



# Tiedonsiirtonopeuksien vertailu 1/2018

Loppuraportti 31.1.2018

# Tiivistelmä

## Tutkimuksen kohde

Oy Omnitele Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun. Tutkimuksen kohteena oli nopeimpien kuluttajille suunnattujen mobiililaajakaistaliittymien tiedonsiirtonopeudet.

Vertailu suoritettiin viidessätoista kaupungissa. Mitatut kaupungit olivat Helsinki, Espoo, Tampere, Vantaa, Oulu, Turku, Jyväskylä, Lahti, Kuopio, Kouvola, Pori, Joensuu, Lappeenranta, Hämeenlinna ja Rovaniemi. Tutkimuksen mittaukset suoritettiin marraskuun 2017 ja tammikuun 2018 välisenä aikana.

## Keskeiset havainnot

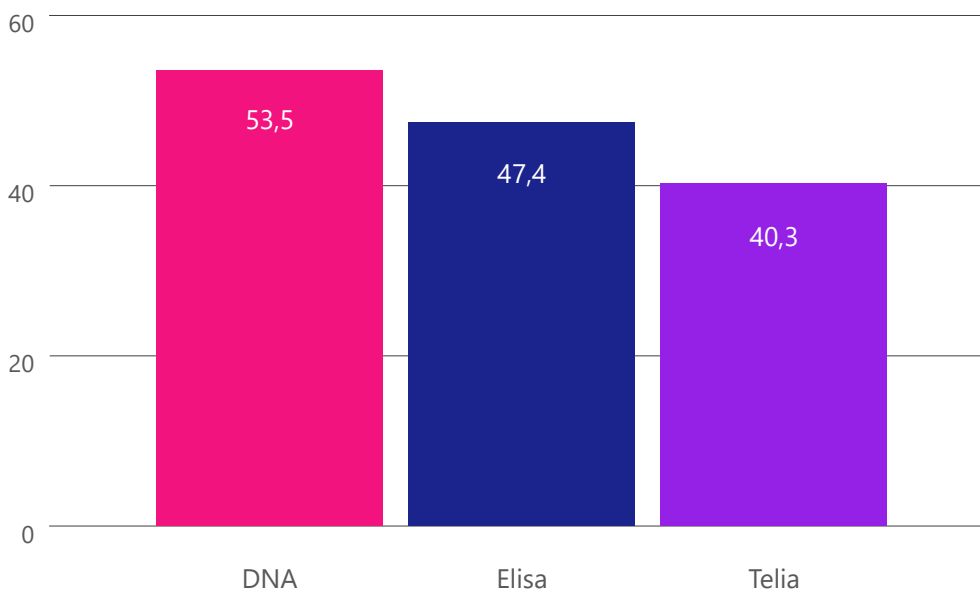
Kaikkien mitattujen kaupunkien yli laskettuna korkein keskimääräinen saapuvan liikenteen (tukiasemalta päätelaitteeseen) tiedonsiirtonopeus 53,5 Mbit/s saavutettiin DNA:n liittymällä. Elisan liittymällä saavutettiin toiseksi korkein keskimääräinen tiedonsiirtonopeus 47,4 Mbit/s ja Telian liittymällä kolmanneksi korkein 40,3 Mbit/s.

Operaattoreiden tiedonsiirtonopeudet vaihtelivat jonkin verran kaupunki- ja paikkakohtaisesti. Tulokset antavat kuitenkin varsin hyvän yleiskuvan keskimääräisistä tiedonsiirtonopeuksista ja operaattoreiden keskinäisistä eroista mitatulla alueella.

Lähtevän liikenteen (pätelaitteesta verkkoon) keskimääräisissä tiedonsiirtonopeuksissa Telian liittymällä mitattiin korkein keskimääräinen tiedonsiirtonopeus 25,9 Mbit/s. DNA:n liittymällä saavutettu 25,2 Mbit/s oli toiseksi korkein keskimääräinen tulos ja Elisan liittymällä saavutettu 22,5Mbit/s oli kolmanneksi korkein keskimääräinen tulos.

Korkeat tiedonsiirtonopeudet selittyvät operaattoreiden laajasti käyttöönottamalla LTE-teknologialla, jonka kattavuus oli kaikilla operaattoreilla noin 99% mittausreitistä. Operaattoreiden väliset erot tiedonsiirtonopeuksissa näyttävät mittausten perusteella selittyvän pääsääntöisesti LTE:n monikantoaallon yhdistelmätekniikan (Carrier Aggregation) käyttöasteella.

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
Kaupunkikohtaiset tulokset ..	3
Yleistä .....	3
Palvelutason jakauma .....	4
Tekniset taustatekijät .....	4
<b>Menetelmä</b> .....	<b>5</b>
Mitattavat suuret .....	5
Liittymät .....	5
Mittausmenetelmä .....	5
Mittalaitteisto .....	5

## Tutkimuksen kohde

Oy Omnitele Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun. Tutkimuksen kohteena oli nopeimpien kuluttajille suunnattujen mobiililaajakaistaliittymien tiedonsiirtonopeudet.

