect port 13 vlan XXX enable

set loopdetect port 14 enable

set loopdetect port 14 vlan XXX enable

set loopdetect port 15 enable

set loopdetect port 15 vlan XXX enable

set loopdetect port 16 enable

set loopdetect port 16 vlan XXX enable

```
set loopdetect port 17 enable
set loopdetect port 17 vlan XXX enable
set loopdetect port 18 enable
set loopdetect port 18 vlan XXX enable
set loopdetect port 19 enable
set loopdetect port 19 vlan XXX enable
set loopdetect port 20 enable
set loopdetect port 20 vlan XXX enable
set loopdetect port 21 enable
set loopdetect port 21 vlan XXX enable
set loopdetect port 22 enable
set loopdetect port 22 vlan XXX enable
set loopdetect port 23 enable
set loopdetect port 23 vlan XXX enable
set loopdetect port 24 enable
set loopdetect port 24 vlan XXX enable
create view zteView include 1.3.6.1
set ipport 0 X.X.X2 255.255.255.0
set ipport 0 vlan 1
set ipport 0 enable
set ipport 25 ipaddress X.X.X.3 255.255.255.0
set ipport 25 vlan XXX
set ipport 25 enable
iproute 0.0.0.0 0.0.0.0 X.X.X.1
```

```
set ssh enable
```

```
set web enable
```

```
config ingress-acl basic number 1
```

```
rule 1 permit any
```

```
exit
```

```
config ingress-acl basic number 2
```

```
rule 1 permit any
```

```
exit
```

```
config ingress-acl basic number 3
```

```
rule 1 permit any
```

```
exit
```

```
config ingress-acl basic number 5
```

```
rule 1 permit any
```

```
exit
```

```
config ingress-acl basic number 6
```

```
rule 6 permit any
```

```
exit
```

```
config ingress-acl basic number 8
```

```
rule 8 permit any
```

```
exxit
```

```
set port 1 acl 1 enable
```

```
set port 2 acl 2 enable
```

```
set port 3 acl 3 enable
```

```
set port 5 acl 1 enable
```

set port 6 acl 1 enable

set port 7 acl 1 enable

set port 8 acl 8 enable

set port 10 acl 5 enable

set policy policing in acl 1 rule 1 policer 1

set policy policing in acl 2 rule 1 policer 2

set policy policing in acl 3 rule 1 policer 3

set policy policing in acl 5 rule 1 policer 1

set policy policing in acl 8 rule 8 policer 1

## Liite 2. DSLAM running-config

```
add-card VSTDN 1
```

```
add-card ASTEC 2
```

```
end
```

```
configure
```

```
system hostname Varasto_testi_DSLAM
```

```
vdsl2-base-profile 100_100
```

```
startup vdsl2-base-profile 100_100 XtuTransSysEna 0000000000000040 Standard-  
Pro file 01000000 Limit-  
Mask 000000000000000000000010000000000000
```

```
vdsl2-base-profile 17A
```

```
vdsl2-base-profile 30a
```

```
startup vdsl2-base-profile 30a StandardProfile 01000000 LimitMask 000000000000  
0000000200000000000000
```

```
vdsl2-base-profile VBASEDEF.PFR
```

```
vdsl2-upbo-profile 100_100
```

```
startup vdsl2-upbo-profile 100_100 UpboKLF 1
```

```
vdsl2-dpbo-profile 100_100
```

```
startup vdsl2-dpbo-profile 100_100 DpboEPsd  
0021740041500100500178640200670333  
6c035b7704c07504dd7007a9740cb8780ff1780000000000000000000000000000000  
000000000000  
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000  
0000000000
```

```
vdsl2-service-profile 100M
```

```
startup vdsl2-service-profile 100M Ch1MaxDataRateDs 100000 Ch1MaxDataRateUs
10 0000
```

```
vdsl2-service-profile 100_100
```

```
vdsl2-service-profile 10M
```

```
startup vdsl2-service-profile 10M Ch1MaxDataRateDs 10000 Ch1MaxDataRateUs
10000
```

```
vdsl2-service-profile 20M
```

```
startup vdsl2-service-profile 20M Ch1MaxDataRateDs 20000 Ch1MaxDataRateUs
10000
```

```
vdsl2-service-profile 50M
```

```
startup vdsl2-service-profile 50M Ch1MaxDataRateDs 50000 Ch1MaxDataRateUs
20000
```

```
add-vlan XXX,XXX,132-179,XXX
```

```
vlan XXX name "Hallinta"
```

```
vlan XXX name "AsiakasDHCP"
```

```
vlan XXX 1/1-3 untag pvc 1
```

```
vlan 156 2/1 untag pvc 1
```

```
vlan 157 2/2 untag pvc 1
```

```
vlan 158 2/3 untag pvc 1
```

```
vlan XXX 2/4 untag pvc 1
```

```
vlan 160 2/5 untag pvc 1
```

```
vlan 161 2/6 untag pvc 1
```

```
vlan 162 2/7 untag pvc 1
```

```
vlan 163 2/8 untag pvc 1
```

```
vlan 164 2/9 untag pvc 1
```

