

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

Toukokuussa-kesäkuussa (16.05.2022 – 09.06.2022) suoritetussa tutkimuksessa selvitettiin Suomen 5G-mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) kuuluvuutta.

Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena toukokuussa-kesäkuussa 392 paikkakunnalla, joilla oli tutkimuksen alkuaikana 5G-mobiiliverkko operaattoreiden julkisilla sivuillaan ilmoittamien peittokarttojen perusteella. Mittareitin kokonaispituus oli 10 740 km. Mittauksessa kerättiin kenttävoimakkuusnäytteitä yhteensä n. 12 395 300 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 sijaitsee ajoneuvoon katolla

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

2. Yleistä

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

Projektin aikana tehtiin kenttämittaus 392 paikkakunnalla, joista löytyi 16.05.2022, eli mittausreittien suunnittelun alkupäivänä 5G verkko.

Paikkakunnat, joilla mittaus suoritettiin, on lueteltu alla.

Aitoo	Huuvari	Kauvatsa	Lapinlahti
Akaa	Hämeenkoski	Keikyä	Lappajärvi
Alajärvi	Hämeenkyrö	Kemi	Lappeenranta
Alapitkä	Hämeenlinna	Kemiönsaari	Lappi
Alastaro	Härjänvatsa	Kempele	Lappila
Alavieska	Högnabba	Kerava	Lapua
Alavus	Hyvinkää	Keuruu	Lapväärtti
Alppihimos	Ihode	Kiihdelysvaara	Laukaa
Anttola	Ii	Kiikoinen	Lehmo
Askola	Iisalmi	Kiiminki	Lehmo
Aura	Iittala	Kilpua	Lempäälä
Björnvik	Ikaalinen	Kimola	Leppävesi
Bullers	Ilmajoki	Kiparluoto	Leppävirta
Dragsfjärd	Ilomantsi	Kirkkonummi	Lieksa
Edsevö	Imatra	Kitee	Lievestuore
Elimäki	Inkeroinen	Kittilä	Lillby
Eno	Inkoo	Kiukainen	Liminka
Eräjärvi	Isojoki	Kiuruvesi	Liperi
Espoo	Isokyrö	Klaukkala	Liperi
Eura	Itäkylä	Knopkägra	Liperi
Eurajoki	Ivalo	Kokemäki	Livonsaari
Forssa	Jakobstad	Kokkola	Lohja
Gammelboda	Jalasjärvi	Kolari	Loimaa
Haapajoki	Jepua	Kolho	Lokalahti
Haapajärvi	Joenperä	Kolunkylä	Loppi
Haapavesi	Joensuu	Kontiolahti	Loviisa
Haapavesi	Joensuu	Kopparnäs	Luhanka
Haimoo	Jokela	Kopsamo	Lumijoki
Hakannurkka	Jokikunta	Korkeakoski	Luopioinen
Hakula	Joroinen	Korpikylä	Luosto
Halkia	Juankoski	Korpilahti	Luvia
Halli	Jurva	Kortesjärvi	Länkipohja
Hankasalmi	Juva	Koski-TI	Maaninka
Hanko	Jämkipohja	Kotka	Malax
Harjavalta	Jämsä	Kouvola	Mannila
Harjunkylä	Jämsänkoski	Kristiinankaupunki	Mattinen
Hartola	Järvenpää	Kronoby	Merijärvi
Hartosenpää	Jääli	Kuhmo	Merikaarto
Hauho	Jyväskylä	Kuni	Merikarvia
Haukipudas	Kaarina	Kuopio	Mikkeli
Heinimaa	Kajaani	Kurikka	Moikkipää
Heinola	Kaksikerta	Kuusamo	Monninkylä
Heinävaara	Kalajoki	Kuusjoki	Muhos
Hellanmaa	Kalanti	Kvevlax	Munsala
Helsingby	Kalvia	Kälviä	Muonio
Helsinki	Kanavuori	Kärkölä	Mustio
Herrala	Kankaanpää	Kärsämäki	Mustlax
Hersala	Kannus	Kyrö	Muurla
Himanka	Karjoki	Kyröskoski	Mäntsälä
Hinthaara	Karjaa	Lahti	Mänttä
Hirsjärvi	Karstula	Laihia	Myllykoski
Hollola	Kaskinen	Laitila	Myllykylä
Honkajoki	Kauhajoki	Lakkola	Mynämäki
Huhtia	Kauhava	Lammi	Myrskylä
Huittinen	Kausala	Langansböle	Nedervetil
Humpila	Kaustinen	Lapjoki	Nilsia

