

# Operaattorivertailu

SELVITYS SUOMESSA TOIMIVIEN  
UMTS –MATKAVIESTINVERKKOJEN  
KUULUVUUDESTA JA DATANOPEUDESTA



EuropeanCommunicationsEngineering

Tekniikantie 12  
FI-02150 Espoo, Finland

Tel. +358 9 2517 3300  
Fax +358 9 2517 3301

eceltd@eceltd.com  
www.eceltd.com

**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>TIIVISTELMÄ .....</b>	<b>3</b>
<b>YLEISTÄ .....</b>	<b>4</b>
<b>TAVOITE .....</b>	<b>4</b>
<b>PAIKKAKUNNAT .....</b>	<b>5</b>
<b>MITATUT SUUREET JA MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....</b>	<b>8</b>
MITATUT SUUREET.....	8
MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	9
<b>VERTAILUPERIAATE.....</b>	<b>10</b>
<b>TULOKSET .....</b>	<b>11</b>
KUULUVUUSALUE.....	11
KENTÄNVOIMAKKUUS .....	14
SIGNAALI-KOHINASUHDE .....	17
DATANOPEUS.....	18
SOLUJEN MÄÄRÄ .....	20
<b>JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>22</b>

## Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa selvitettiin Suomessa toimivien 3G –operaattoreiden (Elisa, DNA ja Sonera) verkkojen kuuluvuus 100 paikkakunnalla. Tähän kuului 50 suurinta kuntaa tai kaupunkia väestömäärän perusteella. Muut paikkakunnat valittiin 51.-100. suurimman joukosta (25 paikkakuntaa) ja 101. tai sitä pienempien joukosta (25 paikkakuntaa). Nyt mitatuilla paikkakunnilla asuu n. 74% koko maan väestöstä.

Kenttätutkimuksen aikana selvitettiin kunkin paikkakunnan kuuluvuus mittaamalla keskusta-alue sekä asuin- ja teollisuusalueet. Kuuluvuusalueen rajat selvitettiin ajamalla paikkakunnalta johtavia pääväyliä pitkin kunnes kuuluvuus loppui. Tutkimuksen aikana kertyi kaikkiaan 17 428 ajokilometriä joista mittausreitistön osuus oli 13 752 km. Mittausreiteiltä kerättiin yhteensä 4 717 959 mittausnäytettä.

Mittaukset analysoitiin ohjelmistolla, jolla kukin paikkakunta jaettiin ruudukon avulla pienemmiksi alueiksi ja selvitettiin kunkin operaattorin osalta niiden ruutujen lukumäärä joissa on kuuluvuutta. Vertailu tehtiin kentänvoimakkuuden, häiriötason ja datanopeuden eri kynnsarvoilla.

Tarkasteltaessa kokonaistuloksia voidaan tässä kenttätutkimuksessa käytetyn mittaus- ja analysointimenetelmän perusteella todeta Elisalla edelleen olevan laajin 3G –verkko. Kun tarkasteltiin kuuluvuuden laatua kentänvoimakkuuden perusteella, Elisan verkossa voitiin todeta saavutettavan korkein signaalitaso. Myös häiriötasoja tutkittaessa Elisa saavutti parhaan tuloksen eri alhaisimmat häiriötasot.

DNA:n ja Soneran verkkojen kuuluvuuden laajuus ja signaalinvoimakkuus todettiin myös nyt toteutetussa mittauksessa tasavahvoiksi. Aiemmissa tutkimuksissa Sonera on ollut tuloksissa hiukan edellä, mutta DNA näyttäisi kehittäneen verkkoaan enemmän ollen nyt vähän vahvempi.

Datapalvelujen laatua todennettiin mittaamalla datanopeuksia eri verkoissa. Operaattoreiden välillä todettiin suuriakin eroja eri datanopeusluokissa Elisan ollessa merkittävästi edellä DNA:ta ja Soneraa. DNA:n ja Soneran verkoissa päästään useimmiten vain alempiin ja keskialueen datanopeuksiin kun Elisan verkossa saavutetaan myös korkeampia datanopeuksia.

Kun tarkastellaan tukiasemasolujen lukumäärää havaitaan sen olevan selvästi suurin Elisan verkossa. Suuri solujen lukumäärä tarkoittaa tyypillisesti laajaa kuuluvuutta ja tiheää verkkoa. Toisena tässä vertailussa on Sonera ja kolmantena DNA.



## Yleistä

Tässä raportissa esitellään tulokset mittaustutkimuksesta, jossa selvitettiin kolmen kotimaisen matkapuhelinoperaattorin verkkojen kuuluvuutta sekä datanopeuksia. Projektin aikana tehtiin kenttätutkimus mittaamalla 100 paikkakuntaa eri puolilla Suomea. Hanke toteutettiin ajanjaksolla 23.2.-17.4.2009. Aiemmat vastaavat tutkimukset on tehty alkuvuonna 2008 ja syksyllä 2008.

## Tavoite

Selvitystyön tavoitteena oli määrittää Suomessa toimivien 3G –verkkojen alueellinen kuuluvuus sekä kuuluvuuden laatu (kentänvoimakkuuden signaalitaso ja häiriötaso). Alueellisen kuuluvuuden määrittäminen perustuu mittauksiin liikenneväyliä käyttäen, mikä ei välttämättä anna täsmällistä kuvaa kuuluvuusalueen pinta-alasta eikä kuuluvuudesta sisätiloissa. Mitattujen paikkakuntien määrä on kuitenkin korkea ja mittausreitistö on laaja, joten tutkimuksen tulos antaa luotettavan kokonaiskuvan 3G –verkkojen kuuluvuudesta yleisesti. Kuuluvuuden analysointiperiaate on esitelty tulosten esittelyn yhteydessä. Tulosten perusteella pyrittiin arvioimaan eri operaattorien välisiä eroja puhe- ja datapalveluiden saatavuudessa.

Lisäksi tavoitteena oli määrittää kuinka suuriin datanopeuksiin kunkin operaattorin 3G –verkossa yletään tällä hetkellä. Tämän selvittämiseksi mitattiin siirretyn tiedon määrää aikayksikköä kohti. Tämä mittaus tehtiin yhtäaikaaisesti kuuluvuusmittauksen kanssa 100:lla paikkakunnalla, joten tuloksesta saadaan kattava kokonaiskuva verkkojen tämänhetkisistä datanopeuksista.

Kuuluvuusmittaukset tehtiin asettamalla mittausyksiköt ns. 'idle' –tilaan ts. yksiköt olivat päällekytkettyinä mutta niillä ei muodostettu puhe- tai datayhteyksiä mittausten aikana. Datanopeus –mittaukset tehtiin lataamalla jatkuvasti 50 MB:n (52 428 800 tavua) tiedostoa verkosta mittausyksikköön eli ns. 'downlink' -suuntaan. Mittaukset tehtiin SIM –korteilla, joissa maksimaalista datanopeutta ei ollut rajoitettu.

Kuuluvuus selvityksen on Elisan toimeksiannosta suorittanut European Communications Engineering (ECE Oy), joka on riippumaton suomalainen asiantuntijayritys toimialueenaan radioverkkojen suunnittelu-, koulutus- ja kehitystoiminta. Lisätietoja:  
Elisa: [www.elisa.fi](http://www.elisa.fi) / Eetu Prieur, +358 10 26000  
European Communications Engineering: [www.eceltd.com](http://www.eceltd.com) / Risto Jurva, +358 46 712 1130

