

# omnitele

---

## experience

# Mobiiliverkkojen tiedon- siirtonopeuksien vertailu metrossa, 12/2017

Loppuraportti, 3.1.2018

# Tiivistelmä

## Tutkimuksen kohde

Oy Omnitele Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa/Saunalahti ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun Helsingin ja Espoon metroreiteillä Matinkylä–Vuosaari–Mellunmäki välillä.

Tutkimuksen kohteena oli nopeimpien kuluttajille suunnattujen mobiililaajakaistaliittymien tiedonsiirtonopeuksien vertaaminen. Tutkimuksen mittaukset suoritettiin marras- ja joulukuussa 2017, ja kestivät kokonaisuudessaan noin 10 kalenteripäivää.

## Keskeiset havainnot

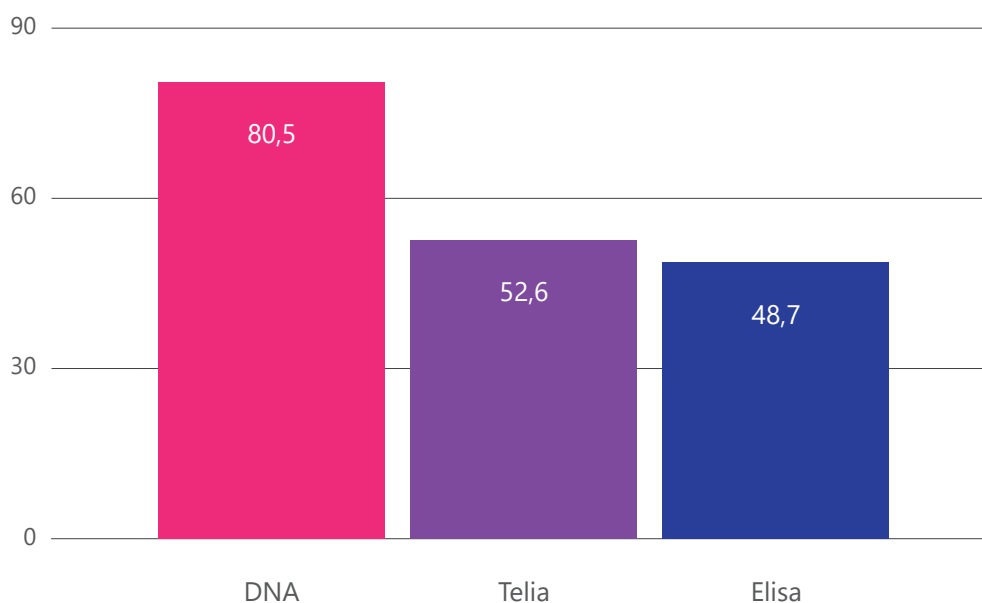
Kaikkien mittausten yli laskettuna, korkein keskimääräinen saapuvan liikenteen (tukiasemalta päätelaitteeseen päin) tiedonsiirtonopeus (80,5 Mbit/s) saavutettiin DNA:n liittymällä. Telian liittymällä saavutettiin toiseksi korkein keskimääräinen tiedonsiirtonopeus (52,6 Mbit/s) ja Elisan (48,7 Mbit/s) liittymällä kolmanneksi korkein.

Tutkimuksen tulokset ja operaattoreiden paremmuusjärjestys vaihtelivat jonkin verran metroreitin varrella. Tulokset antavat kuitenkin varsin hyvän yleiskuvan keskimääräisistä tiedonsiirtonopeuksista ja operaattoreiden keskinäisistä eroista reitin varrella.

Lähtevän liikenteen (pätelaitteesta verkkoon päin) keskimääräisissä tiedonsiirtonopeuksissa DNA:n liittymällä mitattiin korkein keskimääräinen tiedonsiirtonopeus (13,3 Mbit/s). Telian tulos (13,0 Mbit/s) oli toiseksi ja Elisan (11,6 Mbit/s) kolmanneksi korkein.

