



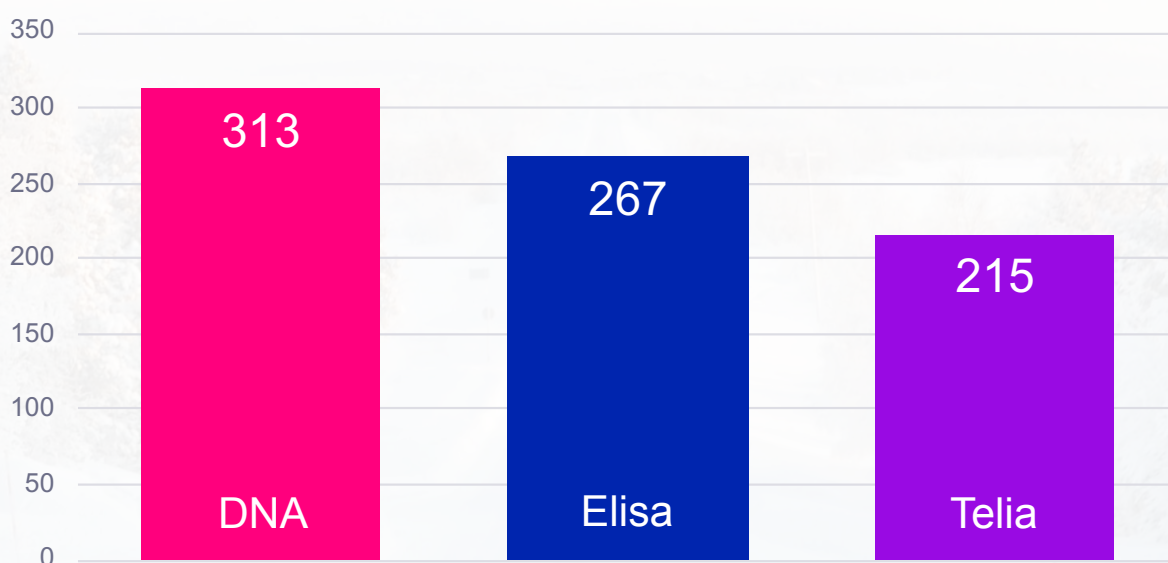
5G

omnitele

Mobiiliverkkojen tiedonsiirtonopeuksien
vertailu, marraskuu 2020

18.12.2020

Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus tukiasemalta päätelaitteeseen [Mbit/s]



Vertailun suurin keskimääräinen saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeus saavutettiin DNA:n liittymällä, 313 Mbit/s. Elisan liittymällä saavutettiin toiseksi suurin keskimääräinen tiedonsiirtonopeus, 267 Mbit/s ja Telian liittymällä kolmanneksi suurin, 215 Mbit/s.

Kuva: Kristaps Grundsteins, Unsplash

Tiedonsiirtonopeudet parantuneet 5G:n myötä

Omnitele on DNA:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun kymmenessä Suomen suurimmassa kaupungissa ¹⁾. Mittaukset suoritettiin marras-joulukuussa 2020. Tutkimuksessa vertailtiin keskimääräisiä saapuvan ja lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeuksia, sekä eri tiedonsiirtonopeustasojen toteutumista.

Tutkimuksessa selvitettiin kuluttaja-asiakkaille myytävien matkapuhelinliittymien tiedonsiirtonopeuksia. Vertailuun valittiin kultakin operaattorilta nopeimman tiedonsiirtoyhteyden sisältävä matkapuhelinliittymä. Lisäksi mittauksissa oli käytössä edistyneet älypuhelimet, jotka hyödynsivät myös 5G-verkkoja.

5G-verkkojen rakentamisen myötä tiedonsiirtonopeudet olivat selvästi parantuneet kaikilla operaattoreilla verrattuna

edelliseen vertailuun. Tiedonsiirtonopeudet olivat erittäin hyvällä tasolla myös kansainvälisesti verrattuna. Mitatut nopeudet lupaavat yleisesti ottaen hyvää palvelutasoa tyyppillisessä liikkuvassa laajakaistakäytössä.

