

Ville Karppinen

TUKIASEMIEN SUORITUSKYVYN TESTAAMINEN NOKIALLA

Päiväkirjaopinnäytetyö

TUKIASEMIEN SUORITUSKYVYN TESTAAMINEN NOKIALLA

Päiväkirjaopinnäytetyö

Ville Karppinen
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan tutkinto-ohjelma, ohjelmistokehitys

Tekijä: Ville Karppinen

Opinnäytetyön nimi: Tukiasemien suorituskyvyn testaaminen Nokialla

Työn ohjaajat: Timo Vainio, Pekka Suhonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2020

Sivumäärä: 33

Opinnäytetyön päätavoitteena on kuvata testausinsinöörin työtä Nokialla PET-organisaatiossa asiakasspesifisessä testausympäristössä viiden viikon ajan. Samalla esitellään hieman PET-organisaatiota, työhön liittyviä sidosryhmiä sekä heidän kanssaan tarvittavia vuorovaikutustaitoja. Lopuksi on pohdittu työn aikaansaannoksia.

Seurantajakson aikaisten työtehtävien tärkeimmät saavutukset ovat olleet 4G-testausympäristön saattaminen valmiiksi stabiiliustestauksia varten, sekä 5G cloud-testausympäristön solulaajennuksen teko. Lisäksi seurantajakson aikana tehtiin ominaisuustestausta 4G-testausympäristössä, sekä käsiteltiin tiimin päivystäjän viikkoon liittyviä työtehtäviä. Kokonaisuudessaan viiden viikon aikana on opittu paljon uusia testaaajan työhön liittyviä asioita.

Opinnäytetyön tuloksena on syntynyt raportti, joka esittelee Nokia PET-organisaation toimintaa, sekä kuvaa testausinsinöörin päivittäisiä työtehtäviä. Tukiasemien suorituskykytestaus on vaihtelevaa työtä, jossa täytyy hallita tukiasemien ja kuormalaitteen muodostama testilinjakokonaisuus, sekä ratkoa jatkuvasti esiintyviä ongelmia yhteistyössä asiantuntijoiden kanssa ympäri maailmaa.

Asiasanat: 4G, 5G, ohjelmistotestaus, päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö, tukiasemat

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology, Option of Software Development

Author: Ville Karppinen
Title of thesis: Base Station Performance Testing at Nokia
Supervisors: Timo Vainio, Pekka Suhonen
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020
Number of pages: 33

This diary thesis was made to describe customer specific testing work at Nokia in PET-organization. There is also short description of PET-organization, stakeholders and communication skills which are needed at work. In the end there is a conclusion part, where the achievements of the work has been considered.

The most important achievements during five-week period have been the completion of 4G testing environment for stability testing and the cell expansion of the 5G cloud testing environment.

The result of the thesis is a report that presents the Nokia PET organization and describes the daily tasks of a test engineer in a customer specific testing team. Base station performance testing is varying work, which requires managing the testline formed by the base stations and the load generator, as well as solving and troubleshooting problems in collaboration with experts around the world.

Keywords: 4G, 5G, software testing, diary thesis, base stations

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	NOKIA	9
2.1	Tukiasemien kapasiteetin ja suorituskyvyn testaaminen Nokialla	9
2.2	Asiakasspesifinen suorituskykytestaus	10
2.3	Sidosryhmät työpaikalla.....	11
2.3.1	Sisäiset sidosryhmät	11
2.3.2	Ulkoiset sidosryhmät.....	11
2.4	Vuorovaikutustaidot työpaikalla	12
3	NYKYTILANNE.....	13
3.1	Testausympäristöni	13
3.1.1	4G-testausympäristö.....	13
3.1.2	5G-testausympäristö.....	14
3.2	Viimeisimmät tapahtumat	15
4	PÄIVÄKIRJA.....	19
4.1	Viikko 1.....	19
4.2	Viikko 2.....	22
4.3	Viikko 3.....	25
4.4	Viikko 4.....	27
4.5	Viikko 5.....	28
5	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET.....	33

SANASTO

4G	Neljännän sukupolven mobiiliverkko.
5G	Viidennen sukupolven mobiiliverkko.
CA	Carrier Aggregation. Kantoaallon yhdistäminen. Tietoliikenteen tekniikka, jolla käyttäjäkohtaista datanopeutta saadaan lisättyä.
CC	Component Carrier. Komponenttikantoaalto.
CQI	Channel Quality Indicator. Signaalinlaadun ilmaiseva indikaattori.
CSV	Customer Specific Verification. Asiakasspesifinen testaaminen.
CU	Central Unit. 5G-tukiaseman yksikkö.
DU	Distributed Unit. 5G-tukiaseman yksikkö, jonka toimintaa ohjaa CU.
FDD	Frequency Division Duplex. Taajuusjakoinen duplexi. Tekniikka, jossa signaalien siirtoon käytetään eritaajuisia kantoaaltoja.
FTP	File Transfer Protocol. Tiedostonsiirtoprotokolla.
KPI	Key Performance Indicator. Suorituskykyilmaisim. Kaava, joka koostuu useista erilisistä laskureista. Erilaisilla KPI-arvoilla kuvataan verkon suorituskykyä.
Laitteisto	Tämän opinnäytetyön yhteydessä käsite sisältää tukiaseman eri komponentit, lukuun ottamatta radiomoduulia.
LPO	Local Product Owner. Tiimin tuotteen omistaja, joka hallinnoi ja koordinoi tiimin tehtäviä testauksiin liittyen.
OAM	Operation and Maintenance. Tukiasemien yksi ohjelmistokomponentti, joka koostuu käytönohjauksesta ja hallinnasta.
PCell	Primary Cell. Ensisijainen solu kantoaallon yhdistämistekniikassa, laite muodostaa yhteyden tähän soluun.

PET	Performance Entity Testing. Testauksen osa-alue, joka keskittyy suorituskyvyn ja kapasiteetin testaamiseen.
RSRP	Reference Signal Received Power. Signaalin vastaanotto teho vaimennuksen jälkeen.
SCell	Secondary Cell. Toissijainen solu kantoaallon yhdistämistekniikassa. Käytetään kantoaaltomäärän lisäämiseen.
Snapshot	Tilannekuva tukiasemasta. Tiedosto, josta saadaan tukiaseman menneen ajan tilannetiedot tietyltä hetkeltä.
TDD	Time Division Duplex. Aikajakoinen duplexi. Tekniikka, jolla eri signaalit siirretään samassa taajuuskanavassa ajallisesti eroteltuina.
Testilinja	Testaaajan hallinnoima kokonaisuus, joka koostuu yhdestä tai kahdesta tukiasemasta sekä yleensä kaupallisesta UE-simulaattorista.
UDP	User Datagram Protocol. Tiedostonsiirtoprotokolla.
UE	User Equipment. Laite, jolla käyttäjä on yhteydessä verkkoon.

1 JOHDANTO

Tämän päiväkirjamuotoisen opinnäytetyön tavoitteena on kuvata työtäni testausinsinöörinä Nokian Oulun tuotekehitysyksikön PET-organisaatiossa viiden viikon ajan. Organisaation testaukset keskittyvät tukiasemalaitteistojen ja ohjelmistojen suorituskyvyn ja kapasiteetin riittävyden varmistamiseen erittäin kovassa liikennekuormituksessa. Työn raportointi on jaettu viikoittain. Päiväkirjaraportoinnissa on mukana tiimillemme tyypillisiä ohjelmistojen stabiiliustestauksia, testilinjojen konfiguraatiomuutoksia sekä myös juuri meidän tiimille ei niin tyypillistä uuden ominaisuuden testaamista.

Aloitin organisaatiossa työskentelyn kesätyöntekijänä toukokuussa 2019. Kesän jälkeen minulle tarjoutui mahdollisuus jatkaa töitä talven ajan kolmannen vuoden opintojen ohessa osa-aikaisena. Tähän tilaisuuteen tartuin erittäin mielelläni, ja tein toukokuuhun 2020 saakka 50-prosenttista työaika. Tuona aikana sain muun muassa koulun opetussuunnitelmaan kuuluneet yritysprojektit hoidettua kätevästi. Keväällä minulle tarjottiin vakituista työpaikkaa, jonka otin tietenkin ilomielin vastaan ja niinpä toukokuusta lähtien olen ollut vakituksessa työsuhteessa.

Tiimimme jokaisella testaajalla on vähintään yksi testilinja omalla vastuullaan. Suurin osa työajastamme menee testikattavuutemme parantamiseen, kuten tukiasemien konfiguraatioiden ja UE-simulaattorien liikennemallien muokkaukseen, jotta löytäisimme uusista tukiasemaohjelmistoista mahdollisimman paljon vikoja testeissämme, jotta asiakkaan ei tarvitsisi raportoida mitään vikoja jälkikäteen. Tiimimme tärkein tehtävä on suorittaa kohdeasiakkaalle toimitettavien ohjelmistojulkaisujen 48 tunnin stabiiliustestauksia.

Opinnäytetyön alussa esitellään lyhyesti PET-organisaatiota, toimintatapoja, yrityksen sidosryhmiä sekä työni nykytilannetta. Tämän jälkeen siirrytään aikavälillä 7.9.2020 – 9.10.2020 kirjoitettuun päiväkirjaan ja lopuksi vedetään yhteen seurantajakson aikaansaannoksia sekä pohditaan opittuja asioita.

2 NOKIA

Nokia Oyj on suomalainen globaali tietoliikennealan yhtiö, jonka päätoimiala on verkkoinfrastruktuuri (1). Maailmanlaajuisesti Nokialla on noin 100 000 työntekijää yli sadassa maassa (1). Oulussa Nokialla on noin 2500 työntekijää, joista 1800 työskentelee tuotekehitysyksikössä.

Nokia on jakanut liiketoimintansa lokakuusta 2020 lähtien neljään eri liiketoimintatyhmään, jotka ovat Mobile Networks, IP and Fixed Networks, Cloud and Network Services ja Nokia Technologies (2). Työskentelen testausinsinöörinä PET-organisaatiossa, joka kuuluu Mobile Networks -liiketoimintayksikköön. Tämä liikevaihdoltaan Nokian ylivoimaisesti suurin liiketoimintayksikkö vastaa ensisijaisesti langattomista liityntäverkoista sekä mikroaaltosiirtoverkkoteknologioista (3). Mobile Networksin tavoitteena on tarjota verkko-operaattoriasiakkailleen matkapuhelinverkoja kaikille teknologioille 2G:stä 5G:hen (3). Mobile Networksin tuotevalikoimaan kuuluvat siis lukuisista erilaisista moduuliyhdistelmistä koostuvat tukiasemat sekä niiden ohjelmistot (3).

