

Operaattorivertailu

SELVITYS SUOMESSA TOIMIVIEN
3G –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

TIIVISTELMÄ	3
YLEISTÄ	5
TAVOITE	5
PAIKKAKUNNAT	6
MITATUT SUUREET JA MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	9
MITATUT SUUREET	9
MITTAUSJÄRJESTELMÄ	10
VERTAILUPERIAATE	11
TULOKSET	12
KUULUVUUSALUE.....	12
KENTÄNVOIMAKKUUS	15
SIGNAALI-KOHINASUHDE	18
DATANOPEUS.....	19
SOLUJEN MÄÄRÄ	21
JOHTOPÄÄTÖKSET	23

Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin neljännen kerran Suomessa toimivien 3G-operaattoreiden (Elisa, DNA ja Sonera) verkkojen kuuluvuutta ja datanopeutta. Tutkimus tehtiin kenttätutkimuksena 20.1.-16.3.2010 100 paikkakunnalla. Mitatut paikkakunnat kattavat noin 75 % koko maan väestöstä.

Suoritettujen mittausten kokonaistulosten perusteella voidaan havaita, että Elisalla on edelleen laajin 3G-verkko. DNA on toisena hiukan Soneraa edellä. Kuuluvuuden laadun tarkastelussa kentänvoimakkuuden perusteella voitiin todeta, että Elisan verkossa saavutettiin korkein signaalitaso DNA:n ja Soneran ollessa tasoissa. Lisäksi Elisan verkossa mitattiin alhaisimmat häiriötasot tyypillisimmillä häiriöarvoilla. Tässä vertailussa Sonera on toinen ja DNA kolmas. Yleisesti voidaan havaita häiriötasojen kasvaneen jokaisessa verkossa.

Datapalvelujen laatua vertailtiin mittaamalla datanopeuksia eri verkoissa. Eri datanopeusluokissa todettiin merkittäviäkin eroja operaattoreiden välillä. Elisan verkossa saavutettiin selvästi muita operaattoreita suuremmat keskimääräiset datanopeudet, DNA:n datanopeudet olivat yhtä selvästi toiseksi suurimmat ja Soneran kolmanneksi suurimmat. Elisan verkossa saavutetaan tasaisemmin kaikkia datanopeuksia ja lisäksi usein myös kaikkein korkeimpia datanopeuksia. Erityisesti yli 4 Mbps:n datanopeuksia voidaan Elisan verkossa saavuttaa huomattavasti useammin kuin muissa verkoissa. DNA on parantanut merkittävästi tulostaan korkeiden datanopeuksien saatavuudessa. Soneran verkossa saavutetaan yleisimmin alempia ja keskialueen datanopeuksia.

Yksi vertailukohdista oli tukiasemasolujen lukumäärä. Suuri solujen lukumäärä tarkoittaa tavallisesti laajaa kuuluvuutta ja tiheää verkkoa. Korkein tukiasemasolujen lukumäärä tässä vertailussa on Elisan verkossa, toiseksi korkein Soneran ja kolmanneksi korkein DNA:n verkossa.

Aiempiin tutkimuksiin verrattuna kaikki operaattorit olivat parantaneet huomattavasti 3G-verkkonsa peittoa rakentamalla uusia tukiasemia sekä kasvattaneet verkossa saavutettavia datanopeuksia.

Tutkimuksessa oli mukana väestömäärän perusteella 50 suurinta kuntaa tai kaupunkia. Muut paikkakunnat valittiin 51.-100. suurimman joukosta (25 paikkakuntaa) ja 101. tai sitä pienempien joukosta (25 paikkakuntaa). Kenttätutkimuksen aikana selvitettiin kunkin paikkakunnan kuuluvuus mittaamalla keskusta-alue sekä asuin- ja teollisuusalueet. Kuuluvuusalueen rajat selvitettiin ajamalla paikkakunnalta johtavia pääväyliä kunnes kuuluvuus loppui. Tutkimuksen aikana kertyi kaikkiaan 15 888 ajokilometriä, joista mittausreitistön osuus oli 12 223 kilometriä. Mittausreiteiltä kerättiin 3 951 450 mittausnäytettä.

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

Yleistä

Tässä raportissa esitellään tulokset uusimmasta mittaustutkimuksesta, jossa selvitettiin kolmen kotimaisen matkapuhelinoperaattorin 3G -verkkojen kuuluvuutta sekä datanopeuksia. Projektin aikana tehtiin kenttämittaus 100 paikkakunnalla eri puolilla Suomea. Hanke toteutettiin ajanjaksolla 20.1.-16.3.2010. Aiempia vastaavia tutkimuksia on tehty vuosina 2008 ja 2009.

Tavoite

Selvitystyön tavoitteena oli määrittää Suomessa toimivien 3G -verkkojen kuuluvuus sekä kuuluvuuden laatu (kentänvoimakkuuden signaalitaso ja häiriötaso) eri alueilla. Kuuluvuuden määrittäminen perustuu mittauksiin liikenneväyliä käyttäen, mikä ei välttämättä anna täsmällistä kuvaa kuuluvuusalueen pinta-alasta eikä kuuluvuudesta sisätiloissa. Huomioiden mitattujen paikkakuntien korkean määrän sekä laaja mittausreitistö, voidaan tutkimustuloksen odottaa kuitenkin antavan luotettavan kokonaiskuvan 3G -verkkojen kuuluvuudesta yleisesti. Tutkimuksessa käytetty analysointiperiaate on esitelty tulosten yhteydessä. Pyrkimyksenä oli arvioida eri operaattorien välisiä eroja puhe- ja datapalveluiden saatavuudessa.

Lisäksi tavoitteena oli mitata kuinka suurina datanopeuksina kunkin operaattorin 3G -verkossa saavutetaan tällä hetkellä. Tämän selvittämiseksi mitattiin siirretyn tiedon määrää aikayksikköä kohti. Tämä mittaus tehtiin myös 100:lla paikkakunnalla, joten tuloksesta saadaan laaja 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 maksimaalinen datanopeus oli 8640 kbps. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että datasiirto voitiin suorittaa sillä nopeudella, mikä kustakin verkosta oli kulloinkin saatavana ts. SIM -kortin maksimiarvo ei rajoittanut sitä. Tällä menetelmällä pyrittiin saamaan aikaan kokemus, jonka kuluttaja saa käyttäessään verkkoja.

