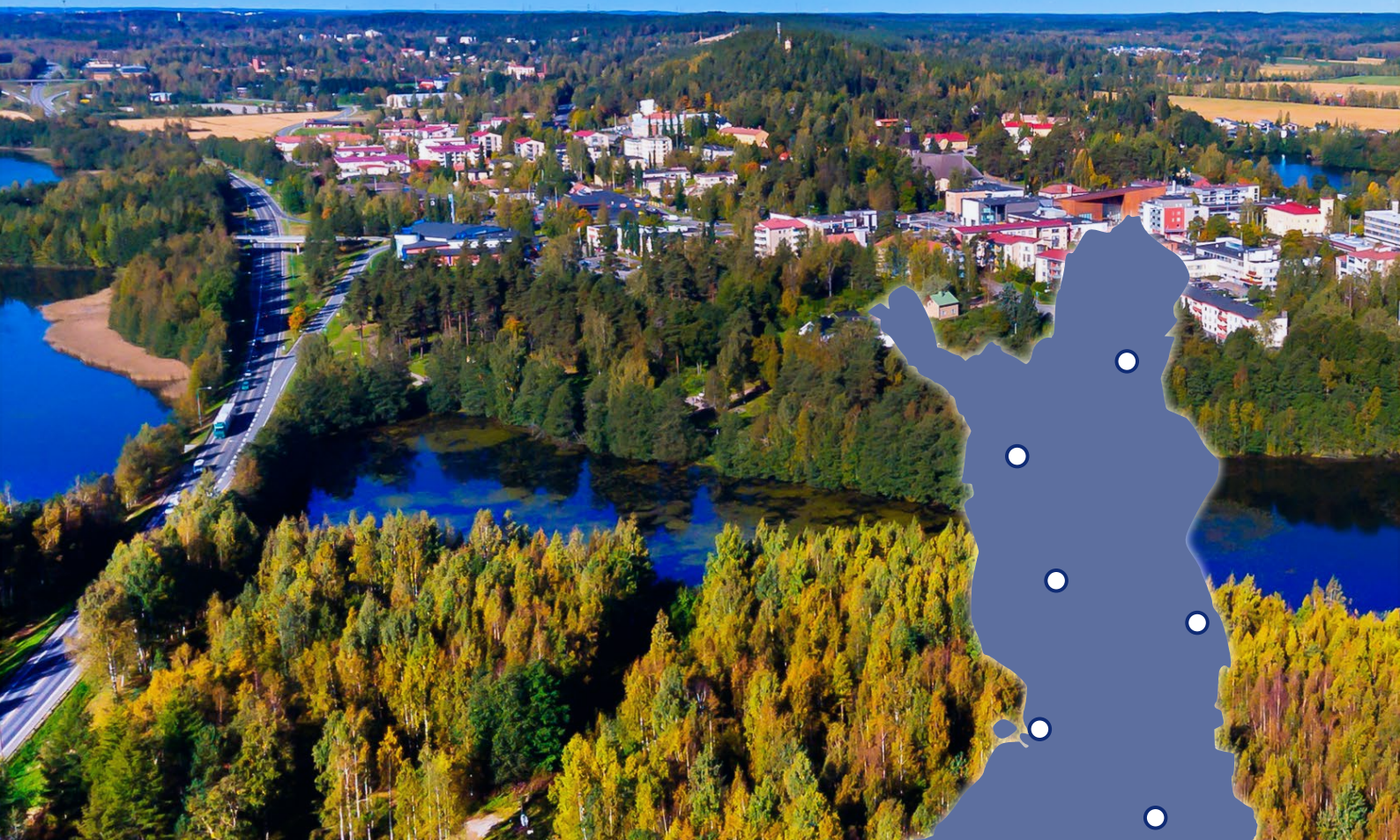


omnitele

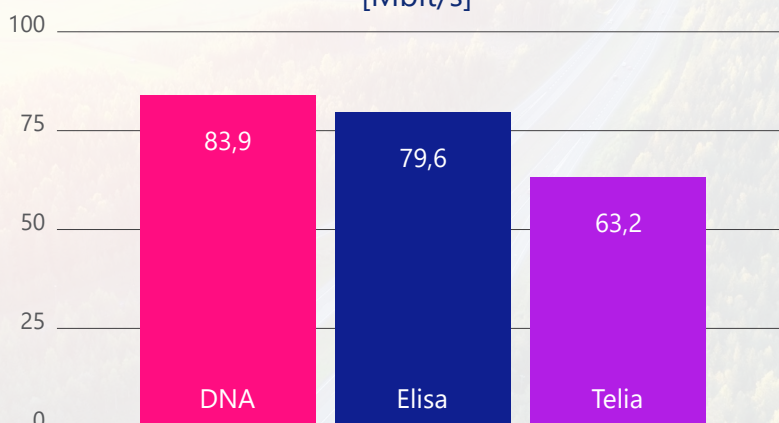
experience



Mobiiliverkkojen
tiedonsiirtonopeuksien
vertailu 05/2019

Loppuraportti, 21.05.2019

Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus tukiasemalta päätelaitteeseen [Mbit/s]