2.1 Tukiasemien kapasiteetin ja suorituskyvyn testaaminen Nokialla

Nokian PET-organisaatiossa on yhteensä hieman yli 250 työntekijää. Kaikki organisaation toiminta on keskitetty Oulun tuotekehitysyksikköön. PET-organisaation tavoitteena on varmistaa uusien tuotteiden, verkkojärjestelmän ja tukiasemaohjelmistojulkaisujen stabiiliuden, kapasiteetin ja suorituskyvyn riittävyys erittäin kovassa liikennekuormituksessa. Testaukseen kuuluu myös yksittäisten uusien toiminallisuuksien, olemassa olevien ominaisuuksien parannusten sekä laitteistojen testaamista erilaisilla liikennemalleilla.

Liikenteen tuottamiseen tukiasemille käytetään pääsääntöisesti kaupallisia UE-simulaattoreita, joiden avulla tukiasemalle voidaan simuloida tuhansia erilaisia käyttäjiä. Kaupallisten kuormalaitteiden lisäksi osastolla on käytössä jonkin verran Nokian itse tuottamia testauslaitteita, joita käytetään lähinnä sellaisten testausten yhteydessä, joissa ei tarvita niin suurta käyttäjämäärää. Joidenkin uusien ominaisuuksien testauksen yhteydessä sekä muutamissa asiakaskohtaisissa testilinjoiissa käytetään kuormalaitteena myös oikeita puhelimia. Kuormituksen aikana seurataan muun muassa tukiaseman KPI-arvoja, yleistä stabiiliutta, muistinkulutusta sekä prosessorin kuormitusta.

Osastoon kuuluu yhteensä 11 eri testaustiimiä. Tiimien vastuualueet on jaoteltu siten, että osa tiimeistä on keskittynyt pelkästään uusien ominaisuuksien testaamiseen. Osa tiimeistä taas testaa uusia ominaisuuksia, mutta lisäksi heillä on kullakin myös asiakasvastuu eli he vastaavat heidän vastuuasiakkaalleen toimitettavien ohjelmistojulkaisuiden testaamisista. Lisäksi on kaksi tiimiä, joilla on pelkästään asiakasvastuu, eivätkä nämä tiimit testaa (joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta) ollenkaan uusia ominaisuuksia, vaan kaikki tekeminen on kohdistettu asiakkaaseen ja heidän tarpeisiinsa.

2.2 Asiakasspesifinen suorituskykytestaus

Meidän tiimimme on toinen osastomme ainoastaan asiakasvastuun omaavista testaustiimeistä, eli me testaamme vain meille osoitetun avainasiakkaan ohjelmistotoimitukset. Kaikki testilinjamme on rakennettu asiakkaan vaatimuksien mukaan vastaamaan heidän kaupallisia verkkojaan, niin tukiasemien konfiguraatioiden kuin kuormalaitteiden liikennemallien suhteen. Tiimimme tukiasemat on rakennettu samanlaisista moduuleista, mitä operaattoriasiakkaamme käyttää kaupallisissa verkoissaan. Liikennemalleihimme pyrimme rakentamaan juuri sellaista liikennettä, mitä asiakkaan loppukäyttäjät käyttävät oikeasti kaupallisessa verkossakin. Testauksien lisäksi käytämme paljon aikaa testilinjojemme kehittämiseen asiakkaan vaatimaan suuntaan.

Kun meille tulee testattavaksi asiakkaallemme toimitettava ohjelmistojulkaisukandidaatti, suoritamme sillä tavallisesti 48 tunnin stabiiliustestauksen, jonka aikana tarkkailemme tukiasemalta muun muassa luvussa 2.1 mainittuja asioita. Pääosassa ovat ne KPI-arvot, joita asiakkaammekin seuraa. Koostamme arvot testien jälkeen (nykyään 16 tunnin yhtäjaksoinen otanta), ja vertaamme niitä vähän vanhemmalla ohjelmistojulkaisulla testattuun referenssiin. Uuden ohjelmistojulkaisun KPI:iden joihin kuuluvat esimerkiksi erilaisten puheluiden onnistumisprosentit, kapasiteetit, throughput-lukemat ja CA-määrät, tulisi olla aina vähintään yhtä hyviä, mielellään tietysti parempia, kuin asiakkaalla kaupallisessa verkossa jo olevien julkaisuversioiden KPI:t. Tiimimme LPO, joka vastaa testaajien töistä yhdessä linjamanagerin kanssa, esittelee nämä tulokset eteenpäin erilliselle ”asiakastiimille”, joka toimii tiiviissä yhteistyössä asiakkaan kanssa.

Tiimimme testaajista valtaosa työskentelee toistaiseksi ainoastaan 4G:n parissa, jotkut testaavat sekä 4- että 5G:tä (itseni mukaan lukien), ja muutama henkilö testaa pelkästään 5G:tä. Ihmisiä ja resursseja ollaan siirtämässä työskentelemään enemmän ja enemmän 5G:n pariin, niin meidän tiimin kuin koko osaston osalta.

2.3 Sidosryhmät työpaikalla

2.3.1 Sisäiset sidosryhmät

Työpaikallani on useita sisäisiä sidosryhmiä, joista itseni (testaajan) kannalta tärkein on oma tiimi eli tiimin muut testaajat, LPO sekä linjamanagerimme (esimies). Muita testaajan kannalta tärkeitä sidosryhmiä ovat Oulun tuotekehitysyksikön paikallinen laboratoriotiimi sekä Intian runkoverkko-tiimi. Oulun laboratoriotiimi vastaa tukiasemien ja kaikkien muiden testilinjoissa tarvittavien laitteiden asennuksista testauslaboratorioihin, laitteiden huolloista sekä laboratorion testausverkosta. Intiassa oleva runkoverkko-tiimi vastaa yhteistyössä Oulun laboratoriotiimin kanssa testauksissa käytettävien runkoverkkojen toimivuudesta sekä niiden hallinnoinnista. Jos tarvitsemme jotain laite-asennuksia laboratorioihin tai meillä on esimerkiksi puheluiden toimivuuden kanssa ongelmia runkoverkon takia, teemme työ- ja viankorjauspyyntöjä näille laboratoriotiimeille Jiran kautta.

Muita sisäisiä sidosryhmiä ovat osastomme muut testaustiimit, jotka eivät ole kuitenkaan normaalin testaajan arjessa kovin näkyvänä osana mukana, vaan ainoastaan silloin, kun esiintyy ongelmia, joiden ratkaisemiseen ei löydy oman tiimin sisältä tarpeeksi erityisosaamista, jolloin sitä täytyy etsiä koko osaston sisältä. Yhdeksi sisäiseksi sidosryhmäksi on hyvä mainita myös Nokian eri osa-alueiden ohjelmistokehittäjät ympäri maailmaa, joiden kanssa teemme yhteistyötä, kun he ratkovat ja korjaavat testeissä raportoimiamme vikoja.

2.3.2 Ulkoiset sidosryhmät

Testaajan kannalta tärkein ulkoinen sidosryhmä on kaupallisten UE-simulaattorivalmistajien tukihenkilöt. Heidän apuaan tarvitaan todella usein, varsinkin joidenkin erityisen ongelmallisten kuormalaitteyksilöiden kanssa. Yleisesti kuormalaitteissa voi olla ongelmia niiden stabiiliudessa ja ihan yleisessäkin toimivuudessa, kun niiden liikennemalleja muokataan. Tästä suuresta avuntarvemäärästä johtuen meillä on Nokialla Oulussa muutamia tukihenkilöitä ihan täysipäiväisesti töissä laitevalmistajien puolesta. Lisäksi varsinkin CSV-tiimin arjessa paljon näkyvä ulkoinen sidosryhmä on asiakas, jonka asettamiin vaatimuksiin tiimimme työ perustuu.

2.4 Vuorovaikutustaidot työpaikalla

Työpaikalla työskentely tapahtuu normaalisti pääsääntöisesti konttorissa, jossa työskentelevät kaikki tiimimme testaajat, yhteensä noin 20 henkilöä. Työssäni testajana tarvitsen eniten vuorovaikutustaitoja oman tiimini muiden testaajien, LPO:n sekä linjamanagerin (esimiehen) kanssa kommunikointiin. Hyvä vuorovaikutus on tärkeää erityisesti tiimin muiden testaajien kanssa, jotta tarvittava apu löytyy ongelmatilanteissa mahdollisimman nopeasti.

Tarvittava kommunikointi muiden sisäisten sidosryhmien sekä kuormalaittevalmistajien tukihenkilöiden kanssa tapahtuu pääsääntöisesti sähköpostitse tai pikaviestipalveluita käyttäen. Oulussa olevien henkilöiden kanssa ongelmia voidaan yrittää tarvittaessa ratkoa myös jommankumman osapuolen konttoritiloissa.

Maaliskuusta saakka suurin osa tiimistämme ja koko osastosta, itseni mukaan lukien, on tehnyt etätöitä kotoa käsin koronaviruspandemian takia. Tämän tilanteen takia olemme joutuneet käyttämään kommunikointiin pelkästään virtuaaliyhteyksiä, kuten Microsoft Teams- ja Cisco WebEx Meetings -palveluita. Toki käytämme näitä työarjessa muutenkin, mutta erityisesti juuri vallitsevan tilanteen takia tällaisten ohjelmien käyttötaidot ovat korostuneet.

3 NYKYTILANNE

3.1 Testausympäristöni

3.1.1 4G-testausympäristö

Omassa 4G-testausympäristössäni pääosassa on FDD-TDD-tukiasemapari. Taajuusjakaisen FDD-tekniikan tukiasemat käyttävät signaalien siirtoon eritaajuisia kantoaaltoja ja aikajakoiseen TDD-tekniikkaan perustuvat tukiasemat käyttävät samantaajuisia kantoaaltoa, jossa signaalit on eroteltu ajallisesti. Nämä tukiasemat ovat yhteydessä toisiinsa X2-rajapinnan kautta. Tällaisia FDD-TDD-tukiasemayhdistelmiä on tiimissämme yhteensä neljä. Yleensä testausympäristöissä on kaksi FDD-tukiasemaa, joista toinen on ainoastaan X2-puhelunsiirtoja varten ja varsinainen liikenne luodaan "päätukiasemalle".