vlan 165 2/10 untag pvc 1  
vlan 166 2/11 untag pvc 1  
vlan 167 2/12 untag pvc 1  
vlan 168 2/13 untag pvc 1  
vlan 169 2/14 untag pvc 1  
vlan 170 2/15 untag pvc 1  
vlan 171 2/16 untag pvc 1  
vlan 172 2/17 untag pvc 1  
vlan 173 2/18 untag pvc 1  
vlan 174 2/19 untag pvc 1  
vlan 175 2/20 untag pvc 1  
vlan 176 2/21 untag pvc 1  
vlan 177 2/22 untag pvc 1  
vlan 178 2/23 untag pvc 1  
vlan 179 2/24 untag pvc 16  
vlan XXX 2/1 untag pvc 1  
vlan XXX 5/1 tag  
vlan 132 5/1 tag  
vlan 133 5/1 tag  
vlan 134 5/1 tag  
vlan 135 5/1 tag  
vlan 136 5/1 tag  
vlan 137 5/1 tag  
vlan 138 5/1 tag



vlan 139 5/1 tag

vlan 140 5/1 tag

vlan 141 5/1 tag

vlan 142 5/1 tag

vlan 143 5/1 tag

vlan 144 5/1 tag

vlan 145 5/1 tag

vlan 146 5/1 tag

vlan 147 5/1 tag

vlan 148 5/1 tag

vlan 149 5/1 tag

vlan 150 5/1 tag

vlan 151 5/1 tag

vlan 152 5/1 tag

vlan 153 5/1 tag

vlan 154 5/1 tag

vlan 155 5/1 tag

vlan 156 5/1 tag

vlan 157 5/1 tag

vlan 158 5/1 tag

vlan XXX 5/1 tag

vlan 160 5/1 tag

vlan 161 5/1 tag

vlan 162 5/1 tag

vlan 163 5/1 tag

vlan 164 5/1 tag

vlan 165 5/1 tag

vlan 166 5/1 tag

vlan 167 5/1 tag

vlan 168 5/1 tag

vlan 169 5/1 tag

vlan 170 5/1 tag

vlan 171 5/1 tag

vlan 172 5/1 tag

vlan 173 5/1 tag

vlan 174 5/1 tag

vlan 175 5/1 tag

vlan 176 5/1 tag

vlan 177 5/1 tag

vlan 178 5/1 tag

vlan 179 5/1 tag

vlan XXX 5/1 tag

end

voice

h248 mgc add mgcid 1 mgcip 192.168.1.250 mgctype 1 mgcport 2944

h248 mg add mgid 1 mgport 2944

end

configure

```
ip host X.X.X101 255.255.0.0

ip X.X.X.39 255.255.255.0 99 name "hallinta"

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 X.X.X.1

port-location dhcp-option82 enable

port-location flexible-syntax KSVV "cid:{{userinfo_name}}"

end

configure interface vdsl 1/1

    vdsl2 service-profile 50M

    dhcp-option82 enable

    dhcp-option82 trust true

    port-location format flexible-syntax dhcp KSVV pppoe KSVV

    dhcp-snooping-limit 1

    pvid XXX pvc 1

    user-info

    testi 1

    puistokatu 2

    100m

    testi

end

configure interface vdsl 1/2

    atm pvc 1 vpi 0 vci 100 common

    vdsl2 base-profile 30a

    vdsl2 service-profile 50M

    igmp groups-limit 8
```

```
dhcp-option82 enable

port-location format flexible-syntax dhcp KSVV pppoe KSVV

dhcp-snooping enable

dhcp-snooping-limit 1

dhcp-source-guard enable pvc 1

pvid XXX pvc 1

max-mac-learn 10

end

configure interface vdsl 1/3

  atm pvc 1 vpi 0 vci 100 common

  vdsl2 base-profile 17A

  vdsl2 service-profile 50M

  igmp groups-limit 8

  dhcp-option82 enable

  port-location format flexible-syntax dhcp KSVV pppoe KSVV

  dhcp-snooping enable

  dhcp-snooping-limit 1

  dhcp-source-guard enable pvc 1

  pvid XXX pvc 1

  user-info

  testi3

  varasto

  testi

  testi
```

```
end

configure interface adsl 2/2

    pvid 157 pvc 1

end

configure interface adsl 2/3

    pvid 158 pvc 1

end

configure interface adsl 2/4

    pvid XXX pvc 1

end

configure interface adsl 2/5

    pvid 160 pvc 1

end

configure interface adsl 2/6

    pvid 161 pvc 1

end

configure interface adsl 2/7

    pvid 162 pvc 1

end

configure interface adsl 2/8

    pvid 163 pvc 1

end

configure interface adsl 2/9

    pvid 164 pvc 1
```

```
end

configure interface adsl 2/10

    pvid 165 pvc 1

end

configure interface adsl 2/11

    pvid 166 pvc 1

end

configure interface adsl 2/12

    pvid 167 pvc 1

end