Kuuluvuusselvityksen 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 / Eetu Prieur, +358 10 26000

European Communications Engineering: 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 selvitettiin 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 15 888 ajokilometriä joista mittausreittien osuus oli 12 223 km. Mittausreitiltä kertyi yhteensä 3 951 450 mittausnäytettä. Allaoleva havainnekuva esittää tyypillistä mittausreittiä (Kuva 1).



Kuva 1 Havainnekuva kenttätutkimuksessa suoritetusta mittauksesta

Mitatut paikkakunnat valittiin ECE Oy:n toimesta seuraavasti:

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

Valitut paikkakunnat edustavat väestömäärältään n. 75 % Suomen väestöstä ja ne on lueteltu alla.

50 suurinta kuntaa suuruusjärjestyksessä:

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

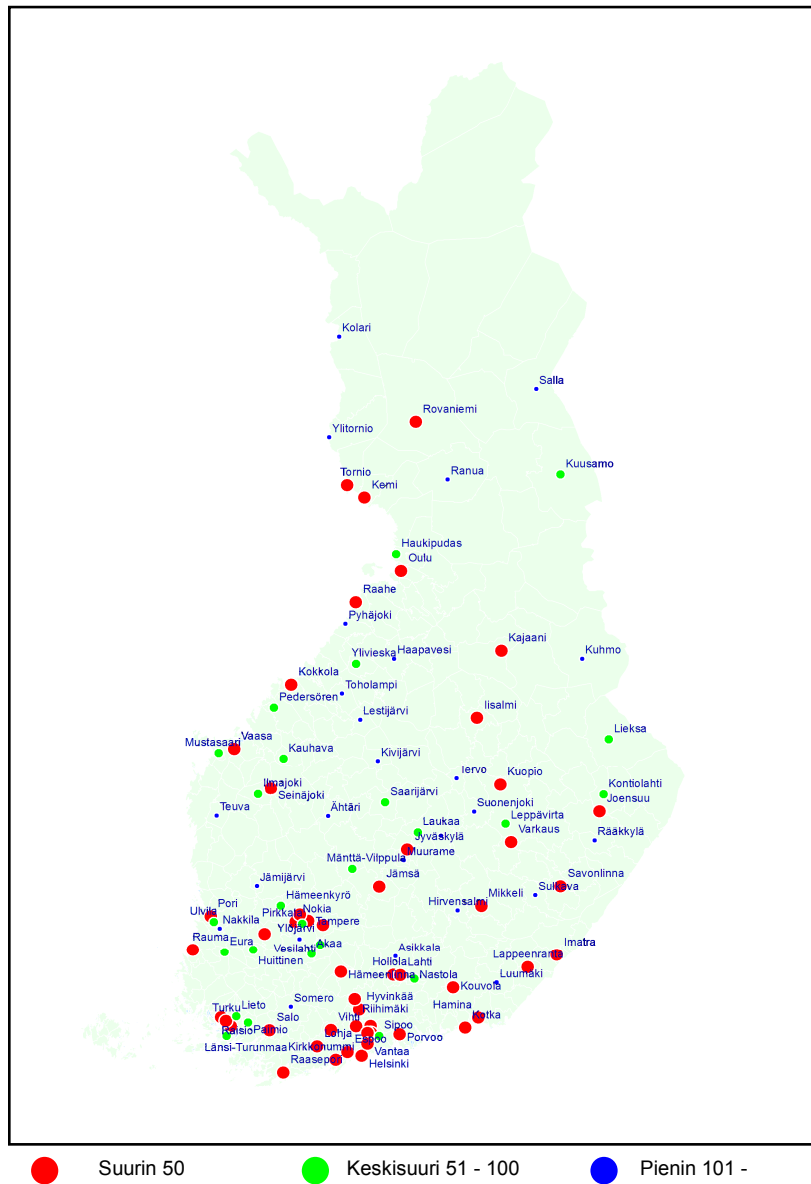
25 paikkakuntaa 51-100 suurimman joukosta suuruusjärjestyksessä:

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

25 paikkakuntaa 101. ja sitä pienempien joukosta suuruusjärjestyksessä:

Kuhmo	Teuva	Salla	Jämijärvi
Somero	Nakkila	Kolari	Tervo
Muurame	Hankasalmi	Toholampi	Kivijärvi
Asikkala	Luumäki	Pyhäjoki	Lestijärvi
Suonenjoki	Ylitornio	Sulkava	
Haapavesi	Ranua	Rääkkylä	
Ähtäri	Vesilahti	Hirvensalmi	

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 liitetiedostoineen voidaan vastaanottaa puhelimeen. Datanopeutta mitattiin suureella kbps (tai kbit/s= kilobittiä sekunnissa**), joka kertoo sekunnin aikana siirretyn tiedon määrän bitteinä. 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 mahdollistamiin 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. Esimerkkiarvoja:

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

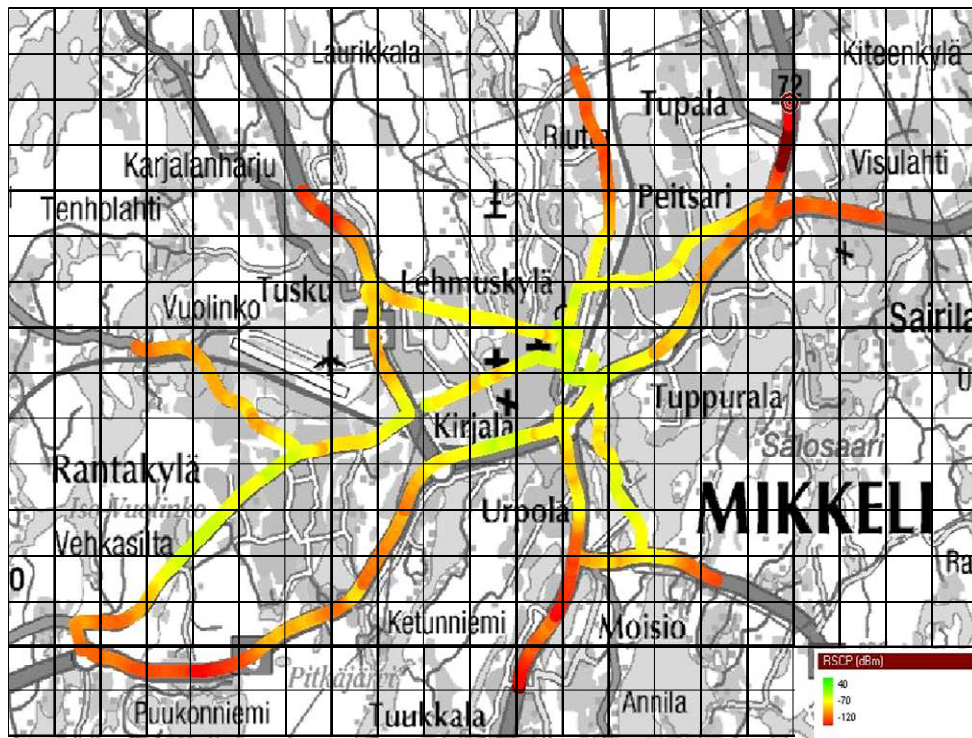
Mittausjärjestelmä

Mittausjärjestelmänä käytettiin Nemo Outdoor –järjestelmää. Mittausjärjestelmä koostui seuraavasti:

- Mittausohjelmisto: Nemo Outdoor v.5.40.5
- 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 kuuluvuusalueita. 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 määrittäessä verkon häiriötasoa, tällöin korkeampien arvojen merkittävä vähäisempiä häiriöitä.

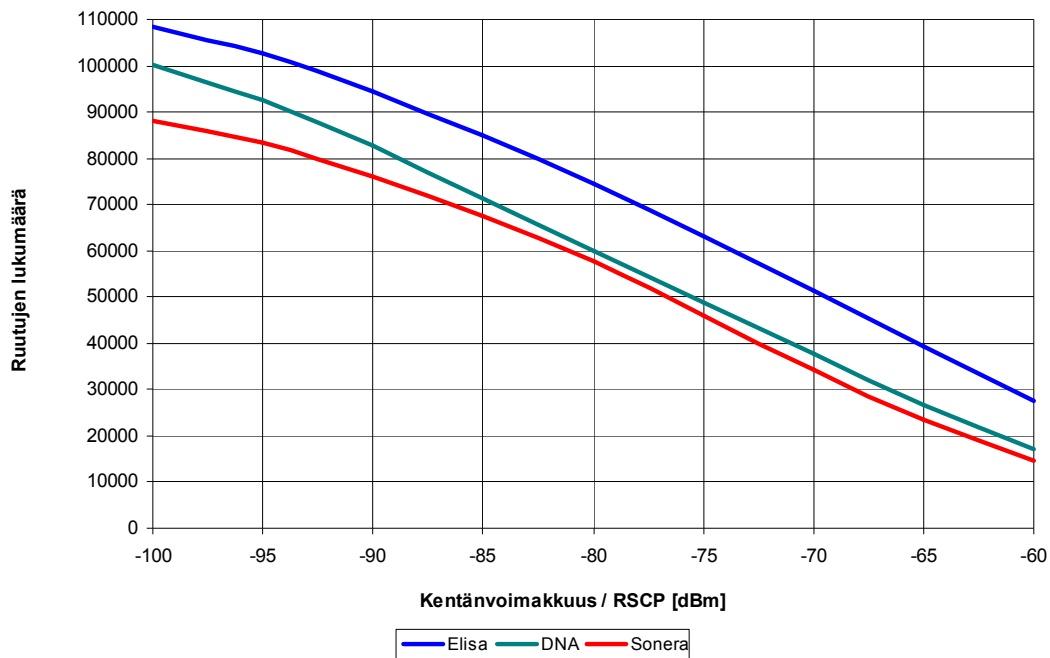
Vertailtaessa datanopeuksia tehtiin myös jako nopeusluokkiin ja kussakin ruudussa mitatut näytteet sijoitettiin ko. luokkiin. Korkeammille datanopeuksille sijoittuvat näytteet osoittavat käyttäjän kokema parempaa palvelutasoa dataliikenteessä.

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 esitetyssä 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.

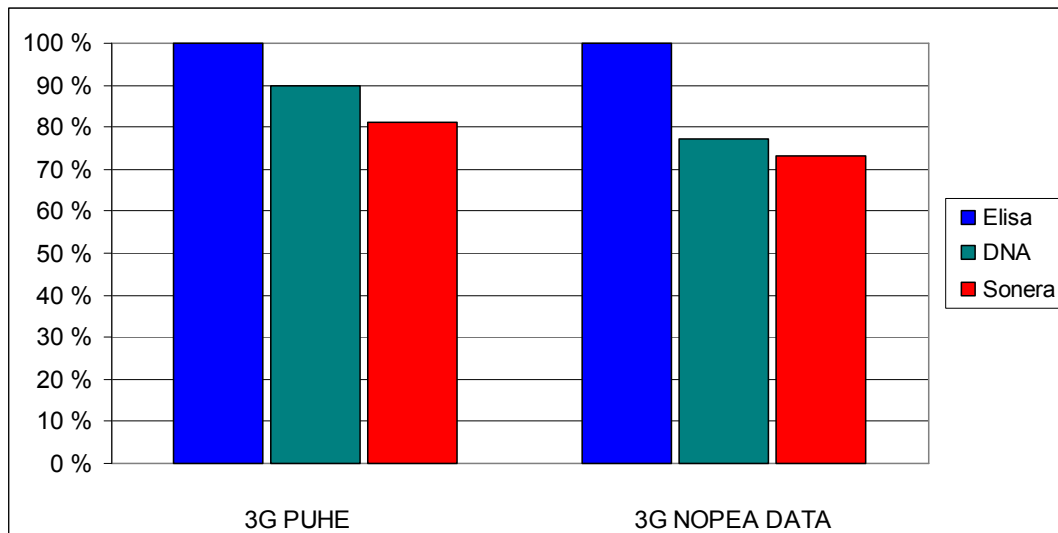


Kuva 4. Ruutujen lukumäärä eri kentänvoimakkuusarvoilla.

Ylläolevassa kuvaajassa on huomioitu kaikki mitatut ruudut, joissa jollakin operattorilla on ollut peittoa. Tuloksesta voidaan havaita Elisan 3G –kuuluvuusalueen olevan edelleen selvästi laajin kaikilla signaalitasoilla kuten se oli aiemminkin tutkimuksissa.