Lisäksi minulla on myös kolmas tukiasema, joka ei ole vielä toistaiseksi ollenkaan aktiivisessa käytössä, koska en ole ehtinyt käyttämään sen konfigurointiin vielä kunnolla aikaa. Se on FDD-tukiasema, jossa on käytössä vain vähän erilainen laitteistokonfiguraatio kuin tällä hetkellä aktiivisessa käytössä olevassa FDD-tukiasemassa. Lisäksi testilinjassa on lähes kaikkien muiden tiimimme linjojen tapaan kuormalaitteena kaupallinen UE-simulaattori, josta on jaettu kuormitusta sekä FDD-että TDD-tukiasemien soluille.

Ennen opinnäytetyön aloittamista tilanne 4G-testausympäristössäni on sellainen, ettei sitä pysty vielä käyttämään asiakasta varten tekemissämme tukiaseman stabiiliustestauksissa, sillä tukiasemiani ei ole pystytty integroimaan erilliseen verkonhallintajärjestelmään, jonka kautta meidän pitäisi päivittää uudet testattavat ohjelmistojulkaisukandidaatit tukiasemiin. Ongelmia on ollut palomuurien kanssa, ja niitä on tässä viime aikoina yritetty selvittää ja viedä eteenpäin. Meidän täytyy käyttää ohjelmistojen päivityksessä juuri tätä järjestelmää, koska tiimillemme osoitettu asiakas käyttää sitä. Ilman tällaista ulkoista verkonhallintajärjestelmää uudet ohjelmistot päivitetään tukiasemiin samasta käyttöliittymästä, josta niitä muutenkin hallinnoidaan.

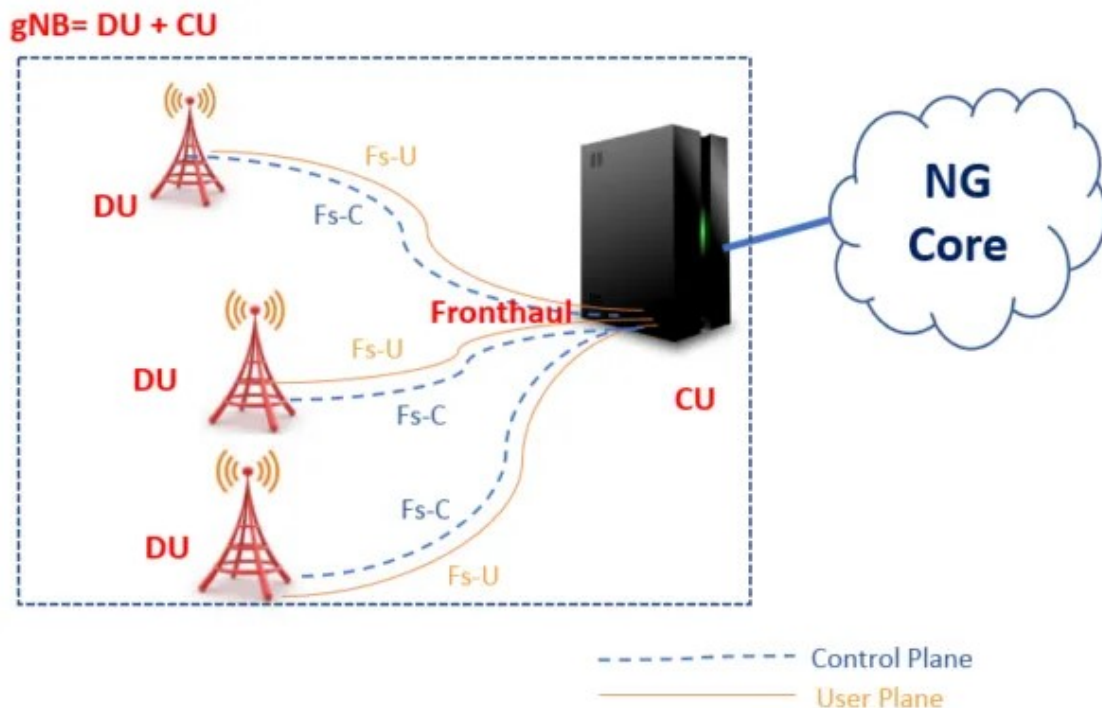
Toinen merkittävä stabiiliustestauksien este on se, että tukiasemieni parametrit eivät ole asiakkaan vaatimuksien mukaisia. Jotta kaikki tuhannet tarvittavat parametrit saataisiin säädettyä samalla tavalla, kuin ne asiakkaan verkossa olevilla tukiasemillakin ovat, tarvittaisiin juuri tuolta yllä mainitulta

järjestelmältä otetut snapshotit eli tilannekuvat tukiasemista, joista saadaan esimerkiksi tukiaseman senhetkinen konfiguraatio selville. Snapshotit sitten syötettäisiin erääseen työkaluun, jonka avulla parametrit saadaan muokattua helposti kohdalleen.

3.1.2 5G-testausympäristö

4G-testausympäristön lisäksi minulla on tiimikaverini kanssa yhteinen 5G cloud-testilinja. Tämä testilinja oli aiemmin pelkästään tiimikaverini hallinnoima, mutta minut siirrettiin tähän alkukesästä kaveriksi vastuuta jakamaan, sillä tiimikaverini ei ehdi muilta töiltään tähän 100-prosenttista työpanosta antamaan. Testilinjaa kutsutaan nimellä Multi-DU, sillä siinä on tällä hetkellä yhden CU:n alla yhteensä peräti 128 DU:ta, joista 80 on oikeita ja 48 emuloituja. 5G-testilinjat koostuvat aina yhdestä CU:sta, mutta yleensä CU:n alla on vain muutamia DU:ita, joten tämä ympäristö on siis huomattavasti muita laajempi. CU:n ja DU:n välistä yhteyttä on havainnollistettu kuvassa 1.

Multi-DU:lla ei toistaiseksi suoritetaakaan 48 tunnin stabiiliustestauksia, joissa tukiasemalla on kova puheluormitus päällä, sillä yhdenkään DU:n yhteyteen ei ole integroitu kuormalaitetta. Tämän takia Multi-DU:lla tehdään ainoastaan erikseen määritellyt OAM-testit, joihin kuuluu muun muassa erilaisia resetoiteja sekä solujen blokkauksia ynnä muuta. Noilla testeillä pyritään saamaan kiinni heti uuden ohjelmiston päivityksen jälkeen tukiaseman käynnistymisvaiheessa esiintyvät viat, joten siihen tarkoitukseen tällainen laaja systeemi soveltuu tietenkin todella hyvin.



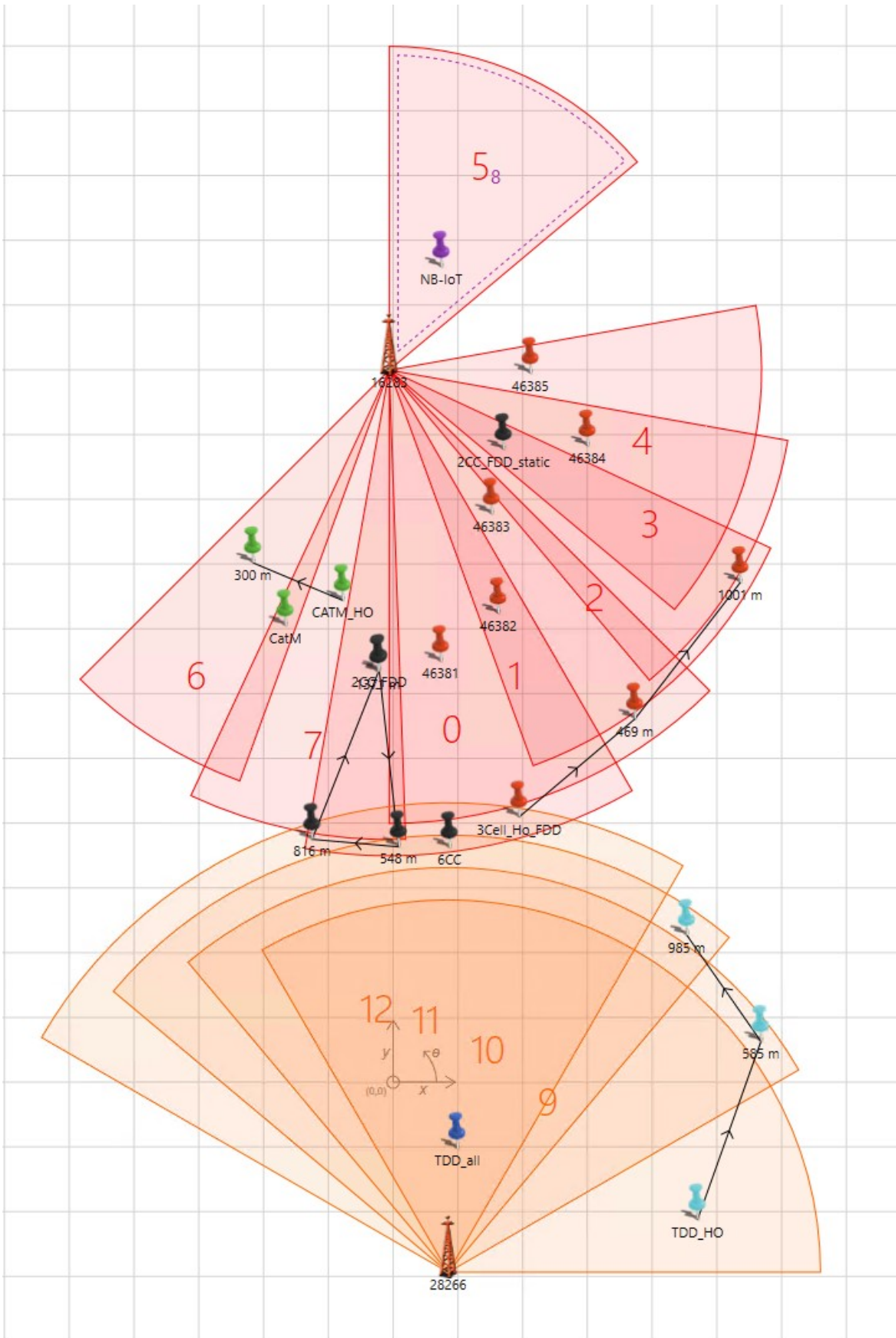
KUVA 1. 5G:n yksiköiden väliset yhteydet (4)

3.2 Viimeisimmät tapahtumat

Rakensin aiemmin kesällä 4G-kuormalaitteeseeni liikennemallia stabiiliustestauksia varten. Olen tehnyt liikennemalliin pääpiirteittäin kaikki vaaditut palvelutyypit (muun muassa FTP, UDP, VoLTE, Cat-M, NB-IoT, Cat-M-VoLTE) toimiviksi, ja suurin osa niistä onkin siinä tilanteessa, että niitä tarvitsee enää korkeintaan säätää ja optimoida. Pelkkien staattisten puheluiden lisäksi liikennemalliin tulisi lisätä myös solujen sekä tukiasemien välisiä puheluidensiirtoja kullekin palvelutypille. Noita siirtoja en ole vielä monellekaan palvelutypille ehtinyt rakentaa. Lisäksi on vielä muutamia palvelutyyppisiä, jotka puuttuvat liikennemallistani kokonaan.

