

Operaattorivertailu

SELVITYS SUOMEN 5G VERKKOJEN KUULUVUUDESTA

Kuuluvuus selvityksen on Elisan toimeksiannosta suorittanut Boftel Estonia OÜ, joka on riippumaton virolainen asiantuntijayritys toimialueenaan radioverkkojen suunnittelu- ja kehitystoiminta. Lisätietoja:

Boftel Estonia OÜ: www.boftel.com, +372 501 4771

Elisa: www.elisa.fi, +358 10 26000

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Tiivistelmä | 3 |
| 2. | Yleistä | 4 |
| 3. | Tavoite | 7 |
| 4. | Paikkakunnat..... | 8 |
| 5. | Mitatut suureet ja mittausjärjestelmä | 9 |
| 6. | Vertailuperiaate | 10 |
| 7. | Tulokset..... | 11 |
| 8. | Johtopäätökset..... | 12 |

1. Tiivistelmä

Helmikuussa-maaliskuussa (15.02.2022 – 11.03.2022) suoritettussa tutkimuksessa selvitettiin Suomen 5G-mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) kuuluvuutta.

Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena helmikuussa-maaliskuussa 349 paikkakunnalla, joilla oli tutkimuksen alkuaikana 5G-mobiiliverkko operaattoreiden julkisilla sivuillaan ilmoittamien peittokarttojen perusteella. Mittareitin kokonaispituus oli 9460 km. Mittauksessa kerättiin kenttävoimakkuusnäytteitä yhteensä n. 12 102 500 kappaletta. 5G-kuuluvuuden selvittämiseksi mitattiin skannerilla kaikkien operaattoreiden 5G taajuuksia (3,5 GHz; 2,6 GHz; 2,1 GHz ja 700 MHz taajuusalueilla). Elisan ulkokuuluvuus oli selkeästi kattavin, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas verkon kattavuutta kuvaavalla raja-arvolla -98 dBm*. Sisäkuuluvuutta kuvaavalla raja-arvolla -78 dBm** Elisan 5G kuuluvuus oli myös selkeästi kattavin, DNA:n ollessa toinen ja Telian ollessa kolmas.

5G-tekniikan kuuluvuus on edelleen lisääntynyt kaikilla operaattoreilla. Tulokset osoittivat siis, että matkapuhelinverkkojen investoinnit jatkuvat ja operaattorit panostavat 5G-verkkojensa jatkuvaan parantamiseen.

* skannerilla mitattu raja-arvo -98 dBm vastaa tyypillistä raja-arvoa -110 dBm modeemilla, jos skannerin antenni sijaitse ajoneuvoon katolla

**skannerilla mitattu raja-arvo -78 dBm vastaa tyypillistä raja-arvoa -90 dBm modeemilla, jos skannerin antenni sijaitse ajoneuvoon katolla

2. Yleistä

Tässä raportissa esitellään tulokset helmikuussa-maaliskuussa 2022 toteutetusta mittaustutkimuksesta, jossa selvitettiin DNA:n, Elisan ja Telian 5G verkkojen kuuluvuutta.

Projektin aikana tehtiin kenttämittaus 349 paikkakunnalla, joista löytyi 15.02.2022, eli mittausreittien suunnittelun alkupäivänä 5G verkko.

Paikkakunnat, joilla mittaus suoritettiin, on lueteltu alla.