Tutkimuksen perusteella DNA:n kuuluvuusalue näyttäisi olevan hiukan laajempi kuin Soneran. Aiempaan tutkimukseen verrattuna Soneran tulos suhteessa muihin on hiukan heikentynyt alemmilla signaalivoimakkuuksilla. Elisan ja DNA:n välinen ero on jokseenkin sama kaikilla signaalitasoilla.

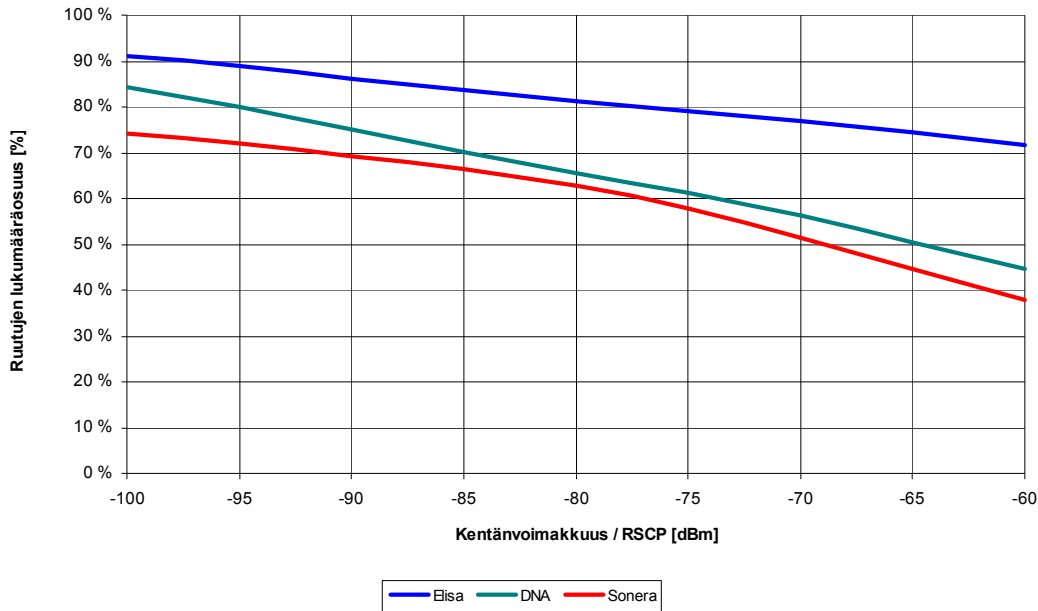
Tehtäessä oletus, että -95 dBm:n pilot -signaalitaso mahdollistaa hyvällä todennäköisyydellä 3G -puhepalvelun sekä -75 dBm:n taso 3G:n nopean datapalvelun (esim. 1 Mbps) sisätiloissa, voidaan näiden palveluiden peittoa havainnollistaa alla olevan mukaisesti (Kuva 5).



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

Operaattorien saavuttamat ruutumäärät on skaalattu siten, että korkeimman arvon saaneen operaattorin ruutumäärä on 100%. Tuloksen perusteella 3G –puhepalvelulle oletetulla signaalitasolla Elisalla on tässä tutkimuksessa paras tulos DNA:n ollessa toisena ja Soneran kolmantena. 3G –datapalvelulle oletetulla signaalitasolla järjestys on sama Elisan ollessa selvemmin edellä Soneraa ja DNA:ta. Aiempaan vertailuun nähden Elisa on ehkä hiukan parantanut tulostaan muhin nähden ja DNA näyttäisi parantaneen tulostaan Soneraan nähden.

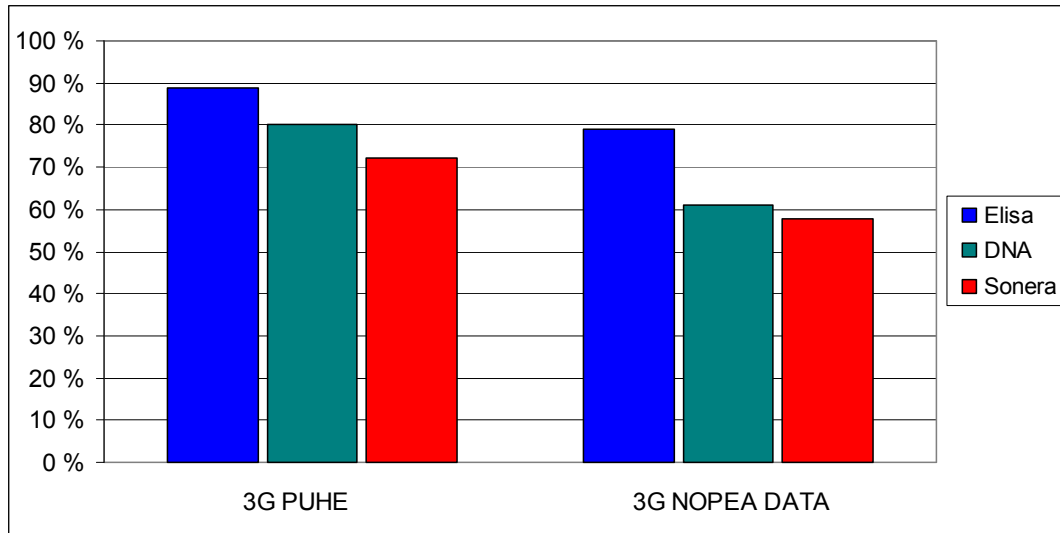
Jos operaattoreiden saavuttamia ruutumääriä verrataan niiden mitattujen ruutujen lukumäärään, joissa ainakin yhdellä operaattorilla on ollut raja-arvon ylittävä peitto, voidaan ruutujen lukumäärä esittää seuraavan kuvan mukaisesti (Kuva 6).



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

Myös suhteellisesti tarkasteltaessa havaitaan edellä todetut erot. Puhepalveluja vastaavilla signaalivoimakkuuksilla Elisan kuuluvuus on laajin DNA:n ollessa toisena ja Soneran kolmantena. Datapalveluille oletetuilla, korkeammilla signaalitasoilla Elisan ero kasvaa DNA:han ja Soneraan nähden. Edelliseen tutkimukseen verrattuna DNA:n ero Soneraan on hiukan kasvanut.