Nivala	Pyhäjoki	Söderkulla	Vuokatti
Nokia	Pyhäjärvi	Sysmä	Vuorela
Noormarkku	Raahe	Syötekylä	Vuotinainen
Nummela	Radansuu	Taalintehdas	Vähäkyrö
Nummi	Raisio	Tahkovuori	Vääksy
Nurmes	Rajamäki	Takkula	Vöra
Nurmijärvi	Rantsila	Tammisaari	Ähtäri
Närpiö	Rappula	Tampere	Äkäslompola
Nykarleby	Rauma	Tappitori	Äänekoski
Oitti	Reijola	Tervik	Ylihärmä
Ollila	Renko	Terälahti	Ylimarkku
Oravais	Reuna	Teuva	Ylistaro
Oravala	Riihimäki	Toholampi	Ylivieska
Oravikoski	Riispyy	Toivakka	Ylläsjärvi
Orimattila	Riistavesi	Toivola	Ylämylly
Orivesi	Ristiina	Topoinen	Ylämylly
Oulainen	Rovaniemi	Tornio	Yläne
Oulainen	Ruka	Tuorila	Ylöjärvi
Oulu	Ruskeamäki	Tupos	
Outokumpu	Ruukki	Turku	
Oxkangar	Röykkä	Tuupovaara	
Padasjoki	Ryhtylä	Tuusula	
Padva	Saarijärvi	Uimaharju	
Paimio	Saariselkä	Uskila	
Paippinen	Sahalahti	Uurainen	
Pargas	Salittu	Uusikaupunki	
Parkano	Salo	Vaasa	
Pedersöre	Salonsaari	Vahto	
Pentinmaa	Sarvisalo	Valkeakoski	
Perkiömäki	Sastamala	Valkjärvi	
Perniö	Savia	Vanajanmylly	
Pertunmaa	Savitaipale	Vantaa	
Peräseinäjoki	Savonlinna	Varkaus	
Petäjavesi	Seinäjoki	Vaskivesi	
Pieksämäki	Selki	Vehmaa	
Pihlajakoski	Sievi	Vehmersalmi	
Pikhtiniemi	Siikajoki	Veikkola	
Pirttikylä	Siilinjärvi	Verla	
Piukkutorppi	Sipoo	Verla	
Pohja	Sirkka	Vierumäki	
Pohjoisjärvi	Siuntio	Viherlahti	
Pori	Somero	Vihtavuori	
Porkkala	Sundomintie	Vihti	
Porvoo	Suolahti	Viiala	
Prunkila	Suomatka	Viinijärvi	
Pudasjärvi	Suonenjoki	Viinijärvi	
Puhe	Suonsalmi	Vilikkala	
Punkalaidun	Säkylä	Villähde	
Puumala	Sääksjärvi	Vimpeli	
Pälkäne	Sääksmäki	Virrat	

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 392 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 10 740 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

