

Opinnäytetyö (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

2022

Juhamatti Vasamaa

# Tietoverkkoasiantuntijan päiväkirja

– kehittyminen tietoverkkoinsinööriksi



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tieto- ja viestintäteknikka

2022 | 97 sivua

Juhamatti Vasamaa

## Tietoverkkoasiantuntijan päiväkirja

- kehittyminen tietoverkkoinsinööriksi

Tämän päiväkirjamuotoisen opinnäytetyön tavoitteena oli dokumentoida tietoverkkoasiantuntijan työtä ja kehittymistä kohti tietoverkkoinsinöörin tehtäviä Elisa Oyj:n palveluksessa kymmenen viikon ajanjaksolla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata millaista tietoverkkoasiantuntijan työ voi olla sekä miten asiantuntija kehittyy seurantaviikkojen aikana kohti vaativampia tietoverkkoinsinöörin tehtäviä.

Kymmenen viikon seurantajakson aikana pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman tarkasti asiantuntijan päivittäisiä työtehtäviä sekä analysoimaan työviikon päätteeksi mennyttä viikkoa kokonaisuutena ja käsittelemällä tarkemmin viikon aikana mieleen jääneitä asioita. Asiantuntijaa koskee salassapitovelvollisuus raportoinnin seurantajakson aikana ja sen ulkopuolella, joten työtehtäviä käydään läpi sen sallimissa rajoissa.

Raportoinnin aikana selkeni, miten tärkeää on muistaa dokumentoida tehtyä työtä, osata perusteet tietoverkoista ja -liikenteestä sekä kuinka paljon omalla kiinnostuksella on merkitystä uusien asioiden oppimisen kannalta.

Seurantajakson aikana kehittymistä tapahtui suuresti laajaverkon teknologioiden syvässä ymmärtämisessä. Syvämmän ymmärryksen takia työtehtävien suorittaminen myös nopeutui.

Asiasanat:

konesali, reittitaulu, reunareitin, runkoverkko

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Information and Communications Technology

2022 | 97 pages

Juhamatti Vasamaa

## Diary of a network specialist

- becoming a network engineer

The goal of this diary-based thesis was to document the work and development of a network specialist towards the tasks of a network engineer at Elisa Oyj over a period of ten weeks. The purpose of the thesis was to describe what the work of a network specialist can be like and how the specialist develops during the follow-up weeks towards more demanding tasks as a network engineer.

During the ten-week follow-up period, an effort was made to describe the specialist's daily tasks as accurately as possible, and at the end of the work week, to analyze the past week, and to deal with the issues that came to mind during the week in more detail. The specialist is bound by the confidentiality obligation during and outside the monitoring period of the reporting, so tasks are reviewed within the limits allowed by it.

During the reporting, it became clear how important it is to remember to document the work done, to know the basics of data networks and data traffic, and how much one's own interest matters in terms of learning new things. During the monitoring period, there was a great deal of development in the in-depth understanding of wide area networks. Due to a deeper understanding, the completion of work tasks also became faster.

Keywords:

data center, route table, edge router, backbone

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet ja sanasto</b>	<b>5</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>9</b>
<b>2 Nykytilanteen kuvaus</b>	<b>10</b>
2.1 Oman työn analyysi	10
2.2 Sidosryhmät työpaikalla	11
2.3 Vuorovaikutustaidot työpaikalla	11
<b>3 Päiväkirja</b>	<b>13</b>
3.1 Seurantaviikko 1	13
3.2 Seurantaviikko 2	21
3.3 Seurantaviikko 3	29
3.4 Seurantaviikko 4	35
3.5 Seurantaviikko 5	41
3.6 Seurantaviikko 6	49
3.7 Seurantaviikko 7	58
3.8 Seurantaviikko 8	66
3.9 Seurantaviikko 9	74
3.10 Seurantaviikko 10	85
<b>4 Pohdinta</b>	<b>92</b>
<b>Lähteet</b>	<b>94</b>

## Käytetyt lyhenteet ja sanasto

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line. Vanha hitaampi puhelinlinjoja käyttävä verkkoyhteyden tekniikka.
APN	Access Point Name. Tukiaseman nimi.
AS	Autonomous System. Autonominen järjestelmä, joka tarkoittaa jonkin toimijan yksittäistä verkkokokonaisuutta. Tämän työn kontekstissa nimenomaan teleoperaattori Elisan.
AS_Path	Autonomisen järjestelmän polku. eBGP:n ominaisuus, joka listaa tarvittavat AS-numerot lähdeverkon ja kohdeverkon välillä, jotta liikenne löytää mainostavaan verkkoon.
BGP	Border Gateway Protocol. Verkon tärkein reititysprotokolla, joka reitittää yhteydet internetin laajaverkkojen välillä. (Wikipedia 2022j)
CCNA	Cisco Certified Network Associate. Ciscon järjestämä erittäin suosittu vasta-alkajille tarkoitettu tietoverkkojen ja -liikenteen peruskurssi, jonka tarkoituksena on johtaa sertifiointiin suorittamiseen.
CCNP	Cisco Certified Network Professional. Ciscon järjestämä ammattilaisille tarkoitettu tietoverkkojen ja -liikenteen kurssi, jonka tarkoitus on johtaa sertifiointiin suorittamiseen.
CE	Customer Edge Device/Router. Asiakkaan verkon reunareititin, joka yhdistää asiakkaan palveluntarjoajan reunareitittimeen (PE). (Wikipedia 2021)
Default Gateway	Oletusyhteydenkäytävä, jonka tehtävänä on toimia reittinä verkosta toiseen.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol. Dynaaminen Päätelaitteen Konfigurointi Protokolla. Sen

	<p>pääasiallinen tehtävä on jakaa automaattisesti lähiverkkoon kytkeytyville päätelaitteille palvelimelle määritetystä osoiteavaruudesta IP-osoitteita.</p>
DSLAM	<p>DSL-keskitin. Laite erottaa dataliikenteen puheliikenteestä. (Wikipedia 2022a)</p>
DMVPN	<p>Dynamic Multipoint Virtual Private Network. Dynaamisen yksityisen verkon tunnelointimuoto. (Wikipedia 2022b)</p>
Hostname	<p>Isäntänimi. Nimitys, jota käytetään verkon laitteista yleisesti. Jokaiselle verkon laitteelle voidaan antaa tai on annettu oma nimi.</p>
Konesali	<p>Iso tila, joka on täynnä räkkeitä, joissa on mm. kytkimiä, reitittäjiä ja palvelimia sekä muita oheisjärjestelmiä, jotka käsittelevät tiedon liikennöintiä.</p>
Kytkin	<p>Verkkolaite, joka ohjaa liikennettä lähiverkon laitteiden välillä.</p>
LAN	<p>Local Area Network. Lähiverkko, joka yhdistää pienen maantieteellisen alueen verkon laitteet (mm. tietokoneet) toisiinsa esimerkiksi kotona. (Wikipedia 2022c)</p>
Loopback	<p>Takaisinkytkentäosoite eli IP-osoite, jota useimmiten käytetään laitteen toimivuuden testaamiseen tekemällä kyselyitä tähän osoitteeseen. (Wikipedia 2022d)</p>
L2	<p>Data Link Layer. Siirtoyhteyskerros, jossa tieto siirretään kehyksinä eteenpäin.</p>
MAN	<p>Metropolitan Area Network. Metropolin internet. Yhdistää käyttäjät laajalla maantieteellisellä alueella toisiinsa käyttäen WAN-teknologioita.</p>
MPLS	<p>Multiprotocol Label Switching. Leimaprotokolla. Nopeaan datan siirtoon tarkoitettu protokolla, joka leimaa IP-paketit vähentäen reititykseen kuluvaa aikaa. (Wikipedia 2022e)</p>

MTU	Maximum Transmission Unit, Suurin lähetysyksikkö. Määrittää PDU:n suurimman koon
NOC	Network Operations Center. Tietoverkko- ja liikenne valvomo, joka valvoo verkon toimintaa sekä toimittaa uusia yhteyksiä asiakkaille.
Palvelutalo	Toiselta yritykseltä vuokrattu konesali, jonka kautta reititetään asiakkaiden reitit.
PDU	Protocol Data Unit. Tietoyksikkö. Esimerkiksi yksi tietopaketti, joka siirretään tietoverkon laitteiden välillä
PE	Provider Edge Device/Router. Palveluntarjoajan verkon reunareititin, joka yhdistyy asiakkaan reitittimeen (CE). (Wikipedia 2022f)
P2MP	Point-to-multipoint. Yhdestä moneen pisteeseen tapahtuva liikenne.
Prefix-List	Maskilista. Lista verkoista, jotka pitää hyväksyä tai hylätä, kun opitaan uusi verkko.
QoS	Quality of Service. Tietoliikenteen priorisoinnista ja luokittelusta käytetty termi. (Wikipedia 2022g)
Reititin	Verkkolaite, joka reitittää liikennettä verkosta toiseen.
Reittitaulu	Reititystaulu on reitittimellä oleva lista reiteistä eri kohteisiin verkossa.
Route-Map	Reittikartta. Kartalla voidaan määrittää suodatuksia BGP-reitityksissä lisäämällä erilaisia osumia hyväksy tai hylkää ehtoon.
Runkoverkko	Koostuu tehokkaimmista verkon laitteista. Yhdistää verkot toisiinsa. Tarjoaa vakaan reitin lähiverkkojen välillä.
Räkki	Teline tai kaappi, jossa on paikkoja kytkimille ja reitittimille.

SD-WAN	Software-defined Wide Area Network. Sovelluksen määrittelemä laajaverkko. Mahdollistaa laajaverkon hallinnan keskitetysti.
SOC	Security Operations Center. Tietoturvalvomo, joka valvoo verkkojen turvallisuutta monitoroimalla verkon liikennettä.
VDSL	Very high-speed digital subscriber line. Nopea lankaverkkoja pitkin tapahtuva tiedonsiirtotekniikka. ADSL:n seuraaja.
VLAN	Virtual Local Area Network. Virtuaalilähiverkko, jolla verkko voidaan jakaa loogisiin verkkoihin.
VPRN	Virtual Private Routed Network. Virtuaalinen yksityinen reititetty verkko. Yhdistää asiakkaan laajaverkot toisiinsa.
VRF	Virtual Routing and Forwarding. Virtuaalinen reititys, joka sallii usean reititaulun samalla reitittimellä.
VRRP	Virtual Router Redundancy Protocol. Virtuaalinen reitittimen varmennusprotokolla. Valitsee verkon laitteille automaattisesti reitittävän reitittimen. (Wikipedia 2022h)
WAN	Wide Area Network. Laajaverkko, joka kattaa suuren maantieteellisen alueen. (Wikipedia 2022i)
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkko, joka yhdistää pienen maantieteellisen alueen verkon laitteet (mm. tietokoneet) toisiinsa langattomasti, esimerkiksi kotona.
Wifi Extender	Toistin tai laajennin. Välittää langatonta signaalia eteenpäin laajentaen verkon kattavuutta.



# 1 Johdanto

Tämä päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö sisältää tietoverkkoasiantuntijan nykytilanteen kuvauksen työpaikalla, päivittäisen raportoinnin työpäivästä, viikoittaisen analyysin työviikosta sekä pohdinnan koko seurantajakson ajalta. Työpaikkana toimii Elisa Oyj, joka on tällä hetkellä Suomen suurin teleoperaattori (Sajari 2022).

Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä lukijalle tietoverkkoasiantuntijan päivittäisiä työtehtäviä ja samalla kuvata asiantuntijan kehittymistä tietoverkkoinfööriksi kartuttamalla osaamista tehtyjen töiden kautta. Seurantajakso toteutetaan raportoimalla päivittäin tehdyt työt viitenä päivänä viikossa ja viikkojen päätteeksi kirjatulla viikkoanalyysillä kymmenen viikon mittaisella aikavälillä ma 19.9. – pe 25.11.2022.

Opinnäytetyössä esitellään tietoverkkoasiantuntijan työtä tietoverkkovalvomossa (engl. Network Operations Center, NOC) yritysverkkojen valmistelussa. Työtehtävät koostuvat kokonaisuudessaan palvelupyynnöistä eli tiketeistä. Tikettien ratkaiseminen vaatii hyvää ongelmanratkaisukykyä ja perehtyneisyyttä tietoverkkoihin ja tietoliikenteeseen. Tiketit on määritelty asiantuntijan osaamisen tason mukaan. Seurantajakson aikana asiantuntijalle saapuvat tiketit on rajattu yritysverkkoiliittymien laajaverkkojen (engl. Wide Area Network, WAN) valmisteluihin ja irtikytkentöihin.

Päivittäisissä raporteissa pyritään kuvaamaan mahdollisimman tarkasti kyseisenä päivänä tehdyt työt ja niiden sisällöt salassapitovollisuuden puitteissa. Päivälle saatetaan asettaa jonkinlainen tavoite, jonka toteutumista tarkastellaan päivän päätteeksi tai viikkoanalyysissä.

Viikkoanalyysissä pohditaan mennyttä viikkoa ja sen aikana suoritettuja työtehtäviä. Pohdinta tulee kohdistumaan viikon aikana tehtyyn työhön, oman osaamisen kehittämiseen ja saatetaan nostaa esiin myös joitain viikon ajalta mieleen jääneitä kysymyksiä tai käsitellä yksityiskohtaisemmin käytettyjä verkkoteknologioita.

## 2 Nykytilanteen kuvaus

### 2.1 Oman työn analyysi

Työnantajani toimii teleoperaattori Elisa Oyj. Elisalla olen työskennellyt vuoden 2022 toukokuun alusta alkaen tietoverkkoasiantuntijana yritysverkkojen valmistelussa. Työtehtäviini kuuluu tällä hetkellä WAN-puolen valmistelut ja irtikytkennät. Tietoverkkoasiantuntijan työ operaattorilla vaatii vankkaa asiantuntemusta tietoverkoista ja tietoliikenteestä.

Operaattorilla työskentelyssä korostuu osaaminen erityisesti WAN-teknologioissa, joista merkittävimpänä voi ehdottomasti pitää MPLS-tekniikkaa, koska sitä käytetään lähes poikkeuksetta suurien yritysverkkojen suunnittelun pohjana sen nopeuden, luotettavuuden ja saavutettavuuden vuoksi (Palo Alto Networks 2022).

Operaattorilla tarvittavaan osaamiseen hyvän pohjan antaa Ciscon tarjoamat Cisco Certified Network Professional (CCNP) -kurssit, joita ei valitettavasti Turun AMK:ssa enää järjestetä. Turun AMK:ssa edelleen järjestettävät Cisco Certified Network Associate (CCNA) -kurssit antavat hyvät pohjatiedot ja taidot, joiden päälle rakentaa omaa osaamista työn ohessa. Ei siis ole välttämätöntä käydä CCNP-kursseja kyetäkseen aloittamaan työskentelyn operaattorilla tietoverkkoasiantuntijana. Oleellisinta on ymmärtää tietoverkkojen ja tietoliikenteen perusteet, jotka opitaan CCNA-kursseilla korkeakoulussa.

Näiden perusteiden päälle olen jo ehtinyt rakentamaan hieman uutta osaamista WAN-teknologioista ennen tämän opinnäytetyön ensimmäisen seurantajakson alkamista. Perusosaamista on kertynyt yleisesti WAN-teknologioista monelta eri osa-alueelta, mutta eniten ymmärrys on kasvanut leimaprotokollasta (engl. Multiprotocol Label Switching MPLS) sekä reunaporttiprotokollasta (engl. Border Gateway Protocol, BGP).

Kehitettävistä alueista omalla kohdallani voidaan nostaa esiin ymmärryksen syventäminen WAN-teknologioihin. Kehitettävää on myös laitteiden

konfiguroinnin opettelussa. Verkkojen valmistelussa ei juurikaan käsin konfiguroida laitteita, koska yksinkertaisimpien liittymien konfiguraatio hoitaa automaatio. Verkkojen viimeistelyssä taas pääsee konfiguroimaan laitteita itse, mutta viimeistelyn hoitaa lähes poikkeuksetta tietoverkkoinsinööri eikä asiantuntija. Tavoitteenani onkin kasvattaa tämän opinnäytetyön seurantajakson aikana osaamistani kohti vaativampia insinöörin tehtäviä ja päästä vähitellen tekemään insinöörin työtehtäviä.

## 2.2 Sidosryhmät työpaikalla

Työpaikalla itseeni liittyviä sidosryhmiä on monia. NOC tekee läheistä yhteistyötä muun muassa myynnin, verkkosuunnittelun ja kenttäasennuksen kanssa. Näiden lisäksi yhtenä merkittävänä sidosryhmänä on tietoturvalavomo (engl. Security Operations Center, SOC). Laajemmassa mittakaavassa muita ryhmiä ovat operaattorin tytäryhtiöt, joiden konsulttien kanssa NOC tekee yhteistyötä. Kuitenkin lähimmät sidosryhmät itselleni ovat pääasiassa sisäisiä, mutta tulevaisuudessa tehtäväkentän laajetessa mukaan tulee ulkopuolelta ainakin kenttäasennus, joista osa kuuluu myös sisäisiin sidosryhmiin. Tällä hetkellä sidosryhmistä eniten yhteydessä olen verkkosuunnitteluun. Verkkosuunnittelu suunnittelee liittymien verkkotopologiat, joiden pohjalta valmistelen liittymät. Topologioista löytyy muun muassa verkon rakenne, käytettävät IP-osoiteavaruudet, laitteet ja teknologiat.

## 2.3 Vuorovaikutustaidot työpaikalla

Työssäni tarvitaan hyviä vuorovaikutustaitoja. Vuorovaikutustaidot korostuvat tällä hetkellä NOC-tiimin sisällä tapahtuvassa kommunikaatiossa sekä verkon suunnittelun kanssa käytävässä vuorovaikutuksessa. Oman tiimin ja verkon suunnittelun kanssa tapahtuva kommunikointi on tärkeää hallita hyvin, koska tällä taataan palveluiden toimittamisen sujuvuus ja laatu. Päivittäisessä vuorovaikutuksessa olen oman tiimini kanssa vähintään Teams-alustalla pidettävän palaverin muodossa ja verkon suunnittelun kanssa lähes viikoittain

saman alusta kautta. Omien tiimiläisten kanssa tulee myös kommunikoida kasvotusten aina, kun eksyy toimistolle.

Ulkoisista sidosryhmistä asiakkaiden kanssa kommunikointi on erittäin vähäistä työssäni osaamiseni tason vuoksi. Verkkojen valmistelussa ei tarvitse olla kontaktissa asiakkaaseen lainkaan, koska valmistellut liittymät otetaan käyttöön viimeistelyn toimesta. Viimeistely on tarvittaessa liittymän käyttöönoton yhteydessä kontaktissa asiakkaaseen.

## 3 Päiväkirja

### 3.1 Seurantaviikko 1

#### **Maanantai 19.9.2022**

Päiväkirjan ensimmäisenä raportointipäivänä työpäivä alkoi klo 7.

Rutiininomaisiin toimiin työpäivän aluksi kuuluu kaikki tietokoneen avaamisesta työssä tarvittavien ohjelmien avaamiseen.

Kun kone saatiin avattua, käynnistettiin tikettijärjestelmä, josta nähtiin seuraava tiketti. Tikettijärjestelmästä varattiin tiketti ja tutkittiin mitä se piti sisällään.

Tiketin sisältö viittasi jo olemassa olevan liittymän irtikytkentään. Selvisi, että liittymä haluttiin kytkeä irti, koska se oli jäänyt tarpeettomaksi. Liittymää alettiin tutkimaan tarkemmin sen varalta, että irtikytkennän palvelupyyntö olisi aktivoitunut liian aikaisin. Joskus irtikytkennöissä on saattanut käydä niin, että tiketti muodostuu liian aikaisin jostain järjestelmästä johtuvasta syystä, jolloin irtikytkentä saatetaan tehdä liian aikaisin, mikäli liittymää ei tutkita tarkemmin. Tiketiltä selvitettiin, että asiakkaan liittymä voitiin kytkeä irti.

Kaikissa Irtikytkennöissä noudatetaan pohjimmiltaan samanlaista kaavaa, poistetaan konfiguraatiot palveluntarjoajan reunalaitteilta (engl. Provider Edge Device, PE) ja asiakkaan reunalaitteelta (engl. Customer Edge Device, CE), vapautetaan asiakkaalle varatut IP-osoitteet uudelleen käytettäväksi ja otetaan asiakaskortti pois tuotannosta.

PE-laitteilta konfiguraation poisto tapahtuu automaatiojärjestelmän kautta. Automaatio poistaa muun muassa porttikonfiguraatiot ja reitityksiin liittyvät konfiguraatiot. CE-laitteilta pitää itse poistaa konfiguraatiot. Tämän kyseisen asiakkaan tapauksessa laitteena toimi vanhan mallinen DSL-keskitin (engl. Digital Subscriber Line Access Multiplexer, DSLAM) ADTRANin hiX. HiXin irtikytkentä tapahtuu käyttöliittymän kautta. Käyttöliittymällä palautetaan asiakkaan käytössä olevat portit, VLANit, porttien liitokset VLANeihin ja yhteyden käytössä oleva nopeus perusasetuksille. Lisäksi vapautetaan

asiakkaalla käytössä olleet IP-osoitteet sekä otetaan asiakaskortti pois tuotantotilasta.

Päivän aikana tehtiin vielä yksi lähes samanlaisen irtikytkentä. Ainoa ero siinä oli, että asiakkaan päätelaite oli ZTE. ZTE:n laitteet konfiguroidaan myös käyttöliittymän kautta irtikytkentä prosessin ollessa lähes identtinen hiXin laitteelle tehtävään irtikytkentään verrattaessa.

Päivän aikana en oppinut uutta, mutta kokemusta kertyi lisää edellä mainituista päätelaitteista, joita enää harvemmin työssäni tulee vastaan.

## **Tiistai 20.9.2022**

Aamu alkoi eilisen tapaan irtikytkentätiketillä. Liittymää tutkittiin ja huomattiin, että kyseistä liittymää ei voitu kytkeä irti, koska asiakkaalle tulevaa uutta liittymää ei ollut vielä otettu käyttöön. Tämä havaittiin siitä, kun kirjauduttiin asiakkaan päätelaitteelle ja tutkittiin sinne asetettuja konfiguraatioita.

Tarkemmin kuvailtuna asiakas oli kiinni Ciscon kytkimessä tietyssä portissa ja kytkimen uplink-portissa oli kiinni reitti runkoverkon CE-laitteelle. Kaiken edellä mainitun paljasti komento *"show interface description"*. Seuraavaksi tarkistettiin uplink- ja asiakasportin läpi kulkevan liikenteen määrä komennoilla *"show interface g0/0/48"* ja *"show interface g0/0/20.1024"*. Näistä viimeisin komento paljasti, että asiakkaan suuntaan kulki vielä liikennettä, joten irtikytkentää ei voitu tehdä. Asiakkaan liittymä jäi odottamaan irtikytkentää siihen asti, kunnes kenttäasentaja on käynyt irrottamassa fyysisen laitteen, eli kytkimen asiakkaan tilasta. Päivän aikana tehtiin muutamia samanlaisia työtehtäviä. Näissä korostui erityisesti ongelmanratkaisutaidot, sillä aina ongelma ei selvinnyt vain tutkimalla CE-laitetta, vaan piti esimerkiksi etsiä korvaavan liittymän tikettiä ja tutkia sen pohjalta, että onko korvaava liittymä jo otettu käyttöön, jolloin korvattavalle liittymälle voitaisiin tehdä irtikytkentä.

Päivän aikana uutena asiana opin Netti Plus -liittymää (NPL) konfiguroidessani, että automaatiojärjestelmään oli tullut uusi ominaisuus, joka mahdollisti

sähköpostin lähettämisen asiakkaalle konfiguroinnin jälkeen sisältäen kaikki asiakkaan tarvitsemat liittymätiedot. Liittymä konfiguroitiin puhtaasti automaatiolla. PE- ja CE-laitteen konfigurointiin on molempiin oma automatisoitu järjestelmänsä, joihin käyttäjän pitää lisätä tarvittavat tiedot, jotta automaatio osaa tehdä konfiguraatiot molemmille laitteille oikein.

NPL:ssä asiakkaan liittymälle varataan käyttöön useimmiten kaksi julkista- sekä hallintaosoitetta. Tämä on peruspalvelu, jolla asiakas saa omaan käyttöönsä yhden julkisen IP-osoitteen toisen jäädessä operaattorin PE-laitteelle.

Hallintaosoitteista ensimmäinen konfiguroidaan PE- ja toinen CE-laitteelle

PE-laitteen konfiguroinnissa tehtäväkseni jäi asiakkaalle tulevien IP-osoitteiden varaaminen teleoperaattorin IP-osoiteavaruudesta, varattujen osoitteiden, liittymän halutun nopeuden, yksilöivän tunnuksen ja CE-laitteen määrittäminen automaatiojärjestelmän käyttöliittymällä. Lisäksi viimeisenä määritetään, että reititetäänkö asiakkaalle kulkeva reitti runkoverkolta staattisena vai BGP:lla. NPL:t reititetään aina staattisena.

CE-laitteen tapauksessa automaatiolla luodaan konfiguraatiopohja, jonka kenttäasentaja lataa kohteeseen päästyään laitteelle. Laitteen automaatiojärjestelmälle määritetään lähes samanlaiset määritykset, kuin PE-laitteen, ainoana lisäyksenä tulee määrittää liityntätyyppi, joka voi olla esimerkiksi, kuitu- tai VDSL-yhteys.

Kun PE- ja CE-laite oli konfiguroitu, tarkistettiin kenttäasentajan käyttöön tuleva konfiguraatiopohja virheiden varalta ja havaittiin että, se oli kunnossa. Liittymä oli valmis, joten tiketille laitettiin tarvittavat tiedot viimeistelijälle ja asentajalle, jonka jälkeen ticketti suljettiin. Tässä vaiheessa kello olikin jo sen verran, että työpäivä oli aika lopettaa.

## Keskiviikko 21.9.2022

Aamu alkoi irtikytkentäpalvelupyynnöllä. Alettiin tutkimaan tikettiä tarkemmin ja huomattiin, että asiakkaana oli yksi suurimmista asiakkaista, jota NOC palvelee, joten nyt piti olla tarkkana, että ei tule kytkeneeksi irti liittymää liian aikaisin.

Seuraavaksi selvitettiin liittymän korvaavan liittymän tiedot ja tutkittiin niitä. Tiedoista selvisi, että kyseistä liittymää oltiin parhaillaan ottamassa käyttöön, joten etsittiin tiedot siitä, että kuka tiimin viimeistelijöistä on tekemässä käyttöönottoa. Saatiin selville, että kuka käyttöönottoa oli tekemässä, koska asiantuntijan nimi oli merkattu tiketille, joka oli melko harvinaista oman kokemukseni mukaan. Otettiin yhteyttä kokeneempaan asiantuntijaan ja kysyttiin, että missä vaiheessa käyttöönotto on menossa ja vastaus oli, että se on valmistunut juuri, joten irtikytkentä voitiin tehdä. Kun saatiin tiedot, ensimmäinen ajatus oli, että liittymä voitiin kytkeä irti normaalin prosessin mukaisesti, mutta tämä ei pitänyt paikkaansa. Tämän asiakkaan kohdalla prosessista poikettiin sen verran, että IP-osoitteiden hallintajärjestelmästä piti käydä päivittämässä uudelle liittymälle poistuvilta liittymältä siirtyvät tiedot. Tämä normaalista poikkeava prosessi tehtiin suurimmille asiakkaille, joille on varattuna omat IP-osoiteavaruudet.

Seuraavana saatiin esihenkilöltä tehtäväksi alkaa selvittämään erään kollegani valmistelemassa liittymässä esiintynyttä ongelmaa. Kenttäasentaja oli soittanut puhelinsarjaamme, että ei löydä kyseisen liittymän asennusohjeita mistään. Ongelmaa tutkittiin tiketin sisällön perusteella ja löydettiin tiedot liittymästä, joista ilmeni liittymän olevan NPL kuitutekniikalla ja PE- ja CE-laitteen konfiguraatiot, mutta ei löydetty mistään asentajalle kuuluvaa ohjetta, joka olisi pitänyt liittymän valmistelun päätteeksi liittää asentajan tiketille. Ohjeen luomiseen oli kuitenkin järjestelmässä olemassa pohja, joten sillä luotiin ohje, liitettiin tiketille, soitettiin asentajalle ja kerrottiin, että nyt ohjeet löytyivät tiketiltä. Tämän jälkeen kuitattiin ongelma ratkaistuksi esihenkilölle ja kerrottiin tarkemmin, mikä oli ollut ongelmana.