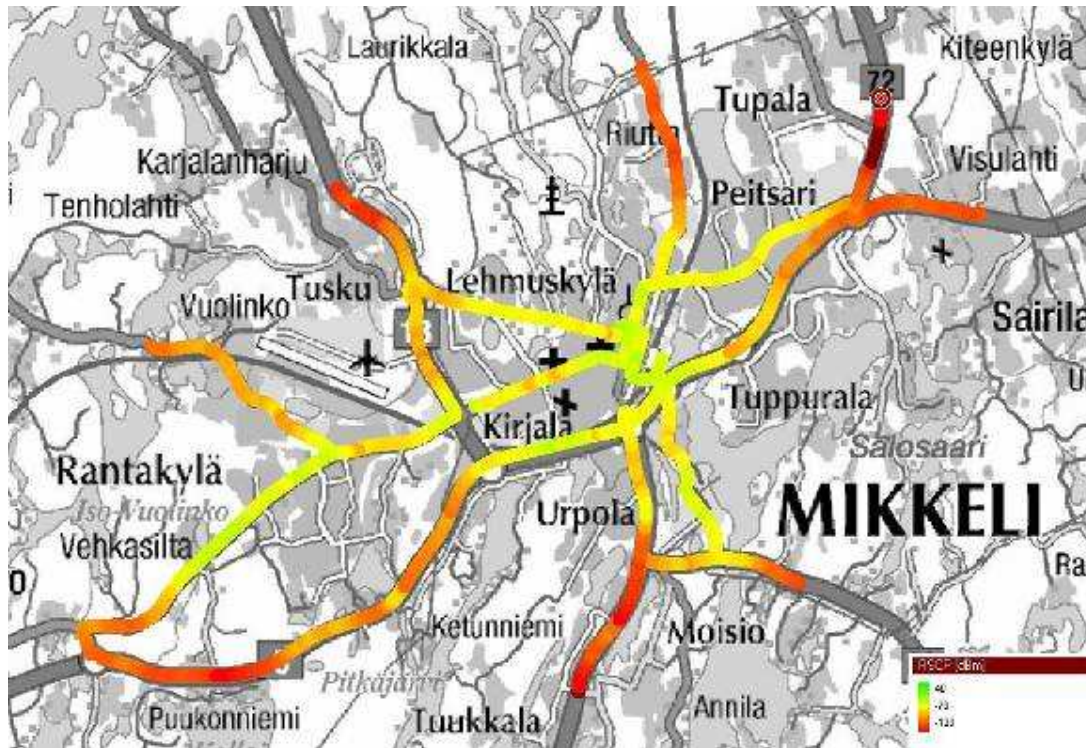


## Paikkakunnat

Mittaukset suoritettiin kaikkiaan 100:lla paikkakunnalla. Kullakin paikkakunnalla mittausreitti koostui seuraavasti:

- Keskusta-alue: pääkadut
- Keskustaa ympäröivät alueet, muut merkittävät alueet: päätiet
- Paikkakunnalle johtavat pääväylät

Kuuluvuusalueen rajat selvitetiin ajamalla pääväyliä paikkakunnalta poispäin kunnes yhdelläkään operaattorilla ei ollut 3G-kuuluvuutta. Eri operaattoreiden verkkojen rakenne ei ollut mittausryhmän tiedossa ja mittausreitit valittiin satunnaisesti kuitenkin siten, että mitatut alueet tulivat katettua hyvin laajasti. Kaikkiaan kenttätutkimusjaksoon sisältyi yhteensä 17 428 ajokilometriä joista mittausreittien osuus oli 13 752 km. Mittausreiteiltä kertyi yhteensä 4 717 959 mittausnäytettä. Allaoleva havainnekuva esittää tyypillistä mittausreittiä (Kuva 1).



Kuva 1 Havainnekuva kenttätutkimuksessa suoritetusta mittauksesta

Mitatut paikkakunnat valittiin ECE:n toimesta seuraavasti:

- 50 asukasluvultaan suurinta kuntaa
- 25 kpl satunnaisesti 51-100 suurimman paikkakunnan joukosta
- 25 kpl satunnaisesti 101- suurimman paikkakunnan joukosta
- paikkakuntien maantieteellinen kattavuus

Valitut paikkakunnat edustavat väestömäärältään noin 74 % Suomen väestöstä ja ne on lueteltu alla.

50 suurinta kuntaa suuruusjärjestyksessä:

Helsinki	Hämeenlinna	Järvenpää	Vihti
Espoo	Rovaniemi	Kajaani	Sastamala
Tampere	Vaasa	Tuusula	Raisio
Vantaa	Seinäjoki	Kirkkonummi	Varkaus
Turku	Salo	Kerava	Jämsä
Oulu	Kotka	Nokia	Kemi
Jyväskylä	Mikkeli	Kaarina	Raahe
Lahti	Porvoo	Ylöjärvi	Tornio
Kuopio	Kokkola	Imatra	Iisalmi
Kouvola	Hyvinkää	Raasepori	Hollola
Pori	Rauma	Riihimäki	Hamina
Joensuu	Lohja	Kangasala	
Lappeenranta	Nurmijärvi	Savonlinna	

25 paikkakuntaa 51-100 suurimman joukosta suuruusjärjestyksessä:

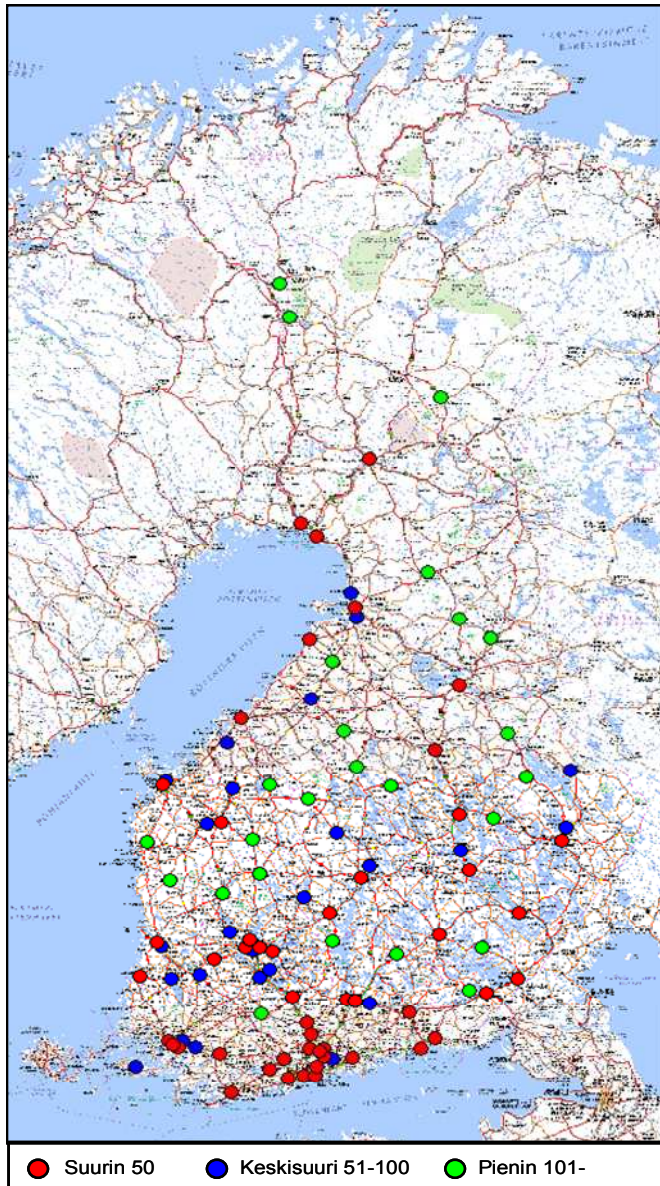
Valkeakoski	Lieto	Kontiolahti	Saarijärvi
Haukipudas	Länsi-Turunmaa	Liekksa	Huittinen
Mustasaari	Kempele	Eura	Hämeenkyrö
Sipoo	Nastola	Ilmajoki	Paimio
Kauhava	Akaa	Mänttä-Vilppula	
Laukaa	Ylivieska	Leppävirta	
Pirkkala	Ulvila	Pedersöre	

25 paikkakuntaa 101. ja sitä pienempien joukosta suuruusjärjestyksessä:

Närpiö	Juuka	Tuusniemi	Pertunmaa
Alavus	Pihtipudas	Puumala	Enontekiö
Pudasjärvi	Vimpeli	Kuhmoinen	Kyyjärvi
Haapajärvi	Vihanti	Keitele	Pelkosenniemi
Virrat	Puolanka	Valtimo	
Parkano	Lemi	Isojoki	
Tammela	Hyrnsalmi	Muonio	



Paikkakuntien sijainti on esitelty allaolevassa kartassa (Kuva 2)



Kuva 2      Mitatut paikkakunnat

## Mitatut suureet ja mittausjärjestelmä

### Mitatut suureet

Mittaukset suoritettiin asentamalla mittausajoneuvoon kuusi mittauspäätelaitetta, joista kaksi mittasi saman operaattorin verkkoa. Kuuluvuusmittauksessa mittausyksiköt lukittiin mittaamaan ainoastaan UMTS –järjestelmää 900:n ja 2100:n MHz:n taajuuksilla.