| | | | |
|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Aitoo | Himanka | Kannus | Kyrö |
| Akaa | Hollola | Karjoki | Lahti |
| Alajärvi | Honkajoki | Karjaa | Laihia |
| Alapitkä | Huhtia | Karstula | Laitila |
| Alastaro | Huittinen | Kaskinen | Lakkola |
| Alavieska | Humppila | Kauhajoki | Lammi |
| Alavus | Huuvari | Kauhava | Lapijoki |
| Alppihimos | Hämeenkoski | Kausala | Lapinlahti |
| Artjärvi | Hämeenlinna | Kaustinen | Lappajärvi |
| Askola | Härjänvatsa | Kauvatsa | Lappeenranta |
| Aura | Högnabba | Keikyä | Lappi |
| Björnvik | Hyvinkää | Kemi | Lappila |
| Bullers | Ihode | Kemiönsaari | Lapua |
| Dragsfjärd | li | Kempele | Lapväärtti |
| Edsevö | Iisalmi | Kerava | Laukaa |
| Elimäki | Iittala | Kiikoinen | Lehmo |
| Eno | Ilmajoki | Kiiminki | Lempäälä |
| Eräjärvi | Inkeroinen | Kimola | Leppävirta |
| Espoo | Inkoo | Kiparluoto | Lievestuore |
| Eura | Isokyrö | Kirkkonummi | Lillby |
| Eurajoki | Iso-Tervo | Kittilä | Liminka |
| Forssa | Itäkylä | Kiukainen | Livonsaari |
| Gammelboda | Ivalo | Kiuruvesi | Lohja |
| Haapajoki | Jakobstad | Klaukkala | Loimaa |
| Haapajärvi | Jalasjärvi | Knopkägra | Lokalahti |
| Haapavesi | Jepua | Kokemäki | Loppi |
| Haimoo | Joenperä | Kokkola | Loviisa |
| Hakannurkka | Joensuu | Kolari | Lumijoki |
| Hakula | Jokela | Kolho | Luopioinen |
| Halkia | Jokikunta | Kolunkylä | Luosto |
| Halli | Joroinen | Kontiolahti | Luvia |
| Hammaslahti | Juankoski | Kopparnäs | Länkipohja |
| Hankasalmi | Jurva | Korpikylä | Maaninka |
| Hanko | Juva | Korpilahti | Mannila |
| Harjavalta | Jäminkipohja | Kortesjärvi | Mattinen |
| Harjunkylä | Jämsä | Koski-TI | Merijärvi |
| Hartola | Jämsänkoski | Kotka | Merikaarto |
| Hartosenpää | Järvenpää | Kouvola | Merikarvia |
| Haukipudas | Jääli | Kronoby | Mikkeli |
| Heinimaa | Jyväskylä | Kuopio | Monninkylä |
| Heinola | Kaarina | Kurikka | Muhos |
| Hellanmaa | Kajaani | Kuusamo | Munsala |
| Helsingby | Kakskerta | Kuusjoki | Muonio |
| Helsinki | Kalajoki | Kvevlax | Mustio |
| Herrala | Kalanti | Kälviä | Mustlax |
| Hersala | Kalvia | Kärkölä | Muurame |
| Hiisko | Kankaanpää | Kärsämäki | Muurla |

| | | | |
|---------------|-------------|--------------|-------------|
| Mäkelä | Porkkala | Sirkka | Vihti |
| Mäntsälä | Porvoo | Siuntio | Vilikkala |
| Mänttä | Prunkila | Somero | Villähde |
| Myllykoski | Pudasjärvi | Spjutsund | Vimpeli |
| Myllykylä | Puhe | Sundom | Virrat |
| Mynämäki | Punkalaidun | Suolahti | Vuokatti |
| Myrskylä | Pälkäne | Suomatka | Vuorela |
| Nastola | Pyhäjoki | Suonenjoki | Vuotinainen |
| Nedervetil | Pyhäjärvi | Suonsalmi | Vähäkyrö |
| Nilsinä | Raahe | Säkylä | Vääksy |
| Nivala | Radansuu | Sääksmäki | Ähtäri |
| Nokia | Raisio | Söderkulla | Äkäslompola |
| Noormarkku | Rajaharju | Sysmä | Äänekoski |
| Nummela | Rajamäki | Syötekylä | Ylihärmä |
| Nurmes | Rantasalmi | Taalintehdas | Ylistaro |
| Nurmijärvi | Rantsila | Tahkivuori | Ylivieska |
| Närpiö | Rappula | Takkula | Ylläsjärvi |
| Nykarleby | Rauma | Tammisaari | Ylämylly |
| Oitti | Reijola | Tampere | Yläne |
| Ollila | Renko | Tappitori | Ylöjärvi |
| Oravala | Reuna | Tervik | |
| Oravikoski | Riihimäki | Terälahti | |
| Orimattila | Riistavesi | Teuva | |
| Orivesi | Ristiina | Toholampi | |
| Oulainen | Rovaniemi | Topoinen | |
| Oulu | Ruka | Tornio | |
| Outokumpu | Ruskeamäki | Tuorila | |
| Padasjoki | Ruukki | Tupos | |
| Padva | Röykkä | Turku | |
| Paimio | Ryttylä | Tuusula | |
| Paippinen | Saarijärvi | Uimaharju | |
| Pargas | Saariselkä | Uskila | |
| Parkano | Sahalahti | Urainen | |
| Pedersöre | Salittu | Uusikaupunki | |
| Pentinmaa | Salo | Vaasa | |
| Perkiömäki | Salonsaari | Vahto | |
| Perniö | Sarvisalo | Valkeakoski | |
| Pertunmaa | Sastamala | Valkjärvi | |
| Peräseinäjoki | Savia | Vanajanmylly | |
| Petäjavesi | Savitaipale | Vantaa | |
| Pieksämäki | Savonlinna | Varkaus | |
| Pihlajakoski | Seinäjoki | Vehmaa | |
| Pikhtiniemi | Selki | Vehmersalmi | |
| Piukkutorppi | Sievi | Veikkola | |
| Pohja | Siikajoki | Verla | |
| Pohjoisjärvi | Siilinjärvi | Vierumäki | |
| Pori | Sipoo | Viherlahti | |

3. Tavoite

Selvitystyön tavoitteena oli määrittää kunkin operaattorin 5G-verkossa saavutettavaa kuuluvuutta.