Esihenkilön kanssa käydyn keskustelun jälkeen otettiin seuraava tiketti. Tämä osoittautuikin hieman normaalia hankalammaksi työtehtäväksi. Tehtävänä oli valmistella 4G-varaliittymä. Varaliittymä voi olla joko samassa tai eri CE-laitteessa, jossa pääliittymä on. Tällä haluttiin varmentaa yhteyden toimivuus toimittajalta asiakkaalle. Ideana oli se, että mikäli pääliittymä lakkaa toimimasta on asiakkaalla toinen toimiva reitti käytössä, jonka kautta yhteys edelleen toimii.

Tiketiltä selvitettiin, että varaliittymä haluttiin erilliseen CE-laitteeseen. Varayhteys oli ollut tähän asti samassa CE-laitteessa. Tällaisen liittymän valmistelu oli hyvin nopeaa. Ensimmäisenä varattiin mobiili liittymille tarkoitettua IP-altaasta hallintaosoite sekä tunneliosoite. Tunneli osoitteella tässä tarkoitettiin virtuaalisen reitityksen (engl. Virtual Route Forwarding, VRF) tunnelissa käytettävää IP-osoitetta. Seuraavaksi tehtiin tukiaseman nimen (engl. Access Point Name, APN) -liitos asiakkaalle annetun puhelinnumeron ja varatun mobiilihallintaosoitteen välille, joka yhdisti liittymän internettiin. Viimeisenä tehtiin relaatioliitos pää- ja varaliittymän välille käyttämällä tähän tarkoitettua järjestelmää. Tämä varmisti sen, että pää- ja varayhteys tunnistivat toisensa.

Päivän aikana uutena asiana opin miten pääliittymän konfiguraatiosta poistettiin samassa laitteessa olevan 4G-varayhteyden konfiguraatiot.

## **Torstai 22.9.2022**

Tikettijärjestelmä antoi päivän ensimmäiseksi työksi 4G-liittymän valmistelun. Valmistelu aloitettiin tutustumalla asiakkaan tietoihin. Selvitettiin tiedoista, että asiakkaalle oli tarkoitus valmistella mobiili liittymälle reitti, joka tulisi kulkemaan yhden virtuaalisen yksityisen verkon (engl. Virtual Private Routed Network, VPRN) läpi, jota voitiin kutsua myös reittipilveksi. Pilvi oli jo luotu, joten sitä ei tarvinnut rakentaa, mutta itse reitti liittymälle oli rakentamatta. Rakennettiin reitti annettujen tietojen pohjalta. Mobiili liittymien valmistelussa korostui erityisesti CE-laitteelle luotavan konfiguraation tärkeys, koska tästä riippuu, että alkaako yhteys toimimaan, kun asentaja latasi sen laitteelle. Tästä syystä konfiguraatio

kannatti aina käydä huolellisesti läpi mahdollisten virheiden vuoksi. Kaikki sujui valmistelussa ongelmitta.

Seuraava palvelupyyntö koski palvelutaloliittymän irtikytkentää. Palvelutalo liittymällä tarkoitettiin tässä tapauksessa liittymää, joka reititettiin vuokratun konesalin kautta, jota operaattori ei omista. Tutkittiin tikettiä hetken aikaa, mutta siltä ei löytynyt mitään tarkentavia tietoja, että kenen tarjoamasta palvelutalosta on kyse. Käytiin läpi tiimimme dokumentaatioita, joista löydettiin tiedot palvelutalosta ja sen toimittajasta. Selvitettiin, että kyseinen liittymä oli jo kytketty irti. Tämä tarkoitti sitä, että tiketti oli muodostunut turhaan, joten kommentoitiin tiketille sen olevan turha ja suljettiin se.

Seuraavaksi liityttiin päivittäiseen tiimipalaveriin, jossa käytiin läpi tärkeitä esille nousseita asioita. Palaverin jälkeen otettiin seuraava tiketti, joka oli jälleen irtikytkentä. Käytiin läpi liittymän konfiguraatiot, joista saatiin selville, että liittymällä oli edelleen liikennettä asiakkaan suuntaan, eli asentaja ei vielä ollut hakenut CE-laitetta asiakkaan tiloista pois. Tutkittiin myös, että onko liittymää korvaamassa jokin toinen liittymä ja selvisi, että asiakkaalle oli tulossa korvaava liittymä, mutta sitä ei ollut vielä käyttöönotettu, joten nykyistä liittymää ei voitu kytkeä irti. Tämän takia siirrettiin tiketin päivämäärä käyttöönoton jälkeiselle päivälle.

Otettiin uusi tiketti järjestelmästä ja toivottiin, että tulisi jokin muu, kuin irtikytkentä, mutta toisin kävi. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja selvisi, että tämä tiketti oli ollut jo edeltävänä päivänä käsittelyssä, mutta sitä oli siirretty myöhemmäksi, koska tuolloin sitä ei vielä voitu kytkeä irti. Tutkittiin liittymää lisää ja todettiin, että sen voi nyt kytkeä irti, koska korvaava liittymä oli otettu käyttöön. Liittymällä oli neljä VPRN-pilveä käytössä, jotka kaikki piti muistaa kytkeä irti verkosta, jos yksikin näistä unohtuisi, niin verkkoon jäisi turha reitti runkoverkon suuntaan auki, joka olisi tietoturvariski.

Loppupäivä aikana ei tullut valmisteltavia liittymiä lainkaan. Päätettiin työpäivä kytkemällä irti muutama perusliittymä sekä siirtämällä tulevaisuuteen sama määrä poistettavia kytkentöjä, joita ei voinut kytkeä irti erinäisistä syistä.

## Perjantai 23.9.2022

Perjantai alkoi mukavasti, kun otettiin ensimmäinen tiketti järjestelmästä. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja todettiin sen olevan olemassa olevan liittymän päivittäminen. Päivittämiseen kuului kahden uuden VPRN-pilven lisääminen erään asiakastunnuksen alle, kaikkien olemassa olevien reittien nopeuden nostaminen sekä laitevaihto.

Ensimmäisenä tarkistettiin PE-laitteelta, että sieltä löytyi nämä kaksi tarvittavaa pilveä konfiguroituna, jotta voitiin ne asiakastunnukselle lisätä. Pilvet löydettiin rungolta, joten ne lisättiin asiakastunnukselle. Seuraavaksi oli vuorossa nopeuden nosto, nosto tehtiin jokaiselle viidelle pilvelle erikseen. Kolmelle pilvelle nopeudeksi konfiguroitiin 50 Mb/s ja lopuille kahdelle vain 20 Mb/s. Nosto sekä pilven lisäys voitiin tehdä kahdella tavalla, suoraan komentoriviltä tai käyttäen automaatiojärjestelmää, päädyttiin käyttämään automaatiota, koska koettiin sen olevan tässä kohtaa nopeampi tapa näistä kahdesta. Viimeisenä vuorossa oli laitevaihto, tarkemmin sanottuna uuden CE-laitteen konfiguraatiopohjan luonti. Tehtiin pohja automaatiolla työtahdin nopeuttamiseksi. Laitevaihdon yhteydessä kenttäasentaja käy asiakkaan tiloissa vaihtamassa vanhan tilalle uuden CE-laitteen ja lataa sille pohjan.

Avattiin seuraava tiketti, josta luultiin ensin, että kyseessä on yritysverkkoliittymän valmistelu. Todellisuudessa kyseessä olikin valmistelutiketillä ilmoitettu valmistelujen purku, joka vastaa osittain irtikytkentätikettiä, mutta eroaa siinä, että usein tiketillä pyydetään vain valmisteluiden poistoa, ei muiden verkkojen toimitukseen liittyvien töiden poistoa. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja selvitettiin mitä tulee tarkalleen poistaa ja havaittiin, että pitää poistaa runkoverkosta asiakkaan palvelutunnuksen alta VPRN-pilvet, joiden yhteydessä poistuivat myös pilvien läpi menneet reititykset, vapauttaa asiakkaalle varattuna olleet IP-osoitteet ja poistaa CE-laitteelle kulkeva reititys. Lopuksi tarkistettiin PE- ja CE-laitteilta komentoriviä käyttäen, että reititykset olivat oikeasti poistuneet laitteiden reittitauluista. Joskus automaatiolla saattaa mennä ”bitti vinoon”, joka aiheutti osittaisia puutteita konfiguraatioiden poistoissa, se saattoi muun muassa jättää jostain

syystä reitin reittitauluun siksi, että se luuli reitin kuuluvan toisen palvelutunnisteen alle.

Päivän aikana ei ehditty montaa tikettiä tekemään johtuen päivän ensimmäisestä tiketistä, minkä ratkaisemiseen kului melkein puolikas työpäivästä. Tiketissä oli paljon erilaista selvittämistyötä, jota avaan hieman paremmin viikkoanalyysissä.

## **Viikkoanalyysi 1**

Tätä ensimmäistä analyysiä kirjoittaessani olen nyt tehnyt tätä työtä melkein viisi kuukautta. Näiden kuukausien aikana olen ehtinyt oppimaan jo melko paljon uutta erilaisista teknologioista, joten ensimmäinen viikko ei opettanut juuri mitään uutta teknillisestä näkökulmasta katsottuna.

Ensimmäinen asia, joka jäi mieleen, oli varayhteyden konfiguraation poisto pääyhteyden kulkiessa saman laitteen kautta. Tämä tarkoitti sitä, että saman laitteen kautta kulki kaksi eri yhteysreittiä asiakkaalle, joista pääyhteys oli aktiivinen ja varayhteys passiivinen. Ideana oli tuoda varmennusta asiakkaan yhteyteen eli, jos pääyhteyden reitti katkeaisi, varayhteys jatkaisi reititystä saumattomasti käyttäen varareittiä. Minun tapauksessani pääyhteytenä toimi kiinteä kuituliittymä ja varayhteytenä 4G-mobiiliyhteys. Syy miksi varayhteyden konfiguraatiot haluttiin pois laitteelta, oli se, että asiakas halusi lisätä entisestään yhteytensä varmennusta viemällä 4G-varayhteyden erilliselle laitteelle, jolloin varmennus kasvaisi poistamalla yhtälöstä muun muassa laiterikon riskin. Kahden erillisen laitteen varmennuksiin käytettiin yleensä protokollaa nimeltä virtuaalisen reitin varmennusprotokolla (engl. Virtual Router Redundancy Protocol, VRRP). Kun VRRP sallittiin kahdella fyysisellä laitteella, se loi näiden tueksi virtuaalisen laitteen, joka sisällytti itseensä pää- ja varayhteyden laitteet toimien samalla oletusyhdyskäytävänä tarkkaillen pää- ja varayhteyden toimintaa. Mikäli pää- tai varayhteyden laite ei vastaa virtuaalilaitteen kyselyihin, se valitsee käyttöön kyselyihin vastaavan laitteen (Huawei 2022a). Tämä työtehtävä jäi mieleeni siksi, koska konfiguraatioiden

poiston yhteydessä vastaan tuli VRRP, joka oli ennalta tuntematon protokolla minulle ja jouduin sitä selvittämään.

Aiemmin keskiviikkona kohdalle osui paljon selvitystä vaatinut tiketti. Tässä jouduttiin muun muassa selvittämään asiakkaalla käytössä olevat IP-osoiteavaruudet eräästä järjestelmästä. Järjestelmässä oli melko hankala käyttöliittymä, joka rajoitti mahdollisuuksia etsiä asiakasta nopeasti. Ongelma ratkaistiin etsimällä asiakkaan hallintaan tarkoitettua IP-osoitetta, joka saatiin toisesta järjestelmästä, käyttäen komentoriviä PE-laitteella, mistä saatiin selville poistettava osoiteavaruus. Haettiin osoiteavaruutta järjestelmästä ja sillä asiakas löydettiin nopeasti ja saatiin poistettua IP-osoiteavaruus.

Muuten viikko oli todella täynnä erilaisia irtikytkentöjä ja todella vähän valmisteluja normaaliin verrattuna. Normaalisti valmisteluja oli kymmenestä tiketistä yhdeksän ja irtikytkentöjä se yksi. Toisaalta oli ihan mukavaa, että pääsi luomaan rutiinia irtikytkentöihin.

### 3.2 Seurantaviikko 2

#### **Maanantai 26.9.2022**

Aamu alkoi minulle täysin uudella tiketillä, jossa haluttiin kytkeä irti palvelutaloliittymä. Liittymiä oli kytketty irti aiemmin, mutta ei koskaan palvelutalon. Kysyttiin neuvoa kokeneemmalta kollegalta, että miten tällainen työ kuuluu tehdä. Saatiin ohjeet, miten irtikytkentä tuli toteuttaa. Palvelutalo kytkettiin irti päinvastaisessa järjestyksessä valmisteluihin nähden, kuten kaikki muutkin liittymät, mutta sellaisella erolla, että palvelutalona toimivan konesalin päätelaitteelta poistettiin sinne määritetyt konfiguraatiot käsin käyttämällä komentoriviä. Konfiguraatioiden poistossa tuli olla hyvin tarkkana, että ei tullut vahingossa poistaneeksi päätelaitteelta muiden palveluiden määrittämiä, tämä vaati hyvää konfiguraation lukutaitoa.

Seuraavan tikein ratkaisu ei onnistunut, koska sen sisältämä asiakas oli korkean profiilin asiakas, jonka tikettejä ei pysty tekemään, kuin valitut asiantuntijat, joilla oli tarvittavat tunnukset asiakkaan järjestelmään, josta näkee työn suunnittelutiedot. Tiketti siirrettiin esihenkilöni toimesta sellaiselle asiantuntijalle, jolla oli tarvittavat oikeudet.

Netti Plus -liittymän valmistelu oli seuraavana vuorossa. Tikettiä tutkittiin ja selvisi, että todellisuudessa kyseessä oli jo poistettu liittymä, mutta automaatio oli epäonnistunut tunnistamaan DSL-keskittimelle tehdyn poiston, koska kyseessä oli Huaweiin laite. Automaatio ei jostain syystä tunnistanut lähes koskaan Huaweiin keskittimille tehtäviä poistoja, joten näissä tapauksissa jouduttiin manuaalisesti kertomaan automaatiolle, että poisto oli tehty, kuten tässäkin tapauksessa jouduttiin kertomaan.

Seuraavaksi otettiin uusi tiketti, tutkittiin sitä tarkemmin ja selvisi, että kyseessä oli 4G-yrittäjäliittymä. Avattiin asiakkaan tiedot sisältävä excel-tiedosto, mistä löydettiin liittymän valmisteluun liittyvät asiakaskohtaiset tiedot, joita muun muassa ovat lähiverkon (engl. Local Area Network, LAN) osoite, virtuaaliset lähiverkot, sekä mobiilidatatunnelin osoiteavaruus, syötettiin tiedot komentosarjalle, mikä loi konfiguraatiopohjan asiakkaan päätelaitteelle.

Päivän viimeinen tiketti oli mobiililiittymän poisto. Tiketiltä haettiin asiakkaan tiedot ja näiden perusteella tarkistettiin, että voiko liittymän kytkeä irti. Tietojen perusteella selvisi, että liittymä voitiin kytkeä irti. Poisto tehtiin vapauttamalla asiakkaalle varatut osoitteet ja poistamalla asiakaskortti tuotantotilasta.

## **Tiistai 27.9.2022**

Tämän päivän toiveena oli päästä tekemään niin monta valmistelua, kuin mahdollista, koska irtikytkentöjä oli mielestäni tullut jopa hieman liikaa eilisen päivän ja edellisen viikon aikana.

Päivä alkoi mukavasti NPL:n valmistelulla, mikä oli tarkoitus saada nopeasti tehtyä. Tämän takia palvelupyyntö tuli sähköpostiin suoraan esihenkilöltä eikä

työjonosta, mistä ne normaalisti tulevat. Alettiin normaaliin tapaan tutkimaan tiketin sisältöä, mistä selvisi, että kyseessä oli täysin automaatiolla tehtävissä oleva liittymä. Varattiin IP-osoitteet, varmistettiin, että runkoverkon PE-laitteella asiakasportti on vapaana ja kerättiin Excel-pohjaan olemassa olevat liittymän konfigurointiin tarvittavat tiedot, mistä ne viedään automaatiojärjestelmään. Varaus, tarkistus ja kerääminen sujuivat ongelmitta, joten siirrettiin pohja järjestelmään, joka konfiguroi runkolaitteen ja loi konfiguraation CE-laitteelle.

Seuraavana oli vuorossa mobiiliyhteys. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja selvisi, että liittymä tulee käyttämään kolmea erillistä virtuaalista verkkoa asiakkaan suuntaan. Useimmissa tapauksissa verkko oli jo luotu, mutta esimerkiksi sellaisissa tapauksissa, joissa kyseessä oli uusi asiakas, saattoi virtuaalinen yksityinen reititetty verkko (VPRN) puuttua ja tällöin se piti itse luoda. Tarkistettiin, että oliko verkot luotu ja selvisi, että ne olivat. Varattiin tarvittavat osoitteet sekä täytettiin excel-pohja, jonka jälkeen ladattiin pohjalta löytyvät tiedot automaatiolle CE-laitteen konfiguraatiopohjan luontia varten. Jos asiakkaalle tuleva liittymä on puhdas mobiili liittymä niin runkoverkon reunalaitetta (PE) ei tarvitse konfiguroida, koska liittymällä ei ole tällöin kiinteää osuutta, joten luodaan vain valmiiksi ladattava konfiguraatiopohja asiakkaan verkon reunalaitteelle (CE) ja liittymä on valmis.

Seuraavana vuorossa oli päivän todennäköisesti viimeinen tiketti, jonka ehdin tekemään. Avattiin tiketti ja selattiin tiedot läpi. Huomattiin, että tiketti poikkesi normaalista valmistelutiketistä. Palvelupyynnöllä haluttiin lisätä takaisinkytkentä osoite (engl. Loopback) tuotannossa olevan liittymän laitteelle, tarkemmin sanottuna asiakkaan päätelaitteelle, osoite oli jostain syystä jäänyt konfiguroimatta, kun liittymä oli valmisteltu. Kysyttiin kokeneemalta asiantuntijalta, että oliko muutos tehtävissä. Vastaukseksi saatiin, että muutos oli kyllä tehtävissä, mutta se kannatti tehdä viimeistelijän toimesta, koska tällöin yksi prosessin vaiheista jäisi pois ja säästettäisiin aikaa. Otettiin yhteyttä esihenkilöön, kerrottiin tilanne, jonka jälkeen tiketti siirrettiin viimeistelijälle. Mielestäni oli hieman turhaa siirtää tiketti muutaman konfiguraatorivin

lisäämisen takia viimeistelijälle, mutta toisaalta ymmärrän sen, että aika on rahaa ja on turha käyttää kahden asiantuntijan työaikaa yksinkertaiseen työhön.

### **Keskiviikko 28.9.2022**

Ensimmäiseksi työksi aamulla sain NPL:n. Tikettiä alettiin tutkia ja selvisi, että kyseessä oli valmistelujen poisto, koska asiakas oli perunut liittymän tilauksen. Poistettiin asiakkaalle tehdyt konfiguraatiot automaation avulla. Tällaisista tiketeistä tulisi päästä eroon, sillä ne vääristävät töiden todellista määrää. Tiketin kuuluisi tulla työjonosta irtikytentätikettinä eikä valmistelutikettinä.

Seuraavaksi valmisteltiin kolme NPL:ää. Tällaisten liittymien valmistelu oli erittäin rutiininomaista ja näissä toistuivat samat asiat, varattiin /30 maskilla julkinen osoite sekä hallintaosoite, tarkistettiin runkolaitteelta, että annettu portti on vapaa, konfiguroitiin runkolaite automaatiolla ja luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan reunalaitteelle. NPL:ä kutsuttiin niin sanotuksi bulkkityöksi, koska ne olivat aina lähes samanlaisia ja yhtä nopeita tehdä.

Yksi näistä liittymistä ei mennyt aivan normaalin kaavan mukaan. Tutkittiin liittymän tiedot ja kaikki näytti hyvältä, joten varattiin IP-osoitteet liittymälle. Osoitteiden varaamisen jälkeen piti tarkistaa aina, että osoitteet eivät olleet missään muualla käytössä, koska osoite ei voinut olla toisella liittymällä käytössä samanaikaisesti. Tarkistettiin tähän tarkoitettulla komentosarjalla osoitteet, julkista osoitetta ei ollut missään käytössä, mutta hallintaosoite oli. Tutkittiin runkolaitteen konfiguraatiota ja selvisi, että osoite oli käytössä poistamatta jääneellä reittipilvellä, joka oli unohdettu poistaa muiden reittipilvien kanssa liittymän irtikytentän yhteydessä. Poistettiin reittipilvi ja otettiin hallintaosoite käyttöön NPL:lle.

Päivän aikana valmisteltiin pelkästään bulkkityötä eli NPL:ä lukuun ottamatta yhtä irtikytentää. Päivän viimeinen tiketti oli NPL:n valmistelu. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja havaittiin, että liittymälle tuli asiakkaan reunareitittimeen kiinni Huaweiin kytkin. Tutkittiin kytkimen konfiguraatiota ja varmistettiin samalla



tiketiltä, että missä portissa CE-laite oli kiinni sekä mihin porttiin asiakas tuli kiinni. Huaweiin kytkimessä kaikkien porttien tiedot sai selville komennolla *"display interface description"*. Komento näytti kytkimen portit ja niiden kuvaukset, joista pääteltiin, missä portissa reunareititin oli kiinni sekä mihin porttiin asiakkaan kytkin tuli kiinni. Tarkistettiin näissä porteissa olleet konfiguraatiot. Ensimmäisenä tyhjennettiin asiakasportti peruskonfiguraatioista komennolla *"clear configuration this"* ja sen jälkeen konfiguroitiin porttiin asiakkaalle tulevat konfiguraatiot, joita olivat *"description xxxxxxxxxxxx"*, *"port hybrid tagged vlan 1024"* ja *"port hybrid pvid vlan 1024"*. Määritettiin porttiin kuvaus ja portista läpi sallittava VLAN. Rungon suuntaan kulkevan portin eli uplink-portti konfiguroitiin päästämään läpi asiakasporttiin konfiguroitu vlan komennolla *"port trunk allow-pass vlan 1024"*.

### **Torstai 29.9.2022**

Päivä alkoi palvelupyynnöllä, joka koski liittymään tehtävää muutosta. Tutkittiin tikettiä ja siitä selvisi, että kyseessä oli tavallinen NPL, mihin lisäpalveluna tuli asiakkaalle Huaweiin kytkin. Muutos koski asiakkaalle varattua porttia. Alun perin asiakkaalle oli varattu portti G0/0/3, mutta nyt konfiguraatiot piti vaihtaa uuteen porttiin G0/0/2. Siirryttiin kytkimen konfigurointitilaan komennolla *"system-view"*, varmistettiin komennolla *"display interface description"*, että asiakas oli kiinni portissa G0/0/3, avattiin komennoilla *"display current configuration G0/0/2"* ja *"display current configuration G0/0/3"* uuden ja vanhan asiakasportin konfiguraatiot näkyville terminaaliin, siirryttiin uuden asiakasportin määrittystilaan komennolla *"interface G0/0/2"* ja poistettiin portilla olleet perusasetukset, jonka jälkeen kopioitiin vanhalla portilla olleet konfiguraatiot uudelle, seuraavaksi siirryttiin vanhalle portille komennolla *"interface G0/0/3"*, poistettiin asetukset portilta komennolla *"clear configuration this"* ja kopioitiin portille perusasetukset, poistettiin konfiguraatiotilasta näppäinyhdistelmällä *"Ctrl+z"* ja viimeisenä käyttäjätilassa tallennettiin tehdyt muutokset komennolla *"save"*. Portin vaihdon jälkeen päivitettiin dokumentaatioon uusi portti ja suljettiin tiketti.

Toisena työnä kytkettiin irti Netti Pro -liittymä (NPR). Irroitus tehtiin muuten normaalin prosessin mukaisesti automaatiolla, mutta tässä tapauksessa automaatio ei löytänyt asiakkaalla ollutta julkista osoitetta jostain syystä ja ei onnistunut sitä vapauttamaan, joten se piti tehdä manuaalisesti. Kirjaututtiin asiakkaan Huawei-merkkiselle CE-laitteelle ja tarkistettiin portit komennolla *"display interface description"*. Tarkistuksessa havaittiin, että asiakkaan reitti kulki VLAN ykkösen läpi, joten tarkistettiin sen asetukset komennolla *"display current interface configuration vlan1"*. Komennon avulla löydettiin julkinen osoite, kopioitiin se leikepöydälle ja kirjaututtiin ulos laitteelta. Osoitteen selvittämisen jälkeen vapautettiin se manuaalisesti käyttäen tähän tarkoitettua järjestelmää, minkä jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

Kolmas tiketti oli muodostunut turhaan, mutta vaati hieman selvitystyötä. Tutkittiin tikettiä ja selvisi, että erään liittymän provisiointi oli epäonnistunut ja se piti tehdä manuaalisesti. Avattiin järjestelmä, jossa manuaalinen provisiointityö tehtiin ja selvisi, että se oli jo tehty viimeistelijän toimesta, joten suljettiin tiketti turhana.

Neljäs tiketti oli lähiverkkoon kytketyn laitteen poisto. Lähiverkkoon liittyviä laitteiden poistoja tuli todella vähän laajaverkkojen toimituksen tikettijonosta, koska niihin tarvittiin usein sellaisia oikeuksia, joita laajaverkkojen valmistelijoilla tai viimeistelijöillä ei ollut, mutta helpoimmat tiketit tulivat läpi jonosta. Tutkittiin tikettiä ja selvisi, että se oli tukiaseman irtikytkentä, joka hoidettiin ottamalla asiakaskortti pois tuotannosta.

Loppupäivän ajan kytkettiin irti liittymiä, näissä ei tullut vastaan mitään erikoista. Käytiin näissä kaikissa liittymien konfiguraatiot läpi ja tarkistettiin, että voiko laitteen kytkeä irti, osassa se tehtiin ja osassa ei.

### **Perjantai 30.9.2022**

Aamu alkoi kolmella irtikytkentätiketillä, jotka varattiin jo eilen työpäivän loppuksi. Näistä kaksi oli nopea kytkeä irti, koska molemmissa kytkettiin irti tukiasema.

Otettiin asiakaskortti pois tuotannosta ja tämän jälkeen suljettiin tiketti valmiina. Kolmas irtikytkentä oli hieman erilainen. Tutkittiin tikettiä ja selvisi, että PE- ja CE-laitteen lisäksi reitti kulki asiakkaalle DSL-keskittimen kautta. Kyseessä oli Huaweiin laite, jota hallittiin käyttöliittymän kautta. Avattiin käyttöliittymä, etsittiin asiakkaan liittymä, tarkistettiin käytössä olleiden porttien sekä VLANin asetukset, tyhjennettiin asiakkaalla olleet asetukset portista, poistettiin asiakkaan käytössä ollut VLAN ja lopuksi palautettiin portti perusasetuksille.

Seuraavaksi valmisteltiin liittymä eräälle kaupalle. Tämä sisälsi yhden VPRN-pilven ja lisäpalveluna kultaisen tason tietoliikenteen priorisoinnin (engl. Quality of Service, QoS). Priorisointiprofiileja oli Ciscon laitteissa neljä: platina, kulta, hopea ja pronssi, joista jokaisella oli oma tarkoituksensa, esim. kultaisella profiililla priorisoitiin korkean tason videoliikennettä (Cisco Systems 2022a). Valmistelun aikana huomattiin, että automaatio ei pystynyt konfiguroimaan liittymän hallintaosoiteavaruutta PE-laitteiden sallittujen osoitteiden listaan. Kirjaututtiin PE-laitteille ja tarkistettiin komennolla *"show router policy prefix-list"*, mikä listan nimi oli mille osoiteavaruus tuli lisätä, palattiin komennolla *"quit"* alkutilaan, siirryttiin käytänteiden (engl. policy) konfigurointitilaan komennolla *"configure router policy-options"*, aloitettiin konfigurointi komennolla *"begin"*, lisättiin osoiteavaruus listoihin komennolla *"prefix-list <listan nimi> prefix 10.10.10.10/30 exact"* ja tallennettiin listaan muutokset komennolla *"commit"*. Kaiken muun osalta kyseisen liittymän valmistelu sujui normaalia prosessia noudattaen.