Korkeat tiedonsiirtonopeudet selittyvät suurelta osin operaattoreiden laajasti käyttöönottamalla LTE -teknologialla, jonka kattavuus metroreiteillä oli kaikilla operaattoreilla hyvällä tasolla. Selkeät erot korkeimissa tiedonsiirtonopeuksissa kuitenkin selittyivät pääsääntöisesti LTE:n kahden ja kolmen kantoaallon yhdistelmätekniikan (Carrier Aggregation) käyttöasteella. DNA:n liittymä hyödynsi mittausreitillä eniten kolmen kantoaallon yhdistelmätekniikkaa.

Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus tukiasemalta päätelaitteeseen [Mbit/s]



# Johdanto

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>1</b>
Tutkimuksen kohde .....	1
Keskeiset havainnot .....	1
<b>Johdanto</b> .....	<b>2</b>
Tutkimuksen kohde .....	2
Tutkimuksen tekijä .....	2
Lähtökohdat .....	2
<b>Tulokset</b> .....	<b>3</b>
Saapuvan liikenteen suunta ..	3
Lähtevän liikenteen suunta ..	3
Tekniset taustatekijät .....	4
Yleistä .....	4
<b>Menetelmä</b> .....	<b>5</b>
Mittattavat suureet .....	5
Liittymät .....	5
Mittausmenetelmä .....	5
Mittalaitteisto .....	5

## Tutkimuksen kohde

Oy Omnitele Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa/Saunalahti ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun Helsingin ja Espoon metroreitillä Matinkylä–Vuosaari–Mellunmäki välillä.

Tutkimuksen kohteena oli nopeimpien kuluttajille suunnattujen mobiililaa-  
jakaistaliittymien tiedonsiirtonopeuksien vertaaminen. Tutkimuksen mit-  
taukset suoritettiin marras- ja joulukuun välisenä aikana 2017, ja kestivät  
kokonaisuudessaan noin 10 kalenteripäivää.

## Tutkimuksen tekijä

Tämän tutkimuksen tekijä, Oy Omnitele Ab, on itsenäinen mobiiliverkko-  
jen toimintaan ja niiden kehitykseen erikoistunut konsulttiyhtiö. Omnitelen  
omistaa joukko suomalaisia pääomasijoittajia ja operaattoreita, mukaan lu-  
kien DNA Oyj ja pienellä osuudella Elisa Oyj.

Projektiryhmään kuului neljä asiantuntijaa. Tämän lisäksi projektiraportin  
katselmoi yrityksen johtoryhmän jäsen.

## Lähtökohdat

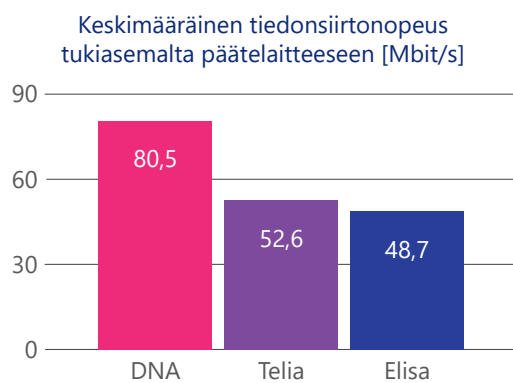
Tutkimusta suunniteltaessa ja työtä tehtäessä on kiinnitetty erityistä huo-  
miota mittaustavan, mittaustulosten analysoinnin ja tulosten esitystavan  
objektiivisuuteen.