Latausnopeus

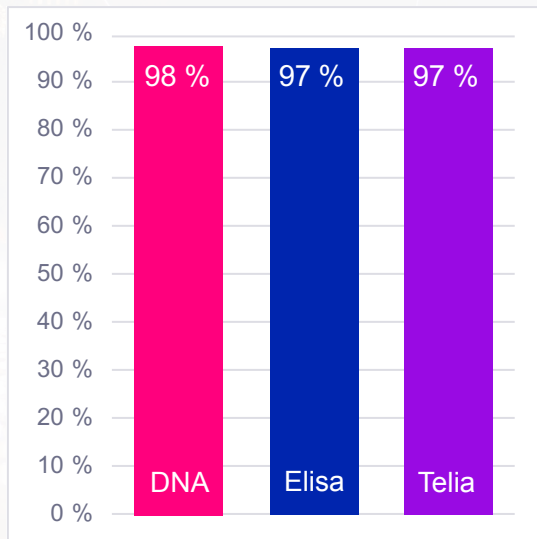
Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta (latausnopeus tukiasemalta päätelaitteeseen päin) voidaan pitää yhtenä tärkeimpänä tunnuslukuna käyttäjäkokemusta tarkasteltaessa, koska tyyppillisesti suurin osa mobiiliverkkojen liikenteestä suuntautuu verkosta käyttäjän suuntaan. Mitä nopeampi yhteys verkosta käyttäjän suuntaan saavutetaan, sitä nopeammin Internet-sivut tai videot latautuvat ja sitä tarkempia videoita voidaan katsoa ilman bufferointia.

Vertailun suurin keskimääräinen latausnopeus (tukiasemalta päätelait-

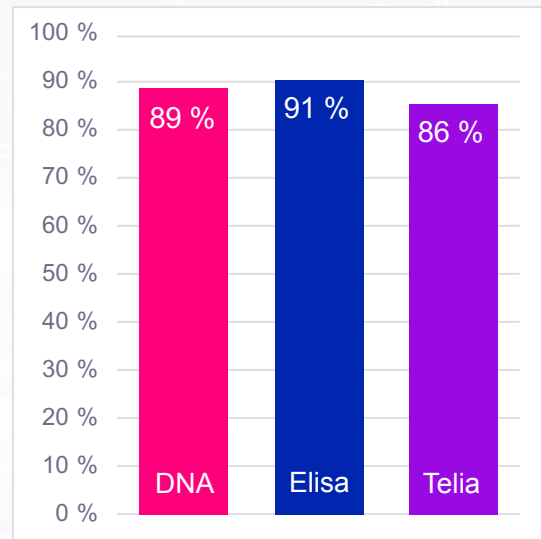
teeseen päin) saavutettiin DNA:n liittymällä, 313 Mbit/s. Elisan liittymällä saavutettiin toiseksi suurin keskimääräinen tiedonsiirtonopeus, 267 Mbit/s, ja Telian liittymällä kolmanneksi suurin, 215 Mbit/s.

Tutkimuksen tulokset ja operaattoreiden tulosjärjestys vaihteli mittareilla kaupunki- ja paikkakohtaisesti. Keskimääräisissä latausnopeuksissa eri kaupungeissa oli varsin isoja eroja. Parhaimmillaan keskiarvo oli yli 500 Mbit/s, kun joissain kaupungeissa keskiarvo oli 100 Mbit/s tietämällä. Tätä selittää pääosin erot 5G-verkkojen rakentamisen etenemisessä eri kaupungeissa. Osassa kaupungeja 5G:n saatavuus oli jo melko kattava, osassa vielä pientä. Kaikilla operaattoreilla oli 5G-palvelua kuitenkin tarjolla kaikissa mitatuissa kymmenessä kaupungissa, peittoalueen laajuuden vaihdellessa varsin paljon.