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



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

Puhepalveluja vastaavilla kentänvoimakkuuksilla voidaan havaita selvät erot järjestyksen ollessa Elisa, DNA ja Sonera. DNA näyttäisi parantaneen tulostaan Soneraan verrattuna. Datapalveluja vastaavilla kentänvoimakkuuksilla Elisan ero toisiin on selvempi. DNA:n ja Soneran tulokset ovat melko lähellä toisiaan.

Kentänvoimakkuus

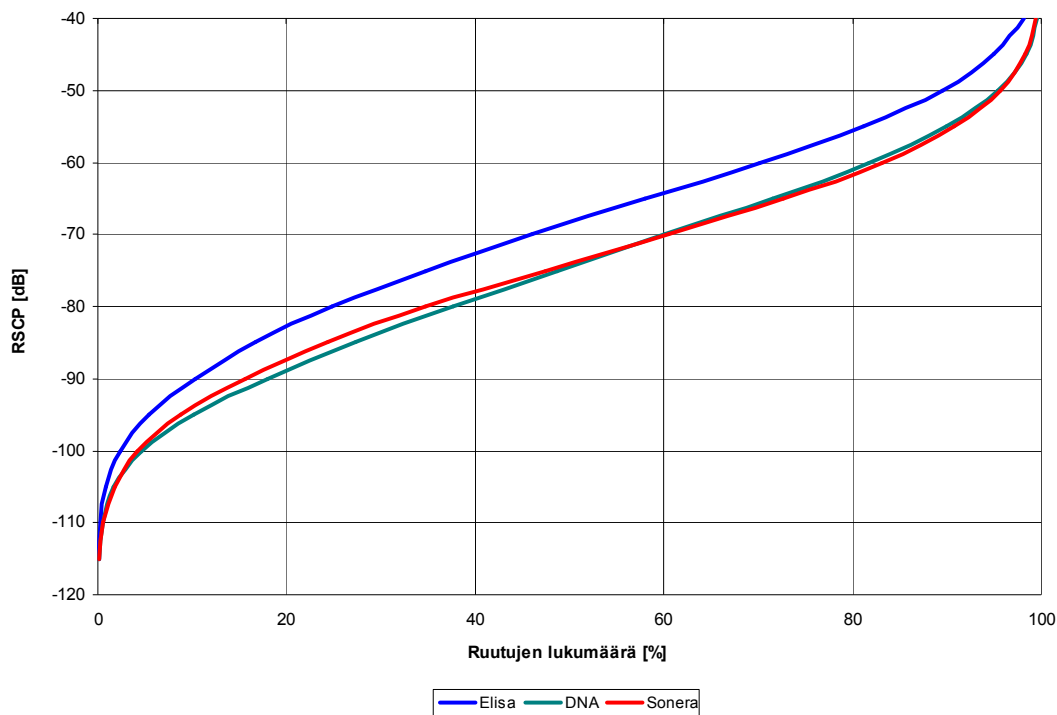
Peiton kattavuuden lisäksi tutkittiin kuuluvuuden laatua. Verkkoja voidaan rakentaa eri tavoin esimerkiksi siten, että yksi operaattori rakentaa hyvin kattavaa mutta 'ohutta' peittoa eli palvelu voi olla heikko mm. sisätiloissa. Toinen operaattori voi puolestaan rakentaa maantieteellisesti suppeampaa 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 signaalivoimakkuuksien suhteellinen jakauma kumulatiivisena.

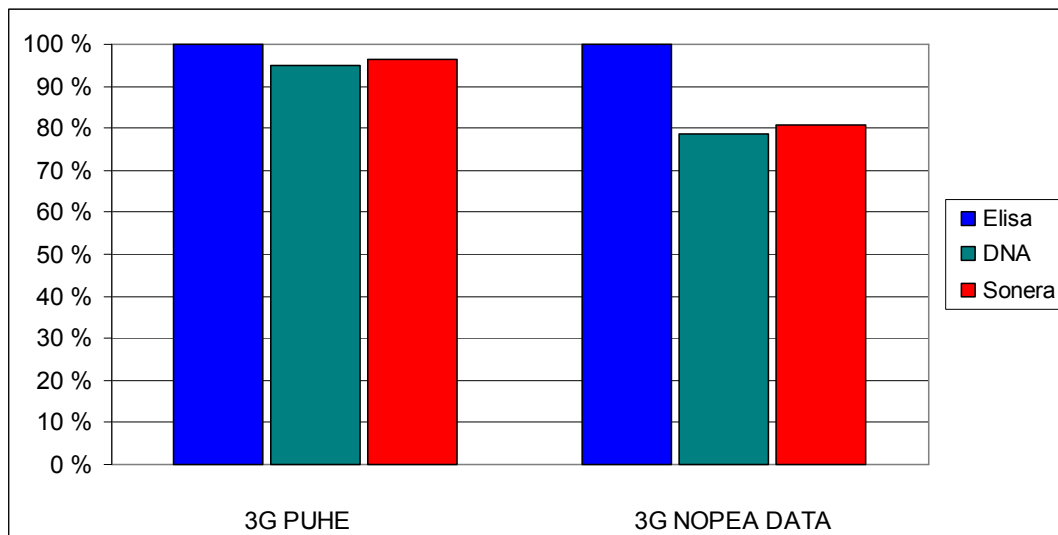
Kuvaajasta voidaan arvioida todennäköisyyksiä (vaaka-akseli) saavuttaa tiettyjä signaalitasoja (pystyakseli) eri operaattoreiden 3G -verkossa. Soneran ja DNA:n tulosta esittävät käyrät ovat melko lähellä toisiaan ja osin päällekkäin ts. todennäköisyys saavuttaa eri signaalitasot on samaa luokkaa. Ero näyttäisi syntyvän jonkin verran signaalivoimakkuuksilla -95...-80 dBm, jotka saavutetaan Soneran verkossa hiukan todennäköisemmin. Elisan tuloksen voidaan havaita olevan selvästi erillään muista tarkoittaen korkeampaa todennäköisyyttä saavuttaa eri signaalitasot. Esimerkkinä voidaan todeta, että yhteisellä peittoalueella 30% paikoista Elisan signaalivoimakkuus on parempi kuin n. -60 dBm. Vastaava todennäköisyys Soneralla ja DNA:lla alle 20%.