Vertailu suoritettiin viidessätoista kaupungissa. Mitatut kaupungit olivat Helsinki, Espoo, Tampere, Vantaa, Oulu, Turku, Jyväskylä, Lahti, Kuopio, Kouvola, Pori, Joensuu, Lappeenranta, Hämeenlinna ja Rovaniemi. Tutkimus suoritettiin tekemällä ajomittauksia, joissa vertailtiin keskimääräisiä saapuvan ja lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeuksia. Ajomittaukset kattoivat kaupunkien keskustat, merkittävimmät asuinalueet sekä sisääntuloväylät. Tutkimuksen mittaukset suoritettiin marraskuun 2017 ja tammikuun 2018 välisenä aikana.

## Tutkimuksen tekijä

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

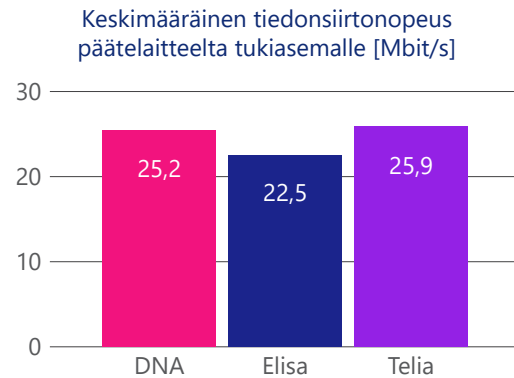
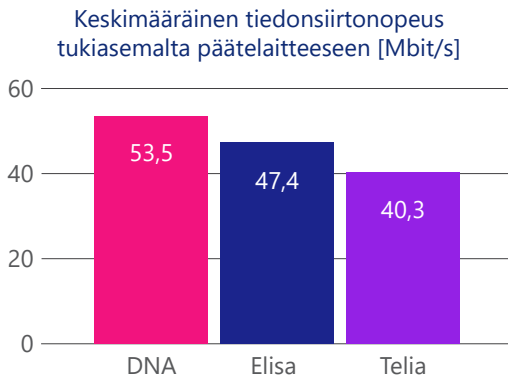
Projektiryhmään kuului neljä asiantuntijaa. Tämän lisäksi projektiraportin katselmoi yrityksen johtoryhmän jäsen.

## Lähtökohdat

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

- Mittaukseen valittiin nopeimmat ja rajoittamattomat kuluttajalle suunnatut mobiililaajakaistaliittymät, ja edellä mainitut ominaisuudet tarkistettiin kyseisen operaattorin myymälästä ja asiakaspalvelusta. Liittymien teoreettinen maksiminopeus verifioitiin Omnitelen mittalaitteilla.
- Jokaisen operaattorin mobiiliverkkoa mitattiin yhtäaikaaisesti identtisillä päätelaitteilla ja kaikki olennaiset tulokset ovat otettu mukaan tutkimukseen.
- Mittauksiin valittiin Samsung Galaxy S6 Edge+, jolla voidaan hyödyntää kaikkia mitattujen verkkojen taajuuksia, sekä kolmen LTE-kantoaalon yhdistelmätekniikkaa.
- Operaattoreiden liittymiä kierrätettiin päätelaitteiden välillä, ja siten mahdolliset yksittäisistä päätelaitteista johtuvat erot keskiarvoistettiin pois.
- Mittauksiin ja tulosten analysointiin käytettiin tarkkoja ammattilaiskäyttöön tarkoitettuja laitteistoja.

# Tulokset



## Saapuvan liikenteen suunta

Omnitele mittasi keskimääräisiä saapuvan ja lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeuksia. Kaikkien mittausten yli laskettuna korkein keskimääräinen saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeus 53,5 Mbit/s mitattiin DNA:n liittymällä. Elisan liittymällä mittaukset antoivat keskimääräiseksi tulokseksi 47,4 Mbit/s ja Telian liittymällä 40,3 Mbit/s.

## Lähtevän liikenteen suunta

Mittauksissa tarkasteltiin myös tiedonsiirtonopeuksia lähtevän liikenteen suuntaan (pätelaitteelta tukiasemalle). Lähtevän liikenteen suunnassa Telia saavutti 25,9 Mbit/s tuloksella korkeimman keskimääräisen nopeuden mitatuissa kaupungeissa. DNA:n vastaava tulos oli 25,2 Mbit/s ja Elisan 22,5 Mbit/s.