Liikennemallin tila opinnäytetyön aloitushetkellä näkyy kuvassa 2. Ylempänä kuvassa on FDD-tukiasema, jonka solut on kuvattu punaisina sektoreina. Alempana on puolestaan TDD-tukiasema, jonka solut on kuvattu oransseina sektoreina. Eriväriset "nastat" kuvaavat käyttäjäryhmien sijaintia kartalla. Kunkin nastan kohdalle voidaan asettaa useita erilaisia käyttäjäryhmiä, niiden tarkoitus on ainoastaan mahdollistaa käyttäjäryhmien levitys useaan eri kohtaan kartalla. Jotkin ryhmät ovat staattisia, toiset taas kulkevat määriteltä reittiä (musta reitti, jossa nuolia).

Liikennemallin kehittäminen tulee olemaan lähiviikkoina työn alla, mutta tämä ei ole kuitenkaan ensimmäisenä prioriteettistalla, joten teen tätä silloin, kun tärkeämmiltä töiltä aikaa liikenee. Ensimmäisessä olisi kuitenkin tärkeää saada tukiasema liitettyä mukaan verkonhallintajärjestelmäämme, jotta viralliset stabiiliustestaukset ja kaikkien parametrien säädöt ylipäätään mahdollistuisivat. Kuormalaitteen liikenteen ei tarvitse olla niin sanotusti valmis, jotta ympäristö on noihin testauksiin kelpoinen.



KUVA 2. Kuormalaitteen liikennemallin solukartta opinnäytetyön aloitushetkellä

Opinnäytetyön aloitushetkellä työn alla on ensisijaisesti pienimuotoisen uuden ominaisuuden testaaminen. Tämä on todellakin aika pienimuotoinen tapaus (siksi testaus onkin CSV-tiimillemme määritetty), joka vaatii aktivoituakseen vain muutaman parametrimuutoksen molemmille, sekä FDD- että TDD-tukiasemille. Testausta varten vaaditaan juuri oikeanlainen liikenne kuormalaitteelta. Liikenteen tulee olla käynnissä jonkin aikaa, jotta saadaan kerättyä kaikki tarvittavat lokitiedostot tukiasemilta, jotka täytyy sitten toimittaa yhdysvaltalaiselle tämän ominaisuuden testaamisesta vastaavalle henkilölle sekä analysoida tuloksia hänen kanssaan. Olen päässyt tässä testauksessa jo hyvään vauhtiin, mutta on ilmennyt joitakin ongelmia, joita täytyy yrittää ensiksi ratkaista.

4 PÄIVÄKIRJA

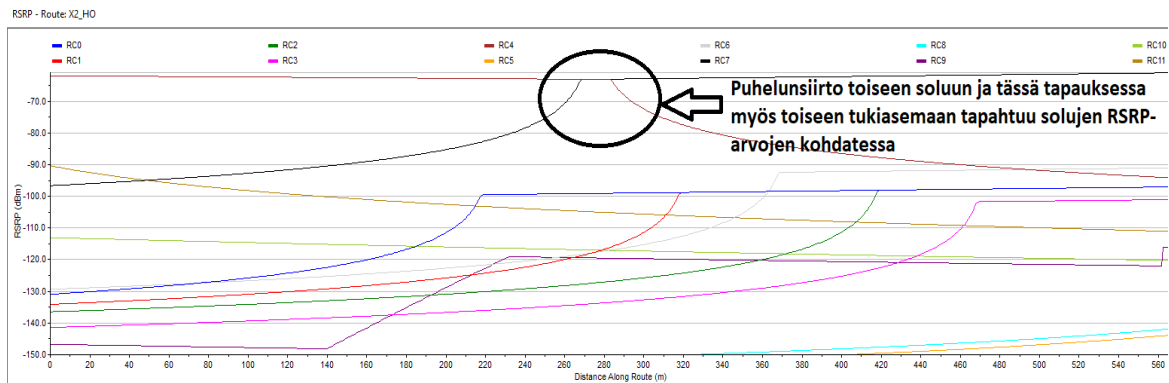
4.1 Viikko 1

Yhdysvalloissa oli maanantaina kansallinen vapaapäivä, joten uuden ominaisuuden testaamisesta vastaava henkilö (puhutellaan häntä tästä eteenpäin nimellä Rich) ei ollut töissä. Hän ei ollut lähettänyt perjantaina uusia muuttuneita testausohjeita eikä edes vastannut edelliseen lokitoimitukseeni mitään, joten en osannut tehdä mitään ominaisuustestausta edistävää. Päätinkin keskittyä maanantain ja tiistain täysin kuormalaitteeni stabiiliustestausten liikennemallirungon kehittämiseen, jonka lisäksi kävin parissa hyödyllisessä koulutuksessa, jotka järjestetään verkon yli. Meillä on yleensä lähes viikoittain vähintään joku koulutus, jossa olisi hyödyllistä käydä. Lisäksi on tiettyjä valmiiksi räätälöityjä ja nauhoitettuja pakollisia koulutuksia, jotka täytyy käydä johonkin tiettyyn määräaikaan mennessä.

Sain jokin aika sitten Cat-M-VoLTE-puhelut toimimaan testilinjassani, mutta sitten toista asiaa muokattuani ne lakkasivat toimimasta. Silloin en ennättänyt tutkia niiden ongelmaa tarkemmin, joten päätin laittaa ne taas kuntoon. Kun puheluita käynnisti tällä hetkellä kuormalaitteessa, laite osoitti puheluille määritellyn solun olevan väärentyyppinen tälle puhelutyyppille, eli solu ei kuormalaitteen mielestä ollenkaan tukenut Cat-M-VoLTEa. En ollut kuitenkaan muokannut solua liikennemallissa, joten oletin vian olevan tukiaseman konfiguraatitiedostossa. Aika pian vertailtuani tukiaseman nykyistä konfiguraatitiedostoa vanhoihin huomasin, että muutama Cat-M-VoLTEen vaikuttava parametri oli kääntynyt varmaankin muiden muutosten myötä väärään asentoon, jonka takia solu hylkäsi nämä puhelut. Käännettyäni parametrit entiseen asentoon staattiset Cat-M-VoLTE-puhelut alkoivat jälleen toimia normaalisti.

Kun olin maanantaina ennättänyt saada Cat-M-VoLTEn toimimaan, päätin keskittyä seuraavaksi kahden tukiaseman välisiin X2-puheluidensiirtoihin, sillä niitä en ollut koskaan aiemmin ehtinyt yrittää laittaa päälle. Tutustuin aluksi joihinkin teknisiin materiaaleihin, joita noihin oli saatavilla, muttei niistä ollut juurikaan käytännön apua. Sain aiemmin kesällä yhdeltä tiimikaveriltani hänen kuormalaitteensa testauskampanjan, koska hänellä on samanmallinen kuormalaite kuin minulla, joten voisin katsoa siitä tarvittaessa hieman mallia uusia puhelutyyppejä lisätessäni. X2-siirtoja varten kuormalaitteen testauskampanjassa täytyi saada siirrossa tarvittaviin soluihin liittyvien signaalien vastaanottotehot, RSRP-arvot, muuttumaan (kuva 3) puhelun reitillä siten, että

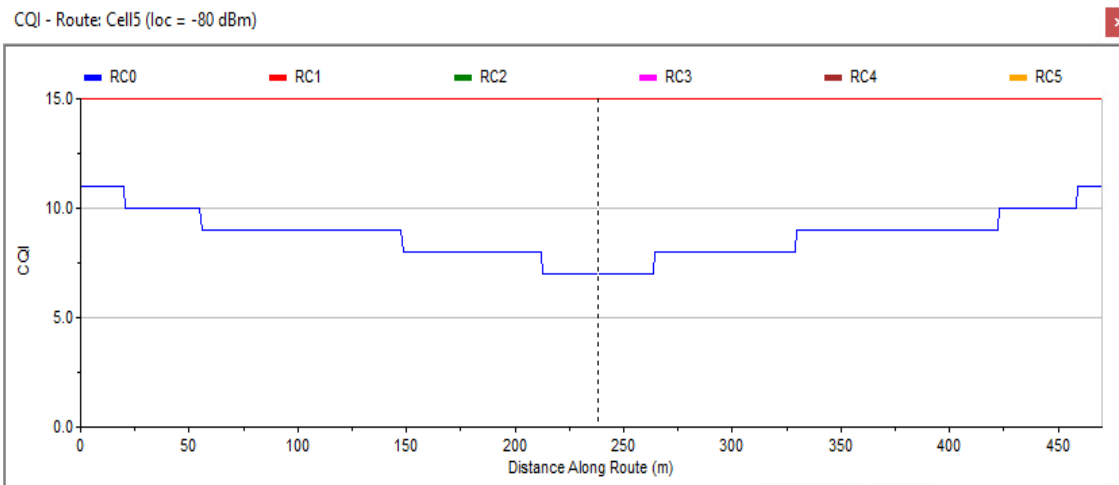
puheluiden signaalit kohtaavat jossain vaiheessa, jotta puhelinsiirto toiseen soluun ja tukiasemaan voi tapahtua. Tätä varten tukiaseman konfiguraatiodostoon täytyi lisätä halutuille soluille objekteja ja määritellä sinne tarvittavat parametrit. Tämän jälkeen kuormalaitteen testauskampanjassa täytyi vielä muuttaa puhelusignaalin käyttäytymiseen vaikuttavia arvoja. Niitä muutettuani X2-siirrot alkoivat heti toimimaan jotenkin, eivät vielä läheskään täydellisesti, eli ne vaativat vielä myöhemmin lisää muokkauksia.