configure interface adsl 2/13

    pvid 168 pvc 1

end

configure interface adsl 2/14

    pvid 169 pvc 1

end

configure interface adsl 2/15

    pvid 170 pvc 1

end

configure interface adsl 2/16

    pvid 171 pvc 1

end

configure interface adsl 2/17

    pvid 172 pvc 1
```

```
end

configure interface adsl 2/18

    pvid 173 pvc 1

end

configure interface adsl 2/19

    pvid 174 pvc 1

end

configure interface adsl 2/20

    pvid 175 pvc 1

end

configure interface adsl 2/21

    pvid 176 pvc 1

end

configure interface adsl 2/22

    pvid 177 pvc 1

end

configure interface adsl 2/23

    pvid 178 pvc 1

end

configure interface adsl 2/24

    pvid 179 pvc 1

end

voice

board board-slc add slot 1 type ATLC
```

board board-slc add slot 2 type ATLC

board board-slc add slot 3 type ATLC

board board-slc add slot 4 type ATLC

h248 mg parameter mgid 1 mgcid1 1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 0 num 10 timfix USER00 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 10 num 10 timfix USER01 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 20 num 10 timfix USER02 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 30 num 10 timfix USER03 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 40 num 10 timfix USER04 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 50 num 10 timfix USER05 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 1 beginindex 60 num 4 timfix USER06 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 0 num 6 timfix USER06 type 2 beginno 4 mgid 1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 6 num 10 timfix USER07 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 16 num 10 timfix USER08 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 26 num 10 timfix USER09 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 36 num 10 timfix USER10 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 2 beginindex 46 num 10 timfix USER11 type 2 beginno 0 mgid  
1



mguser slc tid add slot 2 beginindex 56 num 8 timfix USER12 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 0 num 2 timfix USER12 type 2 beginno 8 mgid 1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 2 num 10 timfix USER13 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 12 num 10 timfix USER14 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 22 num 10 timfix USER15 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 32 num 10 timfix USER16 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 42 num 10 timfix USER17 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 52 num 10 timfix USER18 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 3 beginindex 62 num 2 timfix USER19 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 0 num 8 timfix USER19 type 2 beginno 2 mgid 1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 8 num 10 timfix USER20 type 2 beginno 0 mgid 1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 18 num 10 timfix USER21 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 28 num 10 timfix USER22 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 38 num 10 timfix USER23 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 48 num 10 timfix USER24 type 2 beginno 0 mgid  
1

mguser slc tid add slot 4 beginindex 58 num 6 timfix USER25 type 2 beginno 0 mgid 1

rtp tid add timfix RTP/00 type 3 digitlength 3 beginno 0 mgid 1

epm mode passthrough