Keskimääräinen saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeus [Mbit/s]	DNA	Elisa	Telia
Helsinki	<b>66,7</b>	51,6	45,0
Espoo	<b>55,0</b>	50,7	45,1
Vantaa	<b>54,6</b>	53,4	36,2
Tampere	50,9	<b>64,0</b>	36,2
Oulu	<b>46,8</b>	38,0	31,4
Turku	<b>53,4</b>	44,3	43,2
Jyväskylä	<b>46,3</b>	42,8	41,4
Lahti	<b>52,3</b>	51,1	28,8
Kuopio	<b>45,0</b>	34,1	40,1
Kouvola	29,1	27,4	<b>29,5</b>
Pori	<b>79,1</b>	54,1	44,5
Joensuu	<b>63,2</b>	52,9	60,7
Lappeenranta	42,6	45,0	<b>45,4</b>
Hämeenlinna	<b>64,4</b>	51,4	35,7
Rovaniemi	<b>48,3</b>	42,3	45,0
15 kaupunkia keskimäärin	<b>53,5</b>	47,4	40,3

## Kaupunkikohtaiset tulokset

DNA saavutti korkeimman keskimääräisen saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeuden 12 kaupungissa, Telia kahdessa ja Elisa yhdessä.

Lähtevän liikenteen suunnassa DNA:n keskimääräiset mitatut nopeudet olivat korkeimmat kahdeksassa mitatussa kaupungissa, Teliällä kuudessa ja Elisalla yhdessä.

## Yleistä

Operaattoreiden tiedonsiirtonopeudet vaihtelivat jonkin verran kaupunki- ja paikkakohtaisesti. Tulokset antavat kuitenkin hyvän yleiskuvan operaattoreiden keskimääräisistä tiedonsiirtonopeuksista ja keskinäisistä eroista mitattujen kaupunkien alueella.

Kaikilla kolmella operaattorilla suurin osa tiedonsiirtonopeusnäytteistä ylitti tyypilliset liikkuvan laajakaistan sovellusten tarpeet. Tämä lupaa kuluttajalle yleisesti ottaen hyvää keskimääräistä käyttäjäkokemusta. Kaikkien kolmen operaattorin verkossa mitatut tiedonsiirtonopeudet ovat kansainvälisesti verrattuna erinomaisella tasolla.

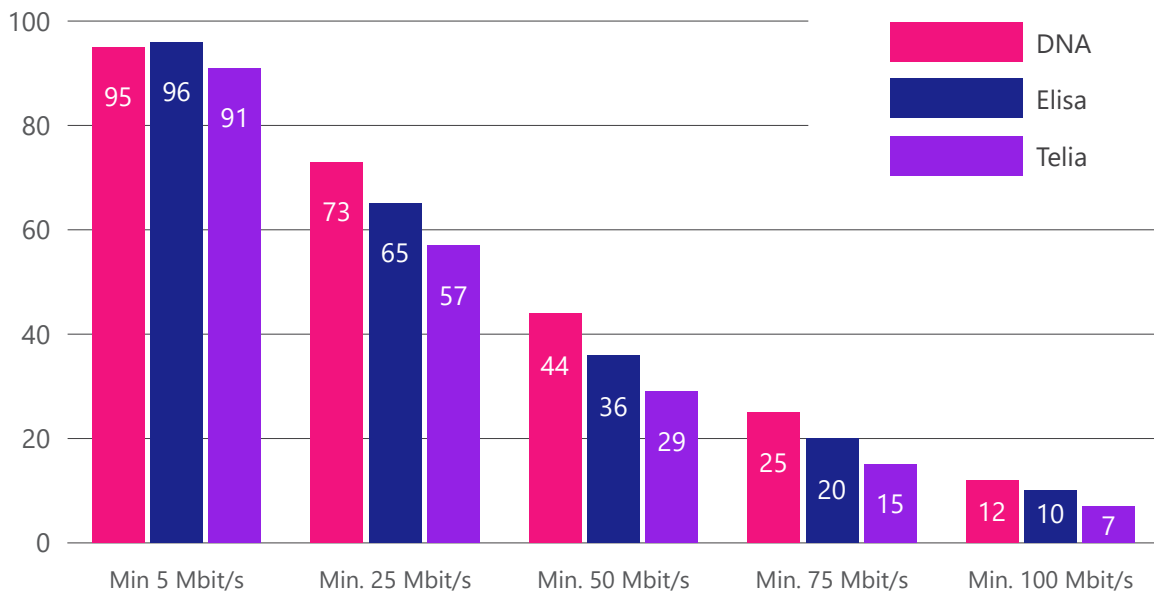
## Palvelutason jakauma

Omnitele analysoi mittauksissa saavutetun palvelutason jakauman. Analyysissa arvioitiin viiden eri palvelutason saatavuutta saapuvan liikenteen suunnassa, kaikkien kaupunkimittausten yli laskettuna. Yli 5 Mbit/s riittää hyvin internet-selailuun ja HD-tasoisten videoiden katseluun mobiililaitteella. Jakaumasta voidaan nähdä, että kaikilla operaattoreilla 5 Mbit/s raja-arvo ylittyy erittäin

laajalti. Elisalla 96%, DNA:lla 95% ja Teliällä 91% mittausnäytteistä ylittivät 5 Mbit/s.