Kuuluvuusmittauksessa mitatut suureet olivat kentänvoimakkuus ja häiriötaso, jotka mitattiin sijainnin suhteen. Kentänvoimakkuutta kuvataan yleisesti yksiköllä dBm \*), jonka arvo on negatiivinen ja suurempi arvo merkitsee parempaa kentänvoimakkuutta. Tässä mittauksessa hyvään puheyhteyteen tarvittava kentänvoimakkuus vastaa mitattua kentänvoimakkuusarvoa n. -95 dBm ja nopeaan datayhteyteen sisätiloissa tarvittava n. -75 dBm. Tyypillinen vaihteluväli matkaviestinverkoissa on -60...-100 dBm.

Häiriötasoa mittaamalla saadaan selville, kuinka hyvä kuuluvuus on. Verkossa voi syntyä tilanne, että kentänvoimakkuus on hyvä mutta häiriötaso on korkea, mikä voi heikentää merkittävästikin käyttäjän saamaa palvelua. Häiriötasoa mitataan suureella dB \*), jonka arvo on negatiivinen ja suurempi arvo merkitsee pienempää häiriötä. Tyypillinen vaihteluväli on -15...-2 dB, jossa hyvänä arvona voidaan pitää -10 dB ja sitä suurempia arvoja.

Datanopeutta mittaamalla voidaan todentaa asiakkaan saaman palvelun tasoa käytettäessä verkon datapalveluita esim. sähköposti- tai internet –palveluita. Mitä korkeampi nopeus on, sitä nopeammin esim. sähköposti liitetiedostoihin voidaan vastaanottaa puhelimeen. Datanopeutta mitattiin suureella kbps (tai kbit/s= kilobittiä sekunnissa\*\*), joka kertoo sekunnin aikana siirretyn tiedon määrän bitteinä. UMTS –verkoissa voidaan tällä hetkellä päästä 7,2 Mbit/s teoreettisiin nopeuksiin (downlink). Siirtonopeus voi vaihdella voimakkaastikin yhteyden aikana. Operaattorit tarjoavat kuluttajille erinopeuksisia liittymiä ts. käyttäjä voi itse valita haluamansa maksiminopeuden.

Datanopeusmittauksessa mittausyksiköt saattoivat mitata joko GSM- tai UMTS –järjestelmää 900, 1800 tai 2100 MHz:n taajuudella. Analysointivaiheessa keskityttiin kuitenkin UMTS –järjestelmän tarjoamiin korkeampiin datanopeuksiin (>250 kbps).



Lisäksi mittauksissa selvitettiin kussakin verkossa olevien ns. tukiasemasolujen määrä. Tämä kertoo verkon rakenteesta ts. mitä enemmän soluja on, sitä tiheämpi tai laajempi verkko tavallisesti on. Yleisesti voidaan todeta verkon laadun ja kattavuuden parantuvan solujen määrää kasvattamalla.

\*) Desibeli kuvaa kahden samaa yksikköä olevan luvun suhdetta toisiinsa. Tällöin käytetään logaritimista asteikkoa lineaarisen (suoraviivaisen) sijaan. dBm puolestaan tarkoittaa desibelimäärän suhdetta milliwattiin. Esimerkkisarvoja:

dB m	W	dBm	W	dB m	W
-10	0.0001	-30	0.000001	-50	0.00000001
-20	0.00001	-40	0.0000001	-60	0.000000001

\*\*)  
 k = kilo = 1024  
 M = Mega = 1024 k = 1048576

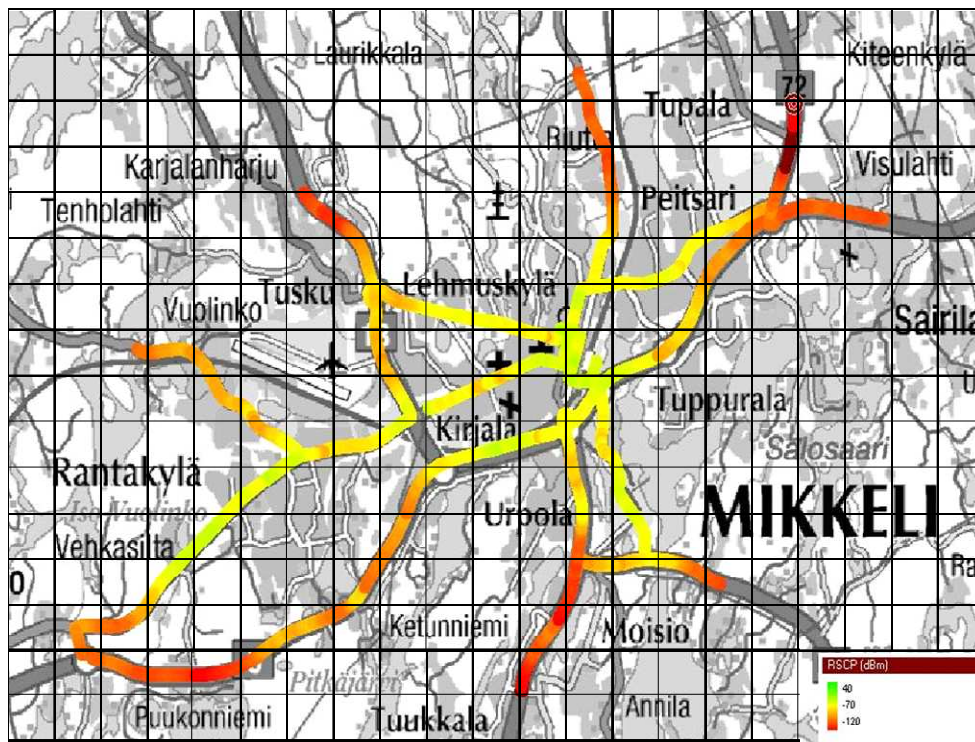
### Mittausjärjestelmä

Mittausjärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor –järjestelmää. Mittausjärjestelmä koostui seuraavasti:

- Mittausohjelmisto: Nemo Outdoor v.4.24.90
- Mittausyksikkö: Nokia 6121 (3 kpl)
- Datanopeusmittaus: Huawei E169 (3 kpl)
- GPS vastaanotin: RoyalTek RGM-3600 /LP
- PC tietokone: Dell D630 (2 kpl)

## Vertailuperiaate

Tulosten vertailu suoritettiin paikkakunnittain siten että mitattu alue jaettiin GPS – koordinaattien avulla ruudukoksi (100m x 100m). Tämän jälkeen jokainen mitattu näyte sijoitettiin ruudukolle koordinaattiarvon perusteella. Näin ollen se operaattori, jolla oli näytteiden perusteella eniten ruutuja tietyllä paikkakunnalla, edustaa laajinta kuuluvuusaluetta. Alla oleva kuva havainnollistaa analysointiperiaatteen (Kuva 3).



Kuva 3 Kuuluvuuden analysointiperiaate

Edelleen vertailtaessa kuuluvuuden laatua analysoitiin kentänvoimakkuuden taso kussakin ruudussa. Näytteiden jakaantuminen eri kentävoimakkuusluokkiin osoittaa kuuluvuuden laadun ts. korkeammille arvoille sijoittuvat näytteet ovat osoitus paremmasta kuuluvuudesta. Samaa menetelmää käytettiin määrittettäessä verkon häiriötasoa, tällöin korkeampien arvojen merkitessä vähäisempiä häiriöitä.