Tiedonsiirtonopeus vähintään HD-tasolla (5 Mbit/s)



Tiedonsiirtonopeus vähintään Ultra HD -tasolla (25 Mbit/s)



Kuva: Tapio Haaja, Unsplash

HD ja Ultra-HD -videon tiedonsiirtonopeustasot

Keskimääräisen tiedonsiirtonopeuden lisäksi tutkimuksessa selvitettiin eri tiedonsiirtonopeustasojen toteutumista. Tarkasteluun otettiin vähintään 5 Mbit/s ja vähintään 25 Mbit/s tiedonsiirtonopeuksien (saapuva liikenne) osuus mittauksissa. Tarkasteltavat nopeudet valittiin perustuen tyyppisiin videopalveluiden tiedonsiirtonopeudelle asettamiin vaatimuksiin²⁾; 5 Mbit/s on suositeltava nopeus HD-tasoisien videon katseluun, kun taas 25 Mbit/s on suositeltu nopeus Ultra-HD (4K) -tasoisien videon toistoon ilman bufferointia. Tiedonsiirtonopeus ei yksinomaan ratkaise videopalvelun toimivuutta, mutta on yksi keskeisimmistä tekijöistä palvelun laadun kannalta.

Mittauksien nopeusjakaumaa tarkasteltaessa voitiin todeta, että suoratoistopalveluiden HD-tasoisien videon tiedonsiirtonopeusvaatimukset täyttyivät lähes aina kaikilla vertailussa mukana olleilla liittymillä. Mitatuista näytteistä vähintään 5 Mbit/s osuus oli 97-98% välillä kaikissa liittymissä. Ultra HD (4K) -tasoisien videokuvan tiedonsiirtonopeusvaa-

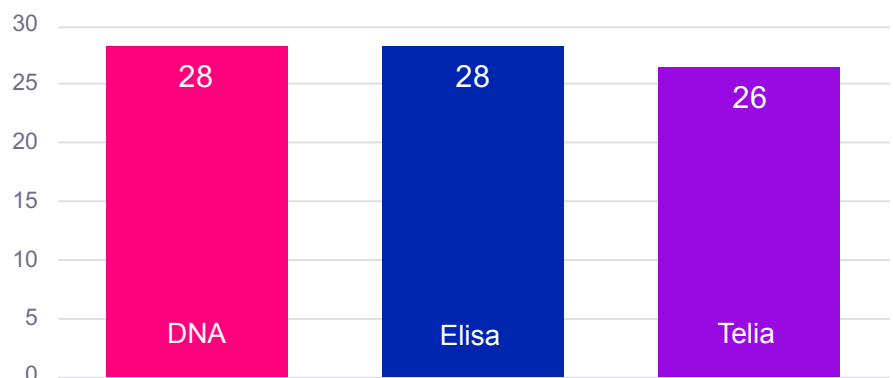
timus, 25 Mbit/s, täytyi DNA:n liittymällä 89%:ssa mitatuista näytteistä, Elisan liittymällä 91%:ssa ja Telian liittymällä 86%:ssa näytteistä. Sekä HD että erityisesti Ultra-HD -tasoisien nopeuksien osuus kasvoi kaikilla operaattoreilla verrattuna edellisiin mittauksiin.

Lähetysnopeus

Lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeus (lähetysnopeus päätelaitteelta tukiasemalle) vaikuttaa siihen, miten nopeasti käyttäjän lähettämät kuvat, videot ja varmuuskopiot latautuvat esimerkiksi sosiaaliseen mediaan tai pilvipalveluihin.

Lähetysnopeudessa erot operaattoreiden välillä olivat pienemmät. Lähtevän liikenteen suunnassa mitatut tiedonsiirtonopeudet olivat myös parantuneet edellisestä mittauksesta, mutta muutos oli pienempi kuin saapuvan liikenteen suunnassa. Tämä johtuu pääosin siitä, että tekninen kehitys lähtevän liikenteen suunnassa on ollut yleisesti hitaampaa ja 5G:n tuoma parannus on pienempi. Keskimääräinen mitattu lähetysnopeus (pätelaitteesta verkkoon päin) oli DNA:n ja Elisan liittymillä käytännössä sama, 28 Mbit/s, ja Telian tulos oli samaa luokkaa, 26 Mbit/s.

Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus päätelaitteelta tukiasemalle [Mbit/s]

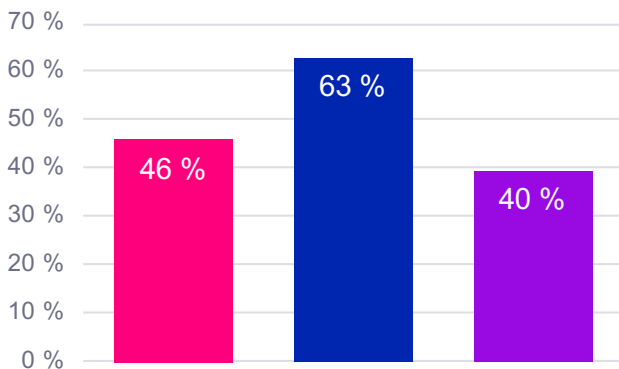


Tulosten taustaa

5G-verkkojen rakentaminen on parantanut tiedonsiirtonopeuksia erityisesti saapuvan liikenteen suunnassa. 5G-verkon käytön osuus tiedonsiirrossa vaihteli kaupungeittain ja operaattoreittain riippuen 5G-verkon rakentamisen etenemisestä. 5G-verkon peiton lisäksi 5G:n käyttöön vaikuttaa operaattorin valitsemat parametrit, joilla tiedonsiirtoa eri teknologioiden (2G/3G/4G/5G) välillä ohjataan.

Kokonaisuudessaan mitattu 5G:n osuus tiedonsiirrossa oli suurin Elisan liittymällä, 63% mitatuista näytteistä. DNA:n liittymällä osuus oli vastaavasti 46% ja Telian 40%.

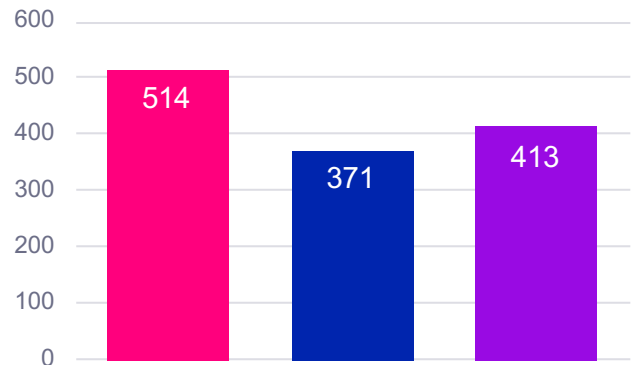
5G-verkon osuus tiedonsiirrossa (% näytteistä)



Sekä 5G:ssä että 4G:ssä saavutettavaan tiedonsiirtonopeuteen vaikuttaa peiton lisäksi verkon laatu ja kehittyneiden teknisten ominaisuuksien hyödyntäminen. 5G:ssä erityisesti kehittyneet antenniratkaisut (MIMO) ja tehokkaammat modulaatiot tuovat hyötyä. 4G:ssä vastaavasti lisääntyneet kantoaaltoyhdistelmät (CA) ja tehokkaammat modulaatiot vaikuttavat tiedonsiirtonopeuteen.

Erot tiedonsiirtonopeuksissa saapuvan liikenteen suunnassa selittyivät paitsi 5G-käytön osuudella myös 5G- ja 4G-verkon kehittyneiden teknisten ominaisuuksien hyödyntämisellä tiedonsiirron aikana. 4G-verkossa DNA:n liittymä hyödynsi mittausten aikana jonkin verran muita enemmän korkeampia kantoaaltoyhdistelmiä (CA), mikä nosti tiedonsiirtonopeuksia. DNA:n ja Telian liittymät hyödynsivät 5G-verkoissa mittauksen aikana jonkin verran enemmän kehittyneitä ominaisuuksia ja siten mitattu 5G-tiedonsiirtonopeus oli suurempi kompensoiden pienempää 5G-osuutta. Kaikkien mittausten yli laskettu DNA:n liittymän 5G fyysisen kerroksen (NR PDSCH) keskimääräinen tiedonsiirtonopeus oli 514 Mbit/s, Elisan 371 Mbit/s ja Telian 413 Mbit/s.

5G-suorituskyky - Fyysinen kerros (NR PDSCH) [Mbit/s]



Liittymät

Mittauksissa käytettiin kunkin operaattorin kuluttaja-asiakkaille suunnattuja nopeimman tiedonsiirtoyhteyden sisältäviä matkapuhelinliittymiä:

- DNA: DNA Rajaton 5G 1000M
- Elisa: Saunalahti Huoleton 5G 1000M
- Telia: Rajaton 5G 1000M

Mittauksissa käytetyt liittymät olivat datamäärältään rajoittamattomat. Mittausten aloitushetkellä kunkin liittymän tekniset tiedot varmistettiin etukäteen operaattoreiden asiakaspalveluista ja mittaamalla verkosta.

