

# 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](http://www.boftel.com), +372 501 4771*

*Elisa: [www.elisa.fi](http://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

Syyskuussa (02.09.2021 – 19.09.2021) suoritetussa tutkimuksessa selvitettiin Suomen 5G-mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) kuuluvuutta.

Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena syyskuussa 238 paikkakunnalla, joilla oli tutkimuksen alkuaikana 5G-mobiiliverkko operaattoreiden julkisilla sivuillaan ilmoittamien peittokarttojen perusteella. Mittareitin kokonaispituus oli 6665 km. Mittauksessa kerättiin kenttävoimakkuusnäytteitä yhteensä n. 3 968 954 kappaletta.

5G-kuuluvuuden selvittämiseksi mitattiin skannerilla kaikkien operaattoreiden 5G taajuuksia (3,5 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, Telian ollessa toinen ja DNA:n 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 syyskuussa 2021 toteutetusta mittaustutkimuksesta, jossa selvitettiin DNA:n, Elisan ja Telian 5G verkkojen kuuluvuutta.

Projektin aikana tehtiin kenttämittaus 238 paikkakunnalla, joista löytyi 15.08.2021, eli mittausreittien suunnittelun alkupäivänä 5G verkko.

Paikkakunnat, joilla mittaus suoritettiin, on lueteltu alla.

Aitoo	Jalasjärvi	Lahti	Oulu
Akaa	Joensuu	Laihia	Outokumpu
Alajärvi	Jokela	Laitila	Padasjoki
Alapitkä	Jäminkipohja	Lammi	Padva
Alastaro	Jämsä	Lapijoki	Paimio
Alavus	Jämsänkoski	Lappeenranta	Pargas
Alppihimos	Järvenpää	Lappi	Parkano
Artjärvi	Jääli	Lappila	Perkiömäki
Björnvik	Jyväskylä	Lapua	Perniö
Bullers	Kaarina	Lapväärtti	Pertunmaa
Dragsfjärd	Kajaani	Laukaa	Peräseinäjoki
Elimäki	Kaksikerta	Lehmo	Pieksämäki
Espoo	Kalajoki	Lempäälä	Pikhtiniemi
Eura	Kankaanpää	Leppävesi	Pohja
Eurajoki	Karjajoki	Leppävirta	Pori
Forssa	Karjaa	Lievestuore	Porvoo
Haapajoki	Kaskinen	Lillby	Punkalaidun
Haapavesi	Kauhajoki	Liminka	Pälkäne
Hakannurkka	Kauhava	Livonsaari	Pännäinen
Hakula	Kausala	Lohja	Pyhäjoki
Hankasalmi	Keikyä	Lohtaja	Raahe
Hanko	Kemi	Loimaa	Radansuu
Harjavalta	Kemiönsaari	Lokalahti	Raisio
Hartola	Kempele	Loppi	Rajaharju
Haukipudas	Kerava	Loviisa	Rajamäki
Heinola	Kiiminki	Lumijoki	Raudaskylä
Hellanmaa	Kiparluoto	Luvia	Rauma
Helsingby	Kirkkonummi	Marinkainen	Reijola
Helsinki	Kittilä	Merikaarto	Reuna
Hollola	Klaukkala	Merikarvia	Riihimäki
Huittinen	Knopkägra	Mikkeli	Ristiina
Humpkala	Kokemäki	Monninkylä	Rovaniemi
Hämeenkoski	Kokkola	Muhos	Ruka
Hämeenkyro	Korkeakoski	Mustio	Ryhtylä
Hämeenlinna	Korpilahti	Muurame	Saarijärvi
Härjänvatsa	KoskiTI	Mäntsälä	Sahalahti
Hyvinkää	Kotka	Myllykoski	Salattu
li	Kouvola	Nastola	Salo
Iisalmi	Kronoby	Nivala	Sarvisalo
Iitola	Kuni	Nokia	Sastamala
Ikaalinen	Kuopio	Noormarkku	Savitaipale
Ilmajoki	Kurikka	Nummela	Savonlinna
Inkeroinen	Kuusamo	Nurmijärvi	Seinäjoki
Inkoo	Kälviä	Oitti	Selki
Isokyrö	Kärkölä	Orimattila	Siikajoki
Iso-Tervo	Kyro	Orivesi	Siilinjärvi
Jakobstad	Kyröskoski	Oulainen	Sipoo

Sirkka  
Siuntio  
Somero  
Spjutsund  
Sundom  
Suolahti  
Suonenjoki  
Suonsalmi  
Säkylä  
Sääksjärvi  
Söderkulla  
Sysmä  
Taalintehdas  
Tahkovuori  
Tammisaari  
Tampere  
Tervik  
Teuva  
Toivola  
Tornio  
Turku  
Tuusula  
Uimaharju  
Urainen  
Uusikaupunki  
Vaasa  
Valkeakoski  
Valkjärvi  
Vantaa  
Varkaus  
Vehmaa  
Veikkola  
Vierumäki  
Vihtavuori  
Vihti  
Viiala  
Villähde  
Vuokatti  
Vuorela  
Vähäkyrö  
Vääksy  
Äkäslompola  
Äänekoski  
Ylihärmä  
Ylistaro  
Ylivieska  
Ylläsjärvi