Tiivistelmä

Tutkimuksen kohde

Oy Omnitel Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun 20 suurimmassa kaupungissa, joissa asuu yli 50% Suomen väestöstä.¹⁾ Mittaukset sisälsivät myös neljä suosittua lomakeskus-alueetta Pohjois-Suomessa²⁾ ja siirtymiä kaupunkien välillä. Mittaukset suoritettiin 3.4.2019 ja 3.5.2019 välisenä aikana ja ne sisälsivät yli 7000 kilometriä.

Tutkimuksessa selvitettiin kuluttaja-asiakkaille myytävien mobiililiittymien tiedonsiirtonopeuksia. Vertailuun valittiin mittakampanjan alkaessa kultakin operaattorilta nopeimman tiedonsiirtoyhteyden sisältävä mobiililiittymä. Mittauksissa operaattoreilla oli käytössä samanlaiset edistyneet älypuhelimet, jotka hyödynsivät mahdollisimman laajasti 4G-verkkojen viimeisimpiä teknisiä ominaisuuksia.

Keskeiset havainnot

Kokonaisuutena tiedonsiirtonopeudet olivat kaikilla operaattoreilla erittäin hyvällä tasolla, myös kansainvälisesti verrattuna. Aikaisempiin mittauksiin verrattuna nopeudet Suomessa olivat selvästi parantuneet. Koko mittauksen saapuvan liikenteen (tukiasemalta päätelaitteeseen

päin) suurin keskimääräinen tiedonsiirtonopeus saavutettiin DNA:n liittymällä, 83,9 Mbit/s. Elisan liittymällä saavutettiin toiseksi suurin keskimääräinen tiedonsiirtonopeus, 79,6 Mbit/s ja Telian liittymällä kolmanneksi suurin, 63,2 Mbit/s.

Lähtevän liikenteen (pätelaitteesta verkkoon päin) keskimääräisissä tiedonsiirtonopeuksissa erot operaattoreiden välillä olivat melko pieniä. Telian liittymällä mitattiin suurin keskimääräinen tiedonsiirtonopeus (27,7 Mbit/s). DNA:n (25,9 Mbit/s) ja Elisan (25,6 Mbit/s) tulokset olivat hyvin lähellä toisiaan.

Keskimääräisen tiedonsiirtonopeuden lisäksi tutkimuksessa selvitettiin eri tiedonsiirtonopeustasojen saataavuutta. HD-tasaisen videoiston nopeusvaatimukset (5Mbit/s) täyttyivät kaikilla operaattoreilla hyvin kattavasti ja erot operaattoreiden välillä olivat melko pieniä (Elisa 96,7%, DNA 96,2% ja Telia 92,6%). Ultra HD (4K) videoiston nopeusvaatimuksissa (25 Mbit/s) erot olivat selvemmät (DNA 80,1 %, Elisa 78,2% ja Telia 70,1%).³⁾

Tutkimuksen tulokset ja operaattoreiden tulosjärjestys vaihtelivat mittausten aikana kaupunki- ja paikkakohteisesti.

¹⁾ Tilastokeskus: http://pxnet2.stat.fi/explorer/Kuntien_avainluvut_2017/kuntapylvaat.html

²⁾ Lomakeskusalueet: Kittilä–Levi–Ylläs, Inari–Ivalo–Saariselkä, Kuusamo–Ruka, Kajaani–Sotkamo–Vuokatti.