Mitattavat suureet

Tutkimuksessa keskityttiin keskeisiin palvelunlaatuun vaikuttaviin tekijöihin, eli lähtevän ja saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeuteen. Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta voidaan pitää yhtenä tärkeimpänä tunnuslukuna käyttäjäkokemusta tarkasteltaessa, koska tyypillisesti suurin osa mobiiliverkkojen liikenteestä suuntautuu verkosta käyttäjän suuntaan. Mitä nopeampi yhteys verkosta käyttäjän suuntaan saavutetaan, sitä nopeammin Internet-sivut tai videot latautuvat ja sitä tarkempia videoita voidaan toistaa Internetistä ilman bufferointia.

Lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeus taas vaikuttaa siihen, miten nopeasti käyttäjän lähettämät päivitykset, kuvat tai videot latautuvat esimerkiksi sosiaaliseen mediaan tai pilvipalveluihin.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin saapuvan liikenteen keskimääräisen tiedonsiirtonopeuden lisäksi vaaditun vähimmäis-

tiedonsiirtonopeuden saatavuutta videopalvelujen näkökulmasta. HD-tasoisien videon vähimmäisnopeudeksi katsotaan yleisesti 5 Mbit/s, joka valittiin ensimmäiseksi tarkastelupisteeksi. Toinen tarkastelupiste, 25 Mbit/s, puolestaan vastaa Ultra-HD (4K) -laatuisen videon sujuvalle toistolle asetettua vaatimusta.²⁾

Tausta-analysissä on myös tarkasteltu verkkojen teknisiä suureita. Uutena teknologiana 5G:n osalta tarkasteltiin 5G-osuutta. Se kertoo, mikä osa tiedonsiirtonäytteistä käytti 5G-verkkoa. Lisäksi selvitettiin 5G fyysisen kerroksen (PDSCH) tiedonsiirtonopeus. Se ei suoraan vastaa loppukäyttäjän kokemaan tiedonsiirtonopeutta, mutta kuvaa varsin hyvin 5G:n suorituskykyä.

Mittausmenetelmä

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

Jokaisen operaattorin mobiiliverkkoa mitattiin yhtäaikaaisesti identtisillä päätelaitteilla ja kaikki olennaiset tulokset on otettu mukaan tutkimukseen. Puhelimen valitsemaa yhteystyyppiä (2G/3G/4G/5G) ei ohjattu mittalaitteella, vaan puhelimen annettiin valita paras saatavilla oleva verkkotekniikka automaattisesti.

Mittalaitetta käytettiin näin ollen verkossa tyypillisen kuluttajalaitteen tavoin.

Mittauksissa toistettiin minuutin mittaista tiedoston lataus- ja lähetysohjelmia. Valittu mittausmenetelmä on yleisesti käytetty tiedonsiirtonopeusvertailuissa.

Mittalaitteisto

Mittauksiin ja tulosten analysointiin käytettiin ammattilaiskäyttöön tarkoitettuja laitteistoja. Mittaukset suoritettiin tietokoneeseen kytketyillä päätelaitteilla. Mittalaitteistoja ohjattiin tietokoneella käyttäen Keysight Nemo Outdoor -ohjelmistoa. Mittausten päätelaitteina käytettiin kaikkien operaattoreiden myynnissä olevia OnePlus 8 -älypuhelimia. Operaattoreiden liittymiä kierrätettiin päätelaitteiden välillä. Siten mahdolliset yksittäiset päätelaitteista johtuvat erot keskiarvoistettiin pois. Mittausten analysointi suoritettiin Keysight Analyze -analysointiohjelmistolla.

Tutkimuksen tekijä

Tämän tutkimuksen tekijä, Oy Omnitele Ab, on vuonna 1988 perustettu itsenäinen mobiiliverkkojen toimintaan ja niiden kehitykseen erikoistunut konsulttiyhtiö. Omnitelen omistaa joukko suomalaisia pääomasijoittajia ja operaattoreita, mukaan lukien DNA Oyj ja Elisa Oyj. Omnitele Oylla on kattava kansainvälinen kokemus mobiiliverkkojen vertailututkimuksista.