KUVA 3. Solujen RSRP-arvojen muuttamista kuormalaitteessa

Työ liikennemallin parissa keskeytyi kuitenkin heti siinä vaiheessa, kun Rich tuli meidän aikaan tiistai-iltapäivänä jälleen takaisin töihin. Ensimmäiseksi hän alkoi tutkimaan edellisenä perjantaina lähettämiäni lokitiedostoja ja niistä kävi ilmi, etteivät uuden ominaisuuden testustulokset olleet vielääkään toivottuja. Testitapauksessa täytyi olla mukana jonkin verran CA-käyttäjiä. Kantoaallon yhdistämistekniikkaa hyödyntämällä UE-kohtaista datanopeutta saadaan nostettua, kun UE:ille asetetaan useita taajuuslohkoja. CA-käyttäjien lisäksi kaikilla soluilla (myös jokaisella CA:n SCellillä) tuli olla staattisia datakäyttäjiä. Uutta toiminnallisuutta varten CA-käyttäjät täytyi sijoittaa kuormalaitteen virtuaalikartassa siten, että niiden signaalinlaadun ilmaiseva CQI-arvo vaihtelisi tiettyjen SCellien suhteen välillä 6–12, maksimiarvon ollessa 15 (kuva 4). Tuota varten erikseen tekemäni liikennemallin piti olla kunnossa, se oli täysin ohjeiden mukainen ja kuormalaitteen CQI-graafin mukaan CA-käyttäjien CQI-arvo vaihteli juurikin oikeiden SCellien suhteen halutulla arvovälillä. Tein liikennemalliin vielä pienen muutoksen, jonka jälkeen otin tukiasemilta uudet lokitiedostot, jotka Rich pyysi minua jälleen erillisellä työkalulla ”purkamaan” Excelliin, jotta hän voisi analysoida niitä helposti. Kuitenkin Richin niitä tutkittua osoittautui, että kaikkien CA-UE:iden signaalinlaatu oli edelleen paras mahdollinen. Se ei muuttunut missään vaiheessa huonommaksi, vaikka kuormalaitteen virtuaalikartassa UE:t liikkuvat kauemmas tukiasemasta ja CQI-graafin mukaan signaali vain heikkeni entisestään ajan myötä. Niinpä Rich päätti antaa illalla vielä täysin

uudet erilaiset ohjeet, kuinka puhelukuorma tulisi liikennemallissa asettaa soluille, jos se auttaisi meitä saamaan toivottuja tuloksia.



KUVA 4. CQI-arvon vaihtelun säätämistä yhdelle SCellille kuormalaitteessa

Tein keskiviikkona työtä käskettyä ja muokkasin kuormalaitteen liikennemallia Richin uusien ohjeistusten mukaan. Prosessoin jälleen tukiasemilta keräämäni lokitiedostot Richille Excel-muotoon, jotta hän voisi niitä tutkia. Jälleen hänen aikansa niitä tutkittuaan kävi ilmi, että lokien mukaan signaali oli edelleen kaikilla käyttäjillä vahvin mahdollinen, eikä se heikkene ollenkaan minkään SCellin suhteen. Niinpä päätin kuormalaitteen näyttämässä CQI-graafissa olevan jotain vikaa, kun se ei näyttänyt oikeaa arvoa.

Ongelman myötä täytyi ottaa yhteyttä luvussa 2.3 esiteltyihin kuormalaitevalmistajan tukihenkilöihin. Tällä kertaa sain heiltä nopean vastauksen kysymykseeni: mikäli UE:ille ei ole laitettu ollenkaan kohinaa päälle, niiden signaalinlaatu on aina hyvä. Tuolla hetkellä liikennemallissani CQI-arvo kyllä muuttui kuvan 4 graafin mukaisesti, mutta koska en ollut asettanut UE:ille minkäänlaista kohinaa päälle, signaali oli silti tukiaseman näkövinkkelistä aina hyvä. CQI-graafi ei kuulemma sellaisenaan tiedä, millaisella profiililla UE:t liikkuvat kartalle asetetulla reitillä, joten siksi se näytti tällä hetkellä laatua heikommaksi, kuin se oikeasti olikaan. Graafille täytyisi asettaa erikseen erilaisia arvoja kunkin UE-ryhmän mukaan, jotta sen näyttämät lukemat pitäisivät myös oikeasti kunkin ryhmän kohdalla paikkaansa. Näin jälleen opin uutta asiaa. CQI-arvon vaihteluun liittyvää tietoa en ollut ennen tarvinnutkaan.

Kun olin saanut neuvotut asetukset muutettua kohdilleen kuormalaitteeseen, keräsin pikaisesti itselleni muutamat lokitiedostot. Saatoin tutkia niitä myös itse, kun Rich minua vähän aiemmin opasti, mitä prosessoiduista Excel-tiedostoista tulisi etsiä. Niitä tutkiessani näytti mielestäni vihdoin

siltä, että juuri haluttujen UE:iden CQI muuttui halutulla arvovälillä heikommaksi, kun ne kulkivat kauemmas tukiasemasta, ja parani jälleen kunkin UE:n liikkeessa takaisin kohti tukiasemaa. Niinpä sain kerättyä vielä viikonlopuksi Richille kunnolliset lokitiedostot, jotta hän voisi maanantaihin mennessä varmistaa, ovatko tulokset vihdoinkin kelvollisia.

4.2 Viikko 2

Toimin tällä viikolla tiimimme päivystäjänä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jos meille tulee illalla normaalin työajan ulkopuolella testattavaksi asiakkaallemme menevä ohjelmistojulkaisu, päivystäjän täytyy käynnistää testaukset sitä varten eli päivittää julkaistu ohjelmistokandidaatti kaikkiin tukiasemiin sekä käynnistää kunkin testausympäristön kuormalaite.

Jos testattava ohjelmistokandidaatti julkaistaan jo päivällä normaalina toimistoaika, testilinjanimistajat laittavat sen luonnollisesti itse testeihin omiin ympäristöihinsä. Tällöin iltaisin päivystäjän täytyy seurata, että tukiasemille ei ole ilmaantunut tarpeettomia varoituksia tai virheilmoituksia. Lisäksi täytyy seurata, että kuormalaitteet pysyvät käynnissä (toiset ovat stabiileja ja pysyvät helposti tarvittavan 16–18 tuntia käynnissä, mutta jotkin ongelmalliset kuormalaitteet voivat vaatia uudelleenkäynnistyksiä ja virtaresetointeja muutaman tunnin välein). Kriittisimpien testilinjojen KPI-arvoja täytyy myös seurata tarkasti, ja jos jokin arvo alkaa poikkeamaan pahasti vanhoista verrokkiarvoista, niin kuormalaite voi olla paikallaan käynnistää uudelleen ja toivoa, että tilanne korjaantuu sen avulla.

Mikäli virallista stabiiliustestausta ei ole käynnissä, voi testaajilla olla jotain muuta toimintaa meillä ympäristöissään, mikä vaatii illalla satunnaista seuraamista päivystäjältä. Normaalina toimistoaikana päivystyshommista ei tarvitse siis huolehtia vaan voi keskittyä pelkästään omiin töihin.

Rich oli perjantai-iltana analysoinut lähettämäni lokitiedostot, ja tulokset olivat hänenkin mukaansa vihdoinkin sellaisia, mitä haluttiin. Uusi ominaisuus toimi tukiaseman kannalta suoraan oletetulla tavalla, kunhan vain kuormalaitteen liikennemallin sai säädettyä lopullisesti kuntoon. Tässä tapauksessa olin konfiguroinut CA:n PCell:n FDD-tukiasemalle. Seuraavaksi sama skenaario piti testata myös siten, että PCell konfiguroitaisiin TDD-tukiasemalle. TDD-PCell-skenaarion testaaminen oli toki jo heti alussa tiedossa, joten olin ehtinyt tehdä sitä varten jo aiemmin konfiguraatitiedostot molemmille tukiasemille suunnilleen valmiiksi, ja ne vaativat enää Richin haluamia parametrimitoksia.

Kuormalaitteessa pystyin käyttämään lähes suoraan FDD-PCell-skenaarion liikennemallia, joten senkin osalta pääsin helpolla. Sitä täytyi muokata vain vähän, jotta CQI-arvon sai jälleen vaihtelevaan juuri halutuilla CA:n SCellillä oikealla tavalla. Niinpä sain aika pian otettua Richille lokitiedot myös TDD-PCell-skenaariosta. Kun vilkaisin niitä ensin pikaisesti itse, ne näyttivät suoraan hyviltä, joten saatoin lähettää ne suoraan myös Richille. Eräänä iltana, kun Rich tutki tuloksia, hän totesi myös nopeasti tämän skenaarion osalta, että tulokset olivat suoraan sellaisia mitä haluttiin. Niinpä sain testattua pienimuotoisen uuden ominaisuuden alta pois kohtalaisen nopeasti alun pienien kuormalaiteongelmien ratkettua.

Loppuviikosta tiimikaverini, jonka kanssa jaan luvussa 3.1 esitellyn 5G-testilinjan, esitti, että ottaisin testilinjasta joksikin aikaa isompaa roolia, kun hänellä on kasassa muita tuota tärkeämpiä töitä eikä hän ennätä tuohon juuri tällä hetkellä aikaa käyttämään (kesälomien jälkeen hän on pääosin hoitanut linjaa). Kun minulla ei ole 4G-ympäristössä mitään kovin kiireellistä meneillään juuri valmistuneen ominaisuustestauksen jälkeen (ainoastaan testausympäristön kehittämistä stabiiliustestauksia varten), niin minulle sopi, että priorisoitiin 5G-testilinja etusijalle. Multi-DU-testilinjaan täytyisi ensimmäisenä saada muutettua jokainen oikea DU (eli yhteensä 80 kappaletta) 1CC:stä 4CC:ksi. Kun jokaisella DU:lla on vain yksi solu ja sen myötä yksi komponenttikantaaltoa, tuo määrä tulisi yrittää nelinkertaistaa siten, että meillä olisi lopputuloksena jokaisella oikealla DU:lla neljä komponenttikantaaltoa ja yhteensä 320 solua nykyisen 80 solun sijaan.