Viikon viimeinen tiketti oli täysin uudenlainen valmistelu. Tutkittiin tiketin sisältöä ja selvitettiin kokeneemman asiantuntijan kanssa, mitä palvelupyynnössä haluttiin. Selvisi, että haluttiin kansainvälinen liittymä, mihin tulee palveluina sovelluksen määrittelemä laajaverkko (engl. Software-defined Wide Area Network, SD-WAN) ja Fortinetin seuraavan sukupolven palomuuuri (engl. Next Generation Firewall, NGF) Fortigate. Tämän enempää ei ehditty selvittämään, koska työpäivä päättyi. Jatketaan selvittämistä ensi viikolla.

## Viikkoanalyysi 2

Tämä viikko oli paljon monipuolisempi, kuin edellinen viikko. Se sisälsi liittymien valmisteluja, irtikytkentöjä, uusia laitteita ja teknologioita. Viikon aikana opin uutta konesaleihin tehtävistä liittymistä ja niiden valmistelusta, laajaverkon arkkitehtuurista nimeltä SD-WAN ja Fortinetin tarjoamasta NGF:sta nimeltä Fortigate. Seuraavissa kappaleissa kerron tarkemmin edellä mainitusta arkkitehtuurista ja palomuurista.

SD-WAN on arkkitehtuuri, joka käyttää teknologiaa nimeltä sovelluksen määrittelemä verkko (engl. Software-defined Network, SDN). Arkkitehtuurin ideana on helpottaa laajaverkkojen konfigurointia sekä hallintaa keskittämällä liikenteen määrittely yhteen paikkaan, josta hallinnoidaan koko laajaverkkoa. Isossa kuvassa tarkoituksena on parantaa ja helpottaa sovelluksien saatavuutta käyttäjän näkökulmasta. Ennen pilvitekniologioiden tuloa palvelut säilytettiin omilla palvelimilla yritysten konesaleissa, tällöin sd-wanille ei ollut vielä käyttöä, mutta nykyään on, koska lähes kaikki tieto on pilvessä ja tiedon määrä on kasvanut niin suureksi, että yritysten on hankala hallita sitä kaikkea itse. SD-WAN siis hallinnoi yrityksen pilvipohjaisten sovelluksien liikennettä, turvallisuutta ja saatavuutta riippumatta sijainnista tehden sovelluksien käyttämisestä käyttäjäystävällisempää. (Cisco Systems 2022b.)

Fortinetin tarjoama NGF Fortigate on muuri, joka tarjoaa samassa paketissa turvallisen SD-WAN-toiminnon paketoitua kaksipalvelua yhteen laitteeseen vähentäen kustannuksia. Suurimpana valttina Fortigate tarjoaa turvallisen tavan ottaa SD-WAN käyttöön yrityksessä, joka tarkoittaa sitä, että hallinta tapahtuu yhden laitteen kautta sisältäen SD-WAN-palvelun langallisille ja langattomille verkoille sekä palomuuripalvelun. (Fortinet 2022.)

NGF:lla tarkoitetaan muuria, joka kykenee tavallisen muurin ominaisuuksien lisäksi, estämään edistyneet haittaohjelmat, joita voivat mm. olla kiristyshaittaohjelmat, päivittämään uhkatietokantaansa itsenäisesti virallisista lähteistä, kuten MITRE ATT&CK ja mukauttamaan toimintoja uusien

tietoturvaauhkien pohjalta eli oppia estämään havaittu uhka tulevaisuudessa tiettyjen ominaisuuksien pohjalta. (Cisco Systems 2022c.)

### 3.3 Seurantaviikko 3

#### **Maanantai 3.10.2022**

Otettiin uusi tiketti tikettijärjestelmästä ja tutkittiin sitä tarkemmin. Tiketiltä selvisi, että kyseessä oli NPL:n irtikytkentä. Liittymä kytkettiin irti perusprotokollan mukaisesti, mutta pienenä lisänä asiakas oli kiinni ZTE:n DSL-keskittimessä. Avattiin keskittimen konfigurointiin tarkoitettu käyttöliittymä, jonka avulla poistettiin asiakasportin määrytykset, asiakkaalla ollut VLAN ja lopuksi palautettiin portti perusasetuksille.

ZTE:n ja hiXin keskittimiä tuli valmisteluissa todella vähän vastaan, mutta poistoissa hieman enemmän. Tämä johtui siitä, että kuparipohjaisista toteutuksista ollaan siirtymässä enenevässä määrin kuitupohjaisiin ratkaisuihin. Kuidut mahdollistavat nopeamman ja varmemman tiedonsiirron pidemmällä matkoilla ollen myös halvempi ratkaisu kupariin verrattuna. (Ullrich & Wilms 2021.)

Otettiin tarkasteluun seuraava tiketti. Tiketiltä selvitettiin, että kyseessä oli yritysverkkoliittymän irtikytkentä. Liittymällä oli viisi VPRN-pilveä, joiden läpi asiakkaalle meni eri tarkoituksiin verkot, yksi näistä oli muun muassa yrityksen asiakkaille tarkoitettu vierasverkko. Poistettiin PE-laitteelta pilvien läpi kulkevat reitit asiakkaan tunnisteiden alta, vapautettiin IP-osoitteet ja otettiin asiakaskortti pois tuotannosta.

Seuraavana vuorossa oli Ethernet 2.0 -liittymän poisto. Tämän tyyppisen liittymän poisto noudatti samaa prosessia, kuin muutkin poistot. Ainoana lisäyksenä piti poistaa PE-laitteelta yhdestä moneen pisteeseen (engl. Point-to-multipoint, P2MP) -mallilla konfiguroitu tason kaksi reitti (engl. Layer 2, L2).

Poistettiin L2-reitti sekä muut tiketillä pyydettyt määritykset automaatiolla ja suljettiin tiketti.

Viimeisenä tiketinä valmisteltiin NPL. Tikettiä tutkittiin tarkemmin ja havaittiin, että kyseinen liittymä korvaa asiakkaan toisen liittymän. Näissä tapauksissa korvattavalta liittymältä tuotiin korvaavalle julkinen IP-osoite, mutta varattiin uusi hallintaosoite. Tutkittiin vanhaa liittymää ja selvisi, että liittymällä on /28 maskinen julkinen osoite, joka tarkoitti 14:ää käytettävissä olevaa osoitetta. Tämän takia jouduttiin selvittämään, että kuuluiko näin monta julkista osoitetta ilman lisäpalveluja tilatun NPL:n palvelukuvaukseen. Selvitettiin asiaa ja löydettiin tieto, että tuollainen määrä julkisia osoitteita pitäisi tilata lisäpalveluna, mutta harkinnan mukaan voitiin tehdä liittymä ilman tilausta lisäpalvelusta, joten päätettiin tehdä liittymä valmiiksi, koska sille ei löydetty esteitä.

#### **Tiistai 4.10.2022**

Ensimmäinen päivän tiketti oli NPL. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja selvisi, että liittymälle tulee lisäksi Alcatelin omnikytkin. Konfiguroitiin automaation avulla kaikki muu paitsi kytkin. Omnikytkimelle määritettiin asiakkaan vlan, joka konfiguroitiin runko- ja asiakasportille, jotta asiakkaan yhteys pääsi kulkemaan VLANin sisällä kytkimen läpi. Kirjaututtiin kytkimelle, tarkistettiin ensimmäisenä, mikä oli seuraava vapaa VLAN komennolla *"show vlan"*, selvisi, että seuraava vapaa oli VLAN 1007, otettiin VLAN käyttöön ja nimettiin se liittymän tunnukseksi ja asiakkaan nimellä käyttäen komentoa *"vlan 1007 enable name <asiakastunnus>"*. Seuraavaksi määritettiin VLAN runko- ja asiakasportille komennoilla *"vlan 1007 802.1q 1/11 "TAG PORT 1/11 VLAN 1007"* ja *"vlan 1007 802.1q 1/5 "TAG PORT 1/5 VLAN 1007"*. Viimeisenä lisättiin asiakastunnus asiakasportin kuvaskenttään, jotta seuraava asiantuntija tietää, mikä asiakas portin takaa löytyy ja suljettiin tiketti valmiina.

Seuraavana valmisteltiin yritysverkkoliittymä. Varattiin hallintaosoitteet, joita tarvittiin neljä kappaletta, koska reittejä oli kaksi ja yksi reitti tarvitsee PE- sekä CE-laitteelle osoitteen. Seuraavaksi annettiin automaation hoitaa PE-laitteen

konfigurointi, ja samalla luotiin manuaalisesti pohja CE-laitteen konfiguraatiolle asentajaa varten, jonka jälkeen suljettiin tiketti.

Loppupäivä valmisteltiin bulkkitoinä NPL:ä, joissa ei ollut oikeastaan mitään erikoista. Yhdessä näistä oli laitevaihtotyö, joka tehtiin normaalin prosessin mukaisesti automaatiolla. Annettiin automaatiolle liittymän tunniste, millä se haki tiedot liittymästä. Tämän jälkeen annettiin automaatiolle uusi laitemalli ja odotettiin, kunnes se oli tehnyt uuden konfiguraation, jonka jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

### **Keskiviikko 5.10.2022**

Aamu alkoi NPL-tiketillä. Tutkittiin tikettiä ja selvisi, että kyseessä oli muuten tavallinen NPL, mutta lisäpalveluina liittymälle haluttiin palomuri, 4G-varmennus ja langaton lähiverkko (engl. Wireless Local Area Network, WLAN). Varattiin tarvittavat IP-osoitteet ja konfiguroitiin runkolaite, mihin määritettiin tässä tapauksessa BGP-reititys normaalin staattisen reitityksen sijaan, koska asiakkaan päätelaitteelle tuli 4G-mobiiliyhteys varmistamaan kiinteää kuituliittymää. Reititys konfiguroitiin BGP:lla siksi, koska se automatisoi reititystä mm. tunnistamalla algoritmin avulla, jos pääyhteys on poikki ja se osaa tämän perusteella valita seuraavaksi parhaan reitin reittitaulusta (Cisco Systems 2022d). Palomuurin edustalla oleville laitteille määritettiin sallittujen verkkojen listaan liittymälle varattu julkinen verkko, jotta liikenne pääsi muurille asti ja sallittiin staattinen reitti muurilta eteenpäin lisäämällä reittitauluun julkinen verkko. WLAN-konfiguraation hoiti automaatio, mille kerrottiin uutena parametrina WLANille tuleva käyttäjätunnus ja salasana, jotta se osasi lisätä ne asiakkaan päätelaitteen konfiguraatioon. Loput määritykset suoritettiin normaalin prosessin mukaisesti.

Seuraavaksi vuorossa oli 4G-yritysverkkoliittymä. Tutkittiin tikettiä tarkemmin ja selvisi, että liittymälle tuli konfiguroida kaksi VPRN-pilveä. Varattiin tarvittavat IP-osoitteet ja syötettiin ne automaatiolle, jonka jälkeen se loi

konfiguraatiopohjan asennettavaksi CE-laitteelle. Tämän jälkeen työ oli valmis, joten suljettiin tiketti.

Päivän viimeisenä tikettinä valmisteltiin NPL. Tutkittiin tikettiä lähemmin ja selvisi, että liittymä oli bulkkityötä, mutta asiakas tuli Huawei DSLAM:iin kiinni. Konfiguroitiin runkolaite automaatiolla ja DSLAM käyttöliittymää käyttäen. Työ sujui normaalin kaavan mukaan sisältämättä minkäänlaisia yllätyksiä.

### **Torstai 6.10.2022**

Otettiin työpäivän ensimmäisen tiketti ja alettiin tutkimaan sitä tarkemmin.

Tiketiltä selvisi, että aiemmin tehdyt valmistelut tuli poistaa, koska asiakas oli perunut tilauksen. Valmistelija oli konfiguroinut liittymälle kaksi VPRN-pilveä, jotka poistettiin automaatiolla ja tarkistettiin vielä PE-laitteen konfiguraatiosta, että ne olivat varmasti poistuneet asiakkaan palvelutunnisteen alta.

Irtikytkennöissä poistettiin konfiguraatiot lähes poikkeuksetta asiakkaan palvelutunnisteen alta, eikä globaalista konfiguraatiosta, koska määrytykset olivat asiakaskohtaisia. Lopuksi vapautettiin valmistelijan varaamat IP-osoitteet uudelleen käytettäväksi ja palautettiin DSL-keskitimen konfiguraatiot perusasetuksille.

Seuraavaksi tarkistettiin muutama eiliseltä jäänyt palvelupyynnö siltä varalta, jos niihin olisi tullut päivityksiä, jotta ne voitaisiin valmistella, mutta päivityksiä ei ollut tehty, joten jätettiin pyynnöt odottamaan työjonoon. Päivityksien pitäisi tulla pyynnöille viimeistään huomisen aikana.

Avattiin uusi tiketti ja tutkittiin sitä. Siltä selvisi, että kansainvälinen liittymä tuli kytkeä irti. En ollut koskaan aikaisemmin kytkenyt tällaista irti. Otettiin ensimmäisenä asiakaskortti pois tuotannosta. Seuraavaksi selvitettiin miten irtikytkentää tuli jatkaa. Kokeneempi kollega antoi muutaman vinkin, joilla päästiin eteenpäin. Kirjaututtiin ulkomaiselle Juniperin runkolaitteelle ja poistettiin sieltä liittymän konfiguraatiot.



Loppupäivän työjonosta tuli irtikytkentöjä, mitkä toistivat irtikytkennän peruskaavaa. Liittymät erosivat toisistaan ainoastaan yhteyden toteutustavan ja laitevalmistajan puolesta. Joissain käytettiin pelkkää mobiilitekniikkaa, kun taas toisissa kiinteää kuitu- tai VDSL-tekniikkaa ja laitteina saatettiin käyttää Ciscoa tai Huaweiita.

### **Perjantai 7.10.2022**

Viikon viimeinen työpäivä kului kokonaan palvelutaloa valmistellessa. Valmisteltiin asiakkaalle kaksi virtuaalireittiä erään palveluntarjoajan ylläpitämään konesaliin, josta liikenne reititettiin edelleen asiakkaalle. Kerättiin työssä tarvittavat tiedot kasaan, minkä jälkeen konfiguroitiin PE-laite ja konesalissa oleva päätelaitteet. Tässä poikettiin normaalin NPL:n konfiguroinnista siten, että konesalissa olevat päätelaitteet konfiguroitiin käsin etäyhteydellä. Konesalien päätelaitteet konfiguroitiin aina käsin, koska lähes kaikki näihin tulevat liittymät olivat erilaisia jollakin tavalla johtuen asiakkaiden omista tarpeista. Työ kesti lähes koko työpäivän ajan, koska liittymä vaati tarkat valmistelut nimenomaan päätelaitteiden konfiguraatioiden osalta, mutta työ saatiin päätökseen onnistuneesti.

### **Viikkoanalyysi 3**

Kolmas viikko sujui hyvin monipuolisten töiden merkeissä. Viikon aikana tehdyistä töistä mieleen jäi parhaiten kolme asiaa, uutena vastaan tullut teknologia Ethernet 2.0, liittymä missä asiakkaan päätelaitteena toimi Alcatelin omnikytkin ja kansainvälinen liittymä, missä PE-laitteena oli ulkomailla sijaitseva Juniperin reititin. Tämän viikon analyysissä keskityn näihin kolmeen asiaan.

Seuraavaksi nostankin hieman esille Ethernet 2.0 toteutusta. Ethernet 2.0 on palvelu, joka toimii hieman samalla tavalla kuin metropoli-internet (engl. Metropolitan Area Network, MAN) yhdistäen palveluntuottajat toisiin palveluntuottajiin maantieteellisesti todella laajalla alueella käyttäen internetiä

tai jotain muuta laajaverkon teknologiaa apunaan, kuten esimerkiksi leimaprotokollaa. Metropolli-Internetin ominaisuuksien lisäksi Ethernet 2.0 - palvelu mahdollistaa virtuaaliverkkojen vuokrauksen, esimerkiksi L2-yhteys voidaan vuokrata ja virtualisoida internetin palveluntuottajien välille, kuten aikaisemmin tällä viikolla vastaan tullessa irtikytkentätiketissä Elisan ja asiakkaan välille oli tehty, jolloin tuloksena on nopea varmennettu yksityinen virtuaalinen yhteys. (Juniper Networks 2022a; Elisa Carrier Services 2021.)

Oman kokemukseni mukaan Alcatelin omnikytkimet ovat haasteellisia käytettävyydeltään. Niiden komentorivin komennot saattavat vaihdella laite laitteelta. Työssäni vastaan on tullut muutamia tällaisia kytkimiä, ja joka kerta niiden kanssa on ollut ongelmia komentojen kanssa. Tutkin mistä komentojen ero johtuu laitteiden välillä ja selvisi, että verkossa on Alcatelin omnikytkimiä, joissa on käytössä vanhempaa ja uudempaa versiota käyttöjärjestelmästä. Komennot siis muuttuvat tai päivittyvät käyttöjärjestelmän version mukaan. (Alcatel-Lucent 2011; Alcatel-Lucent 2015.)

Juniperin reititin oli minulle aivan uusi tuttavuus. Kun kirjauduin laitteelle, en osannut ainuttakaan komentoa. Onnistuin kuitenkin poistamaan halutut konfiguraatiot laitteelta kokeneemman kollegan avustuksella. Juniperin laitteet käyttävät käyttöjärjestelmää nimeltä Junos OS (Juniper Networks 2022b). Kuten esimekiksi Ciscolla ja Huaweilla, myös Juniperin Junoksella on omat komentonsa. Junoksella siirrytään konfigurointitilaan komennolla *"configure"* tai *"edit"*, kun taas Ciscolla toimii *"configure terminal"* ja Huaweilla *"system-view"*. Etsin komennolla *"show configuration"* laitteella olleet konfiguraatiot ja etsin asiakkaan poistettavat konfiguraatiot. Poistin konfiguraatiot yksitellen käyttäen etuliitteenä komentoa *"delete"*, joka vastaa Ciscon komentoa *"no"* ja Huaweiin komentoa *"undo"*. Tämä oli vasta pintaraapaisu Juniperin Junos käyttöjärjestelmään, mutta jo lyhyen käytön jälkeen koin järjestelmän ja komennot melko helpoksi, joka varmasti johtui aiemmasta osaamisestani muiden laitevalmistajien käyttämiin komentoihin. Jos Juniperin käyttöjärjestelmää vertaa Ciscon ja Huaweiin järjestelmiin, niin ne ovat hyvinkin

paljon samanlaiset komentojen suhteen, jos osaa yhden, niin toiset on helppo oppia sen jälkeen (Kosem 2018–2019).

### 3.4 Seurantaviikko 4

#### **Maanantai 10.10.2022**

Työpäivän aluksi avattiin työkone ja työssä tarvittavat ohjelmistot. Otettiin päivän ensimmäisen tiketti järjestelmästä ja tutkittiin sitä tarkemmin. Tiketillä pyydettiin poistamaan aiemmin tehdyt valmistelut, koska asiakkaan kiinteistössä oli havaittu puutteellinen sisäverkko eikä kuparipohjaista VDSL-yhteyttä voitaisi tämän takia toimittaa. Asiakkaalle oli valmisteltu kaksi VPRN-reittiä, joista toinen oli hallintaverkko ja toinen muulle liikenteelle tarkoitettu verkko. Poistettiin verkot automaation avulla asiakkaan palvelutunnuksen alta. Liittymällä oli yhteystyyppinä VDSL ja päätelaitteena Huawei DSLAM, joten seuraavana palautettiin DSL-keskittimeltä asiakkaan portti perusasetuksille ja poistettiin VLAN. Hallintaosoitteita oli varattuna kaksi, jotka vapautettiin uudelleen käytettäväksi. Viimeisenä poistettiin asiakaskortti tuotannosta ja suljettiin tiketti.

Seuraava tiketti oli NPL. Tiketiltä selvitettiin, että liittymälle tuli valmistella reitti runkoverkolta asiakkaan päätelaitteelle. Koska päätelaite oli sama, kuin edellisellä tiketillä, valmisteltiin liittymä päinvastaisessa järjestyksessä edellisen tiketin irtikytkentään verrattuna sillä erolla, että NPL:ssä reititys toteutettiin aina vain yhden VPRN-pilven kautta. Kerättiin liittymän valmistelussa tarvittavat tiedot kasaan ja lisättiin ne automaatiojärjestelmään, jolla määritettiin runkolaitteelle tarvittavat konfiguraatiot sekä valmistettiin CE-laitteelle konfiguraatiopohja. Lopuksi konfiguroitiin käyttöliittymän kautta DSL-keskittimelle asiakasporttiin oikea nopeus ja VLAN.

Otettiin seuraava tiketti ja tutkittiin sen sisältöä ja selvisi, että asiakkaalle pyydettiin tekemään varmistettu palvelutaloliittymä, joka tarkoitti sitä, että tämä tulisi olemaan päivän viimeinen tiketti, koska tällaiset liittymät ovat työläitä.

Tiketin tiedoista selvisi myös, että asiakkaalla tulee olla kaksi virtuaalireittiä runkoverkolle palvelutalosta. Asiakkaan liittymä määritettiin samaan palvelutaloon sekä se kuului samaan verkkosuunnitelmaan, kuin viime perjantaina valmistellut kaksi virtuaalireittiä, joten reitit konfiguroitiin viime perjantaina tallennetun pohjan avulla PE-laitteille. Lopuksi konfiguroitiin runko automaation avulla, jonka jälkeen suljettiin tiketti.

### **Tiistai 11.10.2022**

Päivän ensimmäisenä työnä selvitettiin, että miksi internet ei mainostunut eilen valmistellun palvelutaloliittymän reittitauluun. Tutkittiin eilen tehtyjä konfiguraatioita ja todettiin, että ne ovat kunnossa, kuten muutkin määritykset. Pyydettiin kollegaa tarkistamaan tehdyt määritykset, ja hän totesi niiden olevan kunnossa. Ongelmaa selvitettiin hetken aikaa yhdessä ja löydettiin vastaus, luomaltani VPRN-pilveltä puuttui reitti palomuurille ja sen kautta internetiin. Reittiä ei kuitenkaan luotu, vaikka se puuttui, koska se kuului tiketille, joka ei ollut minulla käsittelyssä. Ongelma kuitenkin ratkaistiin ja jatkettiin eteenpäin kohti seuraavaa työtä.

Otettiin seuraava tiketti ja selvitettiin, että mitä sillä haluttiin. Työn tarkoituksena oli valmistella asiakkaalle korvaava liittymä aikaisemman epäonnistuneen ratkaisun tilalle. Aikaisemmin asiakkaalla oli ollut mobiililiittymä, mutta heikosta kuuluvuudesta johtuen nyt haluttiin korvata mobiili kiinteällä kuidulla. Haettiin suunnittelutiedoista asiakkaan liittymän valmisteluun tarvittavat tiedot ja valmisteltiin näiden avulla runkoreitti asiakkaan VPRN-pilven palvelutunnuksen alle sekä luotiin konfiguraatiopohja päätelaitetta varten.

Seuraava tiketti tarjosi 4G-yrityслиittymän valmistelun. Tutkittiin asiakkaan liittymän suunnittelutietoja ja selvisi, että liittymälle haluttiin yksi VPRN, joka reititettiin VLANin 1006 läpi rungolta asiakkaan suuntaan ja CE-laitteen konfiguraatiopohjaan määritettiin viisi VLANia kulkemaan läpi samasta portista. Tässä piti erityisesti muistaa määrittää asiakasportin tilaksi ”trunk” sekä kertoa portille mitkä VLANit oli sallittua päästää läpi. Kyseessä oli Ciscon kytkin, joten

määritykset tehtiin seuraavilla komendoilla, *"switchport trunk encapsulation dot1q"*, *"switchport mode trunk"* ja *"switchport trunk allowed vlan 100,101,102,103,104"*.

Päivän viimeinen tiketti jäi kesken. Otettiin järjestelmästä tiketti ja lyhyen tutkimisen jälkeen selvisi, että liittymäksi haluttiin 4G. Tällaisen liittymän tapauksessa piti tiketiltä löytyä asiakkaalle määritetty SIM-kortti ja sen puhelinnumero, mutta tällä tiketillä sitä ei ollut. Saatiin kuitenkin selvitettyä, että puhelinnumeron puuttuminen johtui robotin viallisesta toiminnasta, se ei osannut hakea jostain syystä numeroa tietokannasta. Tällaisia tapauksia varten on käytössä vararobotti, joka saa ensimmäisen robotin työn omaan työjonoonsa, mikäli se epäonnistuu. Vararobotin tiketiltä selvisi, että huomiseen mennessä saataisiin puhelinnumero.

### **Keskiviikko 12.10.2022**

Päivä alkoi eilen kesken jääneen mobiililiittymän valmistelulla. Robotti oli saanut haettua puhelinnumeron tietokannasta ja se löytyi nyt tiketiltä, joten eiliseltä jäänyt liittymä saatiin valmisteltua normaalin mobiililiittymän tapaan. Olin jo eilen valmistellut päätelaitteen konfiguraatiopohjan valmiiksi muilta osin paitsi yhdestä kuvauskentästä puuttui puhelinnumero, minkä nyt sinne lisäsin. Puhelinnumero liitettiin myös päätelaitteen mobiilihallintaosoitteeseen, jonka jälkeen tiketti oli valmis.

Seuraavat kaksi tikettiä kuuluivat samalle asiakkaalle, jolle valmisteltiin molemmilla tiketeillä staattinen reitti runkoverosta. Reitit konfiguroitiin muuten normaalin prosessin mukaisesti PE- ja CE-laitteelle, mutta asiakkaan pyynnöstä molempien laitteiden konfiguraatioon määritettiin verkossa kulkevan tietopaketin (engl. Protocol Data Unit, PDU) suurimmaksi kooksi (engl. Maximum Transmission Unit, MTU) normaalin 1 500 tavun sijaan 1 600 tavua, jolloin paketista saatiin tehtyä jumbokehys (engl. Jumbo Frame), joka pystyy kuljettamaan enemmän tietoa kerralla. Tietoverkkojen ja -liikenteen nopean kehityksen johdosta siirrettävän tiedon määrä on myös kasvanut

moninkertaisesti, joten jumbokehysiä tarvitaan tiedonsiirrossa mahdollistamaan suurempien tietoyksiköiden siirtoa verkossa. Tosin niiden huono puoli on se, että ne aiheuttavat hitaimmissa verkoissa ja laitteissa viivettä ja eivät sovi kovinkaan hyvin yhteen muun muassa langattomien verkkojen kanssa, minkä seurauksena jotkin standardikomiteat eivät ole tunnustaneet jumbokehystä. (Messer Studios LLC 2022; Yangyang 2021; Ethernet Alliance 2009.)

Päivän loppuksi opettelin luomaan asiakaskortteja käsin, koska sain uuden tiketin, missä pyydettiin siirtämään ennen viimeistelyä tarvittavat tiedot asiakaskortteille, joka vaati uuden kortin luontia. Onnistuin luomaan ohjeiden pohjalta kortit, jonka jälkeen siirsin ne viimeistelijän työjonoon odottamaan.

### **Torstai 13.10.2022**

Torstai alkoi kolmella Netti Plus -liittymän valmistelulla. Liittymät valmisteltiin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, kuten mikä tahansa muukin bulkkityönä valmisteltava NPL. Kahdessa ensimmäisessä erikoisuutena oli, että molemmissa korvattiin vanhan mallinen puhelinlinjaa käyttävä hitaampi epäsymmetrinen yhteys (engl. Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL) nopeammalla VDSL-yhteydellä. Muutos tehtiin DSL-keskittimelle käyttöliittymän kautta, mistä pystyi muutamalla hiiren painalluksella muuttamaan yhteyden nopeuden sekä käytettävän verkkotekniikan. Nämä muutokset aiheuttivat asiakkaalle yhteyksiin pienen katkoksen, joten tästä syystä asiakasta oli tiedotettu etukäteen. Kolmannen liittymän erikoisuus oli se, että liittymä palautettiin takaisin käyttöön asiakkaalle, koska liittymä oli vahingossa kytketty irti. Tässä suurimmaksi ongelmaksi nousi se, että asiakas halusi takaisin käyttöönsä kaikki aikaisemmat konfiguraatiot. Mikäli liittymä korvataan tai palautetaan normaalin prosessin mukaisesti, asiakkaalle tuodaan vanhalta korvattavalta liittymältä ainoastaan julkinen IP-osoite, kaikki muu tehdään niin sanotusti uutena, toki tässäkin voidaan käyttää harkintaa. Tässä tapauksessa

päätin edetä normaalin prosessin mukaisesti, koska huomasin, että asiakkaalla käytössä ollut VLAN oli jo ehditty ottaa käyttöön toiselle asiakkaalle.