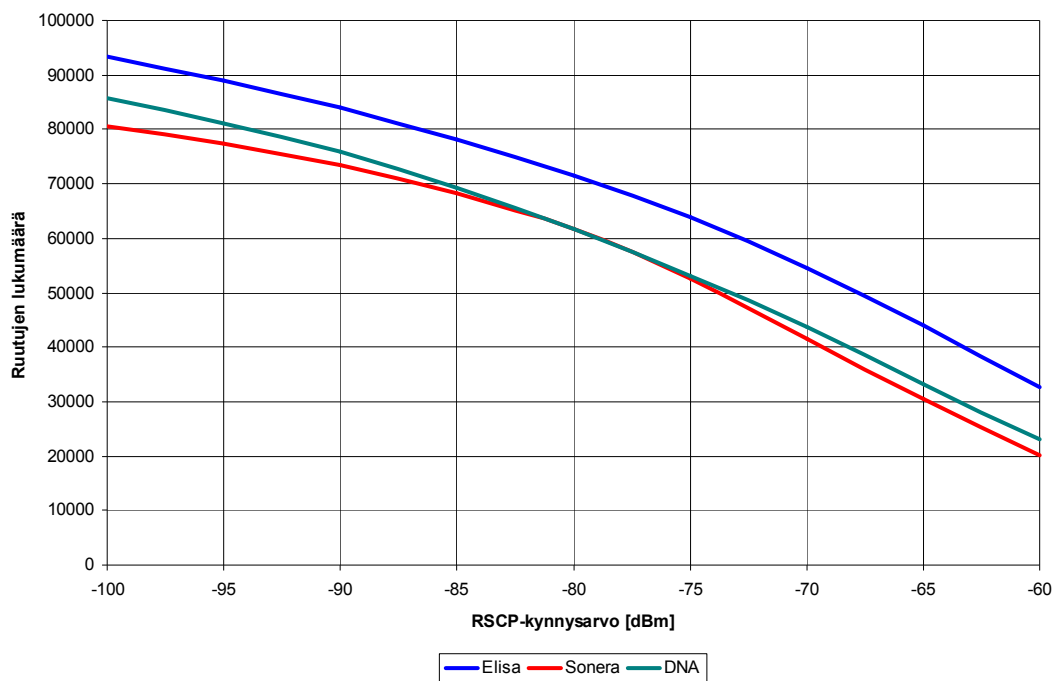
Vertailtaessa datanopeuksia tehtiin myös jako nopeusluokkiin ja kussakin ruudussa mitatut näytteet sijoitettiin ko. luokkiin. Korkeammille datanopeuksille sijoittuvat näytteet osoittavat käyttäjän kokemaa parempaa palvelutasoa dataliikenteessä.

## Tulokset

Seuraavassa esitetään mittausten tulokset. Tuloksista esitetään sekä yksityiskohtainen tekninen kuvaus että yksinkertaistettu tulos, jolla pyritään tuomaan palvelunkäyttäjän näkökulma esille.

## Kuuluvuusalue

Kuuluvuusalueen laajuutta tutkittiin mittauksissa laskemalla sellaisten maantieteellisten paikkojen (ts. ruutujen) lukumäärä, jossa operaattorien 3G-signaali (ns. pilot-signaali, RSCP) oli ennalta määritetyn raja-arvon yläpuolella. Koska ruutujen lukumäärä kullakin operaattorilla määräytyy käytetyn raja-arvon mukaan, analyysi suoritettiin useilla eri raja-arvoilla. Alla esitettyssä kuvassa (Kuva 4) raja-arvoina on käytetty pilot-signaalin arvoja välillä -100 dBm ja -60 dBm. Ruutujen lukumäärät, joissa operaattoreilla on ollut parempi signaali kuin raja-arvo, on esitetty käyrinä. Tulokset on koottu kaikista tehdyistä mittauksista 100 paikkakunnalla.

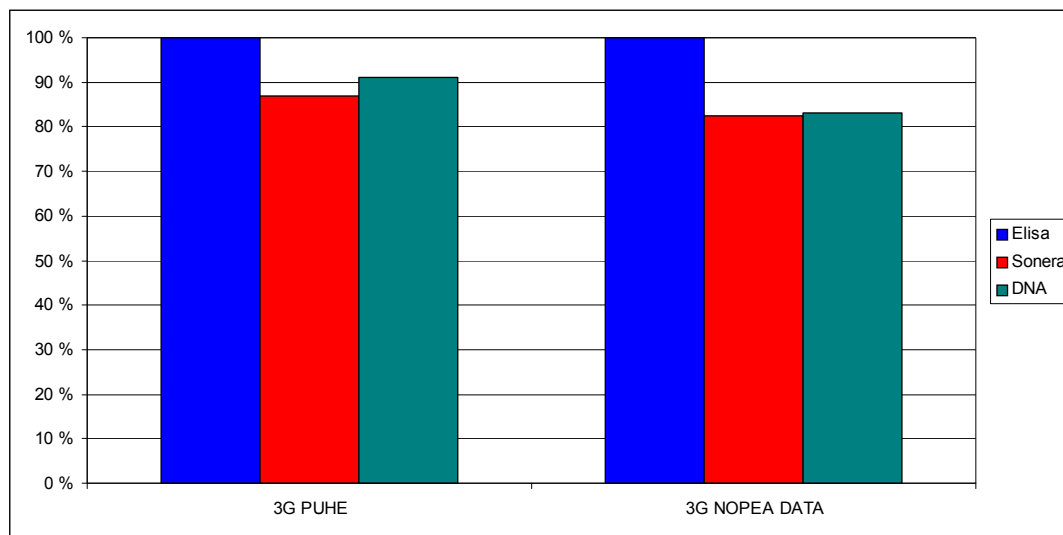


Kuva 4. Ruutujen lukumäärä eri kynnsarvoilla.

Ylläolevassa kuvaajassa on huomioitu kaikki mitatut ruudut, joissa jollakin operattorilla on ollut peittoa. Kuvaajasta voidaan todeta Elisan 3G - kuuluvuusalueen olevan selvästi laajin kaikilla signaalitasoilla kuten aiemmissakin tutkimuksissa.

Tutkimuksen perusteella DNA:n kuuluvuusalue näyttäisi olevan hiukan laajempi kuin Soneran eli edelliseen tutkimukseen verrattuna näiden keskinäinen järjestys on vaihtunut, tosin signaalitasoilla -75...-85 dBm kuuluvuuden laajuuden voidaan katsoa olevan sama. Elisan ja DNA:n välinen ero on jokseenkin sama kaikilla signaalitasoilla, kun Elisan ja Soneraan välinen ero kasvaa sekä alhaisilla että korkeilla signaalitasoilla.

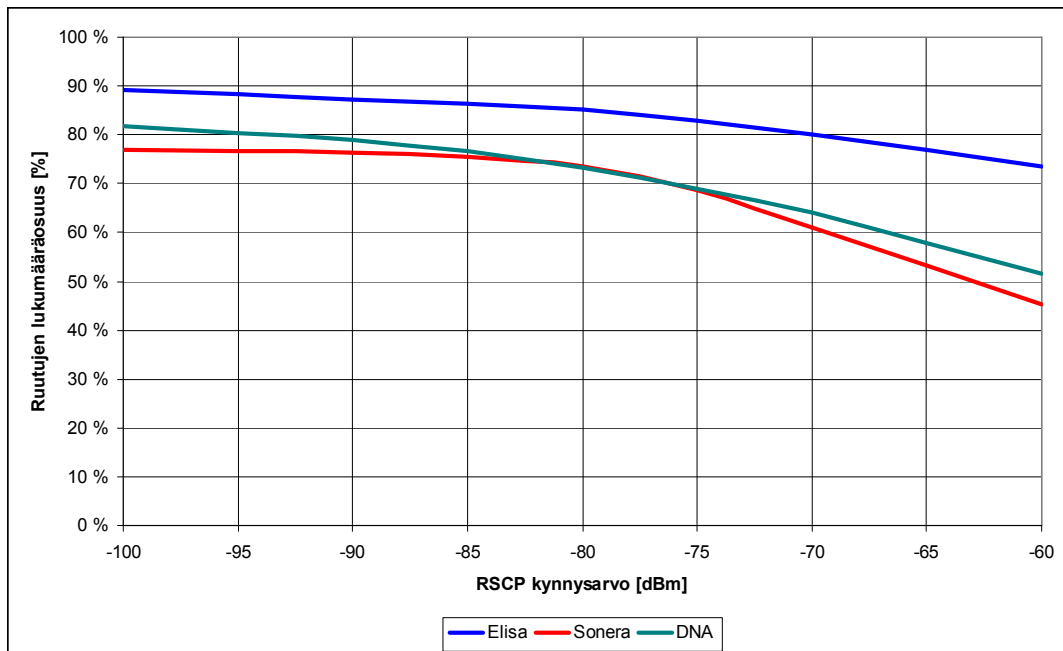
Tehtäessä oletus, että -95 dBm:n pilot -signaalitaso mahdollistaa hyvällä todennäköisyydellä 3G -puhepalvelun sekä -75 dBm:n taso 3G:n nopean datapalvelun (esim. 1 Mbps) sisätiloissa, voidaan näiden palveluiden peittoa kuvata alla olevan mukaisesti (Kuva 5).