Edeltävään vertailututkimukseen nähden Elisan ero Soneraan ja DNA:han on ehkä hiukan kasvanut.



Kuva 8. 3G-peitto operaattoreiden yhteisillä peittoalueilla.

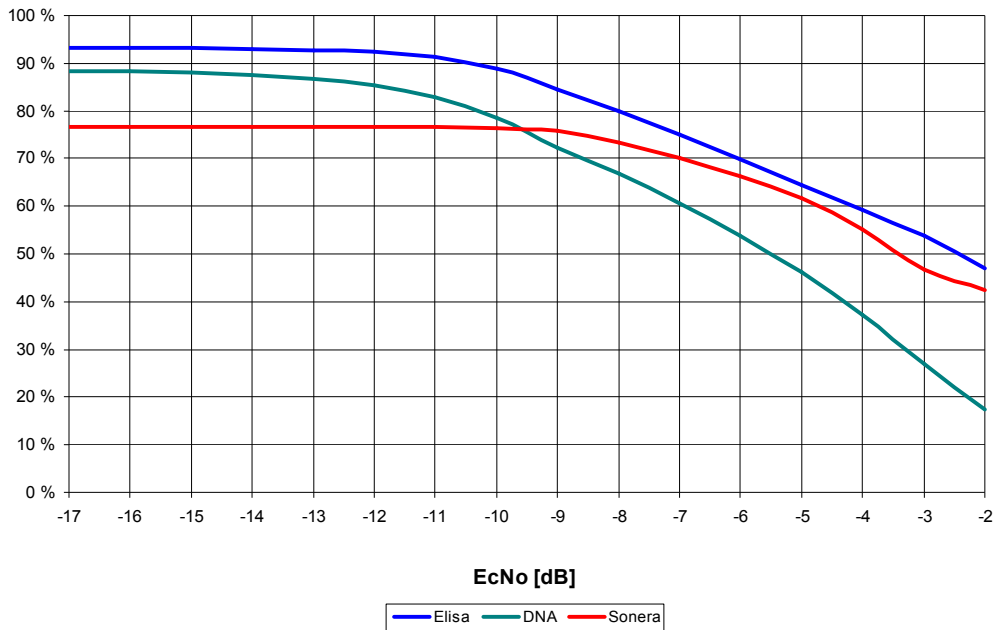
3G-peiton kattavuutta arvioitaessa voidaan operaattoreiden yhteisellä peittoalueella tutkia puhepalvelun ja nopean datapalvelun saatavuutta. Alla olevassa kuvassa on esitetty mittausten pohjalta tulokset (Kuva 9).



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 yhtä hyvin. 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 tämän tarkastelun tulos ei näyttäisi muuttuneen merkittävästi.

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 havainnollistetaan 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. 64 %:n, Soneran verkossa n. 62 %:n ja DNA:n verkossa n. 46%:n todennäköisyydellä.

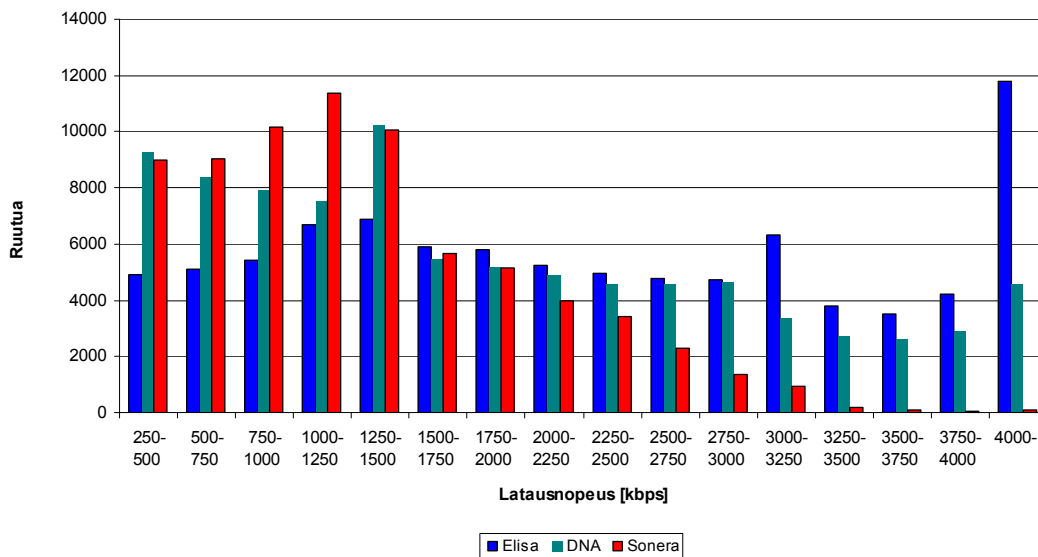
Tarkasteltaessa tyypillistä vaihteluväliä -10...-2 havaitaan, että Elisan verkossa on alhaisin häiriötaso. Toisena tässä vertailussa on Sonera ja kolmantena DNA.

Häiriön vaikutus palvelun laatuun on yleensä hyvin tapauskohtaista. Tyypillisesti datayhteyden nopeus heikkenee voimakkaasti EcNo -arvo laskiessa n. -8 dB ja sen alle. Puheyhteydet alkavat tyypillisesti heiketä ja katkeilla -14 dB:n jälkeen.

Edeltävään tutkimukseen verrattuna voidaan jokaisessa verkossa havaita tapahtuneen selvää häiriötasojen kasvua. Tämä johtuu tavallisesti lisääntyneestä verkkojen kuormituksesta.

Datanopeus

Datanopeutta ja datapalvelualueen kattavuutta tutkittiin määrittämällä ruutujen lukumäärä eri datanopeusluokissa (kbps), kun vähintään yhdellä operaattorilla on ollut kuuluvuutta. Alla esitetyssä kuvassa (Kuva 11) raja-arvoina on käytetty datanopeusarvoja välillä 250-4000 kbps ts. arvot on jaettu luokkiin 250 kbps välein. Ruudut, joissa on saavutettu kunkin luokan osoittamia nopeuksia, on esitetty palkkeina osoittaen ko. ruutujen lukumäärä. Lisäksi kaikkien niiden ruutujen lukumäärä, joissa on saavutettu yli 4000 kbps nopeus, on esitetty palkkina äärimmäisenä oikealla. Tulos on koostettu kaikista tehdyistä mittauksista 100 paikkakunnalla.