- Mittaukseen valittiin nopeimmat ja rajoittamattomat kuluttajalle suun-  
natut mobiililaaajakaistaliittymät, ja niiden parametrit tarkistettiin sekä  
kyseisen operaattorin myymälästä, että teknisestä asiakaspalvelusta.
- Mittausaikaikkuna valittiin siten, että se sisältää niin ruuhka-ajat kuin  
normaalin liikenteen metroreitillä.
- Mittausten tilastollista luotettavuutta varmennettiin mittaamalla koko  
metron reitti yhteensä 30 kertaa eri kellonaikoina ja päivinä.
- Jokaisen operaattorin mobiiliverkkoa mitattiin yhtäaikaaisesti identtisillä  
päätelaitteilla ja kaikki olennaiset tulokset on otettu mukaan tutkimuk-  
seen.
- Mittauksissa käytetyt päätelaitteet edustivat ns. teknisesti edistyneimpiä  
kuluttajakäyttöön yleisesti saatavilla olevia laitteita (Samsung Galaxy S8),  
tukien kaikkia mitattujen verkkojen taajuuksia, sekä kahden ja kolmen  
kantoaallon yhdistelmätekniikan kombinaatioita.
- Operaattoreiden liittymiä kierrätettiin päätelaitteiden välillä, ja siten  
mahdolliset yksittäisistä päätelaitteista johtuvat erot keskiarvoistettiin  
pois.
- Mittauksiin ja tulosten analysointiin käytettiin tarkkoja ammattilaiskäyt-  
töön tarkoitettuja laitteistoja.

# Tulokset

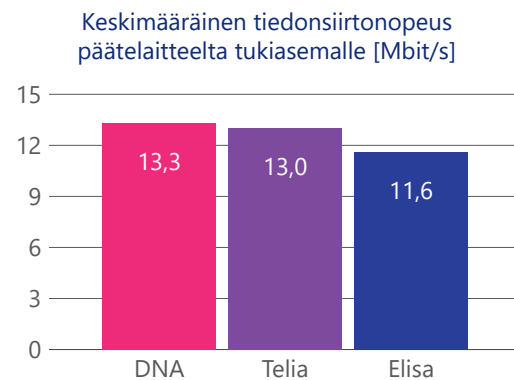
## Saapuvan liikenteen suunta

Mittauksissa vertailtiin keskimääräisiä saapuvan ja lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeuksia. Kaikkien mitausten yli laskettuna korkein keskimääräinen saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeus, 80,5 Mbit/s, mitattiin DNA:n liittymällä. Elisan/Saunalahden liittymällä mitaukset antoivat tulokseksi 48,7 Mbit/s ja Telian liittymällä 52,6 Mbit/s.