Kuva 5. Peitettyjen ruutujen suhteelliset määrät 3G-puheelle ja 3G:n nopealle datalle (korkeimman arvon saaneen operaattorin ruutujen lukumäärät skaalattu 100 prosenttiin).

Kuvassa operaattorien saavuttamat ruutumäärät on skaalattu siten, että korkeimman arvon saaneen operaattorin ruutumäärä on 100%. Nyt tehdyn kuuluvuusmittauksen perusteella 3G –puhepalvelulle oletetulla signaalitasolla Elisalla on paras tulos DNA:n ollessa toisena ja Soneran kolmantena. 3G –datapalvelulle oletetulla signaalitasolla järjestys on sama Elisan ollessa selvemmin edellä Soneraa ja DNA:ta, joiden ero on hyvin pieni.

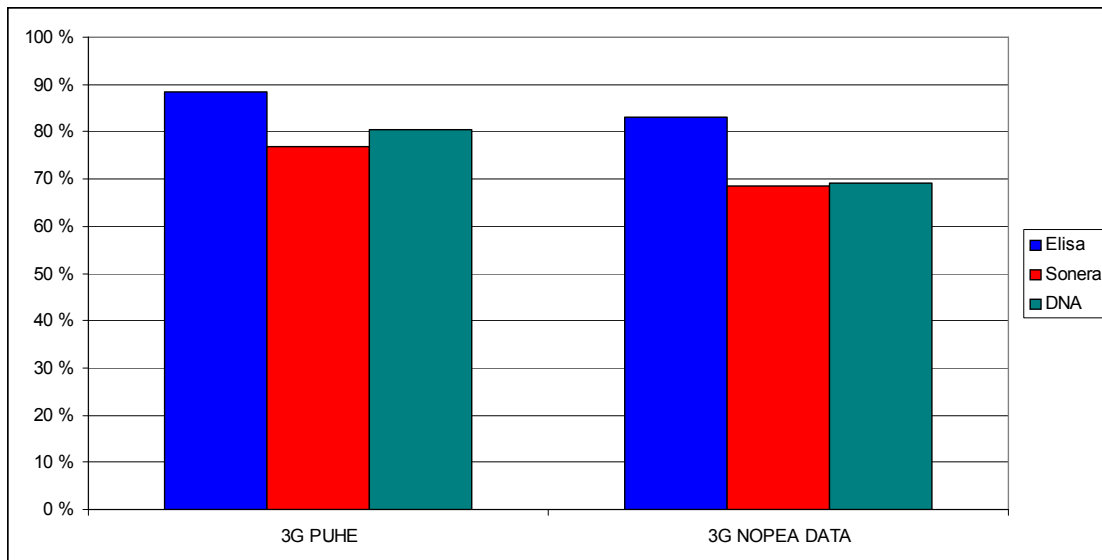
Jos operaattoreiden saavuttamia ruutumääriä verrataan niihin mitattuihin ruutuihin, joissa ainakin yhdellä operaattorilla on ollut raja-arvon ylittävä peitto, voidaan ruutujen lukumäärä esittää seuraavan kuvan mukaisesti (Kuva 6).



Kuva 6. Peitettyjen ruutujen suhteelliset määrät. Referenssimäärä on käytetty sellaisten ruutujen lukumäärää, joissa vähintään yhdellä operaattorilla on kynnyksarvon ylittävä peitto.

Myös suhteellisesti tarkasteltaessa havaitaan kuuluvuuden laajuudessa eroa 3G –puhepalveluja vastaavilla signaalinvoimakkuuksilla (-95 dBm). Elisan kuuluvuus on laajin DNA:n ollessa toisena ja Soneran kolmantena. 3G –datapalvelulle oletettua signaalitasoa (-75 dBm) tarkastellessa ja etenkin sitä korkeammilla signaalitasoilla (-70...-60 dBm) Elisan ero kasvaa DNA:han ja Soneraan nähden. Edelliseen tutkimukseen verrattuna Elisan ero toisiin on hiukan kasvanut alhaisilla signaalinvoimakkuuksilla. Korkeilla signaalinvoimakkuuksilla Elisan ero DNA:han ja Soneraan on hiukan kaventunut sen ollessa kuitenkin edelleen hyvin selvä.

Seuraavassa kuvassa havainnollistetaan asiaa edelleen puhepalvelun (-95 dBm) ja nopean datapalvelun (-75 dBm) mukaisilla signaalinvoimakkuuksilla (Kuva 7).



Kuva 7. 3G-palveluiden todennäköinen kuuluvuus mitatuilla alueilla, joilla ainakin yhdellä operaattorilla on 3G-peittoa.

Puhepalveluja vastaavilla kentänvoimakkuuksilla voidaan havaita eroavaisuutta järjestyksen ollessa Elisa, DNA ja Sonera. Datapalveluja vastaavilla kentänvoimakkuuksilla erot ovat selvempiä Elisan eduksi DNA:n ja Soneran tuloksen ollessa kuten puhelupalveluissa mutta lähempänä toisiaan. Järjestyksen DNA:n ja Soneran kesken voidaan tästäkin todeta muuttuneen edelliseen mittaustutkimukseen verrattuna.

### Kentänvoimakkuus

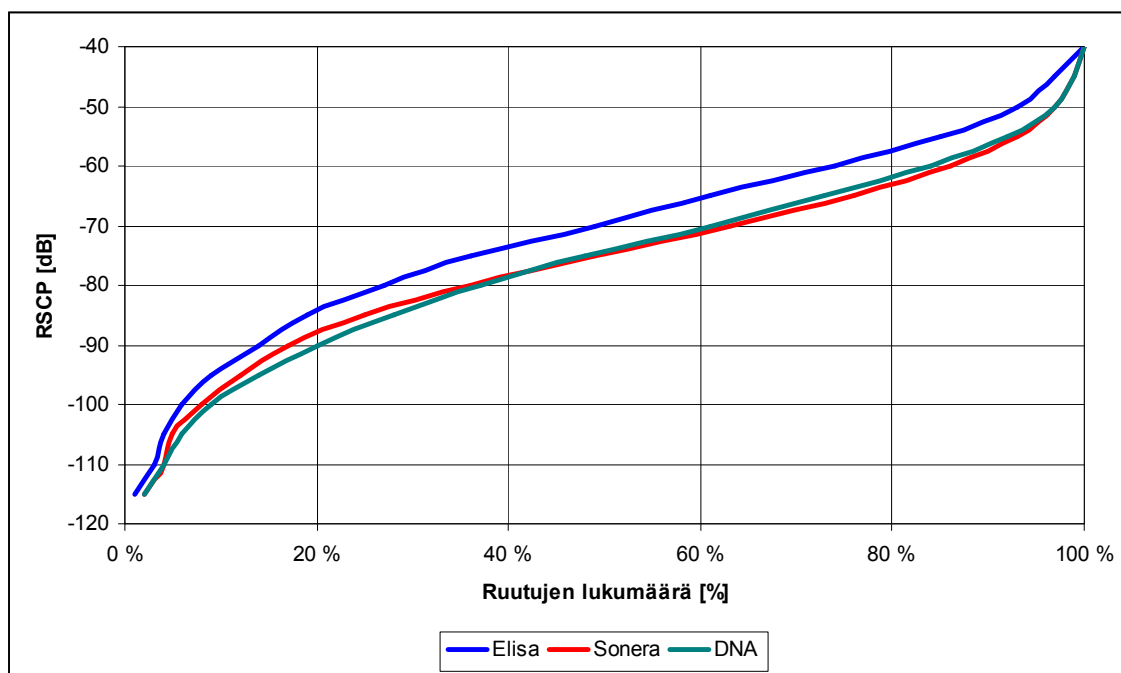
Peiton kattavuuden lisäksi tutkittiin kuuluvuuden laatua. Verkkojen rakentamisstrategiat saattavat poiketa toisistaan esimerkiksi siten, että yksi operaattori voi pyrkiä rakentamaan hyvin kattavaa, mutta 'ohutta' peittoa eli palvelu voi olla heikko mm. sisätiloissa. Toinen operaattori voi puolestaan rakentaa maantieteellisesti suppeampaa verkkoa, mutta verkko tarjoaa ylivertaista kuuluvuutta sisätiloissa sekä nopeita datayhteyksiä.

