

# 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

Marraskuussa-joulukuussa (16.11.2021 – 11.12.2021) suoritetussa tutkimuksessa selvitettiin Suomen 5G-mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) kuuluvuutta.

Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena marraskuussa-joulukuussa 314 paikkakunnalla, joilla oli tutkimuksen alkuaikana 5G-mobiiliverkko operaattoreiden julkisilla sivuillaan ilmoittamien peittokarttojen perusteella. Mittareitin kokonaispituus oli 8015 km. Mittauksessa kerättiin kenttävoimakkuusnäytteitä yhteensä n. 9 893 487 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, 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 marraskuussa-joulukuussa 2021 toteutetusta mittaustutkimuksesta, jossa selvitettiin DNA:n, Elisan ja Telian 5G verkkojen kuuluvuutta.

Projektin aikana tehtiin kenttämittaus 314 paikkakunnalla, joista löytyi 15.11.2021, eli mittausreittien suunnittelun alkupäivänä 5G verkko.

Paikkakunnat, joilla mittaus suoritettiin, on lueteltu alla.

Aitoo	Humppila	Kemiönsaari	Laukaa
Akaa	Huuvari	Kempele	Lehmo
Alajärvi	Hyvinkää	Kerava	Lempäälä
Alapitkä	Hämeenkoski	Keuruu	Leppävesi
Alastaro	Hämeenkyrö	Kiikoinen	Leppävirta
Alavus	Hämeenlinna	Kiiminki	Lievestuore
Alppihimos	Härjänvatsa	Kimola	Lillby
Artjärvi	Högnabba	Kinnulanlahti	Liminka
Askola	li	Kiparluoto	Livonsaari
Aura	Isalmi	Kirkkonummi	Lohja
Björnvik	Iittala	Kittilä	Loimaa
Bullers	Ikaalinen	Kiuruvesi	Lokalahti
Dragsfjärd	Ilmajoki	Klaukkala	Loppi
Edsevö	Inkeroinen	Knopkägra	Loviisa
Elimäki	Inkoo	Kokemäki	Lumijoki
Eno	Isokyrö	Kokkola	Luvia
Espoo	Iso-Tervo	Kolho	Merikaarto
Eura	Jakobstad	Kopsamo	Merikarvia
Eurajoki	Jalasjärvi	Korkeakoski	Mikkeli
Forssa	Jepua	Korpikylä	Monninkylä
Gammelboda	Joenperä	Korpilahti	Muhos
Haapajoki	Joensuu	Koski-TI	Mustio
Haapajärvi	Jokela	Kotka	Mustlax
Haapavesi	Jokikunta	Kouvola	Muurame
Haimoo	Jyväskylä	Kronoby	Myllykoski
Hakannurkka	Jämkipohja	Kuni	Mynämäki
Hakula	Jämsä	Kuopio	Myrskylä
Halkia	Jämsänkoski	Kurikka	Mäntsälä
Hammaslahti	Järvenpää	Kuusamo	Mänttä
Hankasalmi	Jääli	Kuusjoki	Nastola
Hanko	Kaarina	Kyrö	Nivala
Harjavalta	Kajaani	Kyröskoski	Nokia
Harjunkylä	Kakskerta	Kälviä	Noormarkku
Hartola	Kalajoki	Kärkölä	Norra-Paipis
Hartosenpää	Kalanti	Lahti	Nummela
Haukipudas	Kankaanpää	Laihia	Nurmijärvi
Heinimaa	Kannus	Laitila	Närpiö
Heinola	Karjajoki	Lakkola	Oitti
Hellanmaa	Karjaa	Lammi	Ollila
Helsingby	Karstula	Lapinjoki	Oravala
Helsinki	Kaskinen	Lapinlahti	Oravikoski
Herrala	Kauhajoki	Lappeenranta	Orimattila
Hersala	Kauhava	Lappi	Orivesi
Himanka	Kausala	Lappila	Oulainen
Hindsby	Kauvatsa	Lapua	Oulu
Hollola	Keikyä	Lapväärtti	Outokumpu
Huittinen	Kemi	Lastustenkulma	Padasjoki

Padva	Salonsaari	Vaasa
Paimio	Sarvisalo	Vahto
Pargas	Sastamala	Valkeakoski
Parkano	Savitaipale	Valkjärvi
Perkiömäki	Savonlinna	Vanajanmylly
Perniö	Seinäjoki	Vantaa
Pertunmaa	Selki	Varkaus
Peräseinäjoki	Sievi	Vehmaa
Petäjavesi	Siikajoki	Veikkola
Pieksämäki	Siilinjärvi	Verla
Pikhtiniemi	Sipoo	Vierumäki
Piukkutorppi	Sirkka	Vihtavuori
Pohja	Siuntio	Vihti
Pohjoisjärvi	Somero	Viiala
Pori	Spjutsund	Vilikkala
Porvoo	Sundom	Villähde
Pudasjärvi	Suolahti	Vimpeli
Puhe	Suomatka	Vuokatti
Punkalaidun	Suonenjoki	Vuorela
Pyhäjoki	Suonsalmi	Vähäkyrö
Pyhäjärvi	Sysmä	Vääksy
Pälkäne	Syötekylä	Ylihärmä
Pännäinen	Säkylä	Ylistaro
Raahe	Säviä	Ylivieska
Radansuu	Sääksjärvi	Ylläsjärvi
Raisio	Sääksmäki	Ylämylly
Rajaharju	Söderkulla	Yläne
Rajamäki	Taalintehdas	Ylöjärvi
Rantsila	Tahkovuori	Ähtäri
Rappula	Takkula	Ähtävä
Raudaskylä	Tammisaari	Äkäslompolo
Rauma	Tampere	Äänekoski
Reijola	Tappitori	
Reuna	Tervik	
Riihimäki	Teuva	
Ristiina	Toholampi	
Rovaniemi	Toivola	
Ruka	Topoinen	
Ruskeamäki	Tornio	
Ruukki	Tuorila	
Ryttylä	Tupos	
Röykkä	Turku	
Saarijärvi	Tuusula	
Saariselkä	Uimaharju	
Sahalahti	Urainen	
Salittu	Uusikaarlepyy	
Salo	Uusikaupunki	