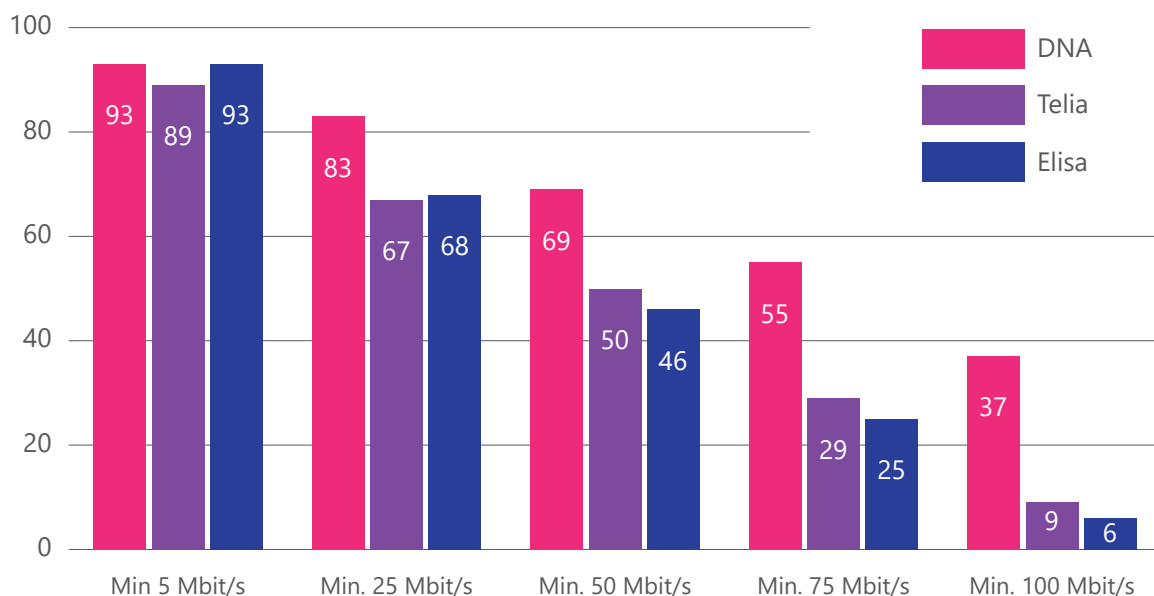
## Lähtevän liikenteen suunta

Metromittauksissa mitattiin myös tiedonsiirtonopeuksia lähtevän liikenteen suuntaan (päätelaitteelta tukiasemalle). Lähtevän liikenteen suunnassa DNA saavutti 13,3 Mbit/s tuloksella korkeimman keskimääräisen nopeuden koko metroreitillä. Telian vastaava luku oli 13,0 Mbit/s ja Elisan 11,6 Mbit/s.



Omnitele analysoi myös mittauksissa saavutetun palvelutason jakauman. Analyysissa arvioitiin viiden eri palvelutason prosentuaalista saatavuutta saapuvan liikenteen suunnassa, kaikkien mittausnäytteiden yli laskettuna: Vähintään 5, 25, 50, 75 ja 100 Mbit/s. DNA:lla ja Elisa:lla molemmilla 93% näytteistä saavutti yli 5 Mbit/s rajan. Teliällä vastaavia näytteitä oli 89%. Kuvaajasta nähdään, että erot operaattoreiden välillä korostuvat korkeimpien nopeuksien kohdalla.

Mittauksissa saavutetun palvelutason jakauma, saapuva liikenne [%]





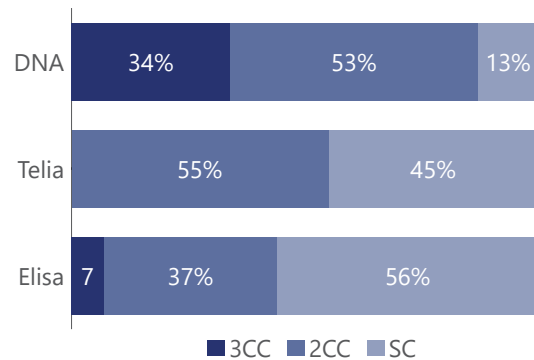
## Tekniset taustatekijät

Omnitele analysoi lyhyesti tekniset tekijät tulosten taustalla. Operaattoreiden tulokset korreloivat vahvasti tutkimusalueella havaitun LTE-verkon kuuluvuuden ja signaalinlaadun kanssa. Selkeät erot korkeimmissa tiedonsiirtonopeuksissa kuitenkin selittyivät pääsääntöisesti LTE:n kahden ja kolmen kantoaallon yhdistelmätekniikan (Carrier Aggregation) käyttöasteella. DNA:n liittymä hyödynsi mittausreitillä eniten kolmen kantoaallon yhdistelmätekniikkaa (34% koko metromittauksista) ja vastaa- vasti vähiten yhden kantoaallon tekniikkaa (13%). Elisan liittymä hyödynsi myös jonkin verran kolmen kantoaallon yhdistelmätekniikkaa (7%) ja kahden kantoaallon yhdistelmätekniikkaa (37%). Telian liittymä taas hyödynsi eniten kahden kantoaallon tekniikkaa (55%).

## Yleistä

Tutkimuksen tulokset ja operaattoreiden paremmuusjärjestys vaihtelivat jonkin verran mittausreitillä ja metroasemien välillä. Tulokset antavat kuitenkin hyvän

Monikantoaallon yhdistelmätekniikan jakauma [%]



yleiskuvan operaattoreiden keskimääräisistä tiedonsiirtonopeuksista ja keskinäisistä eroista Helsingin ja Espoon metroareilla.