3G -kentänvoimakkuutta tutkittaessa keskityttiin sellaisille maantieteellisille alueille, joilla kaikilla kolmella operaattorilla oli kuuluvuutta. Myös tässä tapauksessa maantieteelliset alueet määriteltiin ruutuina.

Allaolevassa kuvassa (Kuva 8) on esitetty operaattoreiden yhteisellä 3G - kuuluvuusalueella mitattujen signaali-voimakkuuksien suhteellinen jakauma kumulatiivisena.

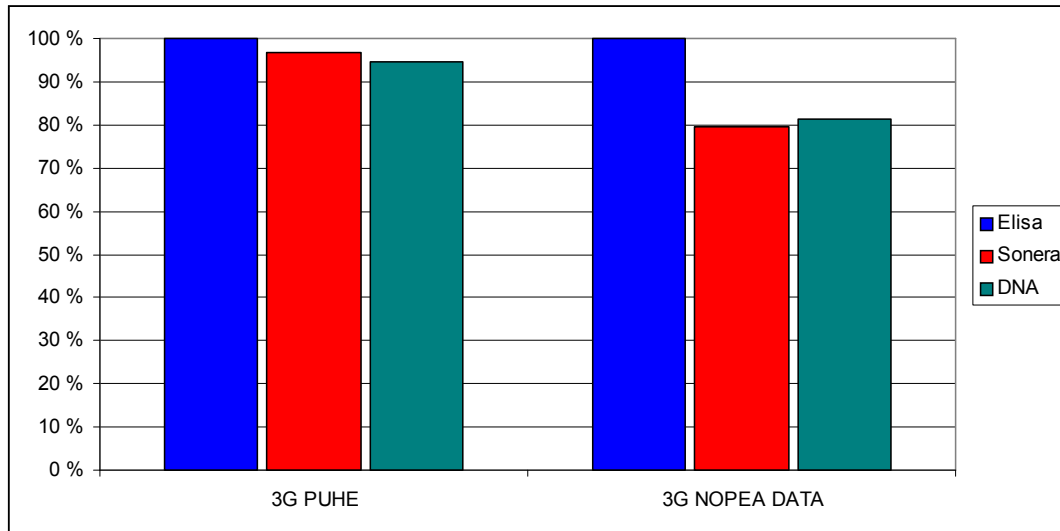
Kuvaajasta voidaan arvioida todennäköisyyttä (vaaka-akseli) saavuttaa tietty signaalitaso (pystyakseli) eri operaattoreiden 3G -verkossa. Soneran ja DNA:n tulosta esittävät käyrät ovat melko lähellä toisiaan ja osin päällekkäin ts. todennäköisyys saavuttaa eri signaalitasot on samaa luokkaa. Eroa syntyy jonkin verran signaali-voimakkuuksilla -95...-85 dBm, jotka saavutetaan Soneran verkossa todennäköisemmin. Elisan tulos on selvästi erillään muista osoittaen korkeampaa todennäköisyyttä saavuttaa tietty signaalitaso. Esimerkkinä voidaan todeta, että yhteisellä peittoalueella 50% paikoista Elisan signaali-voimakkuus on parempi kuin n. -70 dBm. Vastaava todennäköisyys Soneralla ja DNA:lla alle 40%.

Edeltävään vertailututkimukseen nähden Soneran ja DNA:n ero Elisaan on ehkä hiukan kaventunut, joskin voidaan huomata Elisalla edelleen olevan selvä ero toisiin.



Kuva 8. 3G-peitto operaattoreiden yhteisillä peittoalueilla.

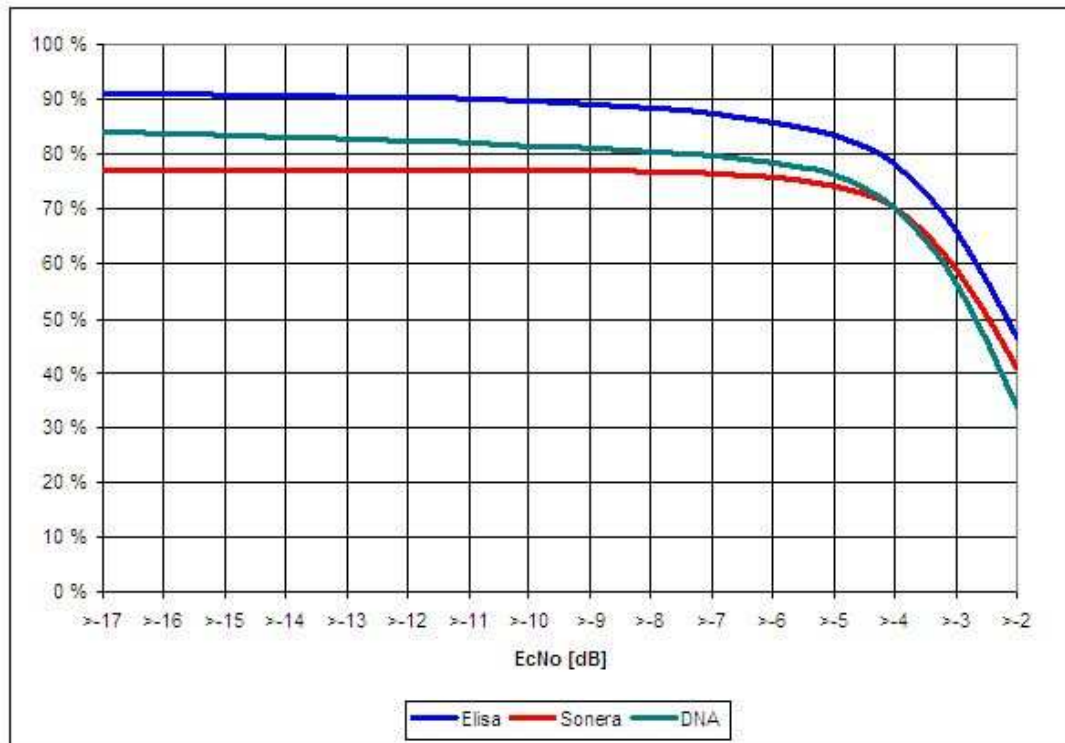
3G-peiton kattavuutta arvioitaessa voidaan operaattoreiden yhteisellä peittoalueella tutkia puhepalvelun ja nopean datapalvelun saatavuutta. Alla olevassa kuvassa on esitetty mittausten pohjalta tulokset (Kuva 9).



Kuva 9. 3G-palveluiden kuuluvuuden todennäköisyys yhteisillä peittoalueilla signaalitason perusteella. Puheelle vaaditaan vähintään -95 dBm:n signaalitaso ja nopealle datalle vähintään -75 dBm:n signaalitaso (korkeimman arvon saaneen operaattorin tulokset on skaalattu 100 prosenttiin).