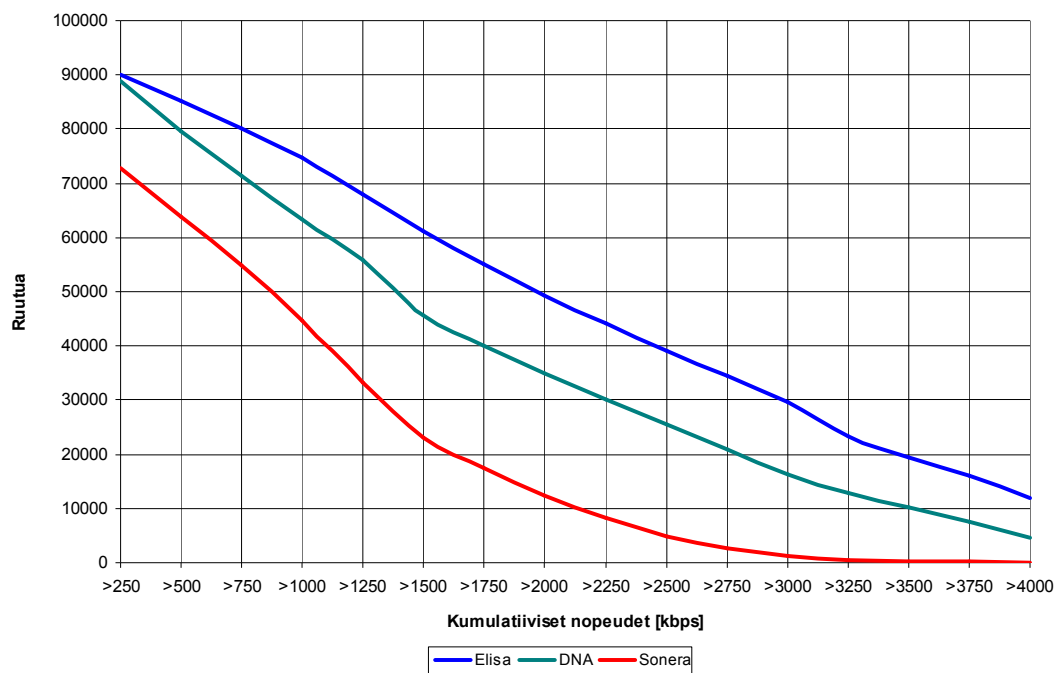


Kuva 11. Datanopeudet luokittain jaoteltuna eri operaattoreiden verkoissa.

Kuvaajasta voidaan havaita operaattoreiden kesken suuria eroja eri datanopeusluokissa. Siitä nähdään DNA:n ja Soneran verkoissa saavutettavan etenkin alempia 250...1000 kbps tai keskialueen 1000...2000 kbps (eli 1...2 Mbps) datanopeuksia, joskin DNA:n verkossa saavutetaan myös korkeampia yli 3000 kbps (3 Mbps) ja yli 4000 kbps (4Mbps) nopeuksia. Elisan verkossa puolestaan saavutetaan tasaisemmin eri nopeuksia ja etenkin myös korkeita yli 3 Mbps ja yli 4 Mbps nopeuksia.

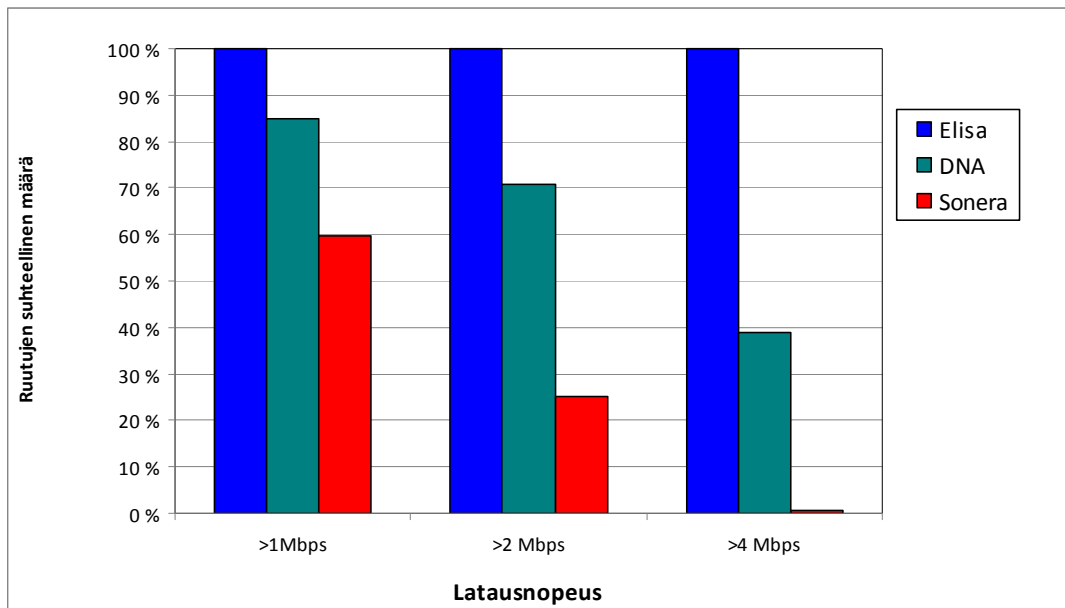
Aiempaan vertailututkimukseen nähden Elisa ja DNA näyttäisivät parantaneen tulostaan korkeimpien datanopeuksien saatavuudessa. Lisäksi kaikkein korkeimmilla, yli 4 Mbps datanopeuksilla Elisan tuloksen voidaan todeta erottuvan DNA:n tuloksesta ylivoimaisesti. On syytä huomata, että Kuva 11 ei suoraan kerro verkossa saavutettavista datanopeuksista, koska kaikissa pisteissä joissa saavutetaan suuria datanopeuksia, saavutetaan luonnollisesti

myös pienempiä datanopeuksia. Kuva 11 on tapa esittää mittaustulokset. Loppukäyttäjän kannalta oleellinen asia on esitetty seuraavassa kuvassa 12. Allaoleva kuva (Kuva 12) esittää datanopeusluokkien maantieteellisen laajuuden kumulatiivisesti kun vähintään yhdellä operaattorilla on mitattu kuuluvuutta. Tämä kuva kuvastaa parhaiten käyttäjän saamaa datanopeutta verkosta. Kuvaajasta voidaan todeta Elisalla olevan laajin kuuluvuusalue kaikilla datanopeusluokilla. DNA on tässä vertailussa toisena ja Sonera kolmantena. Aiempaan tutkimukseen verrattuna DNA:n tulos on parantunut huomattavasti Soneraan verrattuna ollen nyt lähempänä Elisan tulosta vaikkakin ero on edelleen selvä.