Huomioitavaa on, että kaikilla kolmella operaattorilla tiedonsiirtonopeudet ovat kansainvälisesti verrattuna erinomaisella tasolla, ja lupaavat yleisesti ottaen hyvää palvelutasoa tyypillisessä liikkuvassa laajakaistakäytössä.

# Menetelmä

## Mitattavat suuret

Tutkimuksessa keskityttiin keskeisiin palvelunlaatuun vaikuttaviin tekijöihin, eli lähtevän ja saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeuteen.



Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta voidaan pitää tärkeimpänä yksittäisenä tunnuslukuna käyttäjäkoke-  
musta tarkasteltaessa, koska tyypillisesti suurin osa mobiiliverkkojen liikenteestä suuntautuu verkosta käyttäjän suuntaan. Mitä nopeampi yhteys verkosta käyttäjän suuntaan saavutetaan, sitä nopeammin internetsivut latautuvat ja sitä tarkempia videoita voidaan toistaa internetistä.

## Liittymät

Mittauksissa käytettiin kunkin operaattorin nopeimpia saatavilla olevia kuluttaja-asiakkaille suunnattuja mobiililaajakaistaliittymätuotteita:

- DNA: DNA Hypernetti 4G
- Elisa: Saunalahti Mobiililaajakaista 4G Super+
- Telia: Rajaton kotimaan Nettipaketti nopeudella 300 Mbit/s

Kaikki kuluttajaliittymät myytiin 300 Mbit/s maksiminopeudella ja kaikkien operaattoreiden liittymätyypit olivat datamäärältään rajoittamattomat. Kunkin liittymän edellä mainitut tekniset tiedot tarkistettiin etukäteen operaattoreiden liikkeestä ja asiakaspalveluista. Lisäksi liittymän nopeus varmistettiin verkosta Omnitelen mittalaitteilla.

## Mittausmenetelmä

Tutkimus suoritettiin metron sisällä mitaten metron kulkema reitti edestakaisin kolme kertaa päivässä, kymmenen päivän ajan. Tutkimusmenetelmällä pyrittiin selvittämään operaattoreiden tiedonsiirtonopeuksia mahdollisimman luotettavasti laajalla käyttöaikavälillä.

Mittauksiin valittiin toistuva minuutin mittainen tiedoston lataus- ja lähetysnäyte. Minuutin tiedostolataus kuvaa tyypillistä liikuvan laajakaistan käyttötapaa, esimerkiksi YouTube-videoiden lataamista. Valittu mittausmenetelmä on yleisesti käytetty tiedonsiirtonopeusvertailuissa. Saapuvan liikenteen minuutin mittaisia latauksia toistettiin hieman yli 2000 kertaa jokaiselta operaattorilta, sisältäen satoja tuhansia tiedonsiirtonopeusnäytteitä.

## Mittalaitteisto

Mittaukset suoritettiin selkäreppuun asennetulla Keysight Walker Air -mittalaitteistolla, jota hallittiin ja monitoroitiin langattomasti Samsung Galaxy Tab SM-T805 tabletilla, käyttäen Keysight Walker Air 3.40.689 -ohjelmistoa. Mittausten päätelaitteina käytettiin Samsung Galaxy S8 -älypuhelimia. Mittausten analysointi suoritettiin Keysight Analyze 7.80 -analysointiohjelmistolla.

Mittauksiin valittiin Samsung Galaxy S8 (LTE Cat 9), koska kyseinen päätelaite tukee mahdollisimman rajoittamattomasti verkoissa tarjolla olevia uusimpia teknisiä ominaisuuksia, mukaan lukien LTE Carrier Aggregation -teknologiaa, ja mahdollistaa siten mobiiliverkkojen suurimpien tiedonsiirtonopeuksien mittaamisen.

Puhelimen valitsemaa yhteystyyppiä (2G/3G/LTE) ei kontrolloitu mittalaitteella, vaan puhelimen annettiin valita paras saatavilla oleva verkkotekniikka automaattisesti. Mittalaitetta käytettiin näin ollen verkossa kuluttajalaitteen tavoin.