Signaalitasojen perusteella operaattoreiden 3G-puhepalvelut toimivat yhteisillä peittoalueilla jokseenkin tasaveroisesti. Elisan tulos on paras Soneran ollessa toiseksi paras ja DNA:n kolmanneksi paras. 3G:n nopealle datapalvelulle oletettua signaalitasa tarkasteltaessa Elisan ero toisiin on merkittävä ts. Soneran ja DNA:n saavuttama todennäköisyys on selvästi alhaisempi. Soneran ja DNA:n välinen ero on pieni. Edelliseen vertailuun nähden Soneran ja DNA:n tulokset ovat tasoittuneet DNA:n ollessa nyt jopa hiukan parempi.

## Signaali-kohinasuhde



Kuva 10. Kumulatiivinen EcNo –jakauma alueilla, joilla ainakin yhdellä operaattorilla on 3G-peittoa.

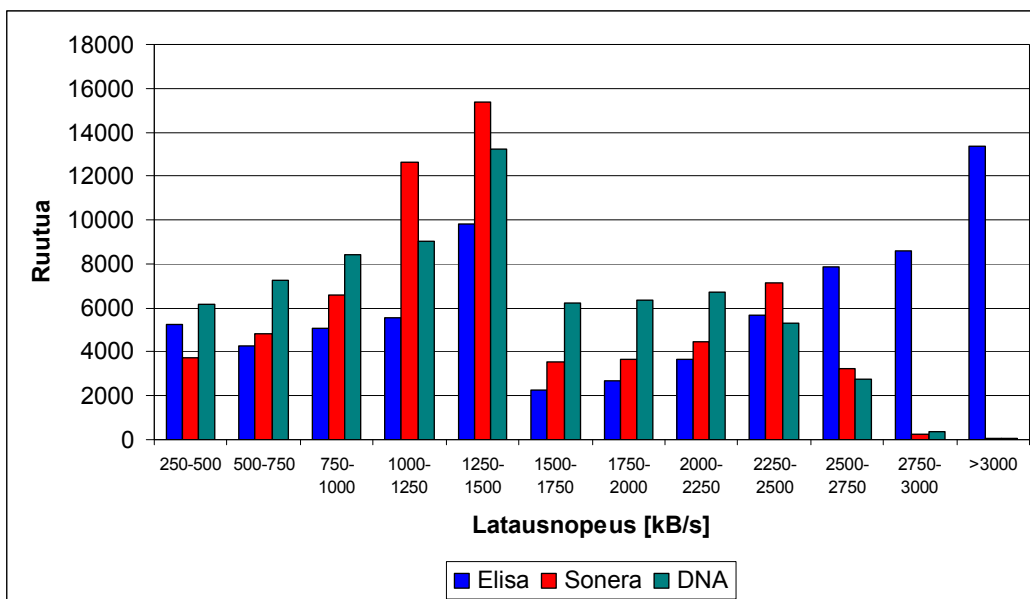
Ylläoleva kuvaaja (Kuva 10.) esittää 3G –verkkojen signaali-kohinasuhteen jakauman kuuluvuusmittausten perusteella niillä alueilla, joilla ainakin yhdellä operaattorilla on 3G-peittoa. Käyrästä havainnollistaa kuinka suuressa osassa ruutuja mitattu signaali-kohinasuhde on parempi kuin raja-arvo. Tarkasteltaessa esimerkkinä tyypillistä EcNo -arvoa -5 dB voidaan se todeta saavutettavan Elisan verkossa n. 83 %:n, DNA:n verkossa n. 77%:n ja Soneran verkossa n. 74 %:n todennäköisyydellä.

Mittaustuloksen perusteella Elisan signaali-kohinasuhde on paras ts. tyypillinen vaihteluväli -10...-2 saavutetaan todennäköisimmin Elisan verkossa. Toiseksi paras on DNA vaikkakin alhaisimmilla häiriötasoilla todennäköisyys on hieman Soneraa heikompi.

Häiriön vaikutus palvelun laatuun on yleensä hyvin tapauskohtainen. Tyypillisesti datayhteyden nopeus heikkenee voimakkaasti kun EcNo –arvo laskee n. -8 dB ja sen alle. Puheytydet alkavat tyypillisesti heiketä ja katkeilla -14 dB:n jälkeen.

## Datanopeus

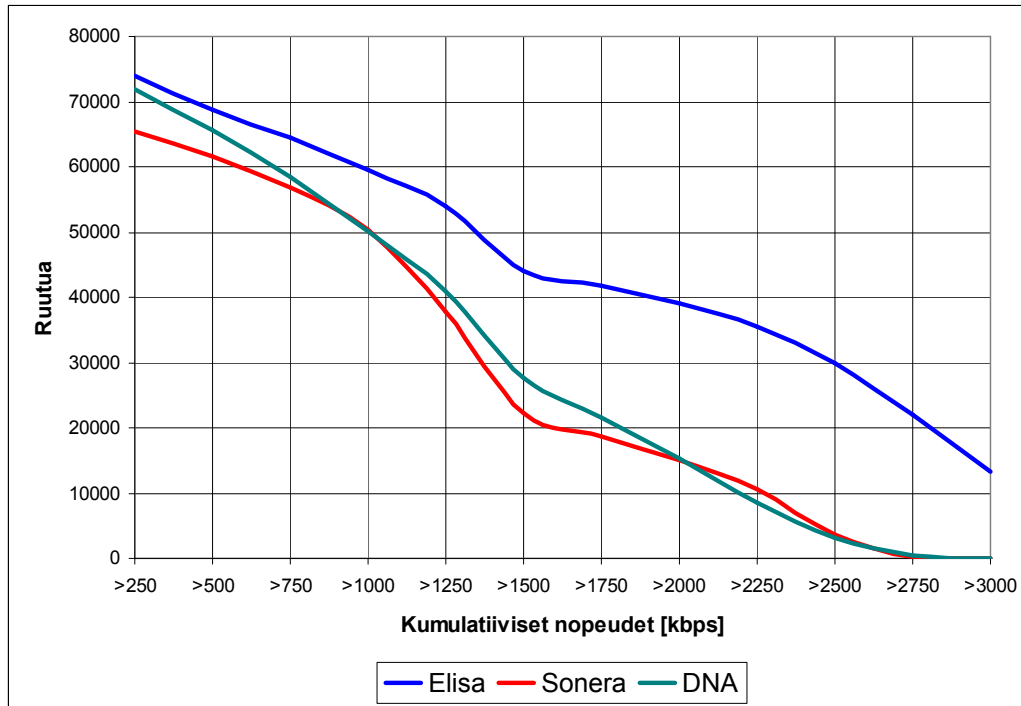
Datanopeutta ja datapalvelualueen kattavuutta tutkittiin määrittämällä ruutujen lukumäärä eri datanopeusluokissa (kbps), kun vähintään yhdellä operaattorilla on ollut kuuluvuutta. Alla esitetystä kuvassa (Kuva 11) raja-arvoina on käytetty datanopeusarvoja välillä 250-3000 kbps ts. arvot on jaettu luokkiin 250 kbps välein. Ruudut, joissa on ylletty kunkin luokan osoittamiin nopeuksiin, on esitetty palkkeina osoittaen ko. ruutujen lukumäärä. Lisäksi kaikkien niiden ruutujen lukumäärä, joissa on saavutettu yli 3000 kbps nopeus, on esitetty palkkina äärimmäisenä oikealla. Tulokset on koostettu kaikista tehdyistä mittauksista 100 paikkakunnalla.



Kuva 11. Datanopeudet luokittain jaoteltuna eri operaattoreiden verkoissa.