Seuraavista tiketeistä kaksi oli liittymien poistoja ja kolmas eilisen tapainen asiakaskortin luonti. Poistoissa liittymät purettiin normaalin prosessin mukaisesti vapauttamalla IP-osoitteet ja poistamalla PE-laitteelta asetukset automaation avulla. Asiakaskortit luotiin eräässä sovelluksessa, josta löytyi lomake, mihin täytettiin kortille tulevat tiedot liittymästä, joita olivat muun muassa asiakastunniste, laitteiden sarjanumerot ja laitteiden relaatiot.

Päivän loppuun valmistelin kolme mobiililiittymää. Ensimmäisen valmistelussa piti muokata päätelaitekonfiguraatiota sen verran, että siirrettiin asiakkaan reitit kulkemaan toisen VLANin läpi. Kaksi seuraavaa liittymää valmisteltiin normaalin prosessin mukaisesti varaamalla IP-osoitteet ja luomalla päätelaitekonfiguraatiopohja.

## **Perjantai 14.10.2022**

Viikon viimeinen työpäivä alkoi mobiililiittymän valmistelulla. Valmistelu sujui normaaliin tapaan ilman mitään erikoisuuksia. Yksi asia tästä on kuitenkin hyvä mainita, liittymä valmisteltiin 5G:nä. 5G-liittymät valmistellaan samalla tavalla, kuin 4G-liittymät, koska ne eivät eroa toisistaan konfiguraatiosalla.

Päätelaitteen konfiguraatiota joudutaan muuttamaan vain, jos 5G-liittymä tulee käyttöön varmentavana yhteytenä langattomaan toistimeen (engl. Wifi Extender). Konfiguraatiomuutos joudutaan tekemään, jotta päätelaite osaa kommunikoida toistimen kanssa, jossa 5G-liittymä on aktivoituna. Normaalissa 4G- tai 5G-liittymässä asiakkaan käyttöön tulee vain yksi päätelaite.

Otin uuden tiketin, jonka takaa paljastui Ethernet 2.0 -valmistelu. Tiesin, että tämän tyyppiselle liittymälle on olemassa tietokannassa ohjeet, joten etsin ne ja aloin niiden pohjalta valmistelemaan liittymää. Ensimmäisenä loin liittymälle asiakaskortin, mikä oli minulle jo tuttua. Toisena vuorossa oli runkoverkon L3-reitin konfigurointi automaatiolla, joka oli myös tuttua, koska tällainen reitti

konfiguroidaan aina myös bulkkityönä tehtävissä kiinteissä Netti Plus -liittymissä. Viimeisenä konfiguroitiin L2-reitti automaation avulla, joka oli minulle uutta. Reitti konfiguroitiin P2MP -menetelmällä, jotta se mahdollistaa moneen eri pisteeseen yhdistämisen nielurajapinnasta operaattoreiden kantoverkkojen välille (Elisa Carrier Services 2021).

Päivän viimeiseksi jäänyt tiketti oli mobiiliyritysluottimän valmistelu. Tutkin tikettiä tarkemmin ja keräsin tarvittavat tiedot asiakkaasta ylös, joiden avulla valmistelu onnistuisi. Asiakkaalle piti valmistella neljä VPRN-pilveä, joiden läpi reitit kulkevat eri asiakkaan kohteisiin. Sain kaikki muut paitsi viimeisen reitin valmisteltua, kunnes huomasin, että viimeiseltä pilveltä puuttui reitti mobiilinieluilulle, mikä tarkoitti sitä, että pilven täytyi olla melko uusi ja sinne ei ole tehty vielä yhtään mobiilireittiä. Työpäivä alkoi olla loppuillaan, joten varasin vielä kaksi hallintaosoitetta, joita tarvitaan nielujen luonnissa ja päätin työpäivän.

#### **Viikkoanalyysi 4**

Tämä viikko tarjosi lähes kaikkea, mitä Elisan NOC:ssä työskentely voi tarjota. Valmisteluiden kannalta tämä tarkoitti erilaisia tikettejä laidasta laitaan. Viikon aikana uusina asioina vastaan tuli normaalin kokoisen tietopaketin konfigurointi jumbopaketiksi ja Ethernet 2.0 -liittymän valmistelu. Molemmat näistä saatiin valmisteltua onnistuneesti ilman suurempia ongelmia, koska Elisalla on käytössä oma tietokanta, josta löytyy paljon erilaisia ohjeita dokumentoituna, joiden avulla hankalampienkin töiden valmistelu onnistuu melko hyvin, mutta joissain tapauksissa ohjeita joutuu soveltamaan asiakkaan tarpeiden mukaan.

Tietopaketin koon muuttaminen oli helppo homma, missä käytiin muuttamassa yhteen kenttään arvoksi 1600 tavua automaatiojärjestelmän käyttöliittymässä, jonka jälkeen PE-laitteen konfigurointi suoritettiin automaation avulla loppuun. Toinen asia, mikä piti tehdä, oli parin komennon lisääminen asiakkaan päätelaitteen konfiguraatioon. Laitteelle määritettiin kahden portin alle suoraan komento *"mtu 1600"*. Muutokset jouduttiin tekemään, jotta laitteet osaisivat käsitellä normaalia isompia paketteja.



Ethernet 2.0 -liittymän valmistelussa uutena asiana tuli L2-reitin luonti. Reitin luomiseen käytettiin puhtaasti automaatiojärjestelmää, joten käsin ei tarvinnut koskea PE-laitteen konfiguraatioon. Ongelmaksi muodostui kuitenkin puutteelliset suunnittelutiedot, joten jouduin olemaan yhteydessä suunnittelijaan. Suunnitteluista puuttui VLAN, joka määritettiin PE-laitteelle. Olin yhteydessä suunnittelijaan, sain VLANin ja pääsin jatkamaan valmistelua. Valmistelu sujui lopulta hyvin ja opin todella paljon uutta L2-reittien käytöstä L3-reittien tukena operaattoreiden välisessä verkkoliikenteessä.

Viikon ajalta vielä yksi mieleen jäänyt esille nostettava työ oli mobiilinielujen konfiguroiminen uudelle VPRN-pilvelle. Nielusta puhutaan, kun tietyn tyyppiset yhteydet reititetään tietyn runkoverkon laitteen kautta, jolloin tästä laitteesta käytetään nimitystä ”nielu”. Mobiilinielut on Elisalla määritetty kahteen tiettyyn PE-laitteeseen. Näihin laitteisiin konfiguroidaan asiakaskohtaiset asetukset. Konfigurointi tapahtuu käsin, eli asetukset määritetään suoraan laitteiden konfiguraatioon. Nielujen määrittämiseen liittyy myös IP-osoiteavaruuden varaaminen pilvelle, minne reititykset nieluilta rakennetaan. Tietty avaruus varataan, jotta nielut osaavat reitittää verkkoliikenteen oikeaan pilveen. Ratkaisu on mielestäni toimiva, mutta erittäin työläs valmistelijan näkökulmasta. PE-laitteille tehtävää konfigurointia voisi esimerkiksi yrittää automatisoida. Ratkaisu automatisointiin voisi olla se, että muokattaisiin jo olemassa olevaa automaatiojärjestelmää sen verran, että se osaisi muodostaa tiettyjen muuttujien pohjalta nielukonfiguraation ja määrittäisi sen PE-laitteille. Tällä säästettäisiin paljon asiantuntijan työaikaa.

### 3.5 Seurantaviikko 5

#### **Maanantai 17.10.2022**

Viikko alkoi DMVPN-tunnelien konfiguroinnilla mobiilinieluille. Nieluille tuleva konfiguraatio luotiin Excel-tiedostolla, johon lisättiin hallintaosoitteet, VPRN-pilven nimi ja asiakkaan nimi. Näiden tietojen pohjalta Excel-tiedosto loi kaksi

konfiguraatiopohjaa liitettäväksi mobiilinieluille. Ennen konfiguraatioiden liittämistä nieluille piti tarkistaa, että nieluilla ei ollut käytössä VLANia, joka Excel-tiedosta valittiin konfiguraatioon. Tämä tarkistettiin kirjautumalla molemmille nielulaitteille ja antamalla komento ”*show running-configuration*”. Avautuvasta konfiguraatiosta etsittiin asiakkaalle tulevaa VLANia eikä sitä löytynyt, joten todettiin, että se on vapaa käytettäväksi nielulaitteilla. Tämän jälkeen konfiguraatiot liitettiin nielulaitteille osio kerrallaan, jotta voitiin varmistaa, että konfiguraatiossa ei ole virheitä. Liittämisen jälkeen konfiguroitiin automaatiolla reitti runkolaitteelta toiselle PE-laitteelle, jonka kautta reitti kulkee nieluille. Viimeisenä luotiin konfiguraatiopohja CE-laitteelle, jonka jälkeen asiakkaan mobiililiittymä oli valmis.

Seuraavaksi tikettijärjestelmä tarjoi neljä mobiililiittymää valmisteltavaksi samalle asiakkaalle. Liittymien tiketit aiheuttivat aluksi hämmennystä, koska ne olivat muodostuneet siten, että tilauksella tiketit näyttivät olevan yritysliittymiä, mutta lyhyen selvittelyn jälkeen todettiin tikettien olevan NPL:iä, joten ne valmisteltiin kokonaisuudessaan automaation avulla luukuunottamatta IP-osoitteiden varauksia. Osoitteet varattiin toisesta järjestelmästä ja siirrettiin automaatiojärjestelmään, joka loi CE-laitteelle tarvittavan konfiguraatiopohjan. NPL:t valmistellaan aina yhden VPRN-pilven kautta, jota kutsutaan Internet-pilveksi, kun taas liittymän ollessa yritysliittymä voidaan liittymä reitittää monen eri pilven kautta, minkä ideana on erottaa asiakkaan tiloihin tulevat verkot toisistaan, joita voivat esimerkiksi olla vierasverkko ja työntekijöille tarkoitettu verkko.

Mobiililiittymien jälkeen oli vuorossa kerran vuodessa pidettävä kehityskeskustelu esihenkilön kanssa. Keskustelulle oli varattu aikaa kaksi tuntia, joten loput työpäivästä meni siihen. Keskustelussa käytiin läpi kehittymistäni asiantuntijana ja mitä tavoitteita minulla on tulevaisuutta ajatellen. Keskustelun aikana sain hyvää palautetta muun muassa uusien asioiden nopeasta omaksumisesta ja proaktiivisuudesta. Keskustelu päätettiin siihen, että todettiin kaiken sujuvan hyvin ja jatketaan samaan malliin, niin insinöörin työnimike ei ole enää kaukana.

**Tiistai 18.10.2022**

Työpäivä alkoi muutaman Netti Plus -mobiililiittymän valmistelulla. Liittymien tiketeiltä selvisi, että ne kuuluivat samalle asiakkaalle, kuin eilen valmistelemani neljä mobiililiittymää. Tiketeissä oli myös samat virheelliset tiedot, joiden pohjalta olisi voinut luulla liittymien olevan yritysliittymiä, mutta eilisen selvitystyön myötä tiesin, että liittymät voi valmistella Netti Plus -liittyminä. Liittymät valmisteltiin normaalin prosessin mukaisesti lukuun ottamatta yhtä poikkeusta. Asiakkaiden asiakaskorteille lisättiin tiedotus- ja hälytyslista. Listoilla oleviin asiakkaan sähköpostiosoitteisiin ilmoitetaan verkossa esiintyvistä poikkeuksista ja häiriöistä. Tällaiset listat lisätään aina tiettyjen asiakkaiden kortteille.

Seuraava työ oli taas mobiililiittymä, mutta tällä kertaa se oli yritysliittymä ja toiselle asiakkaalle. Koska kyseessä oli yritysliittymä, sille haluttiin käyttöön tietty VPRN-pilvi, jonka kautta liikenne reititettäisiin. Selasin asiakastietoja asiakkaan Excel-tiedostosta, joista selvisi, että asiakkaalle on luotuna kolme VPRN-pilveä mukaan lukien tiketillä pyydetty pilvi, joka ei aina ole itsestään selvää, koska tiketillä saatetaan vain ilmoittaa, että halutaan tämän niminen pilvi kertomatta tarkemmin, että onko pilvi jo luotu vai ei. Kun tiedosto oli selattu ja tiedot tarkistettu voitiin liittymä valmistella loppuun. Tiedostosta otettiin IP-osoitetiedot reititystä varten ja ne määritettiin työkaluun, joka loi konfiguraatiopohjan asentajan kopioitavaksi asiakkaan päätelaitteelle, jonka jälkeen tiketti voitiin sulkea valmiina.

Tikettijärjestelmä antoi seuraaviksi töiksi kaksi liittymän poistoa. Kumpaakaan näistä ei voitu kytkeä irti, koska molempien korvaavia liittymiä ei ollut otettu käyttöön. Tiketeille kirjattiin syy miksi irtikytkentää ei voitu tehdä ja siirrettiin määräpäivää pitkälle tulevaisuuteen, koska kummankaan liittymän käyttöönottopäivästä ei ollut tietoa.

Päivän viimeinen tiketti sisälsi Netti Plus -liittymän. Liittymälle haluttiin peruspaketti, eli se reititettiin runkoverkolta asiakkaan päätelaitteelle staattisena ja lopuksi luotiin konfiguraatiopohja päätelaitteelle. Rungolta lähtevä staattinen

reitti luotiin automaatiolla, jolle annettiin vain asiakkaan IP-osoitetiedot ja VLAN. Konfiguraatiopohja luotiin toisella automaatiojärjestelmällä, jolle annettiin samat tiedot, kuin rungon konfiguroineelle automaatiolle.

### **Keskiviikko 19.10.2022**

Aamu alkoi kesken olevan työn tiketin tarkastamisella. Tiketillä olevaa työtä yritettiin jo maanantaina valmistella, mutta esteeksi muodostui toisella yhteydellä käytössä oleva VLAN, jonka oli tarkoitus tulla käyttöön tämän tiketin liittymälle. VLANia ei voi tässä tapauksessa itse määrittää, vaan se pitää saada suunnittelun kautta, koska kyseessä on Ethernet 2.0 -liittymä. Tämän tyyppiseen liittymään tulee kaksikerroksinen VLAN, joka tarkoittaa sitä, että sisempi VLAN on Elisan määrittämä ja ulompi asiakkaan. Ongelmaa ei olisi, jos käytössä oleva VLAN olisi sisempi, koska tällöin voitaisiin vain valita seuraava vapaa VLAN mutta, koska kyseessä on asiakkaan määrittämä VLAN, tarvitsee suunnittelun pyytää uusi vapaa VLAN asiakkaalta, jotta reititys saadaan toimimaan myös liikenteen siirtyessä asiakkaan verkkoon. Liikenteen siirtyessä Elisan verkosta asiakkaan verkkoon, käytetty VLAN vaihtuu asiakkaan VLANiin ja päinvaistoin. Tikettiä tutkittiin ja huomattiin, että VLANia ei ole ilmestynyt tiketille, joten tiketti jäi edelleen työjonoon odottamaan.

Seuraavana vuorossa oli kolme irtikytkentää. Näistä ensimmäisessä kytkettiin irti palomuuripalvelu. Valmistelun vastuu tällaisessa irtikytkennässä on poistaa runkoverkolta reitti muurille ja varsinaisen palomuurin irtikytkennän tekee tietoturvakeskukseen palomuuritiimi. Toisella tiketillä pyydettiin poistamaan kahdennetun yhteyden varaliittymä. Varaliittymä voitiin poistaa vasta kun varmistettiin, että korvaava varaliittymä oli otettu käyttöön. Korvaavan liittymän tiketiltä havaittiin, että liittymää ei ole otettu käyttöön, joten irtikytkentää ei voitu suorittaa. Kolmannella irtikytkennällä haluttiin poistaa mobiililiittymä käytöstä, joka tehtiin vapauttamalla IP-osoitteet ja kytkemällä asiakaskortti pois tuotannosta.

Otin seuraavan tiketin jonosta. Sillä haluttiin nostaa olemassa olevan liittymän nopeutta 500 Mb:stä/s 1 Gb:iin/s ja samalla vaihtaa asiakkaan Huaweiin päätelaite toiseen malliin. Nopeus nostettiin automaation avulla päivittämällä olemassa olevia asetuksia. Asetuksista valittiin alavetovalikosta haluttu nopeus ja painettiin päivitys-painiketta. Päätelaite vaihdettiin myös automaation avulla ajamalla tästä laitteelle tulevan konfiguraatiopohjan luonti uudelleen valitsemalla alavetovalikosta uusi laite vanhan tilalle.

Kello alkoi lähentyä puolta kolmea, joka tarkoitti sitä, että oli päivän viimeisen tiketin aika. Otin tiketin jonosta. Tiketillä haluttiin tällä kertaa vaihtaa pelkkä asiakkaan päätelaite, joten työ oli nopea. Automaatiolla ajettiin provisiointiosuus uudelleen uudella laitteella ja työ oli tiketin sulkua vaille valmis. Tiketin sulkuvaiheessa tiketille laitettiin asentajalle vielä ohje, että miten uuden laitteen konfiguraatiopohja ajetaan laitteelle sekä mikä VLAN asiakkaalle tulee käyttöön.

### **Torstai 20.10.2022**

Aamu alkoi paljon taustatyötä vaatineella yritysliittymän valmistelulla eräälle sairaanhoitopiirille. Liittymälle haluttiin neljä VPRN-pilveä, joista yksi oli Elisan hallintaa varten. VLANeja pilviin tuli yhteensä 23 kappaletta. Taustatyön aikana muun muassa jouduttiin etsimään kaikkien VLANien IP-osoitteet asiakkaan Excel-tiedostosta, jota vaikeutti tiedoston epäkäytännöllinen muotoilu, jossa IP-osoitteet oli pilkottu neljään osaan eri kenttiin tuntemattomasta syystä, joka tarkoitti sitä, että osoitteet jouduttiin kokoamaan Excelin avulla takaisin kokonaiseksi osoitteeksi yhteen kenttään ennen, kuin ne voitiin kopioida myöhempää käyttöä varten. Tämä osa työstä vei ehdottomasti eniten aikaa suuren manuaalisen työmäärän takia. Mielestäni tämän asiakkaan Excel-tiedosto pitäisi päivittää siten, että osoitteita ei joudu jokaisen liittymän kohdalla kokoamaan. Toisaalta tiedostossa on todella paljon liittymiä, joten onko päivittäminen sen vaivan arvoista? Toinen voisi sanoa, että on ja toinen taas ei, mutta ilmeisesti ei on saanut enemmän kannatusta, koska tiedostoa ei ole tähän mennessä päivitetty. Osoitteiden kopioimisen jälkeen varattiin WAN-linkin

IP-osoitteet järjestelmästä jokaiselle pilvelle ja tarkastettiin, että ne eivät ole käytössä runkolaitteilla. Tarkistukset tehtiin komentosarjan avulla, joka etsi osoitteita runkolaitteilta ja palautti tuloksena laitteen ja sijainnin, jos osoite oli käytössä, ei ollut. Loput työvaiheet valmistelussa tehtiin samalla tavalla, kuin Netti Plus -liittymissä, eli annettiin kerätyt tiedot automaatiolle, jonka avulla konfiguroitiin runkolaitteet ja luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan päätelaitteelle.

Seuraavaksi sain kiireellisen työn esihenkilöltäni. Myynnistä oli tilattu väärin kolme saman kohteen mobiili liittymää. Liittymät oli tilattu Netti Plus -liittyminä, vaikka ne olisi pitänyt tilata yritysliittyminä. Väärin tilatuilta liittymiltä selvitettiin puhelinnumerot, siirrettiin uusille liittymille ja liitettiin uusiin asiakastunnuksiin. Siirtojen jälkeen määritettiin vanhojen liittymien tietoja käyttäen uudet konfiguraatiopohjat asiakkaan päätelaitteille. Pohjiin lisättiin automaation avulla haluttu oikea VPRN-pilvi ja poistettiin samalla virheellinen Internet-pilvi. Lopuksi ilmoitettiin esihenkilölle, että uudet liittymät ovat valmiita ja tämän jälkeen voitiin lopettaa työpäivä, koska kello alkoi lähentyä kolmea.

### **Perjantai 21.10.2022**

Päivä alkoi tavallisen 4G-yritysliittymän valmistelulla. Tiketiltä haettiin asiakkaalle tulevien VPRN-pilvien tiedot ja puhelinnumero. Asiakkaalle konfiguroitiin kaksi pilveä, joiden kautta liikenne kulkee tiettyyn asiakkaan kohteeseen. Puhelinnumero liitettiin DMVPN-tunnelin hallintaosoitteeseen, jotta tätä kautta voidaan myöhemmin NOC:n toimesta päästä käsiksi asiakkaan päätelaitteelle tekemään mahdollisia etämuutoksia tai -korjauksia ja tällä varmistettiin myös se, että asiakkaan päätelaite tunnistaa SIM-kortin, jolle liitetty puhelinnumero kuuluu. Pilville tulevat IP- ja VLAN-tiedot haettiin asiakkaan Excel-tiedostosta. Molempiin pilviin konfiguroitiin yksi VLAN, yksi julkinen verkko asiakkaan lähiverkon suuntaan ja yksi hallintaverkko Elisan PE-laitteen ja asiakkaan CE-laitteen välille. Lopuksi noudetut tiedot liitettiin automaatiojärjestelmään, joka loi CE-laitteelle konfiguraatiopohjan.

Seuraavaksi valmisteluun tuli tikettijonosta kolme Netti Plus -liittymää. Liittymistä kaksi valmisteltiin perusprosessin mukaisesti. Kerättiin tiedot liittymistä kasaan, syötettiin tiedot automaatiolle, jolla konfiguroitiin runkoyhteydet asiakkaiden ja Elisan runkoverkon välille sekä luotiin konfiguraatiopohjat CE-laitteille. Kolmas liittymä ei ollut ihan tavallinen valmistelu. Se tehtiin muuten samalla tavalla, kuin kaksi aikaisempaa, mutta CE-reitittimen porttiin tuli kiinni Huaweiin kytkinpino, joka toteutettiin siten, että ensimmäinen kytkin (kytkin-1) kiinnitettiin CE-reitittimeen ja loput pinon kytkimet tähän ensimmäiseen kytkimeen ns. viuhkana. Ensimmäiseen kytkimeen oli kiinnitetty kytkimet kaksi ja kolme (kytkin-2, Kytkin-3), joista kytkin-3:een määritettiin asiakasportiksi G0/0/23 ja kytkin-1:n porttiin G0/0/24. Kytkin-1:llä kytkin-3 määritettiin porttiin G0/0/22 ja CE-laite porttiin G0/0/24. Jotta tällainen toteutus saatiin toimimaan oikein, määritettiin kytkin-3:n asiakasporttiin asiakaskohtaiset konfiguraatiot sekä portin G0/0/24 läpi päästettiin asiakkaan VLAN, näiden jälkeen päästettiin vielä kytkin-1:n porteista G0/0/22 ja /24 asiakkaan VLAN läpi kohti runkoverkkoa. Kytkin-3:lla asiakasporttiin määritettiin konfiguraatiot komennoilla *"description <asiakkaan sijaintitiedot>"*, *"port hybrid tagged vlan 1008"* ja *"port hybrid pvid vlan 1008"* ja G0/0/24 porttiin *"port trunk allow-pass vlan 1008"*. Kytkin-1:llä portteihin G0/0/22 ja G0/0/24 määritettiin konfiguraatio *"port trunk allow-pass vlan 1008"*.

## **Viikkoanalyysi 5**

Viides viikko sujui hyvin lukuun ottamatta pieniä ongelmia Ethernet 2.0 -liittymän S-VLANin kanssa. Odotin lähes koko viikon suunnittelulta uutta VLANia, mutta turhaan, joten vapautin tiketin omasta jonostani torstaina. Perjantaina kollega otti minuun yhteyttä ja kertoi ottaneensa käsittelyyn tämän saman liittymän. Liittymälle oli nyt tullut se kaipaamani VLAN. Kollega kyseli mitä olin jo ehtinyt liittymälle valmistella. Kerroin, että olin ehtinyt varaamaan IP-osoitteet ja konfiguroimaan L3-reitin, joten kollegalle ei jäänyt, kuin L2-reitin konfigurointi ja liittymä oli valmis. Myöhemmin selvisi, että VLAN oli kirjattu tikettijärjestelmään 17.10. suunnittelun toimesta, mutta järjestelmän virheen takia se ei koskaan

ollut ilmestynyt minun ja suunnittelun väliseen viestiketjuun. Tämän järjestelmävirheen takia liittymän toimitus oli vähällä myöhästyä, mutta asentaja ei ollut ehtinyt poistua kohteesta, joten kollegani valmisteli sekä viimeisteli liittymän samalla, kun asentaja odotti asiakkaan tiloissa. Tämä ei olisi onnistunut, jos L3-reittiä ei olisi ollut jo valmisteltuna, koska aikaa olisi kulunut liikaa. Tästä opin erityisesti sen, että tiketti kannattaa tutkia tarkasti ja sen jälkeen valmistella niin pitkälle kuin mahdollista, vaikka siitä puuttuisi jokin valmistelun loppuun asti viemiseksi tarvittava tieto, koska se etukäteen tehty valmistelu voi auttaa jatkossa hyvinkin paljon, kuten tässäkin tapauksessa kävi.

Toinen viikosta mieleen jäänyt asia oli teknologia nimeltä DMVPN eli dynaaminen monipisteinen virtuaalinen yksityinen verkko. DMVPN toimii periaatteessa samalla tavalla, kuin VPN eli sillä tunneloidaan pisteiden välille turvallinen reitti tiedonsiirrolle Internetin yli. Ero tulee siinä, että DMVPN on tarkoitettu yritysten verkkojen välisien tunnelien luomiseen, jotka eivät ole staattisia vaan dynaamisia. DMVPN:n toimintaa voidaan kuvailla hieman samantyyppiseksi, kuin dynaamisen IP-osoitteen. Molemmissa tapauksissa hallinta tapahtuu keskitetysti toiselta laitteelta. IP-osoitteen tapauksessa DHCP-palvelin hallinnoi jaettavia osoitteita ja DMVPN:n tapauksessa Hub-laite (Elisalla käytetään usein nimitystä "nielu" tai "mobiliinielu") tunneleita. DMVPN käyttää arkkitehtuuria nimeltä "Hub and Spoke", jonka ideana on keskitetty usean päätelaitteen yhtäaikainen hallinnointi. Hub on päälaitte, jolta spokejen eli päätelaitteiden hallinta tapahtuu. Hubi siis luo tunnelit dynaamisesti itsensä sekä spokejen välille. Spokejen välille luotu tunneli mahdollistaa turvallisen liikenteen, jolloin liikenteen ei tarvitse kulkea joka kerta hubin kautta. Erityisen hyödyllinen DMVPN on silloin, kun asiakkaan kohteessa päätelaitteet vaihtavat paikkaa useasti. (McCauley 2020.) DMVPN oli minulle täysin ennestään tuntematon teknologia ennen Elisalle tuloa, mutta nyt koen ymmärtäväni hiukan paremmin, että mistä siinä on kyse. Maanantaina tekemässäni nielun konfiguraatiossa oli siis kyse hub-laitteen konfiguraatiosta. Konfiguraatiossa määritettiin laitteelle uusi pilvi, jonka kautta dynaamiset tunnelit luotiin asiakkaan suuntaan.



### 3.6 Seurantaviikko 6

#### **Maanantai 24.10.2022**

Maanantai alkoi hieman normaalista poikkeavilla valmisteluilla. Tiketillä pyydettiin valmistelemaan varmentava mobiili liittymä (varaliittymä). Tällaisessa tapauksessa ohjeistus on, että tikettijärjestelmästä pitää etsiä myös varmennettava liittymä (päälliittymä), varata se ja valmistella samaan aikaan varaliittymän kanssa. Järjestelmästä etsittiin ja varattiin päälliittymä, jonka jälkeen voitiin aloittaa molempien liittymien valmistelut. Ensimmäisenä tutkittiin tikettien sisältöjä, joista saatiin valmisteluja varten tarvittavat tiedot liittymistä. Tiedoista mm. selvisi, että päälliittymä on kiinteä kuituyhteys, joka reititettiin Elisan erään PE-laitteen kautta DNA:n verkkoon. WAN-linkin BGP-reititys toteutettiin automaatiolla, jolle annettiin parametreina PE-laite ja portti, ulompi ja sisempi VLAN, IP-osoite WAN-linkin molempiin päihin ja autonomisen järjestelmän (engl. Autonomous System, AS) numero. PE-laite ja portti annettiin, jotta reititys luotiin oikean laitteen kautta. Kaksi VLANia määritettiin, koska sisemmän VLANin avulla liikennettä kuljetettiin Elisan verkossa ja ulomman DNA:n verkossa. WAN-linkin osoitteet konfiguroitiin kahden PE-laitteen välille. AS-numeron avulla kerrottiin minkä järjestelmän kautta reitityksen tuli kulkea. Seuraavana vuorossa oli varaliittymä. Liittymälle luotiin CE-laitteen konfiguraatiopohja ja tehtiin asiakaskortille linkitys päälliittymään. Pohja luotiin automaation avulla, jolle annettiin parametreina PE- ja CE-laitteen välisen linkin IP-osoitteet, pää- ja varaliittymän VLANien LAN-osoitteet, VRRP-osoite ja sama AS numero, kuin päälliittymälle. Asiakaskorttiin linkitys tehtiin lisäämällä päälliittymän asiakaskortin tunnus varaliittymän kortille. Tämä edellä esitetty pää- ja varaliittymän valmistelun kuvaus on hyvin yksinkertaistettu versio, koska aihe on hyvin laaja ja siitä saisi täysin oman raporttikokonaisuuden, jos kaikki vaiheet avattaisiin yksityiskohtaisesti.