Aloitin tehtävän jo kesällä, kun linjan kanssani jakava tiimikaverini oli lomalla. Ennätin saada tietynmallisille radiomoduuleille 4CC-konfiguraation toimimaan, kunnes jäin itse lomalle ja tähän otettiin vielä kolmas henkilö tiimistämme jatkamaan, kun työllä oli silloin kiire. Hän teki 4CC-konfiguraation valmiiksi 22 DU:lle, joilla oli samanlainen radiomoduuli. Lopuilla 58 DU:lla on kuitenkin erimallinen radiomoduuli, joille samanlainen parametrisointi ei suoraan toimi, eikä hän löytänyt siihen kesällä ratkaisua. Silloin oli epäilty, että juuri tällaisen laitteiston yhteyteen ei saisi suoraan tätä toisen mallista radiota toimimaan 4CC:nä, vaan se vaatisi muutoksia ainakin kytkentöihin. Onhan meillä toki PET:ssä testilinjoja, joissa tuolle ongelmalliselle radiolle on konfiguroitu neljä solua, mutta noissa linjoissa on muuten hieman erilaisia osia laitteistossa kuin meidän linjassa, joten niistä ei ole ollut sen enempää apua.

Loppukesästä tehtävä pudotettiin alhaisemmalle prioriteetille, ja se oli jonkin aikaa kokonaan koskemattomana sivussa. Jokin aika sitten linjan kanssani jakava tiimikaverini oli alkanut tutkimaan ongelmaa uudelleen ja keskustellut useiden muiden osastomme testaajien kanssa. Heidän yhteinen lopputulos oli ollut, että näiden toisen mallisten radioiden 4CC-toimivuutta varten kunkin DU:n

”profiili” tulisi konfiguroida dynaamiseksi sen sijaan, että se määritellään staattiseksi, kuten se tässä vaiheessa on meillä määritelty. Muutos dynaamiseksi tapahtuisi siten, että profiilin määrittelevä parametri jätettäisiin tyhjäksi kultakin DU:lta, mutta edelleenkin siihen ei löytynyt ratkaisua, onnistuuko se ylipäätään ollenkaan tällaisella laitteistolla. Jos tässä vaiheessa määrittelemme tuon yksittäisen parametrin tyhjäksi, konfiguraatio ei kelpaa tukiasemalle. Niinpä minulla piti alkaa selvittämään, voiko DU:n profiilia muuttaa dynaamiseksi tällaisella laitteistolla. Tällä viikolla en tähän asiaan enää ennättänyt kovin paljoa aikaa käyttämään.

Meille piti tulla asiakkaalle menevä ohjelmistojulkaisukandidaatti testeihin jo tiistaina, mutta sitä ei lopulta kuulunut, ja keskiviikkona tuli tieto, että se tulee perjantaina tai sitten vasta maanantaina. Lopulta se sitten tulikin torstaina, tässä hyvä esimerkki siitä, että meillä tilanteet voivat vaihdella välillä hyvinkin nopeasti, kun ei ole varmuutta siitä, missä ajassa ohjelmistokehittäjät saavat edellisen toimituksen testauksessa raportoidut viat korjattua tai ylipäätään vikojen alkuperäiset syyt selvitettyä. Niinpä torstaina iltapäivällä uuden testattavan ohjelmistokandidaatin tultua saataville suurin osa testilinjojenomistajista ennätti jo itse laittaa omat ympäristönsä tuon testauksen osalta käyntiin, joten minulle jäi illaksi vain muutama testilinja käynnistettäväksi. Missään linjassa ei ilmaantunut ongelmia ohjelmistonpäivityksen yhteydessä, joten kaikki määrätyt testausympäristöt saatiin tähän testaukseen mukaan normaalisti.

Perjantaina kohtasimme testauksen edetessä pahoja ongelmia runkoverkon kapasiteetin kanssa, ja tämä näkyi muun muassa VoLTE-puheluiden KPI-arvoissa todella negatiivisesti. Illasta pidimme auki ryhmäkeskustelua Intiaan, jossa PET:n runkoverkosta vastaavat henkilöt yrittivät selvittää vian syytä. Keskustelussa yritettiin miettiä, kuinka ongelmaan saataisiin nopeasti jonkinlainen ratkaisu, koska nykyinen tilanne oli kestämaton, sillä kaikki KPI:t olivat VoLTE-ongelmien takia käyttökeltomaisia. Asiakkaallehan ei kelpaa selitykseksi se, että testausverkkomme kapasiteetti ei riittänyt. Nokian intialaiset runkoverkkovastaavat tutkivat asiaa kovasti, ja lopulta pikainen ratkaisu oli se, että Oulun testauslaboratoriossa täytyi käydä resetoimassa eräs runkoverkkoon kuuluva laite. Resetoinnin jälkeen täytyi käynnistää kaikki kuormalaitteet uudelleen yksitellen jaksoittain, ei kaikkia kerralla, jotta runkoverkon kuormitus kasvaisi tasaisesti. Kun kaikki kuormalaitteet oli käynnistetty yöksi uudelleen, täytyi vain toivoa, että ongelma korjaantuisi. Lauantaiaamuna katselimme yön tuloksia, ja ne olivat parempia kuin perjantaina (VoLTE-KPI:t eivät olleet vielääkään aivan normaalilla tasolla), joten ilmeisesti verkkolaitteen resetointi paransi tilannetta hieman. Onneksi meillä oli vielä aikaa yrittää saada parempia 16 tunnin KPI-tuloksia.

Stabiiliustestauksessa mukana olleille reilulle 20 tukiasemalle tuli 48 testaustuntia täyteen lauantaina pitkin päivää, joten minun täytyi tehdä niille tarvittavat lopputoimenpiteet eli katsella kaikki muistinkulutusarvot läpi, ettei niissä näy ylisuuria kulutusarvoja, palauttaa tukiasemat vanhaan passiiviseen ohjelmistoon (tukiasemassa on kaksi muistipankkia ohjelmistoille), katsoa, ettei siinä tule mitään ongelmia ja sen jälkeen käynnistää jälleen kuormalaitteet uudestaan. Jotkin testilinjat täytyi jättää vielä uuteen toimitettavaan ohjelmistoon ja yrittää saada niillä parempia KPI-tuloksia, sillä emme olleet saaneet vielä kukaan kaikista linjoista tarpeeksi hyvää 16 tunnin ajanjaksoa, jossa kaikki KPI:t olisivat paremmalla tasolla referenssiajona verrattuna. Tiimimme LPO tarvitsi tulokset sunnuntaina esitettäväksi palaveriin, jossa päätetään, hyväksytäänkö uusi ohjelmistojulkaisukandidaatti toimitettavaksi asiakkaalle. Toimitettava ohjelmisto voi mennä asiakkaan omiin laboratoriotesteihin tai sitten suoraan kaupalliseen verkkoon.

Sunnuntaina päivystystehtävät jo vähän rauhoittuivat lauantaina päättyneen stabiiliustestauksen myötä, mutta seuraamista riitti silti vielä niiden testilinjojen parissa, joilla edelleen yritettiin saada parempia KPI-tuloksia. Kun tiimimme LPO keräsi sunnuntai-aamuna tuloksia erilaisista tukiasemakonfiguraatioista kasaan palaveriin, niin yllättäen lähes linjat olivat pyörineet edellisen yön hyvällä tasolla, vaikka edellisenä iltana näyttikin vielä pahalta niiden osalta. Muutama testilinja aiheutti kuitenkin edelleen päänvaivaa, ja niihin täytyi olla erilliset selitykset, mistä huonot KPI-tulokset johtuvat. Noita selityksiä etsi tukiasemien lokitiedostoista LPO:n lisäksi kyseisten testilinjojen omistajat, joten minulla ei tarvinnut niihin käyttää aikaa.

Näin päivystysviikko tuli lopulta päätökseen. Työtä riittikin viikonloppuna normaalia enemmän. Virallisen stabiiliustestauksen ollessa käynnissä hommia riittää kyllä aina, kun meillä on näissä testauksissa kuitenkin aika paljon testilinjoja mukana, joten seurattavaa riittää. Hienoa, että testit sujuivat kuitenkin alun KPI-ongelmia lukuun ottamatta hyvin, eikä mitään varsinaisia tukiasemavikoja löytynyt raportoitavaksi.

4.3 Viikko 3

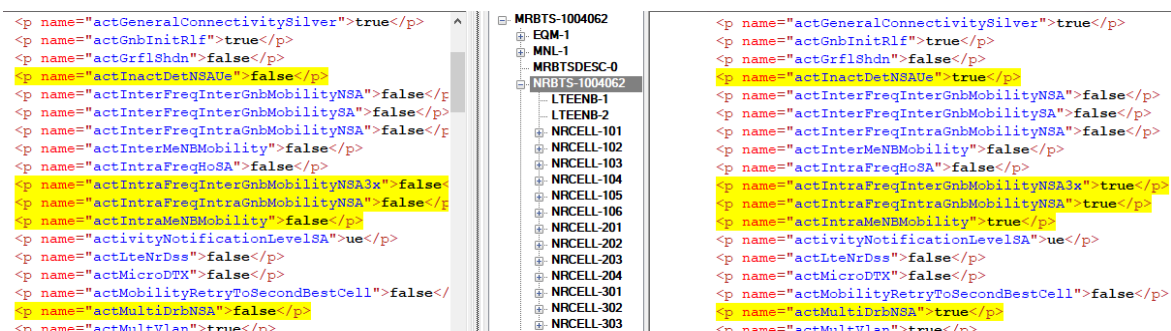
Tein tällä viikolla vain kolme työpäivää, sillä päivystysviikosta saa niin sanotun päivystäjän vapaan, jonka voi pitää valitsemanaan päivänä. Ajattelin käyttää sen perjantaina, ja torstain olen myös vapaalla kertyneiden joustotuntien ansiosta. Alkuvuikolla pääsin aloittamaan todenteolla työt Multi-DU:n 4CC-konfiguraation parissa. Ensiksi yritin vain yksinkertaisesti kokeilemalla löytää sellaisia

parametreja, joilla DU:n profiiliin olisi saanut jäämään dynaamiseksi, mutta ratkaisua ei löytynyt millään.

Kokeneempi tiimikaverini ei saanut aiemmin DU:n profiilia muutettua dynaamiseksi, ja kun en itsekin muutaman päivän pätkäilyä ja testaamista aikana saanut selville, mitä kaikkia parametri-muutoksia se vaatisi, päätin turvautua ulkopuoliseen apuun. Näin monen DU:n testausympäristöjä ei ole koko Nokialla kovinkaan montaa, ja meillä Oulussa tämä on ainoa. Sain kesällä solulaajennustyötä aloittaessani hieman apua Dallasista, koska heillä on siellä vastaavanlainen kymmenien DU:iden testausympäristö olemassa. Päätin kysyä suoraan heiltä, mitä tuon kyseisen radiomodulin 4CC-toimivuuteen liittyen tarvitsisi konfiguraatioissa muuttaa.