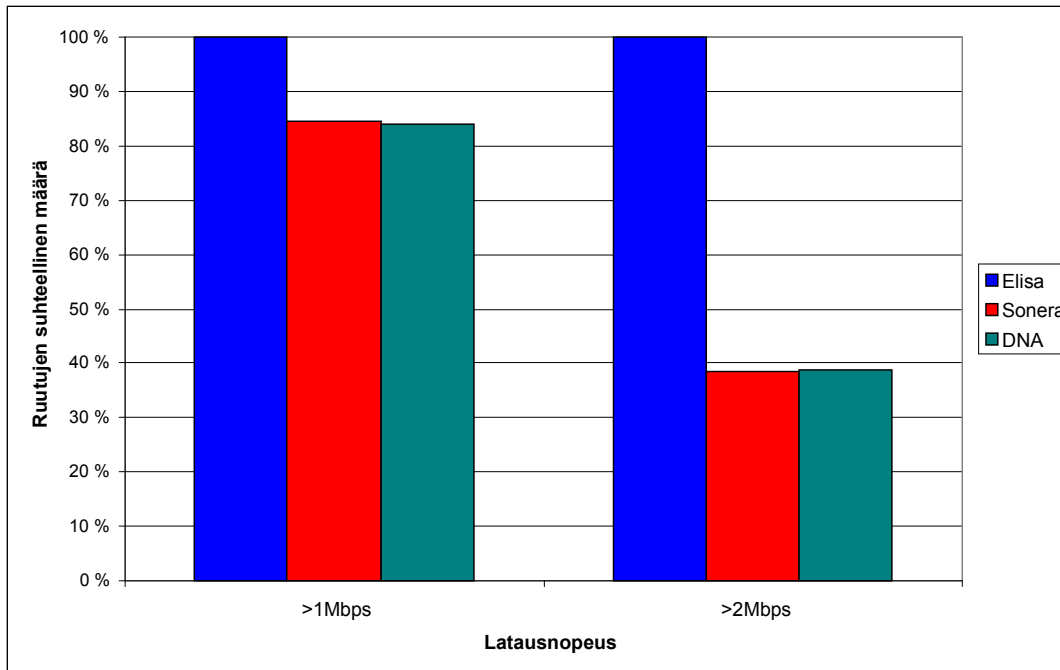
Kuvaajasta voidaan havaita operaattoreiden kesken suuria eroja eri datanopeusluokissa. Siitä nähdään DNA:n ja Soneran verkoissa saavutettavan enimmäkseen alempia 250...1000 kbps tai keskialueen 1000...2000 kbps (eli 1...2 Mbps) datanopeuksia kuin korkeampia datanopeuksia. Elisan verkossa puolestaan saavutetaan runsaasti myös korkeita yli 2 Mbps ja yli 3 Mbps nopeuksia.

Allaoleva kuva (Kuva 12) esittää datanopeusluokkien maantieteellisen laajuuden kumulatiivisesti kun vähintään yhdellä operaattorilla on mitattu kuuluvuutta. Kuva osoittaa sekä Elisan laajimman kuuluvuusalueen yleisesti että Elisan suuren eron toisiin yli 2 Mbps datanopeuksilla. Soneran ja DNA:n tulokset ovat melko lähellä toisiaan lukuunottamatta alhaisimpia nopeuksia, joissa DNA ja Elisa ovat lähellä toisiaan.



Kuva 12. Kumulatiiviset datanopeudet eri operaattoreiden verkoissa.

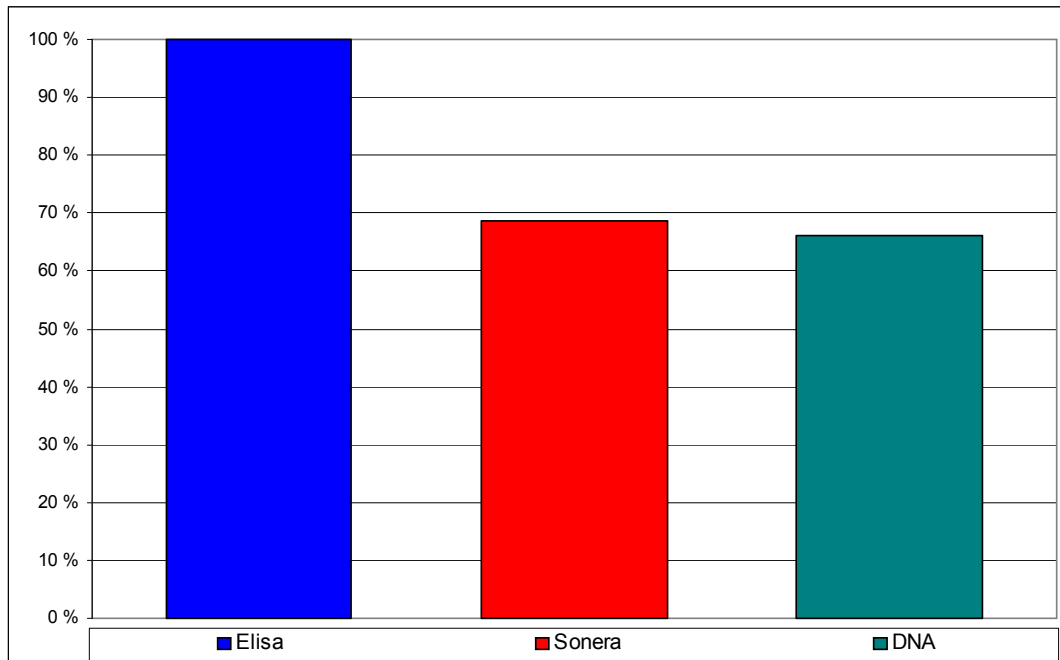
Yhteenlaskemalla kumulatiivisesti yli 1 Mbps ja yli 2 Mbps ruudut ja tarkasteltaessa suhteellista kattavuutta havaitaan Elisan olevan omaa luokkaansa. Kun Soneran ja DNA:n verkoissa ylletään enimmäkseen alempiin ja keskialueen datanopeuksiin, niin Elisan verkossa voidaan saavuttaa myös korkeita datanopeuksia, Kuva 13.



Kuva 13. Datapalvelujen kumulatiivinen ja suhteellinen kattavuus yli 1 Mbps ja yli 2 Mbps datanopeuksilla (korkeimman arvon saaneen operaattorin ruutujen lukumäärät skaalattu 100 prosenttiin).

### Solujen määrä

Kuuluvuus- ja datanopeussuureiden lisäksi tutkittiin havaittujen tukiasemasolujen lukumäärää. Solujen lukumäärä kuvaa tyypillisesti hyvin matkapuhelinverkkojen peiton kattavuutta.



Kuva 14. Mittauksissa havaittujen 3G-solujen lukumäärät. (Korkeimman arvon saaneen operaattorin ruutujen lukumäärät skaalattu 100 prosenttiin)

Mittauksista saadut tulokset solujen lukumäärästä osoittavat samaa kuin kuuluvuuden laajuuden ja kuuluvuuden laadun tulokset. Elisan 3G-verkko on tällä hetkellä selvästi laajin eron ollessa huomattava toisena olevaan Soneraan, jonka tuntumassa kolmantena on DNA (Kuva 14).

## Johtopäätökset

Helmi-huhtikuussa 2009 suoritetun, 100 paikkakuntaa käsittävän kuuluvuus-selvityksen perusteella voidaan Suomessa toimivien matkaviestinoperaattoreiden välillä havaita suuriakin eroja. Tulosten perusteella jokainen operaattori näyttää jatkuvasti kehittävän kuuluvuusalueitaan.

Kuten aiemmissakin selvityksissä, Elisan tulos erottuu edelleen selvästi DNA:n ja Soneran tuloksesta sekä kuuluvuuden laajuudessa että laadussa eli signaalinvoimakkuudessa. Operaattoreiden yhteisen kuuluvuusalueen tuloksia tutkittaessa tämä näkyy edellytyksenä saada sekä puhepalveluita että nopeita datapalveluita. Myös verkon häiriötasoa analysoitaessa Elisa erottuu toisista alhaisemmilla häiriöillä. DNA ja Sonera ovat puolestaan useimmiten melko tasavahvoja, joskin muutoksena aiempiin selvityksiin DNA tuntuisi olevan joillakin mittareilla hiukan Soneraa edellä.

Datanopeusmittausten tuloksia tarkastellessa voidaan todeta Elisan olevan selvästi edellä toisia operaattoreita. Elisan kattavuus on laajin kaikissa datanopeusluokissa ja erityisesti yli 2 Mbps:n datanopeuksissa ero kilpailijoihin on merkittävä. DNA:n ja Soneran verkoissa ylletään enimmäkseen alempien ja keskiluokkien datanopeuksiin.

Tutkittaessa tukiasemasolujen määrää Elisan voidaan todeta rakentaneen selvästi muita enemmän tukiasemia. Sonera on mitattujen solujen määrässä hiukan edellä DNA:ta.