Seuraavaksi sain kiireellisen muutostyön tehtäväksi. Liittymän runkoreitti oli aiemmin valmisteltu tiettyyn laitteeseen ja porttiin, mutta jostain syystä nämä tiedot olivat tiketillä virheelliset. Muutostyönä runkoreitti valmisteltiin uuteen

laitteeseen ja porttiin, jotka suunnittelu oli varmistanut oikeiksi. Ensimmäisenä vanha virheellinen reitti poistettiin rungolta automaatiolla.

Automaatiojärjestelmästä etsittiin asiakastunnuksella reitti, otettiin hallintaverkko, julkinen verkko ja liittymällä käytetty VLAN ylös tiedoista, jonka jälkeen reitti poistettiin painamalla delete -painiketta. Seuraavaksi luotiin automaatiolla uusi reitti liittämällä järjestelmään poistetulta reitiltä otetut tiedot sekä lisättiin uusi laite ja portti. Mikäli liittymä olisi tehty täysin uutena, niin rungon konfiguraation lisäksi olisi pitänyt luoda konfiguraatiopohja asiakkaan päätelaitteelle, mutta nyt sitä ei tarvinnut luoda, koska se oli jo aiemmin luotu. Päätelaitteen konfiguraatioon ei tehty muutoksia, koska IP-osoitteet pysyivät muuttumattomina.

Loput työpäivästä kului poistojen parissa. Jokaisen tiketin kohdalla tutkittiin, että löytyykö tiketiltä tarkkaa päivää ja aikaa poistolle. Mikäli näitä ei löytynyt selvitetiin liittymältä, että kulkiko asiakkaan päätelaitteella vielä liikennettä. Jos liikennettä havaittiin, niin liittymää ei kytketty irti, koska se tarkoitti, että se oli vielä käytössä. Päätelaitteella liikenteen kulku selvitetiin tarkastelemalla UP-tilassa olevien porttien tietoja komennolla *"show interface x/x/x"*, joka näytti mm. portin läpi kulkevien pakettien määrän aikavälillä, joka portille oli konfiguroitu. Liittymillä, joilla ei havaittu liikennettä kytkettiin irti. Poistot tehtiin suurimmaksi osaksi automaatiolla: vapautettiin IP-osoitteet, purettiin reititys runkoverkolta ja poistettiin asiakaskortti tuotantotilasta.

### **Tiistai 25.10.2022**

Tiistaiamu alkoi kahdella poistolla. Liittymien tiedot tarkistettiin ja kartoitettiin samalla, että voitiinko ne kytkeä irti. Kummaltakaan liittymältä ei tutkinnan aikana löydetty mitään poistoa estävää tietoa, mutta havaittiin liittymien olevan kiinteällä yhteydellä toimivia Netti Plus -liittymiä, joten ne voitiin kytkeä irti lähes kokonaan automaatiolla. Ensimmäisenä vapautettiin IP-osoitteet. Toisena etsittiin automaatiojärjestelmästä asiakkaan runkoreitit asiakastunnuksella ja poistettiin ne yksinkertaisesti painamalla delete-painiketta. Viimeisenä otettiin

asiakaskortti pois tuotannosta. Asiakaskortit ovat eri järjestelmässä, kuin runkoreititykset, mutta ne etsittiin samalla tavalla, kuin runkoreitit toisessa järjestelmässä. Itse poisto tehtiin muuttamalla kortin tila production-tilasta removed-tilaan.

Päivän toinen työ oli kahdennetun yhteyden varayhteyden korvaaminen uudella yhteydellä. Ensimmäisenä tutkittiin pääliittymää ja otettiin asiakkaan päätelaitteen konfiguraatiosta talteen WAN suuntaan määritetyt verkot, koska näitä tarvittiin uuden varayhteyden määrittämisessä. Verkot saatiin selville kirjautumalla laitteelle ja antamalla komento *"show interface description"*, jotta nähtiin laitteen fyysiset ja loogiset portit sekä VLANit. Etukäteen tiedettiin, että asiakkaalla on käytössä VLANit 1006 ja 1007 laajaverkon suuntaan. Annettiin komennot *"show run int vl1006"* ja *"show run int vl1007"*, joilla saatiin selville VLANien käyttämät verkot. Seuraavaksi otettiin uuden varaliittymän tiedot ylös, joihin kuului mm. IP-osoitteet, VLANit, AS-numero, PE-reititin ja siltä käyttöön tuleva portti. Tietojen kasaamisen jälkeen luotiin runkoverkon reititys automaatiolla, jolle annettiin parametreina edellä mainitut tiedot. Runkoreitityksen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan päätelaitetta varten antamalla automaatiolle parametreina WAN ja LAN IP-osoitteet, AS-numero, pääliittymän IP-osoitteet ja viimeiseksi VRRP-osoite. VRRP-osoitteella mahdollistettiin kahdennetulle liittymälle yksi looginen oletusyhdyskäytävä (engl. Default Gateway).

Päivän viimeisenä työnä valmisteltiin kahdennetun yhteyden pääyhteys, varayhteys oli valmistelu jo aiemmin toisen asiantuntijan toimesta. Pääyhteyden valmistelu tehtiin pääpiirteittäin saman kaavan mukaan, kuin aikaisemman tiketin varayhteyden valmistelu. Automaatiolle annettiin runkoreitin ja konfiguraatiopohjan luomiseen samat parametrit, mutta tietenkin eri arvoilla, koska kyseessä oli täysin eri asiakas ja yhteys. Ainoa ero aikaisempaan varaliittymän valmisteluun oli se, että tässä yhteydessä varmistustaso oli hieman korkeampi ja reititys konfiguroitiin kulkemaan pää- ja varayhteydellä täysin eri laitteiden kautta, kun aikaisemmalla liittymällä ne reititettiin asiakkaan yhden CE-laitteen läpi.

## Keskiviikko 26.10.2022

Keskiviikkona aloitettiin kolme päivää kestävä Elisan järjestämä BGP-koulutus, joka kohdennettiin Ciscon laitteille. Koulutuksessa luennottiin BGP-reitityksestä ja tehtiin konfiguraatioharjoituksia virtuaalisessa laboratorioympäristössä Ciscon laitteilla.

Kurssin aluksi käytiin läpi mitä kurssilla tullaan tekemään ja esiteltiin itsemme muille kurssilaisille. Tämän jälkeen tutustuttiin autonomisien alueiden toimintaan. Luennolla kerrottiin autonomisten alueiden jakautuvan maailman laajuisesti neljään isompaan kokonaisuuteen. Näistä kokonaisuuksista Elisa kuuluu alueen kaksi ja kolme rajalle, koska se välittää reittejä autonomisten järjestelmien välillä, mutta ei tee sitä usean eri mantereiden välillä.

Alueista siirryttiin autonomisiin järjestelmiin, joista kerrottiin Internetin rakentuvan näistä. Järjestelmien kerrottiin toimivan julkisilla ja yksityisillä AS-numeroilla sekä, että suurimmalle osalle organisaatioista on annettu vain yksi julkinen AS-numero käyttöön. Tästä esimerkkinä voidaan ottaa Elisan julkinen AS-numero 719, jonka voi löytää googlaamalla.

BGP-reitityksessä kerrottiin olevan kaksi erityyppistä toteutustapaa, yksi- ja kaksikotinen (engl. Single-homed ja Multi-homed). Näistä ensimmäisessä tapauksessa reititys toteutettiin asiakkaalta yhden operaattorin kautta Internetiin ja se voitiin toteuttaa staattisella reitityksellä tai BGP:llä. Toisessa tavassa reititys toteutettiin kahden tai useamman eri operaattorin kautta, jolloin BGP-reititys on pakollinen, koska staattinen reititys on lähes mahdoton määrittää toimivaksi tällaisessa tapauksessa.

Seuraavana puhuttiin BGP:n kahdesta eri tyypistä, ulkoinen BGP (engl. External BGP, eBGP) ja sisäinen BGP (engl. Internal BGP, iBGP). eBGP:stä opin, että sitä käytetään, kun yhteys reititetään AS-numerosta toiseen ja iBGP:stä sen, että sitä käytetään silloin, kun yhteys reititetään saman AS-numeron sisällä. Reititys toteutetaan eBGP:ssä useimmiten fyysisiin IP-osoitteisiin, kun taas iBGP:ssä käytetään loogisia osoitteita, useimmiten takaisinkytkentäosoitteita.

Seuraavaksi syvennyttiin BGP:aan ja sen reititykseen vaikuttaviin ominaisuuksiin (engl. attributes) tarkemmin. Opin, että usein mielletään BGP:n reitittävän AS-numeroiden perusteella, mutta todellisuudessa reitityksessä käytetään useampaa ominaisuutta, joiden perusteella protokolla valitsee parhaan käytettävän reitin. Ominaisuuksista viisi ovat pakollisia konfiguroitavia laitteille. Näiden arvoja on mahdollista muuttaa, minkä ansiosta reitin valikoitumiseen voidaan vaikuttaa. Kokonaisuudessaan ominaisuudet muodostavat BGP-reitin valinta-algoritmin.

### **Torstai 27.10.2022**

Aamu alkoi luennolla eBGP:stä. Luennolla kerrattiin eilen opittua asiaa. Protokollasta kertauksessa korostettiin erityisesti kolmea asiaa, sitä käytetään reititykseen AS-numeroiden välillä, konfigurointi tehdään lähes aina fyysisiin IP-osoitteisiin ja kaikkia sen ominaisuuksia voidaan muokata omiin tarpeisiin sopiviksi.

Seuraavaksi käytiin läpi yleisesti eBGP:n konfigurointiin liittyviä asioita. Yhdeksi suureksi ongelmaksi kerrottiin se, että Ciscon laitteet sallivat automaattisesti eBGP:tä konfiguroitaessa ipv4-osoiteperheen kaikki osoitteet AS-numerosta toiseen, mikäli ennen varsinaista konfiguraatiota laitteelle ei anneta komentoa *"no bgp default ipv4-unicast"*. Tämä voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa vastaanottavan laitteen ylikuormittumisen. Toiseksi käytiin läpi peruskonfiguraatiot, jotka tulee eBGP:tä konfiguroidessa muistaa tehdä ja viimeisenä käsiteltiin eBGP:n tietoturvaan liittyviä asioita. (Ilvesmäki 2022.)

eBGP:n jälkeen käytiin pikaisesti muutama asia läpi iBGP:stä. iBGP:n huono puoli on se, että se ei tuo osoitteita edelliseltä laitteelta, ellei laite itsessään ole niitä oppinut esimerkiksi jonkin muun reititysprotokollan avulla. Yksi sen hyvistä puolista on ns. peilaaminen, joka tarkoittaa reittien jakamista toiselle reitittimelle. Peilaamisella voidaan taklata iBGP:n huonoa reittien oppimista. Jotta peilaaminen toimii, niin reitittimistä pitää muodostaa pareja. (Ilvesmäki 2022.)

Luennon jälkeen alettiin tekemään konfiguraatioharjoituksia Ciscon virtuaaliympäristössä. Harjoituksessa meidät jaettiin pareihin ja annettiin vastualueet. Vastualueet jaettiin AS-numeron mukaan. Yhden numeron alla olevien laitteiden konfigurointi jaettiin kahden parin kesken. Tämä tarkoitti sitä, että minulle jäi konfiguroitavaksi kaksi reitintä, PE ja CPE, joihin konfiguroitiin eBGP ja iBGP. iBGP konfiguroitiin peilaavana järjestelmän runkolaitteilta. Alla esitettyinä laitteille tehdyt konfiguraatiot:

**Konfiguraatio 1** eBPG ja iBGP määritettynä AS20E1-PE-reitittimelle

```
router bgp 20 # Reititin kuuluu autonomiseen järjestelmään 20
  bgp router-id 120.0.1.1 # Reitittimen loopback-osoite
  bgp log-neighbor-changes
  no bgp default ipv4-unicast
  # Naapurijärjestelmät (AS) joihin eBGP-naapuruus on määritetty
  neighbor 10.10.20.0 remote-as 10
  neighbor 10.10.20.0 description AS10E1:Operator
  neighbor 10.20.30.1 remote-as 30
  neighbor 10.20.30.1 description AS30E1:Operator
  # iBGP määrittelyt
  neighbor 120.0.1.5 remote-as 20
  neighbor 120.0.1.5 description Core1-reflector
  neighbor 120.0.1.5 password xxxx
  neighbor 120.0.1.5 update-source Loopback0
  neighbor 120.0.1.6 remote-as 20
  neighbor 120.0.1.6 description Core2-reflector
  neighbor 120.0.1.6 password xxxx
  neighbor 120.0.1.6 update-source Loopback0
  !
  address-family ipv4
    # määrittelyt konfiguraatiossa kaksi
    redistribute connected route-map LocalCustomer
  # Naapuruudet aktivoitu
```

```

neighbor 10.10.20.0 activate
neighbor 10.20.30.1 activate
neighbor 120.0.1.5 activate
neighbor 120.0.1.6 activate
exit-address-family
!
# Sallitut ja ei sallitut mainostuvat BGP-reitit määritetty
route-map LocalCustomer permit 10
  match ip address prefix-list LocalCustomerList
!
route-map LocalCustomer deny 20
ip prefix-list LocalCustomerList seq 10 permit 120.0.128.0/24
ip prefix-list LocalCustomerList seq 20 deny 0.0.0.0/0 le 32

```

**Konfiguraatio 2** AS20-Core1-runkoreitittimen BGP-määrietykset

```

router bgp 20
  bgp router-id 120.0.1.5 # loopback
  # Ryhmänumero, jonka alle tietyt iBGP-laitteet kuuluvat
  bgp cluster-id 201
  address-family ipv4 unicast
  !
  # Naapurilaitteiden määrietykset
  neighbor 120.0.1.1
    remote-as 20
    password encrypted xxxx
    description AS20E1
    update-source Loopback0
    address-family ipv4 unicast
      route-reflector-client
  !
  !
  neighbor 120.0.1.2
    remote-as 20

```

```
password encrypted xxxx
description AS20E2
update-source Loopback0
address-family ipv4 unicast
    route-reflector-client
!
!
neighbor 120.0.1.3
    remote-as 20
    password encrypted xxxx
    description AS20E3
    update-source Loopback0
    address-family ipv4 unicast
        route-reflector-client
!
!
neighbor 120.0.1.4
    remote-as 20
    password encrypted xxxx
    description AS20E4
    update-source Loopback0
    address-family ipv4 unicast
        route-reflector-client
!
!
neighbor 120.0.1.6
    remote-as 20
    description AS20-Core2
    update-source Loopback0
    address-family ipv4 unicast
!
```



Konfigurointiharjoitusten jälkeen saatiin palautetta tehdyistä konfiguraatioista ja käytiin läpi, että miten huomenna tullaan jatkamaan ympäristön konfigurointia ottamalla käyttöön BGP:n ominaisuuksia. Lopuksi käytiin nopeasti läpi mitä ominaisuuksia tullaan ottamaan käyttöön.

## **Perjantai 28.10.2022**

Perjantai aamu alkoi luennolla säännöllisten lausekkeiden (engl. regular expression, regex) käytöstä BGP:n ominaisuuksien konfiguroinnissa. Lausekkeista kerrottiin, että niitä käytetään mm. AS-polkujen (engl. AS\_Path) suodatuksessa. Suodatuksella tässä tarkoitettiin sallittujen tai ei sallittujen reittien suodattamista, esim. *"ip as-path access-list 1 permit ^20\$"* sallii vain kaikki autonomisen järjestelmän 20 reitit, jotka löytyvät listan 1 alta. Lausekkeita ei ole pakko käyttää, vaan ne voidaan korvata mm. maskilistoilla (engl. Prefix-Lists). Maskilistalla tarkoitetaan listaa, johon on määritetty sallitut reitit valmiiksi, esim. *"ip prefix-list testi-lista seq 100 deny 0.0.0.0/0 le 32"* ei salli liikennettä Internetiin, jos verkkomaski on 32 tai pienempi, eli tällöin liikennettä Internetiin ei sallita lainkaan. Maskilistoille ominaista on siis lyhenteiden, kuten "le" tai "seq", jotka tarkoittavat "pienempi tai yhtä suuri kuin" (engl. less or equal) ja "peräkkäisyys" (engl. sequence) käyttö. Kaikki suodattimet voitiin yhdistää käyttämällä reittikarttaa (engl. Route-map). Se tekee kaikista suodattimista yhden listan, esim. *"route-map testi permit 100 match ip address prefix-list testi-lista"* komennolla sallitaan reittikartan "testi" alla olevat reitit, jotka kuuluvat maskilistan "testi-lista" alle. Reittikartta sallii sekä säännöllisten lausekkeiden, että maskilistojen käytön. (Ilvesmäki 2022.)

## **Viikkoanalyysi 6**

Viikon teema oli ehdottomasti BGP ja sillä tehtävät reititykset. Alkuviiikko valmisteltiin pää- ja varayhteyksiä. Näistä päällimmäisenä mieleen jäi reitityksessä käytetty BGP ja siihen liittyneet ominaisuudet. Reitityksestä opin,

että VRRP:tä käytettiin pääsääntöisesti luomaan virtuaalinen reititin pää- ja varaliittymän avuksi. Reititin toimii loogisena oletusyhdyskäytävänä pää- ja varaliittymälle. AS-numeroa käytettiin oikeiden reittitaulujen ohjaamiseen asiakkaan verkon suuntaan. Viikon alun aikana tehtiin myös bulkkitoita. Bulkkitoina kytkettiin irti muutamia Netti Plus -liittymiä. Irtikytkennöissä ei havaittu mitään erityistä.

Keskiviikosta perjantaihin oltiin BGP-kurssilla, joka keskittyi erityisesti BGP:n käyttöön operaattoriverkoissa. Kurssilla kuunneltiin luentoja ja tehtiin konfiguraatioharjoituksia Ciscon virtuaalilaboratoriossa. Harjoituksen operaattoriverkko koostui kuudesta autonomisesta järjestelmästä, AS10, AS20, AS30, AS1000, AS2000 ja AS3000. Asiakkaiden verkot sijaitsivat järjestelmissä AS56001, AS56002 ja AS56003. Harjoituksissa opin paljon uutta asiaa eBGP:stä ja iBGP:stä. Mieleen jäänein oppi oli se, että eBGP-reitittää AS-numeroiden välillä ja iBGP AS-numeron sisällä. Toisena mieleen koulutuksesta jäi erityisesti ominaisuuksien käyttö BGP-reitityksessä. Ensimmäinen näistä oli AS-polku, joka kertoo liikenteelle mitä kautta kannattaa siirtyä eteenpäin, jotta pääse parasta reittiä mainostavaan verkkoon. Toisena regexp ja maskilista, joilla voitiin määrittää tarkempia ehtoja BGP-reititykselle.

Viikko oli mielenkiintoinen koulutuksen takia. Opin paljon uutta asiaa BGP-reititykseen liittyen. Kuulin myös, että tästä kurssista on tulevaisuudessa tulossa jatkokurssi, jota jään odottamaan innolla.

### 3.7 Seurantaviikko 7

#### **Maanantai 31.10.2022**

Maanantai alkoi perinteisellä mobiililiittymän valmistelulla. Tiketiltä etsittiin asiakkaan tiedot, joita olivat mm. asiakkaan nimi, liittymän asennusosoite ja asiakastunnus. Seuraavaksi haettiin asiakkaan Excel-tiedosto asiakkaan nimen perusteella, josta saatiin tiedot yhteydelle määritetyistä IP-osoitteista, VPRN-

pilvistä ja mahdollisista asiakaskohtaisista konfiguraatioista. Tietojen noutamisen jälkeen automaatiolle annettiin asiakkaan tiedot parametreina ja luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan CE-laitteelle. Viimeisenä tehtiin komentosarjan avulla APN-liitos käyttäen asiakkaalle määritettyä puhelinnumeroa ja suljettiin tiketti valmiina.

Seuraavana sain esihenkilöltäni työksi ulkomaan liittymän irtikytkennän. Irtikytkentä aloitettiin tutkimalla tiketin tarjoamat tiedot, joista selvisi asiakas, asiakastunnus, sijainti ja liittymän nopeus. Tiketin tutkimisen jälkeen alettiin selvittämään, että mitkä ovat pää- ja varareitittimen isäntänimet (engl. hostname). Isäntänimi tarkoittaa verkossa olevan laitteen nimeä, jonka muut verkon käyttäjät ja laitteet näkevät. Nimet löydettiin eräällä työkalulla, joka etsii Elisan runkoverkosta laitteita asiakastunnuksella. Nimien löytymisen jälkeen kirjaututtiin laitteille. Laitteista selvisi, että ne ovat Juniperin reitittimiä. Juniperin reitittimiltä poistettiin loogiset portit, vlanit, BGP-ryhmä, johon asiakas kuului ja hyväksyttiin poistot. Alla esitettynä miten konfiguraatiot poistettiin:

```
Juniper irtikytkentä Reitittimeltä tehdyt konfiguraatioiden poistot
# Poistaa loogisen portin ja vlanin
delete interfaces xe-3/9/0 unit 2022
# Poistaa ryhmän, johon asiakas kuuluu
delete routing-instances <asiakkaan VPRN-pilvi> protocols bgp group <asiakkaan
ryhmän nimi>
# Poistojen testaus ja poiston hyväksyntä
commit check
commit and-quit
```

Päivän viimeisenä tiketinä valmisteltiin kiinteä yritysliittymä. Tikettiä tutkittiin ja selvisi, että yhteydelle haluttiin kolme VPRN-reittiä ja 20 Mb/s yhteys jokaiselle reitille. Automaatiolla konfiguroitiin reitit runkoverkolle haluttujen VPRN-pilvien läpi. Seuraavaksi luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan päätelaitteelle, jonka jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

## Tiistai 1.11.2022

Tiistiaamu aloitettiin kahden 4G-yhteyden valmistelulla. Molemmissa yhteyksissä suoritettiin samat toimenpiteet. Ensimmäisenä tutkittiin tiketin sisältö, josta löydettiin asiakkaan tiedot sekä polku asiakkaan suunnittelutietoihin. Toisena varattiin yhteyksille etähallintaa varten laajaverkon IP-osoitteet tähän tarkoitettuun järjestelmästä. Kolmantena tehtiin APN-liitos asiakkaan puhelinnumerolla ja neljäntenä annettiin automaatiolle suunnittelutiedoista saadut tiedot sekä varattu IP-osoite. Automaatiolle annetuilla tiedoilla luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan vietävälle CE-laitteelle. Yhteydet valmisteltiin hyvin nopeassa tahdissa, koska työvaiheita oli melko vähän johtuen yhteyden tyypistä.

Seuraavana työnä valmisteltiin kiinteällä yhteydellä toimiva yritysliittymä. Tiketillä pyydettiin luomaan viisi reittiä eri VPRN-pilvien läpi asiakkaalle. Asiakkaasta kerättiin normaaliin tapaan tiedot kasaan tiketiltä ja suunnittelutiedoista. Seuraavaksi varattiin hallintaosoitteet jokaiselle VPRN:lle. Tietojen keräämisen jälkeen konfiguroitiin automaatiolla runkoyhteys PE-laitteelta CE-laitteelle ja luotiin toisella automaatiotyökalulla CE-laitteelle konfiguraatiopohja.

Päivän viimeisenä työnä valmisteltiin täysin samanlainen yhteys, kuin edellinenkin, paria poikkeusta lukuun ottamatta. Reittejä asiakkaalle valmisteltiin kaksi viiden sijaan, joista molemmat kulkivat oman pilvensä kautta. Reititys toteutettiin BGP:llä käyttäen tiettyä AS-numeroa sekä asiakkaan suuntaan tuotiin kaikki reitit Elisan runkoverkolta. Kaikkien reittien tuominen on melko harvinaista, koska reittejä on todella paljon. Usein asiakkaalta varmistetaan etukäteen, että kaikki reitit halutaan varmasti, koska tarpeettomat reitit kuormittavat turhaan CE-laitetta. Runkoverkon konfiguroinnin jälkeen asiakkaalle luotiin CE-laitteelle konfiguraatiopohja ja suljettiin tiketti valmiina.

## Keskiviikko 2.11.2022

Päivä aloitettiin tiketin tutkimisella, jossa oli epämääräiset tiedot. Tiketillä näytti siltä, että haluttiin valmisteltavan tavallinen yritysliittymä neljällä VPRN-reitillä, mutta toisaalta tiketillä viitattiin Ethernet 2.0 -liittymään. Ristiriitaisten tietojen takia yhteyden valmistelu jätettiin tässä vaiheessa kesken.

Seuraava tiketti valmisteltiin 4G-yritysliittymänä. Tiketiltä selvisi, että liittymälle haluttiin neljä VPRN-reittiä. Tiketin ja suunnittelutietojen antamat tiedot kerättiin kasaan yhteen Excel-tiedostoon. Tietojen kasaamisen jälkeen varattiin mobiilihallintaosoite. Osoitteen varaamisen jälkeen tehtiin APN-liitos asiakkaan puhelinnumeron ja hallintaosoitteen välille. Liitoksen teon jälkeen kerätyt tiedot siirrettiin automaatiolle konfiguroitavaksi. Konfiguroinnin tuloksena saatiin pohja, jonka asentaja voi asennuksen yhteydessä ladata CE-laitteelle.

Otettiin uusi tiketti järjestelmästä ja tutkittiin sen sisältöä. Tiketiltä selvisi, että asiakkaalle haluttiin neljä VPRN-reittiä kiinteällä yhteysmuodolla. Reittien nopeudeksi haluttiin 100 Mb/s per reitti. Normaalin prosessin mukaisesti kerättiin tiketiltä asiakkaan tiedot ja suunnittelutiedoista asiakkaan lähiverkon suuntaan konfiguroitavat IP-osoitteet ja VLANit sekä portti ja sille konfiguroitava tila ("access" tai "trunk"). Tässä liittymässä asiakkaalle konfiguroitiin kaksi VLANia lähiverkon suuntaan per VPRN-reitti ja portin tilaksi "trunk". Tietojen kasaamisen jälkeen automaatiolle syötettiin kerätyt tiedot ja konfiguroitiin reitit PE-laitteelta CE-laitteelle. Tämän jälkeen luotiin automaatiolla konfiguraatiopohja CE-laitteelle ja suljettiin tiketti valmiina.

Päivän viimeisenä keikkana valmisteltiin kiinteä yritysliittymä. Liittymälle haluttiin neljä VPRN-reittiä, joihin konfiguroitiin 100 Mb/s nopeus. Ainuttakaan reittiä ei voitu reitittää valmisteluvaiheessa, koska liittymällä korvattiin vanhempi liittymä. Liittymää korvattaessa uudelle korvaavalle liittymälle konfiguroitiin korvattavan liittymän IP-osoitteet, mistä johtuen reittejä ei voitu reitittää. Reitit tullaan reitittämään viimeistelyn toimesta yliheiton yhteydessä. Yliheitolla tarkoitetaan liittymän siirtoa vanhasta uuteen. Vaikka PE-laitteelta CE-laitteelle kulkevaa linkkiä ei reititetty, niin silti valmisteluvaiheessa luotiin automaatiolla

konfiguraatio PE-laitteelle, josta jätettiin reitityksen osuus pois. CE-laitteen konfiguraatiopohja luotiin normaalisti.