5G-kuuluvuuden selvittämiseksi mitattiin skannerilla ja operaattoreiden kaupallisesti saatavilla olevilla korkeimman nopeusluokan 5G-liittymillä kaikkien operaattoreiden 5G-taajuuksia (3,5 GHz; 2,6 GHz; 2,1 GHz ja 700 MHz taajuusalueilla).

4. Paikkakunnat

Mittaukset suoritettiin edellä mainituilla 349 paikkakunnilla. Kullakin paikkakunnalla mittausreitti sisälsi:

- Keskusta-alue: pää- ja sivukadut
- Muut alueet: asuin- ja teollisuusalueet

Mittauksen tekijän tiedot operaattoreiden 5G-verkon kuuluvuudesta perustuivat julkisiin kuuluvuuskarttoihin. Eri operaattoreiden verkkojen tarkka rakenne ei kuitenkaan ollut mittausryhmän tiedossa, mutta mittausreitit valittiin siten, että peittokartoilla ilmoitetut alueet tulivat katettua mahdollisimman laajasti. Paikkakunnilla tehdyn mittausten reitin kokonaispituudeksi kertyi yhteensä noin 9460 km. 5G-verkkoja löytyi yleisesti kaupungeista ja taajama-alueilta.

5. Mitatut suureet ja mittausjärjestelmä

Mitatut suureet

Kuuluvuusmittauksessa mitattu suure oli kentänvoimakkuus, jota mitattiin sijainnin suhteen. Kentänvoimakkuutta kuvataan yleisesti yksiköllä dBm, jonka arvo on negatiivinen ja suurempi arvo merkitsee parempaa kentänvoimakkuutta. Tässä mittauksessa riittävän hyvään datayhteyteen tarvittava kentänvoimakkuus -110 dBm vastaa skannerilla mitattua kentänvoimakkuusarvoa -98 dBm. Tyypillinen vaihteluväli matkaviestinverkoissa on -60 ... -120 dBm.

Mittausjärjestelmä

Kuuluvuusmittauksissa mittalaitteistona käytettiin Rohde&Schwarz TSME6 skanneria.

Mittausjärjestelmä koostui seuraavasti:

- Mittausohjelmisto: Nemo Outdoor
- GPS vastaanotin: Tri-M Mighty Mouse III
- PC tietokone: Dell Latitude 5400