³⁾ Netflix: Internetyhteyden nopeussuosituks (https://help.netflix.com/fi/node/306)

Johdanto

Johdanto	3
Tutkimuksen tekijä	3
Tutkimuksen kohde	3
Tulokset	4
Saapuvan liikenteen suunta ..	4
Lähtevän liikenteen suunta ..	4
HD ja Ultra-HD -videon tiedonsiirtonopeustasot	5
Tekniset taustatekijät	5
Menetelmä	6
Liittymät	6
Mittattavat suureet	6
Mittausmenetelmä	6
Mittalaitteisto	6

Tutkimuksen tekijä

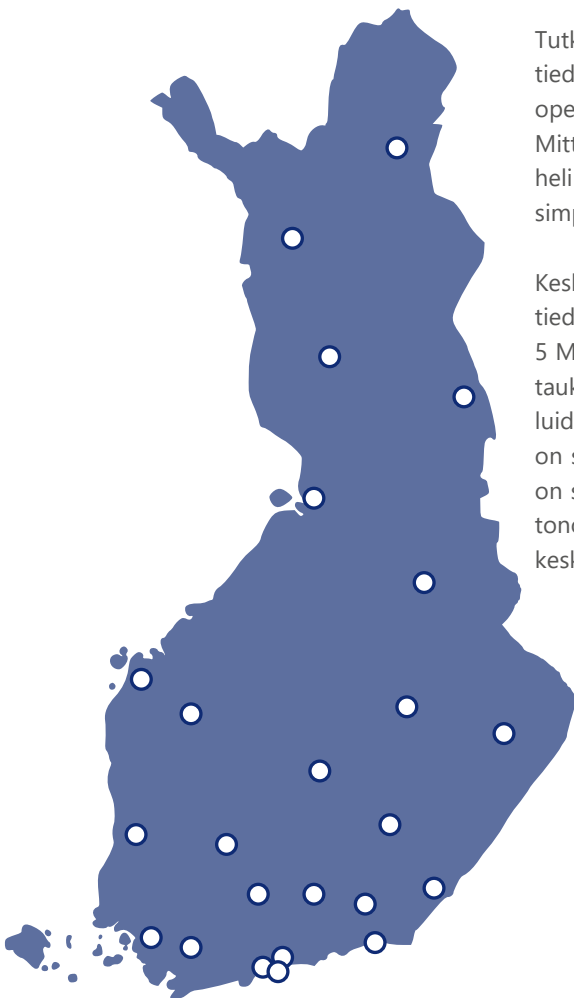
Tämän tutkimuksen tekijä, Oy Omnitele Ab, on vuonna 1988 perustettu itsenäinen mobiiliverkkojen toimintaan ja niiden kehitykseen erikoistunut konsulttiyhtiö. Omnitelen omistaa joukko suomalaisia pääomasijoittajia ja operaattoreita, mukaan lukien DNA Oyj ja pienellä osuudella Elisa Oyj. Omnitele Oylla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

Tutkimuksen kohde

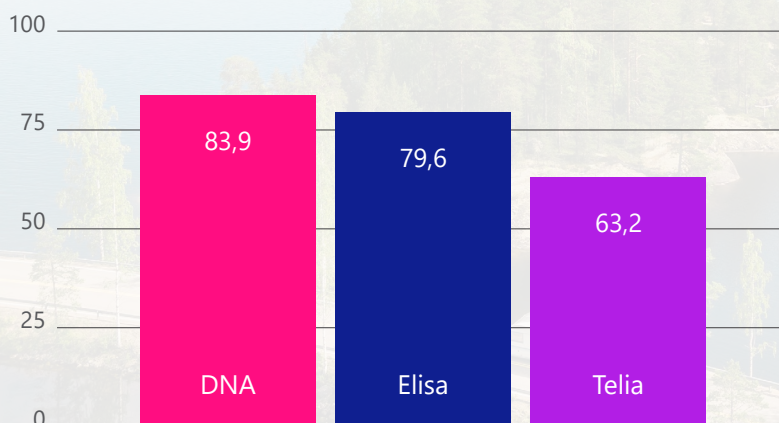
Oy Omnitele Ab on DNA Oyj:n tilauksesta suorittanut kotimaisten mobiiliverkkojen (DNA, Elisa ja Telia) tiedonsiirtonopeuksien vertailun 20 suurimmassa kaupungissa, joissa asuu yli 50% Suomen väestöstä.¹⁾ Mittaukset sisälsivät myös neljä suosittua lomakeskusaluetta Pohjois-Suomessa²⁾ ja siirtymiä kaupunkien väleillä. Mittaukset suoritettiin 3.4.2019 ja 3.5.2019 välisenä aikana ja ne sisälsivät yli 7000 kilometriä.