### **Torstai 3.11.2022**

Torstai aloitettiin liittymien poistoilla, joiden työstämiseen meni koko aamupäivä. Poistot tehtiin normaalin prosessin mukaisesti muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Ensimmäisenä erikoisuutena vastaan tuli liittymä, jossa perinteisen Netti Plus -liittymän toteutuksesta poiketen kytkettiin irti runkoyhteys PE- ja CE-laitteen väliltä, CE-laitteen ja Huaweiin kytkimen väliltä ja konfiguroitiin kytkimen runko- ja asiakasportti perusasetuksille. Normaalisissa Netti Plus -liittymässä asiakkaan omat laitteet ovat suoraan kiinni CE-laitteessa, eikä siihen tule kytkintä väliin. PE- ja CE-laitteen välinen irtikytkentä tehtiin automaatiolla ja kytkimen portit konfiguroitiin etäkäyttöisesti kirjautumalla laitteelle. Kytkimeltä selvitettiin runko- ja asiakasportti ja annettiin asiakasportille komento *"clear configuration this"*, jolla tyhjennettiin portin sen hetkiset määrittymiset. Tyhjennyksen jälkeen kopioitiin määritetyt portin perusasetukset asiakasportille. Seuraavana poistettiin runkoportin konfiguraatiosta asiakkaalla käytössä ollut VLAN. Lopuksi otettiin toisesta järjestelmästä asiakaskortti pois tuotannosta. Toisena erikoisuutena liittyen poistettaviin liittymiin havaittiin eräs liittymä, jossa kytkimen tilalla olikin Huaweiin DSLAM. Liittymä kytkettiin irti samalla tavalla kuten ensimmäinen, mutta kytkimestä eroten DSLAM kytkettiin irti käyttäen Huaweiin tarjoamaa käyttöliittymää, joten komentoriviin ei tarvinnut koskea lainkaan. Käyttöliittymän kautta poistettiin asiakkaan porttiasetukset ja VLAN sekä palautettiin porttiasetukset perusasetuksille.

Ilmapäivän ensimmäisenä työnä valmisteltiin Netti Plus -liittymä. Liittymä valmisteltiin lähes normaaliin tapaan yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Liittymästä kerättiin tiedot kasaan tiketiltä, toisin kuin yritysliittymissä, tämän tyyppisissä liittymissä kaikki oleellinen tieto löytyy itse tiketiltä. Seuraavaksi varattiin tarvittavat IP-osoitteet ja lisättiin ne samaan paikkaan muiden kerättyjen tietojen kanssa. Tässä kohtaa huomattiin tiketiltä, että asiakkaalle

tulee kiinteä- sekä mobiiliyhteys, joten kyseessä oli varmennettu yhteys. Varmennetut yhteydet ovat harvinaisia Netti Plus -toimitusmallin yhteyksissä. Tästä johtuen seuraavaksi tehtiin APN-liitos asiakkaalle määritettyyn puhelinnumeroon. Liitoksen jälkeen kerätyt tiedot siirrettiin automaatiolle runkoyhteyden konfigurointia varten. Tietojen siirron yhteydessä tehtiin yksi muutos automaation käyttöliittymässä koskien reititys tapaa. Reititys tapa muutettiin staattisesta BGP:ksi ja AS-numeroksi annettiin vain Netti Plus -liittymille varattu numero. PE- ja CE-laitteen välisen reitityksen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-laitteelle. Kun, automaatio oli pohjan luonut, suljettiin tiketti valmiina.

Iltapäivää jatkettiin aina työpäivän loppuun asti bulkkityönä tehdyillä poistoilla. Lähes kaikissa poistoissa noudatettiin peruskaavaa: ensin runko, asiakkaan päätelaite, IP-osoitteet ja viimeiseksi asiakaskortti. Yksi poistoista tehtiin kuitenkin hieman eri tavalla. Kyseessä oli Ethernet 2.0 -liittymä, joka piti purkaa. Liittymä purettiin muuten normaalin kaavan mukaan, mutta automaatiolla purettiin myös L2-reitti kahden PE-laitteen välillä. Näistä toinen laite toimi nieluna, jonka kautta yhteydet reititettiin toisen operaattorin verkkoon.

### **Perjantai 4.11.202**

Viikon viimeinen työpäivä käynnistettiin vanhan ADSL-liittymän poistolla. Poisto aloitettiin purkamalla runkoverkon reititys PE- ja CE-laitteen väliltä. Automaatiojärjestelmästä etsittiin asiakastunnuksella runkoyhteys ja poistettiin se painamalla delete-painiketta. Runkoyhteyden poistamisen jälkeen vapautettiin asiakkaalle määritetyt IP-osoitteet uusiokäyttöön. IP-osoitteiden vapauttamisen jälkeen siirryttiin Huaweiin DSL-keskittimen asetusten palauttamiseen perusasetuksille. Asetukset palautettiin käyttöliittymän avulla. Käyttöliittymästä etsittiin oikea laite laitetunnuksella, jonka jälkeen kirjaututtiin laitteelle. Laitteen asetuksista poistettiin asiakkaan käytössä ollut VLAN ja palautettiin asiakasportti perusasetuksille. Keskittimelle tehtyjen poistojen jälkeen otettiin pois asiakaskortti tuotannosta.

Seuraavaksi valmisteltiin kaksi Netti Plus -liittymää. Tiketeiltä selvisi, että liittymille haluttiin CE-reitittimen lisäksi kytkin, joka kiinnitettiin reitittimeen ja itse asiakas kytkimeen. Tämän lisäksi havaittiin, että toiselle liittymälle pyydettiin konfiguroimaan WLAN-palvelu. Ensimmäiseksi konfiguroitiin automaation avulla runkolinkki PE- ja CE-laitteen välille. Toisena varattiin IP-osoitteet asiakkaan käyttöön erillisestä järjestelmästä. Kolmantena konfiguroitiin kytkin. Kytkimen asiakasporttiin sekä runkoporttiin määritettiin seuraava vapaa VLAN, jonka läpi asiakkaan ja Elisan välinen liikenne tulee kulkemaan. Porttien konfiguroinnin jälkeen luotiin automaatiolla konfiguraatiopohja kenttäasentajalle, joka lataa sen CE-laitteelle asennuksen yhteydessä. Toisen liittymän pohjan luonnissa otettiin huomioon tilattu WLAN ominaisuus. Ominaisuus lisättiin valitsemalla se erikseen käyttöön järjestelmästä, jolloin voitiin antaa automaatiolle lisää parametreja. Parametreiksi annettiin käyttäjänimi ja salasana. Pohjan luonnin jälkeen tarkistettiin sen sisältö ja suljettiin tiketti valmiina.

Loput työpäivästä valmisteltiin yritysliittymiä. Suurimmassa osassa valmistelut tehtiin normaalin kaavan mukaan. Kerättiin tiketeiltä ja suunnittelutiedoista kaikki tiedot kasaan yhteen paikkaan. Seuraavaksi varattiin tarvittavat IP-osoitteet, jonka jälkeen ne annettiin automaatiolla parametreina runkokonfiguraation luontia varten. Yhdessä liittymässä tehtiin tässä kohtaa pieni poikkeus, kun havaittiin sen olevan varmistetun liittymän pääliittymä. Parametreihin annettiin normaaleiden lisäksi BGP-reititykseen liittyvät tiedot. Rungon konfiguroinnin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja automaatiolla asiakkaan päätelaitteelle. Tässä tehtiin myös pieni poikkeus normaaliin. Lisäparametreina annettiin tässä kohtaa BGP-reitityksen tiedot, joihin kuului muun muassa AS-numero, VRRP-IP ja varaliittymän IP-osoite. Tämän jälkeen pääliittymä oli valmis ja seuraavaksi konfiguroitiin varaliittymä samalla tavalla, kuin pääliittymä paitsi, että lopuksi pää- ja varaliittymä liitettiin samalle asiakaskortille.



## Viikkoanalyysi 7

Seitsemäs viikko tarjosi monipuolisia töitä. Päivien aikana valmisteltiin sekä kytkettiin irti liittymiä. Yhtenäkkään päivä ei tehty pelkästään yhtä ja samaa työtä vaan suurimmaksi osaksi työt vaihtelivat päivien sisällä. Viikon aikana opin uutta muun muassa Juniperin reitittimistä. Viikon aikana tehdyistä töistä parhaiten mieleen jäivät Juniperin reitittimiltä tehty liittymän irtikytkentä, Netti Plus -liittymä, jossa yhteys reititettiin poikkeuksellisesti BGP:llä ja samanlaisen liittymän irtikytkentä, jossa yksi laitteista oli Huaweiin kytkin.

Juniperin reitittimistä mieleen jäi niiden helppokäyttöisyys. Juniperin käyttämä käyttöliittymä JunOS on helppo ymmärtää. Komentorivillä tehtävät komennot mukailevat merkittävästi Ciscon laitteissa käytettäviä komentoja, esimerkiksi komennolla *"show interfaces"* näet molemmissa laitteissa kaikkien porttien konfiguraatiot. JunOS:stä löytyy kuitenkin yksi aika merkittävä ja hyödyllinen ero Ciscoon sekä Huaweiin verraten. Nimittäin komentoriville voidaan antaa esimerkiksi komento *"show interfaces | display set"*, joka esittää kaikki ne konfiguraatiovaiheet, joiden avulla olemassa olevat porttikonfiguraatiot voidaan tehdä. Oletetaan, että yksi portti on konfiguroitu laitteelle ja annetaan komentorivillä komento *"show interfaces"*, jolloin vastauksena saadaan kuvitteellisen portin konfiguraatiot objektimaisessa muodossa: *"fe-0/0/6 { unit 100 { family inet { address 10.10.10.2/24; }}}*". Objektimainen muoto tällaisessa yksinkertaisessa konfiguraatiossa on vielä helppolukuinen, mutta entä jos konfiguraatioita onkin määritetty portille paljon? Tai asiantuntija ei ole aikaisemmin käyttänyt Juniperin laitteita? Vastauksena molempiin on se, että voidaan käyttää edelle mainittua komentoa, joka näyttää konfiguraation johtaneet vaiheet. Jos tarkastellaan edellä mainittua esimerkkiä, niin objektimaiseen muotoon on päästy komennolla *"set interfaces fe-0/0/1 unit 100 family inet address 10.10.10.2/24"*. Tämä komento voisi olla hyödyllinen myös Ciscoon sekä Huaweiin laitteissa, koska se voisi mahdollisesti nopeuttaa monimutkaisien konfiguraatioiden lisäystä muille verkon reitittimille. (Juniper Networks 2022c.)

Netti Plus -liittymistä ei varsinaisesti jäänyt mitään erillistä kerrottavaa, vaan ne jäivät vain mieleen poikkeavuuksiensa takia. Kytkimien valmistelut ja irtikytkennät jäävät aina hyvin viikon ajalta mieleen, koska niissä pääsee hieman konfiguroimaan laitetta, joka muuten jää aika vähälle valmistelijan työssä, mutta mitä enemmän kokemusta karttuu, sitä enemmän pääsee tekemään viimeistelyitä ja sitä kautta lähemmäksi insinöörin työnimikettä.

### 3.8 Seurantaviikko 8

#### **Maanantai 7.11.2022**

Uusi viikko alkoi Netti Plus -liittymän valmistelulla. Ensimmäisenä avattiin tiketti ja tutkittiin, että mitä se piti sisällään. Havaittiin, että kyseessä oli perusliittymä, mille ei ollut suunniteltu mitään normaalista poikkeavaa lisäominaisuutta. Havaintojen pohjalta lähdettiin liittymää valmistelevaan varaamalla ensimmäiseksi IP-osoitteet. Varaamisen jälkeen konfiguroitiin runkoreitti PE-reitittimeltä CE-reitittimelle. Reitin konfiguroinnin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja kenttäasentajan käyttöön. Pohjan luonnin jälkeen lisättiin asentajan tiketille tiedot liittymälle varatuista IP-osoitteista ja ohjeistus pohjan lataamiseen CE-laitteelle. Asentajan ohjeiden lisäämisen jälkeen lähetettiin luodun liittymän IP-osoitetiedot asiakkaalle sähköpostilla, jonka jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

Seuraavaksi tikettijärjestelmästä tuli pää- ja varaliittymän valmistelutiketit. Eräälle sairaanhoitopiirille haluttiin valmisteltavan BGP:llä toteutetut reitit neljän VPRN-pilven läpi. Tälle asiakkaalle oli ennekin tehty saman tyyppisiä liittymiä, joten tiedettiin, että tässä tulisi menemään paljon aikaa. Suurin ja pitkäkestoisin työ tehtiin, kun kerättiin liittymillä tarvittavat tiedot kasaan. Kun tietoja kerättiin kasaan, niin jouduttiin muokkaamaan asiakkaan Excel-tiedoston sisältöä. Tiedoston muokkausta jouduttiin tekemään vain tämän asiakkaan liittymillä, ei muiden. Pää- ja varayhteydestä johtuen muokkaukset tehtiin kahteen kertaan. Muokkauksien jälkeen saatiin kaikki tiedot kasaan ja voitiin aloittaa yhteyden

valmistelu normaalisti. Valmistelussa syötettiin kerätyt tiedot automaatiolle, jolla konfiguroitiin runkoyhteys PE- ja CE-reitittimen välille. Runkoyhteyden konfiguroinnin jälkeen luotiin pohja CE-laitteelle kenttäasentajaa varten, jonka jälkeen tiketti voitiin sulkea valmiina.

Päivän aikana ei ehditty valmistella, kuin kaksi liittymää johtuen pää- ja varaliittymän vaatimasta suuresta työmäärästä tietojen keruun suhteen. Varaliittymän valmistelu ehdittiin aloittaa, mutta jouduttiin jättämään kesken, koska työaika loppui.

### **Tiistai 8.11.2022**

Tiistai aamu aloitettiin eilen kesken jääneen varaliittymän valmistelulla. Liittymä valmisteltiin normaalin yritysliittymän tapaa lukuun ottamatta paria poikkeusta. Runkoreitin konfiguraation aikana tehtiin ensimmäinen poikkeus. Automaation käyttöliittymästä valittiin jokaisen VPRN-reitin reitityksen aikana toiminto, jolla taattiin se, että pää- ja varayhteys eivät tule ensisijaisesti liikennöimään saman runkoverkon PE-reitittimen läpi. Tällä ominaisuudella taattiin erinomainen varmennus yhteydelle. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-reitittimelle. Tässä tehtiin myös poikkeus normaaliin, jossa kerrottiin automaatiolle pääyhteyden IP-osoitteet ja VRRP-osoite. Pohjan luomisen jälkeen tehtiin kolmas ja viimeinen poikkeus, jossa liitettiin varayhteys asiakaskortilla pääyhteyden korttiin, jonka jälkeen tiketti suljettiin valmiina.

Päivän toisena työnä tehtiin laitevaihto. Aluksi tutkittiin tikettiä ja ihmeteltiin, että mitä tiketillä oli tarkoitus tehdä. Havaittiin, että kyseessä oli laitevaihto, jossa asiakkaan yhteydelle oli aiemmin valmisteltu konfiguraatiopohja Ciscon CE-reitittimelle, mutta toimituksellisista ongelmista johtuen liittymälle haluttiin vaihtaa Huaweiin reititin. Laitevaihto tehtiin muuttamalla automaatiotyökalun luomiin asiakaskohtaisiin konfiguraatioihin Ciscon laitemallin tilalle haluttu Huaweiin laitemalli, vaihdettiin salasanat täsmäämään Huaweiin laitetta ja luotiin uusi konfiguraatiopohja automaatiolla. Laitevaihto tehtiin varmennetulle yhteydelle, jossa varayhteytenä toimi 4G. Tästä johtuen laitevaihdon

yhteydessä yritettiin myös tehdä APN-liitos, mutta siinä ei onnistuttu, koska puhelinnumero puuttui. Lopuksi tiketin sulkemisen yhteydessä jätettiin viimeistelyn tiketille viesti puhelinnumeron puuttumisesta.

Päivän viimeisinä töinä valmisteltiin kaksi Netti Plus -liittymää. Valmisteluiden konfiguroinnit tehtiin kaavamaiseen tyyliin. Ensimmäisessä valmisteltiin perusliittymä, jonka reititys kulki runkoverkon laiteelta asiakkaan reunareitittimelle, jossa asiakkaan laitteet kiinnitettiin. Toisessa tehtiin konfigurointia hieman enemmän, joista osa käsin ja osa automaatiolla. PE- ja CE-laitteen välinen runkoreitti konfiguroitiin automaatiolla, mutta CE-laitteeseen kiinnitetty Huaweiin kytkin konfiguroitiin käsin. Kytkimen runkoporttiin sekä porttiin, jossa asiakaskytkin oli kiinni, määritettiin asiakkaalle valittu VLAN sallitukseksi. VLAN jouduttiin myös sallimaan asiakaskytkimen runko- ja asiakasporttiin. CE-reitittimessä oli siis kiinni yksi kytkin ja tässä kytkimessä oli kiinni yhteensä 12 kytkintä, joista kahdeksas oli asiakkaan. Kytkinten porttien konfiguroinnin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-laitetta varten, jonka jälkeen voitiin sulkea tiketti valmiina.

### **Keskiviikko 9.11.2022**

Aamu alkoi yritysluontien valmistelulla. Asiakkaalle valmisteltiin yhteys, jolle lisättiin yksi VPRN-pilvi. Pilveä ei tarvinnut luoda, koska se oli jo aiemmin luotu. Pilven läpi luotiin reitti kohti asiakkaan lähiverkkoa. Tutkittiin tikettiä, mutta ei havaittu mitään normaalista yritysluontista poikkeavaa, joten valmistelut tehtiin normaalin kaavan mukaan. Ensimmäisenä varattiin hallintaosoite ja haettiin asiakkaan suunnittelutiedostosta muut tarvittavat IP-osoitteet. Toisena konfiguroitiin runkoreitti halutun pilven läpi, joka löydettiin automaatiotyökalusta pilvelle luonnin aikana määritetyn palvelutunnuksen avulla. Kolmantena luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan reunareitittimelle automaatiolla, jolle annettiin parametreina ensimmäisenä kerätyt osoitteet. Viimeisenä lisättiin tarvittavat tiedot viimeistelyn tiketille, joita olivat mm. hallintaosoite, VLAN ja VPRN, jonka jälkeen suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Päivän toisena työnä valmisteltiin mobiiliyhteys. Tiketin tarkastelun aikana havaittiin, että liittymältä puuttui puhelinnumero, joten sitä ei voitu valmistella loppuun asti. Numeron puuttumisesta huolimatta liittymä valmisteltiin muuten kokonaan paitsi APN-liitosta ei tehty, vaan tiketti jätettiin odottamaan työjonoon puhelinnumeroa. Tälle liittymälle haluttiin kaksi VPRN-pilveä, joista molemmat oli jo luotu aiemmin. Liittymälle varattiin tarvittavat osoitteet sekä haettiin suunnittelutiedot asiakkaan Excel-tiedostosta. Tietojen keräämisen jälkeen luotiin vain konfiguraatiopohja asiakkaan reunareitittimelle ja lisättiin viimeistelyn tiketille tarvittavat tiedot, jonka jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

Kolmantena päivän työnä ei tehty varsinaisia valmisteluja, vaan poistettiin päällekkäisiä puhelinnumeroita, eli ns. duplikaatteja mobiilihallintaosoitteilta. Duplikaatteja muodostuu, jos valmistelija unohtaa mobiililiittymän irtikytkennän aikana purkaa APN-liitoksen. APN-purku poistaa puhelinnumeron ja hallintaosoitteen välisen liitoksen. Duplikaateista päästiin eroon selvittämällä APN-liitoksiin tarkoitetut oikeat puhelinnumerot ja poistamalla väärän numeron liitos hallintaosoitteelta.

Viimeisenä työnä valmisteltiin yritysliittymä, jossa asiakkaalle haluttiin viisi VPRN-pilveä. Ensimmäiseksi tutkittiin, että oliko pilvet jo luotu ja havaittiin niiden olevan. Seuraavaksi varattiin jälleen tarvittavat IP-osoitteet liittymälle ja tarkistettiin erään komentosarjan avulla, että ne eivät olleet käytössä runkoverkon laitteilla. Tarkistuksen jälkeen kasattiin tiedot yhteen tiedostoon tiketiltä ja asiakkaan suunnittelutiedostosta. Tiedot liitettiin kasaamisen jälkeen runkoverkon konfigurointia varten automaatiotyökaluun. Runkoverkon reitit konfiguroitiin kaikkiin viiteen pilveen erikseen. Konfigurointien jälkeen luotiin CE-reitittimelle konfiguraatiopohja valmiiksi. Lopuksi kirjattiin tärkeimmät tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

## **Torstai 10.11.2022**

Torstai aamuna valmisteltiin ensimmäisenä työnä eräälle sairaanhoitopiirille varmennettu yritysliittymä kolmella VPRN-pilvellä. Varmennavana yhteytenä

toimi 4G-mobiili, joka oli samassa CE-laitteessa kiinteän pääyhteyden kanssa. Tällaisen varmennustavan havaittiin olevan asiakkaiden keskuudessa melko yleinen, vaikka se ei tuonutkaan yhteyksille kovinkaan hyvää varmennusta, koska se ei auttanut esimerkiksi laiterikon sattuessa, mutta se piti kuitenkin yhteyksistä toisen aina ylhäällä, jos toinen meni alas. Liittymää valmisteltaessa havaittiin asiakkaan suunnittelutietojen olleen dokumentoitu erittäin epäselvästi. Tieto oli hajallaan monien eri kansioden takana. Liittymän tiedoista etsittiin ja kasattiin olennaiset asiat valmistelun kannalta yhteen tiedostoon, jossa aikaa kului erittäin kauan johtuen dokumentaation puutteista ja epäselvyyksistä. Pitkään kestäneen tietojen keräilyn jälkeen voitiin syöttää runkoreitin konfiguraatiota varten tiedot automaatiolla. Tiedot annettiin kolmeen eri kertaan, koska pilviä oli kolme. Reititysprotokollana käytettiin BGP:aa, koska protokollan ansiosta pää- ja varayhteys osaisivat keskustella toistensa kanssa, eli olla tietoisia toistensa tilasta tekemällä naapurikyselyjä tietyin väliajoin. Runkoreittien reitityksen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-laitteelle. Pohjaan lisättiin automaatiotyökalulla BGP-konfiguraatio. Lopuksi kirjattiin olennaiset tiedot tehdyistä valmisteluista viimeistelijän tiketille ja suljettiin oma tiketti valmiina.

Toisena päivän työnä valmisteltiin mobiili liittymä. Tiketiltä selvisi, että liittymälle haluttiin kaksi VPRN-pilveä. Runkolaitteelta tutkittiin, että oliko pilvet jo luotuna ja havaittiin niiden olevan. Runkolaitteelta siirryttiin keräämään asiakkaan suunnittelutietoja kasaan ja samalla varattiin tarvittavat IP-osoitteet, jonka jälkeen voitiin tietojen avulla luoda CE-reitittimelle konfiguraatiopohja. Pohjan luonnin jälkeen tehtiin APN-liitos mobiilihallintaosoitteen ja asiakkaan puhelinnumeron välille. jälkeä kirjattiin tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Seuraavaksi työksi järjestelmästä saatiin liittymän poisto. Otettiin tiketti käsittelyyn ja tutkittiin sitä tarkemmin. Siltä selvisi, että haluttiin kytkeä irti eräs kiinteä kuituliittymä, jolla oli viisi VPRN-pilveä ja se oli varmennettu mobiiliyhteydellä. Poisto aloitettiin poistamalla IP-osoitteiden varaukset. Varauksien poistojen jälkeen poistettiin automaatiolla kaikkien viiden pilven reitti

PE- ja CE-reitittimen väliltä. Runkoreittien poiston jälkeen merkattiin asiakkaan Excel-tiedostosta poistettavan liittymän rivi punaiseksi, jolla ilmoitettiin muille käyttäjille, että liittymä on kytketty irti. Viimeisenä kirjattiin tehdyt poistot tiketille ja merkattiin tiketti valmiiksi.

Viimeisenä päivän työnä valmisteltiin Netti Plus -liittymä. Kun tikettiä tutkittiin, selvisi että CE-reitittimeen tuli kiinni Huaweiin kytkin, mutta muuten liittymä noudatti normaalia bulkkityön valmistelukaavaa. Tiketin tutkimisen jälkeen varattiin tarvittavat IP-osoitteet. Varauksen jälkeen konfiguroitiin kytkimen asiakas- ja runkoporttiin asiakkaalle määritetty VLAN. Kytkimen konfiguroinnin jälkeen konfiguroitiin automaatiolla runkoreitti Internet-pilven läpi kohti asiakkaan CE-reititintä. Reititin määrittämisen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-laitteelle. Lopuksi lisättiin oleelliset tiedot viimeistelyn tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti.

### **Perjantai 11.11.2022**

Viikon viimeinen työpäivä aloitettiin parin Netti Plus -liittymän valmistelulla. Ensimmäisessä näistä haluttiin toimittaa asiakkaalle mobiiliyhteys. Tämän tyyppinen mobiiliyhteys oli todella nopea valmistella, koska se sisälsi niin vähän työvaiheita ja niistä kaikki paitsi yksi tehtiin automaatiolla. Työ aloitettiin varaamalla IP-osoitteet: mobiilihallinta-, julkinen- ja tunneliosoite. Näistä hallintaosoitetta käytettiin Elisan runkoverkon PE-reitittimen ja asiakkaan CE-reitittimen välillä, jotta NOC-asiantuntija pääsi tarvittaessa hallinnoimaan laitetta. Julkinen osoite varattiin asiakkaan käyttöön, jonka tarkoitus oli mainostaa asiakasta julkiseen verkkoon eli Internetiin. Tunneliosoite varattiin, koska kyseessä oli mobiiliyhteys, joka reititettiin VPN-tunnelia pitkin. Osoitteiden varaamisen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-reitittimelle. Viimeisenä lisättiin olennaiset tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina. Alettiin työstämään toista liittymää. Tiketiltä havaittiin ensimmäisellä tarkastelukerralla, että asiakkaalle haluttiin 500 Mb/s kuituyhteys. Toisella kerralla huomattiin vielä, että yhteydelle haluttiin pienenä erikoisuutena

normaalista poikkeava yksityinen verkko jaettavaksi verkkoprotokolla DHCP:llä (engl. Dynamic Host Configuration Protocol) asiakkaan lähiverkkoon. Normaalisti DHCP:llä määritettiin asiakkaasta riippumatta aina sama yksityinen osoiteavaruus lähiverkkoon ja siitä määritettiin ensimmäiset 20 osoitetta pois käytöstä. Tämän asiakkaan tapauksessa määritettiin pois käytöstä ensimmäiset 20 osoitetta sekä viimeiset 25 osoitetta avaruudesta. Tiketin tutkinnan ja tietojen kasaamisen jälkeen konfiguroitiin runkoreitti Internet-pilven läpi PE-reitittimeltä CE-reitittimelle automaation avulla. Tämän jälkeen luotiin automaatiolla CE-reitittimelle konfiguraatiopohja, jonka yhteydessä automaatiolle määritettiin edellä mainitut DHCP-ominaisuudet. Poikkeavista DHCP-määrittämisistä kirjattiin kommentti viimeistelijä tiketille muiden tietojen lomassa, jonka jälkeen suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Seuraavat kaksi työtä todettiin tikettien tarkastelun jälkeen irtikytkennöiksi. Näistä ensimmäisessä kytkettiin irti Netti Plus -tyypin kuituliittymä ja toisessa saman tyypin mobiililiittymä. Ensimmäiseksi poistettiin IP-osoitteiden varaukset molemmilta liittymiltä. Toiseksi etsittiin automaatiojärjestelmästä asiakastunnuksella kuituliittymän reititys ja poistettiin se. Kolmanneksi poistettiin mobiililiittymältä APN-liitos. Lopuksi kirjattiin tehdyt poistot liittymien tiketeille, jonka jälkeen ne voitiin sulkea valmiina.

Loppupäivän ajan valmisteltiin pääsääntöisesti tavallisia Netti Plus -liittymiä. Bulkkitöiden seasta mieleen parhaiten jäi, kun eräälle asiakkaalle valmisteltiin liittymä, johon haluttiin mobiiliyhteydellinen varmennus ja CE-reitittimeen tuli kiinni Huaweiin kytkin. Liittymä valmisteltiin pääsääntöisesti, kuten normaali NPL, mutta runkoreitin konfiguroinnin yhteydessä staattisen reitin sijaan käytettiin BGP:tä ja Netti Plus -liittymille tarkoitettua AS-numeroa. Edellä mainittujen lisäksi kytkimen runko- ja asiakasporttiin konfiguroitiin asiakkaalle valittu vapaa VLAN. Runkoreitin ja kytkimen konfigurointien jälkeen luotiin CE-reitittimelle konfiguraatiopohja.