Heidän ympäristössään oli odotetusti yksi DU konfiguroituna 4CC:ksi samalla ”ongelmallisella” radiomodulilla ja sen laitteisto oli muutenkin juuri samanlainen, joten sain heti ainakin varmistuksen sille, että toimivuus ei ole kiinni meidän Multi-DU:n laitteistosta, vaan 4CC:n pitäisi toimia myös juuri tällaisella konfiguraatiolla. Sitten he päättivät antaa ystävällisesti suoraan oman ympäristönsä konfiguraatiodokumentin minulle, josta voisin katsoa, mitä kaikkia parametreja minulla itsellä on eri tavalla kuin heillä. Kahden eri tiedoston parametrien vertailu on kätevää erillisellä työkalulla, joka näyttää suoraan tiedostojen väliset eroavaisuudet (kuva 5).

Parametreissa olikin todella paljon eroja, joten täytyi ensimmäiseksi keskittyä juuri niihin parametreihin, jotka voisivat todennäköisimmin vaikuttaa asiaan. Ehdin käymään läpi joitakin objekteja useista kymmenistä, mutta vieläkin ratkaisevaa parametria ei löytynyt, joten niiden selvitys jatkuu ensi viikolla.



```
<p name="actGeneralConnectivitySilver">true</p>
<p name="actGnbInitRlf">true</p>
<p name="actGrflShdn">>false</p>
<p name="actInactDetNSAUe">>false</p>
<p name="actInterFreqInterGnbMobilityNSA">>false</p>
<p name="actInterFreqInterGnbMobilitySA">>false</p>
<p name="actInterFreqIntraGnbMobilityNSA">>false</p>
<p name="actInterMeNBMobility">>false</p>
<p name="actIntraFreqHoSA">>false</p>
<p name="actIntraFreqInterGnbMobilityNSA3x">>false</p>
<p name="actIntraFreqIntraGnbMobilityNSA">>false</p>
<p name="actIntraMeNBMobility">>false</p>
<p name="activityNotificationLevelSA">ue</p>
<p name="actLteNrDss">>false</p>
<p name="actMicroDTX">>false</p>
<p name="actMobilityRetryToSecondBestCell">>false</p>
<p name="actMultiDrbNSA">>false</p>
<n name="actMultiVlan">true</n>

MRBTS-1004062
EQM-1
MNL-1
MRBTSDESC-0
MRBTS-1004062
LTEENB-1
LTEENB-2
NRCELL-101
NRCELL-102
NRCELL-103
NRCELL-104
NRCELL-105
NRCELL-106
NRCELL-201
NRCELL-202
NRCELL-203
NRCELL-204
NRCELL-301
NRCELL-302
NRCELL-303

<p name="actGeneralConnectivitySilver">true</p>
<p name="actGnbInitRlf">true</p>
<p name="actGrflShdn">>false</p>
<p name="actInactDetNSAUe">>true</p>
<p name="actInterFreqInterGnbMobilityNSA">>false</p>
<p name="actInterFreqInterGnbMobilitySA">>false</p>
<p name="actInterFreqIntraGnbMobilityNSA">>false</p>
<p name="actInterMeNBMobility">>false</p>
<p name="actIntraFreqHoSA">>false</p>
<p name="actIntraFreqInterGnbMobilityNSA3x">>true</p>
<p name="actIntraFreqIntraGnbMobilityNSA">>true</p>
<p name="actIntraMeNBMobility">>true</p>
<p name="activityNotificationLevelSA">ue</p>
<p name="actLteNrDss">>false</p>
<p name="actMicroDTX">>false</p>
<p name="actMobilityRetryToSecondBestCell">>false</p>
<p name="actMultiDrbNSA">>true</p>
<n name="actMultiVlan">true</n>
```

KUVA 5. Kahden eri konfiguraatiodokumentin parametrien vertailu

Alkuviikolla palasimme myös tiimikaverini kanssa (joka on meidän tiimimme avainhenkilö tuohon järjestelmään liittyvissä asioissa) aiemmin luvussa 3.1 esiteltyyn ongelmaan verkonhallintajärjestelmään liittyen, josta uudet ohjelmistot päivitetään tukiasemiin. Kuten todettu, minun tukiasemillani

on ollut ongelmia palomuuereihin liittyen, mutta vihdoin avainhenkilömme Intian runkoverkkovastaville jokin aika sitten tekemä palomuurien avauspyyntö pitäisi olla hoidettu. Yhden tukiasemani kanalta kaikki näytti jo päällisin puolin olevan kunnossa, tukiasema näkyi muiden toimivien tapaan samanlaisena järjestelmässä ja ping-komento toimi molempiin suuntiin, joten yhteys sinänsä oli kunnossa. Uuden ohjelmiston päivittäminen tukiasemaan ei kuitenkaan jostain syystä onnistunut vieläkään. Kahdelta muulta tukiasemaltani lähetetyt ping-komennot eivät saaneet ollenkaan vastauksia, joten niiden yhteys ei toiminut vielä lainkaan, vaikka niidenkin palomuurit oli avattu samalla tavalla tuon tukiaseman kanssa, jonka yhteys toimii. Asiaa aikamme ihmeteltyämme tulimme siihen tulokseen, että tukiasemien yhteys erälle serverille, josta niiden pitäisi saada haettua tarvittavat sertifikaatit verkonhallintajärjestelmää varten, ei toimi kunnolla.

Niinpä avainhenkilön täytyi vielä alkaa selvittämään, onko jokin palomuuuri edelleen esteenä tukiasemien ja tuon yhden serverin väliselle yhteydelle. Ei mennytkään kauaa, kun hän vain totesi kaiken olevan kunnossa. Oulun testauslaboratorioon liittyvä palomuuuri oli pitänyt vielä saada avattua, sekä myös tukiasemien konfiguraatitiedostoihin oli täytynyt lisätä muutama asia. Puutteiden korjaamisen myötä kaikki kolme tukiasemaani näkyivät vihreänä verkonhallintajärjestelmässämme, ja ohjelmiston päivittäminen onnistui sen kautta kun sitä kokeilin. Tämän myötä ei vaadi enää paljoa työtä, että testausympäristöni saa muokattua soveltuvaksi tuleviin stabiiliustestauksiimme. Ennen sitä täytyy kuitenkin keskittyä täysillä Multi-DU:n solulaajennukseen.

4.4 Viikko 4

Neljäs viikko kului kokonaan Multi-DU:n solulaajennuksen parissa. Kuten tätä tehtävää aloittaessani totesin, tämä priorisoidaan 4G-testilinjaan liittyvien töiden edelle, joten käytin käytännössä kaiken ajan edistääkseni tätä. Alkuviiikko oli edelleen pelkkää ongelmanetsintää, kun vielä en saanut toisen tyyppisille radioille neljää solua konfiguroitua Dallasista saamani konfiguraatitiedoston avusta huolimatta. Olin jo vaihtanut kaikki sellaiset parametrit saamani tiedoston mukaisiksi, joilla kuvittelin olevan ylipäänsä vaikutusta DU:n 4CC:n toimivuuteen. Kun nuo vaihdokset eivät kuitenkaan riittäneet, ja Dallasin tiedostossa oli varmasti yksi toimiva DU 4CC:nä "ongelmaradion" kanssa, täytyi alkaa vaihtamaan parametri kerrallaan käytännössä kaikki 4CC-DU:hun liittyvät parametrit Dallasin toimivan konfiguraatitiedoston mukaisiksi. Siinä vaikuttikin olevan melkoinen työmaa, mutta en onneksi ehtinyt muutoksissa kovinkaan pitkälle, kun ratkaiseva parametri tuli vas-

taan. Muutettuani DU:n alla olevasta yhdestä objektista erään portti-id:n arvon, kyseisen DU:n alaisen radion kaikki neljä solua muuttuivat sen jälkeen vihreiksi. En osannut kuvitellakaan, että tuon portin id-arvo voisi vaikuttaa radion 4CC-kyvykkyyteen, mutta näköjään se oli siitä kiinni.

Ongelma ratkesi tällä tavalla kokeilemalla, ja meillä oli vihdoinkin toimiva 4CC-konfiguraatio yhdellä DU:lla. Sitten täytyi vielä selvittää, mitkä aiemmin muuttamistani parametreista olivat turhia, ja palauttaa ne takaisin lähtöarvoonsa, jotta en tekisi turhia muutoksia. Kun minulla oli tuo yksi DU 4CC:nä toiminnassa siten, että siihen oli tehty ainoastaan tarvittavat parametrimuutokset, saatoinkin vain alkaa lisäämään kaikki samat muutokset lopuille 57:lle DU:lle, jonka jälkeen aloin lisäämään soluja. Niitähän ei tarvinnut laittaa kuin vain reilut 200 kappaletta.

Soluja täytyi käytännössä vain kopioida ja sen jälkeen aina muuttaa kullekin solulle muun muassa muutamat id-arvot uniikeiksi sekä määrittellä, minkä DU:n alle kukin solu halutaan sijoittaa. Tämä tuotti paljon samanlaista manuaalisyötä, kun soluja oli lisättävänä näin paljon. Yleensä yhdessä tukiasemassa on korkeintaan kymmeniä soluja, joten siinä mielessä tähän testilinjaan liittyvät asiat ovat aina vähän poikkeustapauksia. Soluja lisätessä kuluihin koko loppuviikko, ja vielä jäi lähes sata solua ensi viikkoa odottamaan. Mielestäni edistyin kuitenkin ihan hyvin sen jälkeen, kun sain tuon alkuongelman ratkaistua.

4.5 Viikko 5

Viidennen viikon alussa jatkoin edelleen solujen lisäämistä Multi-DU:n 4CC-konfiguraatioon. Enää tarvitsisi lisätä vajaa sata solua ja sitten kaikilla 80 oikealla DU:lla olisi neljä toimivaa solua. Muutamia pieniä ongelmia tuli vielä vastaan, mutta lopulta aika vaivattomasti sain loputkin puuttuvat solut lisättyä, ja kaikki vieläpä toimivat suoraan odotetusti. En ollut soluja lisätessäni muuttanut niiden taajuuksia ollenkaan, kun en ollut vielä selvittänyt, mitkä olisivat sopivat taajuudet kullekin solulle. Selvitettyäni sopivat taajuudet ne täytyi vielä erikseen konfiguroida, jonka jälkeen tuo tehtävä oli vihdoinkin kokonaan valmis. Niinpä pääsemme tälläkin testausympäristöllä jälleen normaalien OAM-testauksien pariin, sitten kun 5G:lle tulee testeihin seuraava asiakkaalle menevä ohjelmistojulkaisukandidaatti.