Ylämylly  
Yläne  
Ylöjärvi

### 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 ja 700 MHz taajuusalueilla).

## 4. Paikkakunnat

Mittaukset suoritettiin edellä mainituilla 238 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 6665 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**

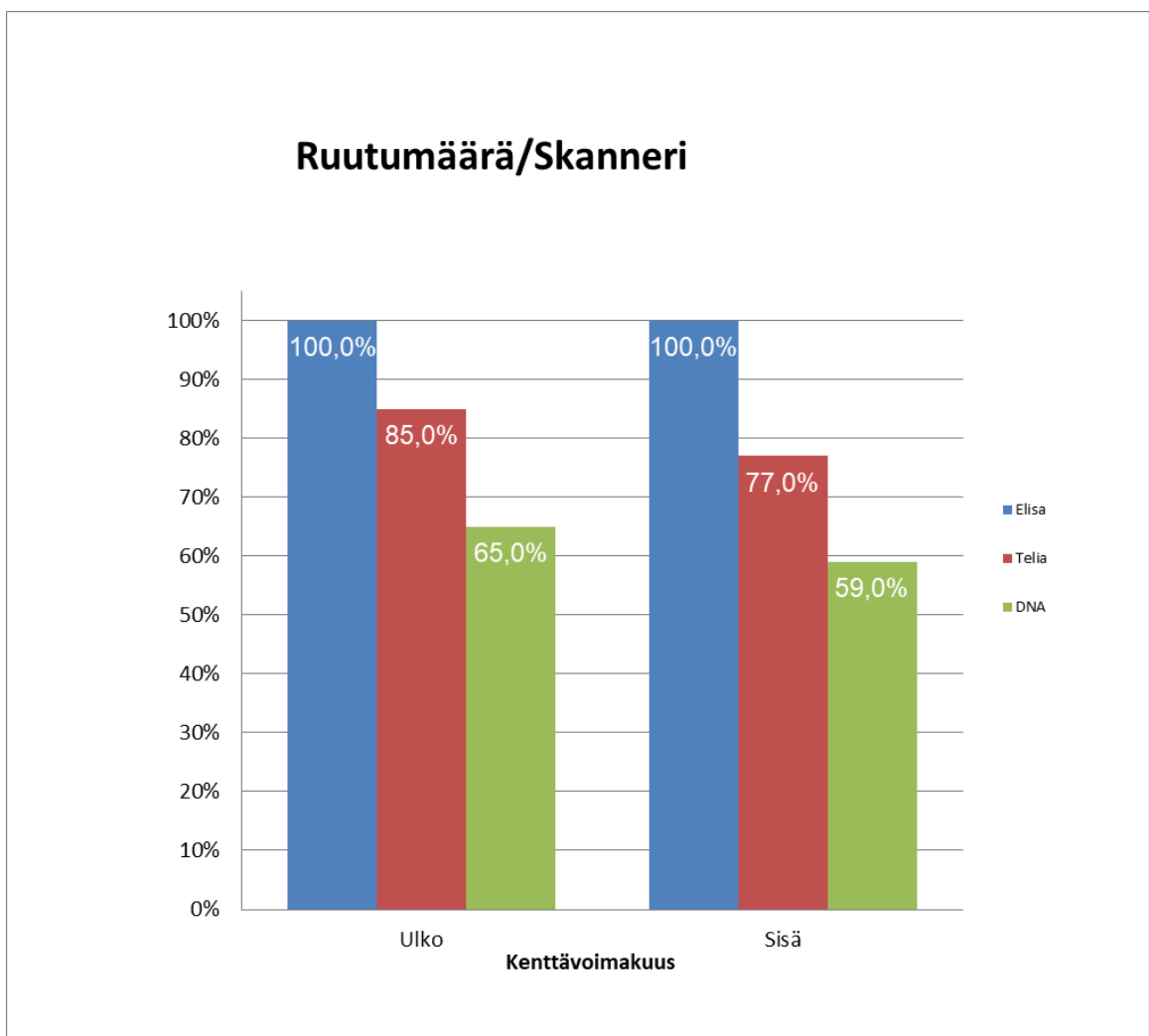
Mittaustulosten analysointijärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor ohjelmistoa.

## 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 238 paikkakunnalta tehdyistä mittauksista.



*Kuva 1. 5G kuuluvuus 238 paikkakunnalla*

Kuvasta 1 huomataan, että Elisan ulkokuuluvuus 5G teknologiassa on laajin 238 mitatuilla paikkakunnalla valitulla raja-arvolla -98 dBm, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Sisäkuuluvuudessa Elisa on myös laajin, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas.

## 8. Johtopäätökset

Tulosten perusteella voidaan todeta Elisalla olevan selkeästi kattavin 5G ulkokuuluvuus 238 mitatulla paikkakunnalla, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Lisäksi Elisalla on selkeästi kattavin 5G sisäkuuluvuus 238 mitatulla paikkakunnalla, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Ulko- ja sisäkuuluvuuden laskennallisten raja-arvojen muuttaminen ei olisi vaikuttanut oleellisesti tuloksiin eikä esimerkiksi operaattoreiden keskinäiseen järjestykseen.

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