Mittaustulosten analysointijärjestelmä

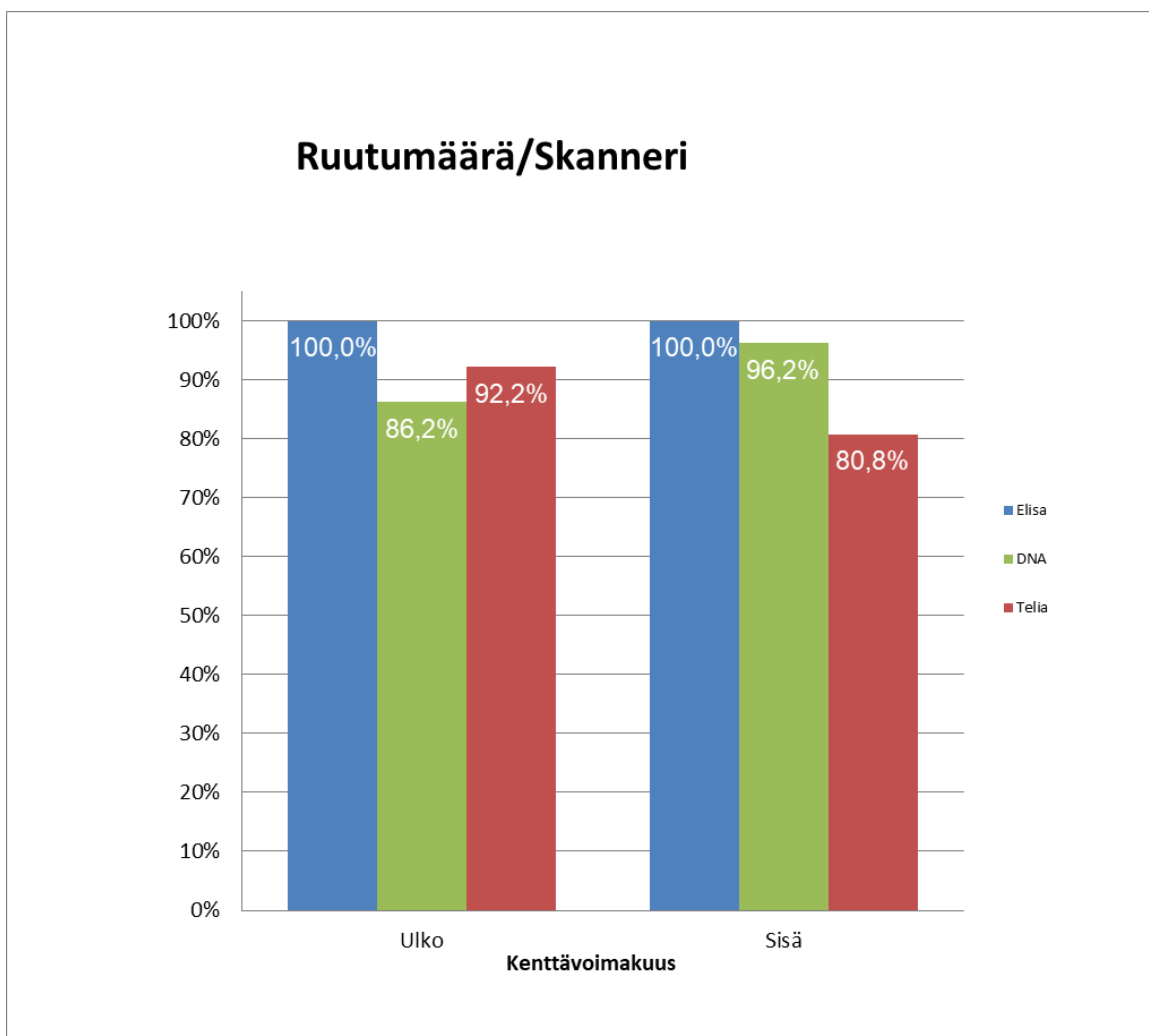
Mittaustulosten analysointijärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor ohjelmistoa.

6. Vertailuperiaate

Kuuluvuustulosten vertailu suoritettiin paikkakunnittain siten että mitattu alue jaettiin GPS–koordinaattien avulla ruudukoksi (100 m x 100 m). Tämän jälkeen jokainen mitattu näyte sijoitettiin ruudukolle koordinaattiarvon perusteella. Se operaattori, jolla oli näytteiden perusteella eniten ruutuja tietyllä paikkakunnalla, edustaa laajinta kuuluvuusaluetta.

7. Tulokset

Kuuluvuusalueen laajuutta tutkittiin mittauksissa laskemalla sellaisten maantieteellisten paikkojen (ts. ruutujen) lukumäärä, jossa operaattorien lähettämä 5G-signaali oli ennalta määritetyn raja-arvon yläpuolella. Ulkokuuluvuuden raja-arvoksi on valittu -98 dBm. Lisäksi on esitetty sisäkuuluvuus korkeammalla -78 dBm:n raja-arvolla, jonka voidaan siis arvioida merkitsevän riittävää sisätilakuuluvuutta. Ruutujen lukumäärät, joissa operaattoreilla on ollut parempi signaali kuin raja-arvo, on esitetty pylväinä kuvassa 1. Tulokset on koottu kaikilta 349 paikkakunnalta tehdyistä mittauksista.



Kuva 1. 5G kuuluvuus 349 paikkakunnalla

Kuvasta 1 huomataan, että Elisan ulkokuuluvuus 5G teknologiassa on laajin 349 mitatuilla paikkakunnilla valitulla raja-arvolla -98 dBm, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Sisäkuuluvuudessa Elisa on myös laajin, DNA:n ollessa toinen ja Telian ollessa kolmas.

8. Johtopäätökset

Tulosten perusteella voidaan todeta Elisalla olevan kattavin 5G ulkokuuluvuus 349 mitatulla paikkakunnalla, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Lisäksi Elisalla on kattavin 5G sisäkuuluvuus 349 mitatulla paikkakunnalla, DNA:n ollessa toinen ja Telian ollessa kolmas.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että operaattoreiden 5G kuuluvuus laajenee jatkuvasti 5G teknologian yleistyessä.