Tämän jälkeen palasin jälleen täysin 4G-testausympäristöni kehittämisen pariin. Torstaina meillä alkaisi jälleen uuden ohjelmistojulkaisukandidaatin 48 tunnin stabiiliustestaus, sillä asiakkaamme oli kiinnostunut tästä julkaisuversiosta. Aioin saada myös oman testausympäristöni alkavaan testaukseen vihdoinkin mukaan, sillä se ei vaatisi enää paljoa työtä. Kuten aiemmin kerroin, tukiasemien

stabiiliustestauskuntoon saattamista varten tarvitsin verkonhallintajärjestelmästä otetut snapshotit molemmista tukiasemistani, jotka voisin sitten avata erillisessä työkalussa, joka muokkasi tuhansia tukiasemaparametreja sille ensiksi asetetun lähdetiedoston mukaisiksi. Tässä vaiheessa kun tukiasemani olivat integroitu onnistuneesti verkonhallintajärjestelmäämme, sain vihdoin snapshotit otettua ja saatoinkin aloittaa parametrienmuokkauksen. Tosin ennen kuin sain työkalun auki (en ollut käyttänyt sitä aiemmin), esiintyi vielä ongelmia työkalun lisenssien kanssa. Minun olemassa olleet lisenssini eivät kelvanneetkaan sellaisenaan vaan vaati vielä muutaman sähköpostinvaihdon kiinalaisen työkalunhallinnoijan kanssa, jotta sain lisenssit toimimaan.

Työkaluun syötetään ensin snapshot, jonka jälkeen työkalu järjesteele automaattisesti snapshotista saamansa tukiaseman parametriobjektit oikeaan muotoon. Sen jälkeen työkalulle annetaan haluttu lähdetiedosto, jossa on käyttöön haluttavat parametriarvot. Työkalu luo uuden konfiguraatitiedoston, johon se säätää kaikki snapshotissa olevat parametrit lähdetiedoston mukaisiksi ja lisää vielä ne parametrit, jotka mahdollisesti puuttuvat. Ennen kuin työkalusta voidaan ottaa ulos uusi muokattu konfiguraatitiedosto, täytyy kuitenkin estää tiettyjen parametrien, kuten muun muassa muutamien meidän omien servereiden IP-osoitteiden, muuttuminen. Viimeisten muutosten jälkeen kaikki sallitut tukiaseman parametrit on säädetty asiakkaan vaatimusten mukaan ja uuden valmiin konfiguraatitiedoston saattaa syöttää tukiasemaan. Tämä sujui ongelmitta. Sain molempien tukiasemieni valmiit uudet konfiguraatitiedostot ulos työkalusta sekä päivitettyä ne tukiasemiin muutamassa tunnissa. Tämän jälkeen molemmat tukiasemani olivat vihdoin soveltuvia otettaviksi mukaan meidän stabiiliustestauksiin.

Uusien konfiguraatitiedostojen ollessa aktiivisia tukiasemassa en saanut kuitenkaan kuormalaitteessa suoraan kaikkia puhelutyyppjä toimimaan entiseen tapaan. CA toimi vain 2CC:nä, kun sen olisi pitänyt toimia 5CC:nä kuten aiemmin. Yritin saada CA:n palaamaan entiselleen vielä torstai-päivän lähes kokonaan, ja lopulta iltapäivästä löysin yhden parametrin, jonka konfiguraatitiedoston luonut ohjelma oli kääntänyt "väärään" asentoon (minulla se täytyi olla tuota 5CC-toimivuutta varten eri lukemissa). Tuon muutoksen myötä CA palasi entiselleen, ja ladattuani uuden testeihin tulleen ohjelmistonjulkaisukandidaatin tukiasemiin sain stabiiliustestauksen käyntiin.

Perjantaina testauksessa ei tapahtunut mitään odottamatonta. Ainoastaan kuormalaitteeni kanssa oli vähän odotettujakin ongelmia. Stabiiliustestausta varten tekemäni liikennemalli pysyi vain muutamia tunteja käynnissä kaikkien tähän mennessä konfiguroitujen puhelutyyppien ollessa aktiivisia.

Jätin viikonlopuksi kuormalaitteen kampanjasta monia eri puhelutyyppisiä pois ja jätin sinne ainoastaan joitakin erilaisia staattisia käyttäjiä jäljelle. Noillakaan muutoksilla testauskampanja ei pysynyt paljoa pidempään käynnissä.

Viikonloppuna monissa testilinjoissa oli ollut jälleen ongelmia VoLTE-puheluiden kapasiteettiarvojen kanssa kahden viikon takaisen päivystysviikkoni tapaan. Intian runkoverkkovastaavat olivat lisänneet verkon kaistaa kriittisimmille testilinjoille, joista varmasti tarvittaisiin KPI-tulokset toimitettavaksi asiakkaalle. Kaistan lisäys tapahtui sillä kustannuksella, että loppuissa testilinjoissa (mukaan lukien omassani) VoLTE-puhelut eivät olleet toimineet enää ollenkaan. Kun VoLTE-puhelut eivät olleet enää toimineet, kuormalaitteeni oli pysynyt jo melkein tuplasti pidempään käynnissä, saavuttaen optimaalisen testauskampanjan keston (16–18 tuntia). Seuraavalla viikolla täytyy alkaa selvittämään liikennemallin ja eritoten VoLTE-puheluiden heikkoutta kuormalaittevalmistajan tukihenkilöiden kanssa.

Stabiiliustestauksen 48 tuntia täyttyi lauantai-iltapäivänä, eikä päivystäjämmeäkään ollut raportoinut enää viimeisen vuorokauden aikana ympäristöstäni mitään ongelmia. Tähän testausympäristöni ensimmäiseen valmistuneeseen stabiiliustestaukseen on hyvä päättää päiväkirjaraportointi, varsinkin kun Multi-DU:n solulaajennuskin valmistui sopivasti tällä viikolla.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli raportoida työtäni testausinsinöörinä PET-organisaatiossa Nokialla reilun kuukauden ajan. Tuona aikana erilaisia testauksiimme liittyviä työtehtäviä kertyikin kohtalaisen kattava variaatio. Päiväkirjan alku ei juurikaan kuvaa juuri tiimillemme kaikkein tyypillisintä testautustyötä, mutta mukaan mahtuu myös kaksi asiakasta varten suorittamaamme stabiiliustestausta, jotka ovat testautustiimimme tärkeimpiä töitä.

Tämän viiden viikon aikana sain 4G-testausympäristössä oman testilinjani kelvolliseksi asiakasta varten suorittamiimme stabiiliustestauksiin, mikä oli tärkeä päämäärä. Jatkossa testilinja tulee olemaan mukana noissa testauksissa sekä sitä tullaan jatkokehittämään. Seurantajakson alussa oli myös uuden ominaisuuden testausta sekä stabiiliustestauksen liikennemallin muokkausta.

5G cloud-testilinjalla sain tehtyä pitkään sivussa olleen 4CC-solulaajennuksen valmiiksi. Tämä oli niin ikään tärkeä etappi, joten myös tämän testausympäristön saralla eteneminen oli mielestäni hyvää. On mielestäni hienoa saada työskennellä molempien mobiiliverkkosukupolvien parissa juuri tällä tavalla, että pääpaino on kuitenkin edelleen paremmin hallitsemassani 4G:ssä. Samalla voin tutustua 5G:n maailmaan, johon tulevaisuudessa pääpainopiste eittämättä hiljalleen siirtyy.

Moni näiden viikkojen aikana töissä vastaan tullut asia oli minulle jo ainakin pääosin tuttua, mutta koska sekä 4G- että 5G-testausympäristöni ovat kovan kehityksen alla, tuli näiden viikkojen aikana vastaan kiitettävä määrä myös täysin uusia asioita, joiden myötä opin paljon uutta jatkossa hyödyllistä tietoa. Eniten kehityin mielestäni 4G-UE-simulaattorin liikennemallin konfiguroinnissa, kun ensin ominaisuustestausta varten tarvitsi rakentaa kokonaan erillinen liikennemalli, jossa täytyi ottaa huomioon CQI-arvojen vaihtelut. Lisäksi uutta asiaa tuli vielä stabiiliustestausta varten olevassa liikennemallin kehittämisessä muun muassa X2-puhelunsiirtojen muodossa. Myös 5G-testilinjalla solulaajennuksen myötä tuli vastaan uusia asioita, kuten esimerkiksi tukiaseman konfiguraation muokkausta, jota en ollut aiemmin juurikaan tehnyt. 5G-tukiasemaan liittyvässä konfiguroinnissa on aika paljon eroavaisuuksia 4G:hen verrattuna, ja en ole 5G:n parissa vielä kuitenkaan montaa kuukautta työskennellyt.

Päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö sopi omaan tilanteeseeni parhaiten, sillä olen jo vakituisessa työsuhteessa, joten opinnäytetyö oli käytännössä saatava tehdä oman päivätyön tuloksia hyödyntäen. Mikäli olisin ottanut päivätyön ohteen kokonaan erillisen projektin pelkästään opinnäytetyötä

varten, olisi se varmasti käynyt välillä jo vähän turhan raskaaksi. Kuten päiväkirjaraportoinnista käy ilmi, tämänhetkiset työtehtäväni ovat aika vaihtelevia, joten niistä ei saa helposti muodostettua yhtenevää kokonaisuutta esimerkiksi tutkimus- tai tuotekehitystyötä varten, joten päiväkirja oli hyvin looginen vaihtoehto.

LÄHTEET

1. Nokia. 2020. Wikipedia. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Nokia>. Hakupäivä 2.10.2020.
2. Jantunen, Heikki 2020. Nokia uudistaa toimintamallinsa, näkymät pettymys. Verkkouutiset.fi. Saatavissa: <https://www.verkkouutiset.fi/nokia-uudistaa-toimintamallinsa-nakymat-pettymys/#698e3420>. Hakupäivä 6.11.2020.
3. Nokia vuonna 2019. 2019. Nokia. Saatavissa: https://www.nokia.com/sites/default/files/2020-05/Nokia_vuonna_2019_vuosikertomus.pdf. Hakupäivä 4.11.2020.
4. 5G NR gNodeB Functional Split : CU DU split. 5G Networks. Saatavissa: <https://www.5g-networks.net/5g-technology/gnodeb-gnb-cu-du-split/>. Hakupäivä 14.10.2020.