## Viikkoanalyysi 8

Kahdeksas seurantaviikko ei tarjonnut juurikaan mitään uutta. Viikon aikana valmisteltiin erilaisia yhteyksiä, joista kaikki olivat ennestään tuttua peruskauraa. Pari asiaa kuitenkin jäi kuluneen viikon ajalta mieleen.

Ensimmäisenä mieleen jäi, kun poistettiin järjestelmästä duplikaatteja. Mobiilihallintaosoitteista muodostui duplikaatteja järjestelmään, jos liittymän valmistelija tai viimeistelijä ei ollut muistanut APN-liitosta tehdessään tarkistaa, että löytyykö hallintaosoitteelta jo olemassa oleva liitos puhelinumeroon. Tämän havaittiin olevan isompikin ongelma, joten tiimipalaverissa pyydettiin esihenkilöiden toimesta kiinnittämään erityistä huomiota valmistelussa ja viimeistelyssä siihen, että jokainen muistaa tarkistaa löytyykö liitos vai ei. Duplikaattien ongelmaksi havaittiin se, että mikäli useampi puhelinnumero oli liitettyä samalle hallintaosoitteelle, niin liittymän SIM-kortti ei osannut yhdistää oikeaan tukiasemaan ja yhteys jäi muodostumatta. APN-liitoksia tehtiin päivittäin eri asiantuntijoiden toimesta todella paljon. Duplikaattiongelma ei ollut laajuudeltaan iso, mutta asiakkaille varmasti ärsyttävä. Viikon aikana duplikaatteja korjattiin yhteensä 21 kappaletta. Tästä ei varsinaisesti opittu mitään uutta, mutta tämän jälkeen varmasti muistetaan tarkistaa osoitteet duplikaattien varalta.

Toisena noston ansaitsee eräälle asiakkaalle valmisteltu Netti Plus -liittymä, koska siinä haluttiin normaalista poikkeava yksityinen IP-osoiteavaruus jaettavaksi DHCP:llä asiakkaan lähiverkkoa kohti. Tällaista ei ollut aiemmin tullut valmisteluissa vastaan. Käytännössä DHCP on palvelimella toimiva verkkoprotokolla, jolle voidaan määrittää IP-osoiteavaruus, josta protokolla jakaa osoitteita lähiverkkoon liittyville laitteille. DHCP:n ominaisuudet eivät kuitenkaan lopu tähän, vaan sillä voidaan jakaa melkein mitä vain määrittämiä verkko päätelaitteille. Mikäli DHCP:tä ei käytettäisi, jouduttaisiin verkkoon liittyvälle laitteelle aina määrittämään manuaalisesti uusi IP-osoite. Tämä mm. hankaloittaisi Internetin käyttöönottoa talouksissa ja monissa muissa paikoissa, kun ei enää riittäisi pelkkä johtojen seinään kytkeminen. (Microsoft 2021.)

### 3.9 Seurantaviikko 9

#### **Maanantai 14.11.2022**

Yhdeksäs seurantaviikko alkoi yritysliittymän valmistelulla. Asiakkaalle haluttiin kaksi VPRN-pilven läpi reitittyvää yhteyttä. Liittymä konfiguroitiin normaalin prosessin mukaisesti. Konfigurointi aloitettiin keräämällä asiakkaan tiedot kasaan yhteen tiedostoon. Tietojen keräämisen jälkeen varattiin tarvittavat IP-osoitteet. Osoitteiden varaamisen jälkeen konfiguroitiin reitit runkoverkolta kahden pilven läpi asiakkaan CE-reitittimen suuntaan.

Runkoreitin määrittämisen aikana huomattiin puutteita varareittinä toimivalta runkoreitittimeltä. Reitittimeltä puuttui asiakkaan toisen pilven sääntöasetuksista yhteisö (engl. community). Yhteisö on BGP:n ominaisuus, jolla voidaan määrittää reititykselle ehtoja. Tässä tapauksessa pilven säännöistä puuttui asiakkaan pilven tunnuksen ja Elisan AS-numeron (719) linkitetty jäsenyys (engl. members), joka määrittää reitittymisen AS-numerosta oikean pilven suuntaan. (Nokia 2016-2017.)

Alla esitettynä miten jäsenyys lisättiin konfiguraatioon:

**Konfiguraatio 1** Jäsenyyden lisääminen yhteisöön

```
configure router policy-options
begin
community <asiakkaan yhteisön nimi>
members "target:719:<asiakkaan pilven tunnus>"
back
commit
logout
```

Runkoreittien jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-reitittimelle, jonka kenttäasentaja voi myöhemmin ladata laitteelle asennuksen yhteydessä. Viimeisenä kirjattiin olennaiset tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Seuraavat neljä tikettiä sisälsivät kaksi mobiiliyhteyden valmistelua ja kaksi kuituyhteyden valmistelua samalle asiakkaalle, mutta maantieteellisesti eri paikkoihin. Kyseessä oli sama asiakas, jolle valmisteltiin viime perjantaina liittymä, jossa muutettiin DHCP:n jakelemaa osoiteavaruutta ”normista” asiakkaan pyytämään. Mobiiliyhteyksissä varattiin IP-osoitteet, kerättiin asiakkaan tiedot kasaan, tehtiin APN-liitos ja luotiin automaatiolla CE-reitittimelle konfiguraatiopohja. Kuituyhteyksissä tehtiin samat asiat muuten, mutta konfiguroitiin lisäksi runkoreitti ja APN-liitos jätettiin tekemättä tarpeettomana. DHCP:n osoiteavaruus konfiguroitiin kaikissa liittymissä automaatiolla samassa vaiheessa, kuin konfiguraatiopohja. Osoiteavaruuden viimeiset 25 poissuljettavaa osoitetta konfiguroitiin manuaalisesti konfiguraatiopohjaan, koska automaatio ei tähän pystynyt. Pohjasta etsittiin osoiteavaruuden konfiguraatio ja lisättiin loppuun komento ”*excluded-ip-address x.x.x.230 x.x.x.254*”. Alla esitetty konfiguraatio, mihin komentosarja lisättiin:

**Konfiguraatio 2** Viimeisen 25:n poissuljettavan osoitteen lisäys

```
ip pool <osoiteavaruuden nimi>
network <avaruuden IP> mask <avaruuden maski>
gateway-list <oletusyhdydskäytävän IP>
dns-list <dns-serveiden IP-osoitteet>
#ensimmäiset 20 pois suljettua osoitetta:
excluded-ip-address x.x.x.1 x.x.x.20
#viimeiset 25 poissuljettua osoitetta, jotka lisättiin konfiguraatioon:
excluded-ip-address x.x.x.230 x.x.x.254
```

Päivän viimeisenä työnä purettiin tehdyt valmistelut eräältä liittymältä, koska sen tilaus oli peruttu. Tiketiltä huomattiin, että yhteys oli valmisteltu yritysliittymänä, jolle oli reititetty reitit kolmen VPRN-pilven läpi. Liittymän tietojen selvittämisen jälkeen alettiin purkamaan valmisteluita. Ensimmäisenä merkattiin asiakkaan suunnittelutietoihin purettavan liittymän rivi punaiseksi, eli poistetuksi. Toisena vapautettiin varatut IP-osoitteet uusiokäyttöön ja otettiin asiakaskortti pois tuotannosta. Kolmantena purettiin APN-liitos

mobiilihallintaosoitteen ja asiakkaalle määritetyn puhelinnumeron väliltä. Viimeisenä kirjattiin tiketille tehdyt poistot ja suljettiin tiketti valmiina.

## Tiistai 15.11.2022

Tiistai päivä alkoi erään palvelutalon valmistelulla ja viimeistelyllä. Palvelutalon konfiguroinnissa kului lähes koko työpäivä, koska se sisälsi monta tarkkaa työvaihetta. Palvelutaloon valmisteltiin pää- sekä varayhteys. Aluksi kerättiin palvelutaloliittymän tiedot kasaan yhteen tiedostoon. Tiedon keruun jälkeen varattiin tarvittavat hallintaosoitteet molemmille yhteyksille. Seuraavaksi konfiguroitiin automaatiolla runkoreitti pää- ja varayhteydelle kohti erästä Elisan reunareititintä, josta yhteys reitittyy palvelutaloon ja toisin päin. Viimeiseksi konfiguroitiin palvelutalossa sijaitseviin pää- ja varayhteyden reitittämiin asiakaskohtaiset konfiguraatiot, joilla yhteys saatiin toimimaan Elisan runkoverkon ja palvelutalon välillä. Alla esitettynä konfiguraatiot, joilla yhteys saatiin toimimaan:

### **Konfiguraatio 1** Palvelutalon pääreititin

```
#
ip vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
    ipv4-family
        route-distinguisher 719:1027
#
ip route-static vpn-instance <asiakkaan pilven nimi> 0.0.0.0 0.0.0.0
XGigabitEthernet0/0/2.104 <palomuurin osoite> preference 10
#
acl name iBGP-DENY-WAN-NET-<asiakkaan pilven nimi> 3995
    description BLOCK ADVERTISEMENT TO iBGP NEIGHBOR
    rule 5 deny ip source x.x.x.0 0.0.0.255
    rule 10 deny ip source x.x.x.16 0.0.0.15
    rule 15 deny ip source x.x.x.40 0.0.0.3
    rule 100 permit ip
```

```

#
interface XGigabitEthernet0/0/2.104
  description LAN to Customer SID <asiakastunnus> <asiakkaan pilven nimi>
  dot1q termination vid 104
  ip binding vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
  ip address <palvelutalon pääreitittimen LAN-IP> 255.255.255.0
  vrrp vrid 104 virtual-ip <virtuaalisen reitittimen IP>
  vrrp vrid 104 priority 120
  vrrp vrid 104 preempt-mode timer delay 5
  vrrp vrid 104 track nqa ping VL1027 reduced 60
  vrrp vrid 104 authentication-mode simple plain VL104
#
interface XGigabitEthernet0/0/0.1027
  description WAN to ELISA SID <asiakastunnus> <asiakkaan pilven nimi>
  dot1q termination vid 1027
  ip binding vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
  ip address <palvelutalon pääreitittimen WAN-IP> 255.255.255.252
#
bgp <asiakkaan AS-numero>

ipv4-family vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
  default-route imported
  preference 20 200 200
  import-route direct med 10
  import-route static med 10
  peer <runkoreitittimen IP-osoite> as-number 719
  peer <runkoreitittimen IP-osoite> description PRIMARY EBGP to CORE
  peer          <runkoreitittimen          IP-osoite>          connect-interface
  XGigabitEthernet0/0/0.1027
  peer <runkoreitittimen IP-osoite> password cipher xxxxxxxxxxxx
  peer <runkoreitittimen IP-osoite> route-policy SET-MASK22-MGMT-PRI-IN
import
  peer <runkoreitittimen IP-osoite> route-policy SET-DEFAULT-CONNECTED-PRI-OUT
export
  peer <palvelutalon varareitittimen IP-osoite> as-number <asiakkaan AS-numero>

```

```

peer <palvelutalon varareitittimen IP-osoite> description iBGP TO SECONDARY

peer <palvelutalon varareitittimen IP-osoite> connect-interface
XGigabitEthernet0/0/2.104

peer <palvelutalon varareitittimen IP-osoite> filter-policy acl-name iBGP-
DENY-WAN-NET-<asiakkaan pilven nimi> export

peer <palvelutalon varareitittimen IP-osoite> next-hop-local

#
nqa test-instance ping VL1027

test-type icmp

destination-address ipv4 <runkoreitittimen IP-osoite>

frequency 6

probe-count 1

vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>

start now

#
Konfiguraatio 2 Palvelutalon varareititin

#
ip vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>

ipv4-family

route-distinguisher 719:1027

#
ip route-static vpn-instance <asiakkaan pilven nimi> 0.0.0.0 0.0.0.0
XGigabitEthernet0/0/2.104 <palomuurin osoite> preference 10

#
acl name iBGP-DENY-WAN-NET-<asiakkaan pilven nimi> 3995

description BLOCK ADVERTISEMENT TO iBGP NEIGHBOR

rule 5 deny ip source x.x.x.0 0.0.0.255

rule 10 deny ip source x.x.x.16 0.0.0.15

rule 15 deny ip source x.x.x.40 0.0.0.3

rule 100 permit ip

#
interface XGigabitEthernet0/0/2.104

description LAN to Customer SID <asiakastunnus> <asiakkaan pilven nimi>

dot1q termination vid 104

ip binding vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>

```

```

ip address <palvelutalon varareitittimen LAN-IP> 255.255.255.0
vrrp vrid 104 virtual-ip <virtuaalisen reitittimen ip>
vrrp vrid 104 priority 120
vrrp vrid 104 preempt-mode timer delay 5
vrrp vrid 104 track nqa ping VL1027 reduced 60
vrrp vrid 104 authentication-mode simple plain VL104
#
interface XGigabitEthernet0/0/0.1027
description WAN to ELISA SID <asiakastunnus> <asiakkaan pilven nimi>
dot1q termination vid 1027
ip binding vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
ip address <palvelutalon varareitittimen WAN-IP> 255.255.255.252
#
bgp <asiakkaan AS-numero>

ipv4-family vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>
default-route imported
preference 20 200 200
import-route direct med 10
import-route static med 10
peer <runkoreitittimen IP-osoite> as-number 719
peer <runkoreitittimen IP-osoite> description SECONDARY EBGp to CORE
peer <runkoreitittimen IP-osoite> connect-interface
XGigabitEthernet0/0/0.1027
peer <runkoreitittimen IP-osoite> password cipher xxxxxxxxxxxx
peer <runkoreitittimen IP-osoite> route-policy SET-MASK22-MGMT-SEC-IN import
peer <runkoreitittimen IP-osoite> route-policy SET-DEFAULT-CONNECTED-SEC-OUT
export
peer <palvelutalon pääreitittimen IP-osoite> as-number <asiakkaan AS-numero>
peer <palvelutalon pääreitittimen IP-osoite> description iBGP TO PRIMARY
peer <palvelutalon pääreitittimen IP-osoite> connect-interface
XGigabitEthernet0/0/2.104
peer <palvelutalon pääreitittimen IP-osoite> filter-policy acl-name iBGP-DENY-
WAN-NET-<asiakkaan pilven nimi> export
peer <palvelutalon pääreitittimen IP-osoite> next-hop-local

```

```
#
nqa test-instance ping VL1027

test-type icmp

destination-address ipv4 <runkoreitittimen IP-osoite>

frequency 6

probe-count 1

vpn-instance <asiakkaan pilven nimi>

start now

#
```

Loppupäivä tarkistettiin palvelutaloliittymille tehtyjä konfiguraatioita. Konfiguraatiosta varmistettiin, että Elisan runkoreititin sekä palvelutalon reitittimet saivat tarvittavat reitit reittitauluihinsa. Reitit varmistettiin antamalla palvelutalon laitteille komento *"display bgp vpnv4 vpn-instance <asiakkaan pilven nimi> routing-table peer <runkoreitittimen IP-osoite> received-routes"*, joka näytti rungolta palvelutaloreitittimille opitut reitit. Toinen varmistus tehtiin antamalla komento *"display bgp vpnv4 vpn-instance <asiakkaan pilven nimi> peer"*, joka kertoi BGP:n tilan, eli oliko naapurilaitteiden paritus onnistunut. Tarkistuksien jälkeen kirjattiin tiketeille olennaiset tiedot ja suljettiin kaikki tiketit kerralla valmiina, koska palvelutaloliittymissä tehtiin valmistelu sekä viimeistely samalla kerralla valmiiksi.

### **Keskiviikko 16.11.2022**

Päivä aloitettiin tilauksen muutostyöllä. Tällä tarkoitettiin tässä tapauksessa Netti Plus -liittymän reitityksen muutosta. Muutoksella haluttiin vaihtaa koko reitti runkoverkolta asiakkaalle, koska reitin suunnittelussa oli tapahtunut virhe. Asiakas oli aluksi tarkoitus kiinnittää suoraan alkuperäiseen CE-reitittimeen, mutta suunnitteluissa huomattiin, että reitittimen portti oli jo käytössä. Tästä johtuen reitti jouduttiin suunnittelemaan ja valmistelevaan uudelleen. Uusi reitti



suunniteltiin kulkemaan kahden reitittimen ja yhden kytkimen kautta. Valmisteluissa uudet määrytykset tehtiin runkoverkon reitin ja kytkimen osalta. CE-reitittimelle tulevaan konfiguraatiopohjaan ei tarvinnut tehdä muutoksia lainkaan, koska laitevalmistaja pysyi Huaweiina. Ensimmäisenä poistettiin vanha runkoverkon reititys, joka oli tehty vanhan CE-reitittimen suuntaan. Poiston jälkeen konfiguroitiin uusi runkoreitti. Uuden reitin konfiguroinnin jälkeen määritettiin kytkimen runko- sekä asiakasporttiin sallituksi asiakkaalle valittu VLAN. Lopuksi kirjattiin tehdyt muutokset uudelle valmistelun tiketille ja suljettiin se valmiina.

Seuraavaksi tutkittiin tarkasti useampi irtikytkentätiketti. Kaikissa muissa paitsi yhdessä tultiin siihen tulokseen, että niitä ei voitu kytkeä irti, koska korvaavaa liittymää ei ollut voitu erinäisistä syistä ottaa käyttöön. Tiketeistä yksi kuitenkin kytkettiin irti. Tiketin tutkinnan aikana havaittiin, että liittymä oli jo osittain kytketty irti. Ainoana työvaiheena palautettiin hiXin DSL-keskittimeltä asiakasportti perusasetuksille ja poistettiin samalla asiakkaalle määritetty VLAN.

Kaksi seuraavaa tikettiä todettiin pitkän selvittelyn jälkeen muodostuneen väärään tikettijonoon. Tikettejä tutkittiin ja ensimmäisenä selvisi, että ne olivat erään tietyn asiakkaan LAN-irtikytkentöjä. Seuraavaksi yritettiin etsiä tiketeiltä saaduilla asiakastunnuksilla runkoverkolta tietoja, että missä reitittimissä liittymät sijaitsivat, mutta turhaan. Ensimmäisen epäonnistumisen jälkeen etsittiin asiakaskortteja niille tarkoitetusta järjestelmästä tuloksetta. Toisen epäonnistumisen jälkeen etsittiin mahdollisia varattuja IP-osoitteita järjestelmästä tuloksetta. Tässä vaiheessa otettiin yhteyttä kollegaani, joka auttoi tikettien tarkoituksen selvittämisessä. Hetken aikaa kului, kunnes vihdoinkin saatiin kollegan kanssa selville, että tämän kyseisen asiakkaan LAN-irtikytkennät kuuluivat Elisa Santa Monican NOC:lle. Selvittelyn jälkeen laitettiin Santa Monicalle sähköpostia tiketeistä ja suljettiin väärään jonoon muodostuneet tiketit turhina.

Päivän lopuksi valmisteltiin eräälle ruokakauppaketjulle 5G-yritysi liittymä vanhan poistuvan liittymän tilalle. Liittymälle haluttiin neljä VPRN-pilveä, joista kaikki oli jo ennestään luotuja. Liittymä toimi varaliittymänä kuidulla toteutetulle

pääliittymälle. Valmistelut aloitettiin keräämällä perinteiseen tapaan asiakkaan liittymän tiedot tiketiltä ja suunnittelutiedostosta yhteen erilliseen tiedostoon. Tietojen keruun jälkeen varattiin mobiilihallintaosoite ja tehtiin samalla APN-liitos puhelinnumeron ja hallintaosoitteen välille. Seuraavaksi luotiin automaatiolla konfiguraatiopohja CE-reitittimelle. Automaatiolle kerrottiin normaalista poikkeavasti asiakkaan AS-numero, jotta reititys toimisi BGP:llä oikein, VRRP IP-osoitteet pääliittymän tunnistusta ja oikean oletusyhdyskäytävän tunnistusta varten. Viimeiseksi käytiin luotuun konfiguraatioon lisäämässä yksi komentosarja portin alle: *"vrrp vrid 1 virtual-ip x.x.77.1"*, jotta VLANin alla olevan toissijaisen verkon looginen oletusyhdyskäytävä tunnistettaisiin reitittimen toimesta. Konfiguraatio, mihin muutos tehtiin esitettynä alla:

**Konfiguraatio 1** Virtuaalisen oletusyhdyskäytävän IP-osoitteen lisäys

```
interface vlanif10
  description LAN to Customer pos-vl10
  ip address x.x.171.3 255.255.255.0 # pääverkko
  ip address x.x.77.3 255.255.255.0 sub # toissijainen verkko
  clear ip df
  dhcp select relay
  dhcp relay server-ip x.x.100.7
  dhcp relay server-ip x.x.100.9
  vrrp vrid 1 virtual-ip x.x.171.1
  vrrp vrid 1 virtual-ip x.x.77.1 #Tämä osoite lisättiin
  vrrp vrid 1 priority 80
  vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 6
  vrrp vrid 1 authentication-mode simple plain pos-vl10
```

## Torstai 17.11.2022

Päivä alkoi pää- ja varayhteyden valmistelulla. Molempiin yhteyksiin haluttiin yksi VPRN, minkä läpi reititys tulisi kulkemaan. Ensimmäiseksi liittymistä

kerättiin tiedot kasaan omiin tiedostoihinsa. Seuraavaksi varattiin hallintaosoitteet molemmille yhteyksille. Osoitteiden varaamisen jälkeen konfiguroitiin automaatiolla runkoreitit liittymille. Reittien konfiguroinnin yhteydessä liittymiin vaihdettiin MTU:n arvoksi 1700 normaalin 1500:n sijaan. Reititys toteutettiin käyttäen BGP:tä. Runkoreittien määrittämisen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-reitittimelle. Pohjan luonnin jälkeen liitettiin varaliittymän asiakaskortti pääliittymän korttiin. Lopuksi kirjattiin tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Loppupäivä valmisteltiin Netti Plus -liittymiä bulkkityönä. Bulkkityöllä tässä tarkoitettiin sellaista liittymää, jonka valmistelu toteutettiin normaalin kaavan mukaan. Valmistelut aloitettiin jokaisen liittymän kohdalla kasaamalla tiketiltä saadut tiedot yhteen tiedostoon. Tietojen keruun jälkeen varattiin hallintaosoite ja julkinen osoite asiakkaan liittymän käyttöön. Osoitteiden varaamisen jälkeen kerätyt tiedot syötettiin runkoreitin konfigurointiin tarkoitetulle automaatiotyökalulle. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen aiemmin kerätyt tiedot syötettiin toiselle automaatiotyökalulle, joka loi konfiguraatiopohjan CE-reitittimelle. Viimeisenä tarkistettiin luotu pohja ja sen jälkeen suljettiin tiketti valmiina.

### **Perjantai 18.11.2022**

Ensimmäisenä työnä tehtiin liittymän poisto. Poisto aloitettiin tutkimalla tikettiä. Tiketiltä huomattiin, että kyseessä oli tavallinen Netti Plus -liittymä DSLAM-lisälaitteella. Tiketin tutkimisen jälkeen poistettiin automaatiolla runkoreititys. Reitityksen poiston jälkeen vapautettiin asiakkaan liittymälle varatut IP-osoitteet. Osoitteiden vapauttamisen jälkeen poistettiin asiakaskortti tuotannosta. Asiakaskortin poiston jälkeen palautettiin DSL-keskittimeltä käyttöliittymän kautta runko- ja asiakasportti perusasetuksille sekä poistettiin asiakkaalla käytössä ollut VLAN. Lopuksi tiketille kirjattiin tehdyt poistot ja suljettiin tiketti valmiina.

Seuraavat neljä liittymää valmisteltiin bulkkityönä. Jokaisessa liittymässä normaalista Netti Plus -liittymästä poiketen haluttiin CE-reitittimen lisäksi Huaweiin kytkin. CE-reitittimeen kytkettiin kytkin kiinni ja kytkimeen asiakkaan oma verkkolaite. Jokaisen neljän liittymän valmistelu aloitettiin varaamalla IP-osoitteet. Osoitteiden varauksien jälkeen valittiin kytkimeltä seuraava vapaa VLAN asiakkaan reitin käyttöön. VLANin valitsemisen jälkeen konfiguroitiin kytkimen runko- ja asiakasporttiin sallituksi valittu VLAN. Kytkimen konfigurointien jälkeen automaatiolla konfiguroitiin runkoyhteys Elisan PE-reitittimeltä asiakkaan CE-reitittimelle. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen luotiin provisiointityökalulla CE-reitittimelle ladattava konfiguraatiopohja. Pohjan luonnin jälkeen kirjattiin olennaiset tiedot viimeistelijän ja asentajan tiketille. Viimeiseksi lähetettiin liittymän IP-tiedot sähköpostilla asiakkaan yhteyshenkilölle ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Loppupäivä tutkittiin esihenkilön antamia automaatiolta kuittaamattomaksi jääneitä irtikytkentätikettejä. Ensimmäisenä tiketeiltä varmistettiin, että liittymä oli oikeasti poistettu käytöstä. Varmistuksen jälkeen liittymä kuitattiin erään järjestelmän avulla manuaalisesti valmiiksi. Työ kesti yllättävän kauan, koska tikettien poistotietoja jouduttiin varmentamaan monesta eri järjestelmästä.

## **Viikkoanalyysi 9**

Yhdeksänneltä seurantaviikolta jäi mieleen pari työtä ja niissä tehdyt konfiguraatiot. Näiden töiden aikana opin mm. miten Huaweiin reitittimen konfiguraatioon lisättiin virtuaalisen oletusyhdykäytävän komennot toissijaiselle verkolle sekä miten BGP-reitityksen ominaisuuksia käytettäessä asiakkaan palvelutunnuksen alle lisättiin yhteisö. Näistä seuraavaksi hieman enemmän.

Virtuaalisella oletusyhdykäytävällä tarkoitetaan VRRP:llä toteutettua loogista käytävää, joka voidaan luoda esim. kahden toisiaan varmistavan reitittimen välille. Käytävä toimii ensisijaisesti pääyhteyden reitittimellä, mutta reitin vikaantuessa käytävä vaihtuu automaattisesti varayhteyden reitittimelle. (Huawei 2022b.)

Oletusyhdykäytävä lisääminen toissijaiselle verkolle Huaweiin reitittimen konfiguraatioon osoittautui lopulta todella yksinkertaiseksi. Ensin etsittiin oikean liittymän konfiguraatiopohja. Avattiin se ja etsittiin VLAN, jonka alle komennot lisättiin. VLANin alle lisättiin komennot *"vrrp vrid 1 virtual-ip x.x.77.1"*. Ohjeet lisäämiseen oli vaikea löytää. Huaweiin dokumentaatiosta ei löytynyt selkeitä ohjeita, mutta ohjeet käytävän lisäämiseen löytyivät Elisan omasta tietokannasta.

Yhteisöominaisuus BGP-reitityksessä tarkoittaa kohdeosoiteryhmää, joka voidaan jakaa yhteisöiden avulla eri AS-numeroiden välillä. Kohdeosoiteryhmästä voidaan puhua yleisesti reittitauluna. Taulut sisältävät usein samaan tarkoitukseen käytettäviä osoitteita, mitkä jaetaan BGP-pareille. Reittien jakamiseen on muitakin tapoja, mutta ne ovat usein raskaampia ja tehottomampia reitityksen kannalta. Tällaisia tapoja ovat mm. pääsynhallintalistat sekä maskilistat. Raskaampia verrattuna yhteisöominaisuuteen näistä tekee se, että jaetut reitit tarkistetaan vastaanottavalla reitittimellä yksi kerrallaan. Yhteisöominaisuutta käytettäessä taulu tarkistetaan kokonaan yhdellä kerralla. Yhteisöominaisuutta käyttävä vastaanottava reititin voi omien sääntöjensä perusteella ottaa lähettävältä reitittimeltä taulun kokonaisuudessaan vastaan tai vain osan siitä. Maanantaina 14.11.2022 tehdyssä työssä lisättiin tällainen yhteisö asiakastunnuksen alle. Sillä siis pyrittiin mainostamaan asiakkaan verkkoon haluttu taulu Elisan runkoverkon suunnasta. (Huawei 2022c.)