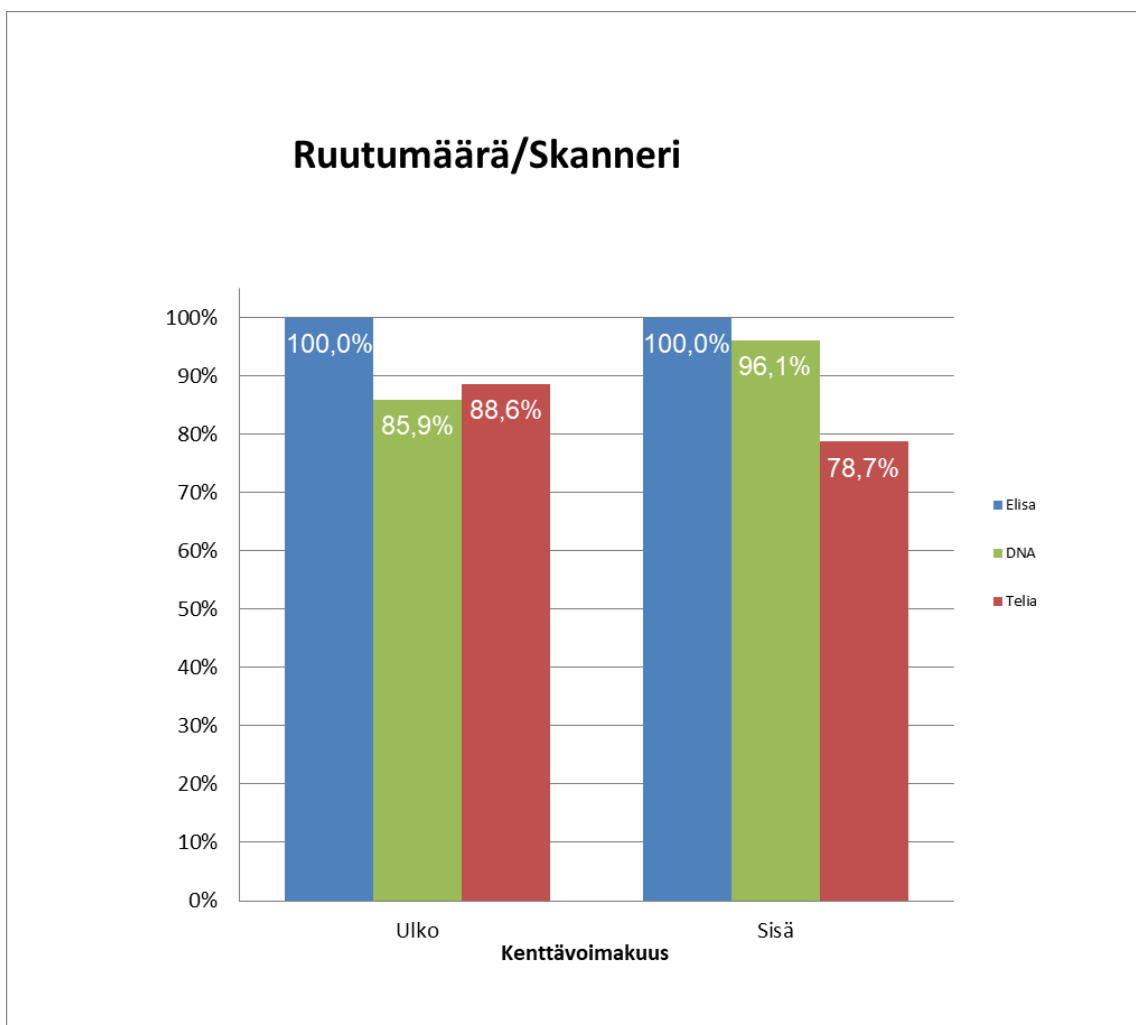
Mittaustulosten analysointijärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor ohjelmistoa.

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 392 paikkakunnalta tehdyistä mittauksista.



Kuva 1. 5G kuuluvuus 392 paikkakunnalla

Kuvasta 1 huomataan, että Elisan ulkokuuluvuus 5G teknologiassa on laajin 392 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 392 mitatulla paikkakunnalla, Telian ollessa toinen ja DNA:n ollessa kolmas. Lisäksi Elisalla on kattavin 5G sisäkuuluvuus 392 mitatulla paikkakunnalla, DNA:n ollessa toinen ja Telian ollessa kolmas.

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