Palveluiden tiedonsiirtonopeuksien vaatimukset kasvavat lähitulevaisuudessa. Esimerkiksi Ultra HD -videoiden sujuva katselu vaatii noin 25 Mbit/s latausnopeuden\*. DNA:n mittausnäytteistä 73% ylitti palvelujakaumassa 25 Mbit/s. Elisan vastaava luku oli 65% ja Telian 57%.

Mittauksissa saavutetun palvelutason jakauma, saapuva liikenne [%]

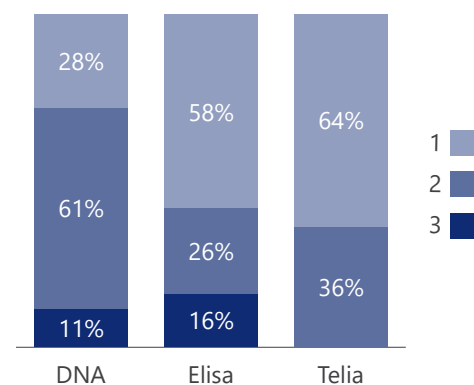


## Tekniset taustatekijät

Saavutettujen tiedonsiirtonopeuksien taustatekijöitä arvioitiin teknisten indikaattoreiden avulla. Operaattoreiden tulokset korreloivat vahvasti tutkimusalueella havaitun LTE-verkon kuuluvuuden ja signaalinlaadun kanssa. Kaikkien mitattujen liittymien LTE-käyttöaste oli noin 99%. Erot tiedonsiirtonopeuksissa näyttävät selittyvän pääsääntöisesti LTE:n monikantoaallon yhdistelmäteknikan (Carrier Aggregation) käyttöasteella.

DNA:n liittymä hyödynsi eniten monikantoaallon yhdistelmäteknikkaa (yhteensä 72%), josta kolmen kantaallon osuus oli 11%. Elisan liittymä hyödynsi toiseksi eniten monikantoaallon yhdistelmäteknikkaa (yhteensä 42%), mutta eniten (16%) kolmen kantaallon yhdistelmäteknikkaa. Telian liittymä hyödynsi 36% kahden kantaallon yhdistelmäteknikkaa.

Hyödynnettyjen LTE-kantoaaltojen lukumäärä (Carrier Aggregation)



Mittausreitillä havaitussa LTE-kapasiteetissa oli mittausreitien perusteella jonkin verran eroa operaattoreiden välillä, joka myös osaltaan selittää eroja tiedonsiirtonopeuksissa.

# Menetelmä

## Mitattavat suuret

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



Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta voidaan pitää tärkeimpänä yksittäisenä tunnuslukuna käyttäjäkokemuksen 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

Kaikkien liittymien markkinoitu maksiminopeus oli 300 Mbit/s ja operaattoreiden liittymätyypit olivat datamäärältään rajoittamattomat. Kunkin liittymän edellä mainitut tekniset tiedot tarkistettiin etukäteen operaatto-

reiden liikkeestä ja asiakaspalveluista. Lisäksi liittymien teoreettinen maksiminopeus verifioitiin Omnitelen mittalaitteilla.

## Mittausmenetelmä

Tutkimus suoritettiin ajomittauksin, joilla pyrittiin selvittämään operaattoreiden tiedonsiirtonopeuksia mahdollisimman laajalla maantieteellisellä alueella mitatuissa kaupungeissa.

Mittauksiin valittiin toistuva minuutin mittainen tiedoston lataus- ja lähetyksenäyte. Minuutin tiedostolataus kuvaa tyypillistä liikkuvan laajakaistan käyttöä, esimerkiksi YouTube-videoiden lataamista. Valittu mittausmenetelmä on yleisesti käytetty tiedonsiirtonopeusvertailuissa. Saapuvan liikenteen minuutin mittaisia latauksia toistettiin hieman yli 2500 kertaa jokaiselta operaattorilta, sisältäen satoja tuhansia tiedonsiirtonopeusnäytteitä.

## Mittalaitteisto

Mittaukset suoritettiin Anite Nemo Invex II mittalaitteeseen kytketyillä päätelaitteilla. Mittalaitteistoa ohjattiin Lenovo W540 tietokoneella käyttäen Keysight Nemo Outdoor 8.0.2 -ohjelmistoa. Mittausten päätelaitteina käytettiin Samsung Galaxy S6 Edge+ -älypuhelimia. Mittausten analysointi suoritettiin Keysight Analyze 7.80 -analysointiohjelmistolla.

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.