### 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 314 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 8015 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**

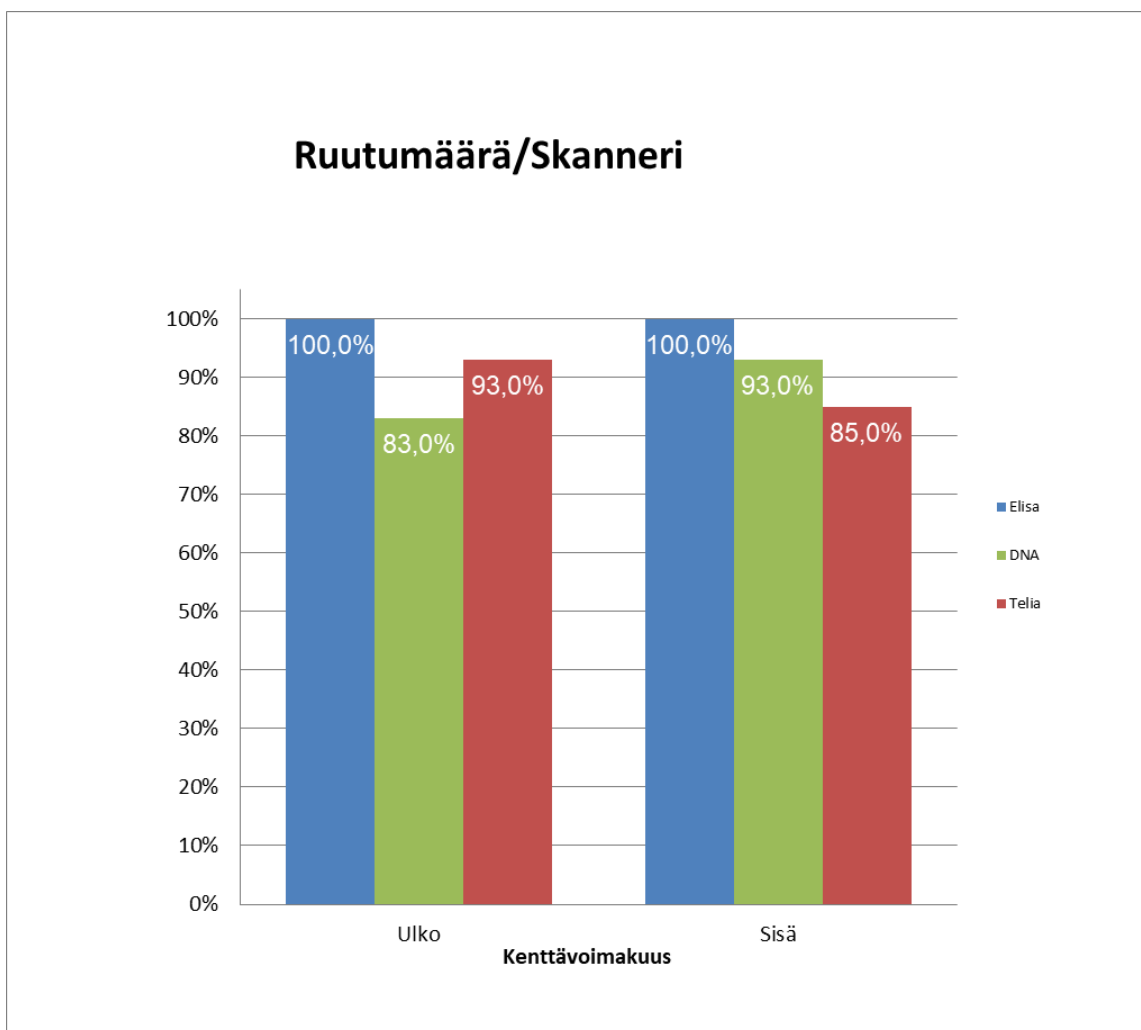
Mittaustulosten analysointijärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor ohjelmistoa.

## 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 314 paikkakunnalta tehdyistä mittauksista.



*Kuva 1. 5G kuuluvuus 314 paikkakunnalla*

Kuvasta 1 huomataan, että Elisan ulkokuuluvuus 5G teknologiassa on laajin 314 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 selkeästi kattavin 5G ulkokuuluvuus 314 mitatulla paikkakunnalla, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Lisäksi Elisalla on selkeästi kattavin 5G sisäkuuluvuus 314 mitatulla paikkakunnalla, DNA:n ollessa toinen ja Telian 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.