Kuva 12. Kumulatiiviset datanopeudet eri operaattoreiden verkoissa.

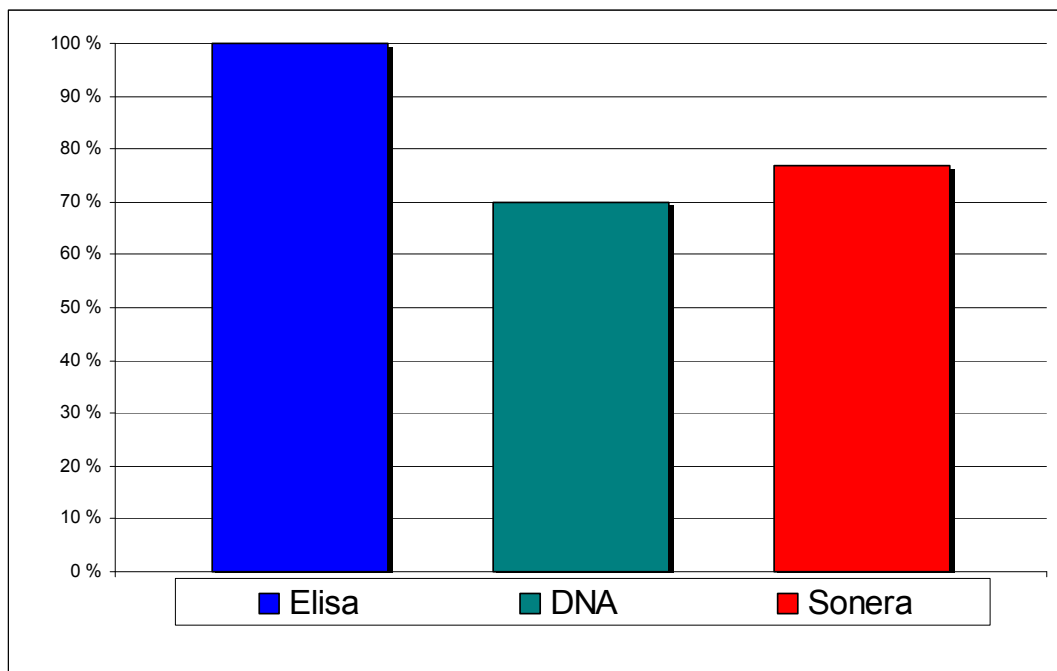
Yhteenlaskemalla kumulatiivisesti yli 1 Mbps, yli 2 Mbps ja yli 4 Mbps ruudut ja tarkasteltaessa suhteellista kattavuutta havaitaan selviä eroja järjestyksen ollessa Elisa, DNA ja Sonera. Aiempaan vertailuun nähden Sonera:n tulos suhteessa muihin yli 1 Mbps nopeuksissa on heikentynyt ja DNA:n tulos on parantunut merkittävästi yli 2 Mbps nopeuksissa, Kuva 13.



Kuva 13. Datapalvelujen kumulatiivinen ja suhteellinen kattavuus yli 1 Mbps, yli 2 Mbps ja yli 4 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)

Solujen lukumäärää tarkasteltaessa Elisalla näyttäisi olevan edelleen selvästi eniten soluja. Vertailussa toisena olevan Soneran ja kolmantena olevan DNA:n välinen ero on pienempi. Edeltävään tutkimukseen verrattuna sekä Sonera että DNA ovat hiukan parantaneet tulostaan (Kuva 14).

Johtopäätökset

Tammi-maaliskuussa 2010 toteutettu, 100 paikkakuntaa käsittänyt kuuluvuus-selvitys osoittaa huomattaviakin eroja Suomessa toimivien 3G-operaattoreiden välillä.

Vastaava tutkimus on tehty myös vuosina 2008 ja 2009 ja tulosten perusteella operaattorit näyttävät jatkuvasti kehittävän verkkojaan. Tämänkertaisessa vertailussa Elisan tulos erottuu edelleen selvästi DNA:n ja Soneran tuloksista kuuluvuuden laajuudessa ja laadussa eli signaalinvoimakkuudessa. DNA on hiukan edellä Soneraa kuuluvuuden laajuudessa ja kentänvoimakkuudessa DNA ja Sonera ovat melko tasavahvoja. Aiempiin tutkimuksiin verraten DNA näyttää parantaneen tulostaan. Verkon häiriötasoja analysoitaessa tyypillisimmillä häiriöarvoilla todetaan, että Elisan verkossa on alhaisimmat häiriötasot, toisena tässä tarkastelussa on Sonera ja kolmantena DNA. Yleisesti voidaan todeta häiriöiden kasvaneen kaikissa verkoissa.

Datanopeusmittausten tuloksia tarkastellessa voidaan todeta DNA:n ja Soneran näytteiden painottuvan alemmille ja keskialueen datanopeuksille. Tosin DNA näyttää parantaneen tulostaan huomattavasti myös korkeimpien datanopeuksien saatavuudessa. Elisan verkossa mitattiin puolestaan selvästi eniten kaikkein korkeimpia datanopeuksia. Erityisesti yli 4 Mbps:n datanopeuksia voidaan Elisan verkossa saavuttaa huomattavasti laajemmalla alueella kuin muissa verkoissa. Mittauksissa Elisan verkossa saavutettiin selvästi suurimmat keskimääräiset datanopeudet, DNA:n oli yhtä selvä kakkonen ja Soneran oli kolmas.

Myös tukiasemasolujen lukumäärää vertailtaessa Elisalla on edelleen korkein tulos. Tässä vertailussa Sonera on toisena hiukan edellä DNA:ta.