### 3.10 Seurantaviikko 10

#### **Maanantai 21.11.2022**

Viikko alkoi yrityslittymän valmistelulla. Ensimmäisenä tutkittiin tikettiä. Tiketiltä selvisi, että asiakkaalle haluttiin viisi reittiä viiden VPRN-pilven läpi. Seuraavaksi kasattiin asiakkaan liittymälle tehdyt suunnittelutiedot kokoon yhteen tiedostoon. Tietojen kasaamisen jälkeen varattiin tarvittavat IP-osoitteet. Varauksien jälkeen

konfiguroitiin runkoreitit pilvien läpi automaatiolla. Reitityksiin käytettiin staattisen reitityksen sijaan BGP:tä, koska liittymälle haluttiin varmentavaksi yhteydeksi mobiiliyhteys. Viides reitti haluttiin kulkemaan Internet-pilven läpi. Tätä pilven läpi kulkevaa reittiä ei saanut reitittää valmistelussa, koska reitin reitityksessä haluttiin käyttää BGP:n sijaan staattista reititystapaa. Runkoreittien määrityksien jälkeen tehtiin APN-liitos asiakkaan puhelinnumeron ja mobiilihallintaosoitteen välille. Liitoksen jälkeen luotiin konfiguraatiopohja asiakkaan tiloihin tulevalle CE-reitittimelle. Pohjan luonnin jälkeen kirjattiin viimeistelijän tiketille hallinta-VRN ja sen IP-osoite sekä VLAN. Lopuksi tiketille kirjattiin vielä tieto reitittämättömästä reitistä Internet-pilven läpi ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Seuraavana työnä tehtiin liittymän poisto. Tiketiltä selvitettiin poistettavat asiat. Poistossa haluttiin purkaa koko liittymä pois käytöstä. Ensimmäisen vapautettiin liittymän käytössä olleet IP-osoitteet. Osoitteiden vapauttamisen jälkeen purettiin runkoreitti automaatiolla. Runkoreitin purun jälkeen otettiin asiakaskortti pois tuotannosta. Viimeisenä ennen tiketin sulkua palautettiin hiXin DSL-keskittimeltä käyttöliittymän avulla runko- ja asiakasportti perusasetuksille, poistettiin asiakkaan käytössä ollut VLAN.

Seuraavalta tiketiltä huomattiin, että kyseessä oli jälleen liittymän poisto. Liittymä tahdottiin poistaa kokonaan käytöstä. Tarkemman tiketin tutkimisen jälkeen huomattiin, että kyseessä oli Netti Plus -liittymä DSL-keskittimellä. Poisto aloitettiin IP-osoitteiden vapauttamisella. Seuraavaksi poistettiin runkoreitit Elisan PE-reitittimen ja asiakkaan CE-reitittimen väliltä. Reittien poiston jälkeen palautettiin Huaweiin DSLAM-käyttöliittymän kautta runko- ja asiakasportti perusasetuksille sekä poistettiin asiakkaalla käytössä ollut VLAN. Lopuksi kirjattiin tehdyt poistot tiketille ja suljettiin se.

## **Tiistai 22.11.2022**

Tiistaiamu alkoi Netti Plus -liittymän valmistelulla. Tiketin tarkemman tutkimuksen jälkeen todettiin, että liittymälle ei haluttu mitään lisäpalveluita. Tämä tarkoitti

siis sitä, että asiakkaan laitetilaan ei toimitettu muita laitteita kuin CE-reititin. Valmistelu aloitettiin tarkistamalla Elisan PE-reitittimen portin tila, johon asiakkaalle tuleva CE-reititin kiinnitettiin. Mikäli portti oli tyhjä, voitiin asiakkaalle valita tietty VLAN ja jatkaa valmistelua eteenpäin.

Päivän toisena työnä poistettiin liittymä käytöstä. Tiketiltä huomattiin, että kyseessä oli Netti Plus -liittymän purku. Lisälaitteena purettavalla liittymällä havaittiin hiXin DSLAM. Poisto aloitettiin vapauttamalla liittymälle varattuna olleet IP-osoitteet. Osoitteiden vapauttamisen jälkeen poistettiin runkoreititys Elisan PE- ja asiakkaan CE-reitittimen väliltä automaation avulla. Reitityksen purun jälkeen palautettiin hiXiltä runko- ja asiakasportti perusasetuksille sekä vapautettiin liittymällä käytössä ollut VLAN uusiokäyttöön.

Seuraavan tiketin tutkinta paljasti, että kyseessä oli palvelutaloliittymän valmistelu. Valmistelu osoittautui odotettua nopeammaksi, koska liittymästä haluttiin valmistella vain runkoreitti. Tiketin tutkinnan jälkeen alettiin valmistella runkoreittiä. Reitin valmistelun aikana huomattiin, että se oli jo valmisteltu etukäteen toisen asiantuntijan toimesta. Valmiille runkoreitille päivitettiin uudeksi nopeudeksi 50 Mb/s aiemman 100 Mb/s tilalle. Nopeuden päivittämisen jälkeen suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Otettiin seuraava tiketti järjestelmästä ja tutkittiin sen sisältöä. Tiketiltä selvisi, että haluttiin toimittaa asiakkaalle Netti Plus -liittymä Huaweiin DSL-keskittimellä. Valmistelut aloitettiin varaamalla liittymälle IP-osoitteet. Osoitteiden varaamisen jälkeen konfiguroitiin automaation avulla runkoreitti Elisan PE-reitittimeltä asiakkaan CE-reitittimelle. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen valmisteltiin keskittimen määrytykset. Keskittimelle määritettiin käyttöliittymän kautta runko- ja asiakasportin asetukset vastaamaan asiakkaan toiveita sekä varattiin asiakkaalle seuraava vapaa VLAN käyttöön. Näiden lisäksi portteihin määritettiin asiakkaalle haluttu yhteyden nopeus.

**keskiviikko 23.11.2022**

Aamu alkoi kahden liittymän poistolla. Tikettien tutkimisen jälkeen selvisi, että molemmat liittymät olivat Netti Plus -liittymiä. Liittymien purku aloitettiin vapauttamalla IP-osoitteet uusiokäyttöön. Osoitteiden vapauttamisen jälkeen poistettiin runkoreititykset Elisan runkoverkon reunareitittimen ja asiakkailla käytössä olleiden reunareitittimien väliltä. Runkoreitityksien poiston jälkeen otettiin asiakaskortit pois tuotannosta. Lopuksi kirjattiin tehdyt työvaiheet tiketille ja suljettiin se valmiina.

Seuraavalla tiketillä haluttiin purkaa Ethernet 2.0 -liittymä. Ethernet 2.0 -liittymien erikoisuutena normaaleihin Netti Plus -liittymiin verraten oli se, että valmistelujen yhteydessä rakennettiin L2-yhteys L3-yhteyden lisäksi PE-reitittimen ja CE-nielun väliin. Purku aloitettiin vapauttamalla IP-osoitteet. Osoitteiden purun jälkeen poistettiin L3- ja L2-tason runkoreititys Elisan PE-reitittimen ja toisen operaattorin CE-nielureitittimen väliltä. Runkoreitien purun jälkeen palautettiin liittymällä käytössä olleesta kytkimestä runko- ja asiakasportti perusasetuksille sekä poistettiin asiakkaan yhteyden käytössä ollut VLAN. Kytkimen määrittelyjen jälkeen poistettiin asiakaskortti tuotantotilasta.

Päivän viimeisenä tiketinä valmisteltiin yritysliittymä. Työtiketin tarkemman tutkinnan aikana ensimmäisenä selvisi, että asiakkaalle haluttiin reitittää yksi reitti valmiina olevan VPRN-pilven kautta. Toisena havaittiin, että normaalin MTU-arvon 1 500 sijaan liittymälle haluttiin isompi arvo 1 600. Kolmantena huomiota kiinnitettiin tiketillä siihen, että tulevalla yhteydellä ei saanut käyttää B-luokan yksityisiä IP-osoitteita WAN-linkin hallintaosoitteena. Tälle selvisi myös syy yhteydelle luodusta verkkokuvasta. Syyksi kuvasta havaittiin se, että B-luokan osoitteita käytettiin asiakkaan lähiverkon suuntaan tehtävään reititykseen. Valmistelut aloitettiin keräämällä suunnittelutiedoista ja tiketiltä kaikki osoitetiedot kasaan yhteen tiedostoon. Kasaamisen jälkeen konfiguroitiin runkoreititys Elisan PE-reitittimeltä asiakkaan CE-reitittimelle. Runkoreitityksen yhteydessä vaihdettiin MTU-arvoksi 1 600 sekä lisättiin WAN-linkin verkoksi osoiteavaruus A-luokasta. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen luotiin automaatiolla konfiguraatiopohja asiakkaan CE-reitittimelle. Lopuksi lisättiin



tiedot käytetyistä IP-osoitteista viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

### **Torstai 24.11.2022**

Aamu alkoi Netti Plus -liittymän valmistelulla. Tiketin perusteella kyseessä oli perus bulkkiyö. Valmistelu aloitettiin varaamalla IP-osoitteet liittymän käyttöön. Osoitteiden varaamisen jälkeen yritettiin luoda runkoreittiä Elisan PE-reitittimeltä asiakkaalle reitin ohjaavan CE-reitittimen suuntaan. Reitin konfiguroinnin aikana havaittiin automaatiojärjestelmässä virhe. Virhettä lähdettiin tutkimaan ensin yksi ja sen jälkeen kokeneemman kollegan kanssa. Virheestä saatiin selville, että se johtui mahdollisesti PE-reitittimelle määritetystä virheellisestä konfiguraatiosta. PE-reitittimien konfigurointi ei kuulunut Elisan NOC:lle, joten virheestä ilmoitettiin Elisan runkoverkon laitteiden konfiguraatioista vastaavalle taholle. Ilmoituksen jälkeen tiketti jätettiin odottamaan ongelman ratkeamista ja siirryttiin valmistelemaan seuraavaa tikettiä.

Toisena työnä tehtiin Netti Plus -mobiililiittymän poisto. Ennen kuin purku voitiin aloittaa, varmistettiin että liittymällä ei ollut enää liikennettä. Varmistus tehtiin kirjautumalla asiakkaan reitittimelle. Reitittimellä tutkittiin asiakasportin konfiguraatiota komentosarjalla *"show int g0/0/10"*, mikä näytti mm. portin läpi kulkevan pakettiliikenteen määrän. Portilla ei havaittu liikennettä, joten liittymän purkaminen voitiin aloittaa. Purku aloitettiin vapauttamalla liittymän käytössä olleet IP-osoitteet. Osoitteiden vapauttamisen jälkeen poistettiin asiakaskortti tuotantotilasta. Viimeiseksi purettiin APN-liitos mobiilihallintaosoitteen ja asiakkaalla käytössä olleen puhelinnumeron väliltä.

Päivän viimeisenä työnä valmisteltiin Ethernet 2.0 -liittymä. Valmistelu aloitettiin varaamalla tarvittavat IP-osoitteet. Seuraavaksi konfiguroitiin Elisan PE-reitittimen ja toisen operaattorin CE-nielureitittimen välille L3- ja L2-reitti automaation avulla. Reittien konfiguroinnin jälkeen kirjattiin liittymän tiedot viimeistelijän tiketille. Lopuksi luotiin uusi asiakaskortti ja laitettiin se esituotantotilaan.

## Perjantai 25.11.2022

Perjantaiamu alkoi 4G-yritysluittymän valmistelulla. Valmistelut aloitettiin tutkimalla tikettiä. Tiketin tutkimuksen aikana huomattiin, että asiakkaalle haluttiin kaksi reittiä. Reittien haluttiin kulkevan kahden VPRN-pilven läpi. Viimeisenä havaittiin, että toiselle pilvelle ei ollut vielä tehty DMVPN-tunneleita mobiilineluulle. Tiketin tutkimisen jälkeen varattiin IP-osoitteet liittymälle ja nielureitittimille. Osoitteiden varaamisen jälkeen tehtiin APN-liitos asiakkaalle varatun puhelinnumeron ja mobiilihallintaosoitteen välille. Liitoksen luonnin jälkeen konfiguroitiin tunnelit nielureitittimille. Tunnelien jälkeen konfiguroitiin runkoreitit automaatiolla VPRN-pilven läpi Elisan runkoverkon reitittimeltä nielureitittimille. Runkoreittien konfiguroinnin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja CE-reitittimelle lataamista varten. Lopuksi kirjattiin tarvittavat tiedot viimeistelijän tiketille ja suljettiin valmistelun tiketti valmiina.

Päivän toisena työnä valmisteltiin myös 4G-yritysluittymä. Tiketin tarkemman tutkimuksen jälkeen selvisi, että liittymälle haluttiin kaksi reittiä kahden VPRN-pilven läpi. Tutkimuksen aikana selvisi myös, että molemmille pilville oli DMVPN-tunnelit rakennettu valmiiksi aiemmin. Koska pilvet oli jo aiemmin rakennettu, saatiin liittymä valmisteltua nopeasti. Valmistelu aloitettiin varaamalla IP-osoitteet. Osoitteiden varaamisen jälkeen tehtiin APN-liitos asiakkaalle varatun puhelinnumeron ja aiemmin varatun mobiilihallintaosoitteen välille. Liitoksen jälkeen luotiin asiakaskortti ja laitettiin se esituotantotilaan. Kortin jälkeen luotiin konfiguraatiopohja ladattavaksi asiakkaan laiteiloihin tulevalle CE-reitittimelle. Pohjan luonnin jälkeen valmistelun tiketti voitiin sulkea valmiina, kun oli ensin lisätty IP-tiedot viimeistelyn tiketille.

Viikon viimeisenä työnä valmisteltiin kuituyhteys 4G-varmistuksella. Valmistelu aloitettiin varaamalla IP-osoitteet yhteydelle. Osoitteiden varaamisen jälkeen kasattiin suunnittelutiedot yhteen tiedostoon. Tietojen keräämisen jälkeen konfiguroitiin automaation avulla runkoreitti Elisan PE-reitittimeltä asiakkaan verkon reunareitittimelle. Reitityksessä käytettiin BGP:tä staattisen reitin sijaan, koska kyseessä oli varmennettu yhteys. Runkoreitin konfiguroinnin jälkeen luotiin automaatiolla asiakkaan reunareitittimelle konfiguraatiopohja, jonka

asentaja lataa laitteelle asennuksen yhteydessä. Viimeisenä työvaiheena pohjan luonnin jälkeen kirjattiin tehdyt työvaiheet valmistelun sekä viimeistelyn tiketille. Kirjauksien jälkeen voitiin sulkea valmistelun tiketti valmiina.

### **Viikkoanalyysi 10**

Viimeinen raportointiviikko valmisteltiin ja purettiin liittymiä normaaliin tapaan. Viikon aikana en oppinut mitään uutta, mutta rutiini kehittyi huomattavasti kaikenlaisten liittymien valmistelussa sekä purussa.

Viikon ajalta mieleen jäänein työ oli DMVPN-tunnelikonfiguraation luominen nielureitittimille. Konfiguraatiot piti luoda, koska asiakkaalle haluttiin VPRN-pilvi, mille näitä ei ollut vielä rakennettu. Konfiguraatio rakennettiin käyttäen apuna Excel-työkalua, mille annettiin parametreina Elisan PE-reitittimen hallintaosoite, CE-reitittimen hallintaosoite, VPRN-pilven nimi ja asiakkaan nimi. Näiden parametrien avulla työkalu loi nielulaitteille upotettavan konfiguraatiopohjan. Pohjien luonnin jälkeen käytiin nielulaitteille upottamassa konfiguraatio. Kun konfiguraatiot oli upotettu, tunnelit olivat valmiit. Tunnelien konfiguroinnin jälkeen käytiin luomassa eräässä järjestelmässä tunnelien käyttöön tietty osoiteavaruus. Osoiteavaruudesta voitiin tämän jälkeen jakaa tulevaisuudessa osoitteita uusien liittymien käyttöön, mitkä kulkevat tämän saman VPRN-pilven läpi.

*” Pulling a good network together takes effort, sincerity and time. ”*

- Alan Collins

## 4 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata, millaista tietoverkkoasiantuntijan työ voi olla teleoperaattorin palveluksessa, ja seurata asiantuntijan kehittymistä kohti vaativampia tietoverkkoinfosiinööriin tehtäviä. Työssä kuvattiin asiantuntijan päivittäisiä työtehtäviä mahdollisimman tarkasti salassapitovelvollisuuden puitteissa, missä onnistuttiin hyvin. Työssä onnistuttiin mielestäni kuvaamaan päivittäiset työtehtävät sellaisella tasolla, että saa hyvän käsityksen siitä, millaista tietoverkkoasiantuntijan työ on. Asiantuntijan kehittymistä ei tuotu esiin niin näkyvällä tavalla, kuin aluksi suunniteltiin, vaan annettiin tehdyn työn puhua puolestaan.

Päiväkirjaa kirjoitin koko seurantajakson ajan samaan aikaan, kun tein töitä. Tästä poikkesin ainoastaan viikkoanalyysissä, joita saatoin välillä kirjoittaa viikonloppujen aikana. Kirjoittamisen aikana havaitsin, että raportointi muotona päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö on erinomainen vaihtoehto täyttää työpäivää tekeväälle henkilölle, koska tällä tavoin pystyin esittämään perehtyneisyyteni alaan helposti käytännön töiden kautta ja siirtämään tehdyn työn lähes reaaliajassa kirjoitettuun muotoon, kun tehty työ oli vielä tuoreessa muistissa.

Seurantajakson aikana huomasin, että isossa yrityksessä korostuu tiimin keskinäinen kommunikaatio ja dokumentointi. Koin erittäin hyödyllisenä sen kommunikaation kannalta, että Elisalla pidettiin päivittäin tiimin kesken palaveri, vaikka mitään varsinaista aihetta ei välttämättä ollut, vaan jokainen saattoi jakaa omissa töissään vastaa tulleita asioita, mitkä voisivat auttaa muita tiimin jäseniä tekemään saman työn tulevaisuudessa tehokkaammin. Dokumentaation tärkeyden huomasin siinä vaiheessa, kun jokin tietty työ vaati tietynlaisen toteutuksen. Pääsääntöisesti dokumentaatio oli toteutettu muiden asiantuntijoiden toimesta hyvin, mutta joissain tapauksissa sitä ei ollut tehty lainkaan, mikä vaikeutti oman työni tekoa huomattavasti varsinkin, jos työ oli hiemankin normaalista poikkeava. Jos dokumentaatio puuttui, niin työssä joutui soveltamaan omaa osaamista enemmän tai vähemmän rakennettavan yhteyden monimutkaisuuden mukaan.

Ison yrityksen yhdeksi ongelmakohtaksi todettiin useasti seurantajakson aikana puutteelliset tiedot tiketeillä. Usein niiltä saattoi puuttua asiakkaan sijoitustiedot, eli mihin porttiin laitteessa asiakas kytkettiin. Tämä jo itsessään havaittiin suureksi ongelmaksi, koska se esti koko työn tekemisen. Sijoitustietoja jouduttiin monesti pyytämään uudelleen verkon suunnittelusta, mikä vei usein paljon aikaa ja työn valmistuminen saattoi pahimmassa tapauksessa venähtää yli sopimusajan. Ongelmaan kuitenkin saatiin seurantajakson aikana pieni korjaus, koska ongelma oli ilmeisesti ollut järjestelmässä, joka syöttää tiedot tiketille. Muita suurempia ongelmakohtia seurantajakson aikana ei havaittu.

Seurantajakson aikana kehityin todella paljon erityisesti WAN-tekniikoissa, joissa osaaminen nousi aivan uudelle tasolle. Jakson aikana käytiin kaksi mieleen jäänyttä kurssia, joista osaamista ja ymmärrystä kertyi huomasti. Näistä toisella kurssilla keskityttiin BGP-tekniikkaan ja toisella MPLS-tekniikkaan. Molempia tekniikoita sisältäviä töitä tehtiin jakson aikana ja kurssien ansiosta työt, joissa kyseisiä tekniikoita käytettiin, sujuivat paljon tehokkaammin.

Kehityin seurantajakson aikana mielestäni monella eri osa-alueella. Kymmenen viikon jakson jälkeen koen, että kaikki työtehtävät sujuvat nyt tehokkaammin kuin ennen. Yhtenä tavoitteena jaksolle lähdeettäessä oli kehittyä tietoverkkoasiantuntijana kohti tietoverkkoinsinöörin tehtäviä ja mielestäni tässä tavoitteessa onnistuttiin hyvin. Aina jää tietenkin parannettavaa ja uutta opittavaa, mutta sitä IT-alalla työskentely on ja tulee aina olemaan.

## Lähteet

Alcatel-Lucent. 2011. OmniSwitch AOS Release 6 Switch Management Guide. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://support.alcadis.nl/Support\\_files/Alcatel-Lucent/OmniSwitch//End%20of%20Sale%20products/OS6855%20-%20EOS/Manuals/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01%20Switch%20Management%20Guide.pdf](https://support.alcadis.nl/Support_files/Alcatel-Lucent/OmniSwitch//End%20of%20Sale%20products/OS6855%20-%20EOS/Manuals/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01%20Switch%20Management%20Guide.pdf) [viitattu 8.10.2022]

Alcatel-Lucent. 2015. OmniSwitch AOS Release 8 CLI Reference Guide. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://support.alcadis.nl/Support\\_files/Alcatel-Lucent/OmniSwitch//End%20of%20Sale%20products/OS6855%20-%20EOS/Manuals/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01%20Switch%20Management%20Guide.pdf](https://support.alcadis.nl/Support_files/Alcatel-Lucent/OmniSwitch//End%20of%20Sale%20products/OS6855%20-%20EOS/Manuals/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01/OS6855%20AOS%206.4.4%20R01%20Switch%20Management%20Guide.pdf) [viitattu 8.10.2022]

Cisco Systems. 2022a. Quality of Service. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/8-5/config-guide/b\\_cg85/quality\\_of\\_service.html#ID2976](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/8-5/config-guide/b_cg85/quality_of_service.html#ID2976) [viitattu 30.9.2022]

Cisco Systems. 2022b. What Is SD-WAN? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise-networks/sd-wan/what-is-sd-wan.html> [viitattu 1.10.2022]

Cisco Systems. 2022c. What Is a Next-Generation Firewall? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/firewalls/what-is-a-next-generation-firewall.html> [viitattu 1.10.2022]

Cisco Systems. 2022d. BGP Best Path Selection Algorithm. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/border-gateway-protocol-bgp/13753-25.html#anc5> [viitattu 5.10.2022]

Elisa Carrier Services. 2021a. Elisa Ethernet 2.0 -palvelu. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://static.elisa.com/v2/image/2tqybbhjs47b/8ovuT5YV6Vuh95zewTV8Q/Elisa\\_Ethernet\\_2\\_0\\_PK\\_01102021.pdf?w=800](https://static.elisa.com/v2/image/2tqybbhjs47b/8ovuT5YV6Vuh95zewTV8Q/Elisa_Ethernet_2_0_PK_01102021.pdf?w=800) [viitattu 8.10.2022]

Ethernet Alliance. 2009. Ethernet Jumbo Frames. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ethernetalliance.org/wp-content/uploads/2011/10/EA-Ethernet-Jumbo-Frames-v0-1.pdf> [viitattu 12.10.2022]

Fortinet. 2022. Fortinet Secure SD-WAN. PDF-dokumentti. Saatavissa:

[https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/data-sheets/fortinet\\_secure\\_sdwan.pdf](https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/data-sheets/fortinet_secure_sdwan.pdf) [viitattu 1.10.2022]

Sajari, P. 2022. Helsingin Sanomat. Elisan kannattavuus kehittyi vakaasti ja näkymät muuttuneet hieman valoisammiksi. Saatavissa:

<https://www.hs.fi/talous/art-2000009144229.html> [viitattu 17.11.2022]

Huawei. 2022a. Overview of VRRP. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1100058387/a5b057b1/overview-of-vrrp> [viitattu 24.9.2022]

Huawei. 2022b. Example for Configuring VRRP to Implement Gateway Redundancy. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://support.huawei.com/enterprise/es/doc/EDOC0100585934/2e87a909/example-for-configuring-vrrp-to-implement-gateway-redundancy> [viitattu 18.11.2022]

Huawei. 2022c. Community Attribute Applications in BGP. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://support.huawei.com/enterprise/en/doc/EDOC1000141935/443d911b/community-attribute-applications-in-bgp> [viitattu 19.11.2022]

Ilvesmäki, M. 2022a. BGP in operator networks. Elisa Santa Monica. PDF-dokumentti. Julkaisematon materiaali. Nähtävissä: Elisan sisäverkossa.

Juniper Networks. 2022a. What is Metro Ethernet? WWW-dokumentti.

Saatavissa: <https://www.juniper.net/us/en/research-topics/what-is-metro-ethernet.html> [viitattu 8.10.2022]

Juniper Networks. 2022b. Junos OS Overview. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.juniper.net/documentation/us/en/software/junos/junos-overview/topics/concept/junos-software-introduction.html> [viitattu 8.10.2022]

Juniper Networks. 2022c. CLI User Guide for Junos OS. show | display set. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.juniper.net/documentation/us/en/software/junos/cli/topics/ref/commands/show-pipe-display-set.html> [Viitattu 6.11.2022]

- Kosem, G. 2018–2019. COMMAND LINE CHEAT SHEET. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://ipcisco.com/wp-content/uploads/Cheat-Sheets/COMMAND-LINE-CHEAT-SHEETS-Cisco-Juniper-Alcatel-Huawei.pdf> [viitattu 8.10.2022]
- McCauley, G. 2020. Dynamic Multipoint VPN (DMVPN). Blogi. Päivitetty 13.8.2020. Saatavissa: <https://www.fieldengineer.com/blogs/dynamic-multipoint-vpn> [viitattu 23.10.2022].
- Messer Studios. 2022. Protocol Data Units – CompTIA Network+ N10-007 – 1.3. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.professormesser.com/network-plus/n10-007/protocol-data-units/> [viitattu 12.10.2022]
- Microsoft. 2021. Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/networking/technologies/dhcp/dhcp-top> [viitattu 11.11.2022]
- Nokia. 2016-2017. 6.10.2.1.2. Route Policy Options. community. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://infocenter.nokia.com/public/7705SAR80R4A/topic/com.sar.router\\_config/html/route\\_policy\\_commands.html?cp=7\\_5\\_9\\_1\\_0\\_1#i1180023](https://infocenter.nokia.com/public/7705SAR80R4A/topic/com.sar.router_config/html/route_policy_commands.html?cp=7_5_9_1_0_1#i1180023) [viitattu 14.11.2022]
- Palo Alto Networks. 2022. MPLS | What Is Multiprotocol Label Switching. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia/mpls-what-is-multiprotocol-label-switching> [viitattu 19.9.2022]
- Ullrich, S & Wilms, M. 2021. Say Goodbye to Copper Telecom Networks. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.bcg.com/publications/2021/copper-networks-fiber-optic-network-shift> [viitattu 3.10.2022]
- Wikipedia. 2021. Customer edge router. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Customer\\_edge\\_router](https://en.wikipedia.org/wiki/Customer_edge_router) [viitattu 19.9.2022]
- Wikipedia. 2022a. Digital subscriber line access multiplexer. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_subscriber\\_line\\_access\\_multiplexer](https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_subscriber_line_access_multiplexer) [viitattu 19.9.2022]
- Wikipedia. 2022b. Dynamic Multipoint Virtual Private Network. WWW-dokumentti. Saatavissa:



[https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_Multipoint\\_Virtual\\_Private\\_Network](https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Multipoint_Virtual_Private_Network)  
[viitattu 17.10.2022]

Wikipedia. 2022c. Local area network. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_area\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_area_network) [viitattu 26.9.2022]

Wikipedia. 2022d. Loopback. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Loopback> [viitattu 27.9.2022]

Wikipedia. 2022e. Multiprotocol Label Switching. WWW-dokumentti.  
Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol\\_Label\\_Switching](https://en.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching) [viitattu  
19.9.2022]

Wikipedia. 2022f. Provider edge router. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Provider\\_edge\\_router](https://en.wikipedia.org/wiki/Provider_edge_router) [viitattu 19.9.2022]

Wikipedia. 2022g. Quality of service. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Quality\\_of\\_service](https://en.wikipedia.org/wiki/Quality_of_service) [viitattu 30.9.2022]

Wikipedia. 2022h. Virtual Router Redundancy Protocol. WWW-dokumentti.  
Saatavissa: [https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_Router\\_Redundancy\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Router_Redundancy_Protocol)  
[viitattu 23.9.2022]

Wikipedia. 2022i. Wide area network. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Wide\\_area\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Wide_area_network) [viitattu 19.9.2022]

Wikipedia. 2022j. Border Gateway Protocol. WWW-dokumentti. Saatavissa:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Border\\_Gateway\\_Protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Border_Gateway_Protocol) [viitattu 19.9.2022]

Yangyang, G. 2021. What Is Maximum Transmission Unit (MTU)? WWW-  
dokumentti. Saatavissa: [https://info.support.huawei.com/info-  
finder/encyclopedia/en/MTU.html#content4](https://info.support.huawei.com/info-finder/encyclopedia/en/MTU.html#content4) [viitattu 12.10.2022]