Tutkimuksessa selvitettiin kuluttaja-asiakkaille myytävien mobiililiittymien tiedonsiirtonopeuksia. Vertailuun valittiin mittakampanjan alkaessa kultakin operaattorilta nopeimman tiedonsiirtoyhteyden sisältävä mobiililiittymä. Mittauksissa operaattoreilla oli käytössä samanlaiset edistykselliset älypuhelimet, jotka hyödynsivät mahdollisimman laajasti 4G-verkkojen viimeisimpiä teknisiä ominaisuuksia.

Keskimääräisen tiedonsiirtonopeuden lisäksi tutkimuksessa selvitettiin eri tiedonsiirtonopeustasojen saatavuutta. Tarkasteluun otettiin vähintään 5 Mbit/s ja 25 Mbit/s tiedonsiirtonopeuksien (saapuva liikenne) osuus mittauksissa. Tarkasteltavat nopeudet valittiin perustuen tyypillisiin videopalveluiden tiedonsiirtonopeudelle asettamiin vähimmäisvaatimuksiin; 5 Mbit/s on suositeltava nopeus HD-tasoisien videon katseluun, kun taas 25 Mbit/s on suositeltu nopeus Ultra-HD (4K) -tasoisien videon toistoon.³⁾ Tiedonsiirtonopeus ei yksinomaan ratkaise videopalvelun toimivuutta, mutta on yksi keskeisimmistä vähimmäisvaatimuksista palvelun saatavuuden kannalta.



Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus tukiasemalta päätelaitteeseen [Mbit/s]



Tulokset

Tutkimuksessa vertailtiin keskimääräisiä saapuvan ja lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeuksia [Mbit/s], sekä eri tiedonsiirtonopeustasojen saatavuutta [%].

Kaikilla kolmella operaattorilla tiedonsiirtonopeudet olivat kansainvälisesti verrattuna erinomaisella tasolla. Verrattuna aikaisempiin mittauksiin nopeudet Suomessa olivat selvästi parantuneet.

Saapuvan liikenteen suunta

Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta (tukiasemalta päätelaitteeseen päin) voidaan pitää tärkeimpänä yksittäisenä 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 katsoa. Koko mittauksen keskimääräinen suurin saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeus saavutettiin DNA:n liittymällä, 83,9 Mbit/s. Elisan liittymällä vastaava mittaus-tulos oli 79,6 Mbit/s ja Telian liittymällä 63,2 Mbit/s.

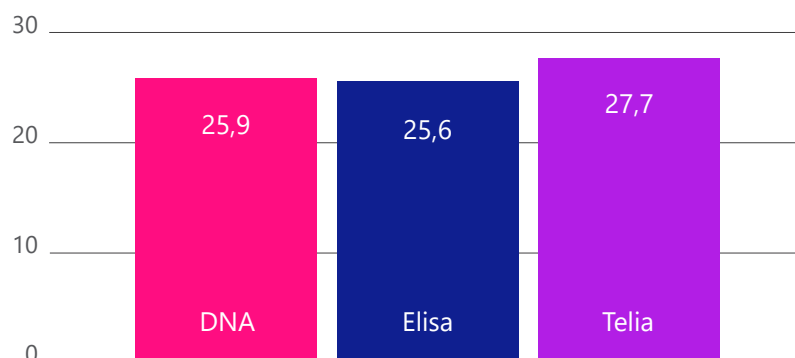
Lähtevän liikenteen suunta

Lähtevän liikenteen tiedonsiirtonopeus (pätelaitteelta tukiasemalle) vaikuttaa siihen, miten nopeasti

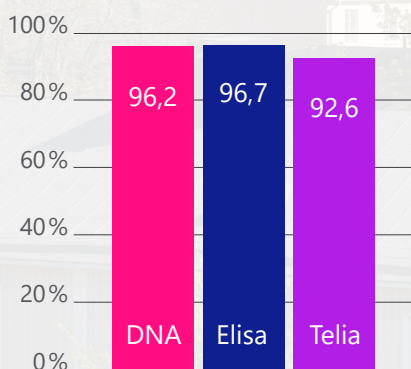
käyttäjän lähettämät kuvat, videot ja varmuuskopiot latautuvat esimerkiksi sosiaaliseen mediaan tai pilvipalveluihin.

Lähtevän liikenteen suuntaan erot operaattoreiden väleillä olivat melko pieniä. Lähtevän liikenteen suunnassa Telian liittymä saavutti 27,7 Mbit/s tuloksella suurimman keskimääräisen nopeuden. DNA:n liittymällä vastaava luku oli 25,9 Mbit/s ja Elisan liittymällä 25,6 Mbit/s.

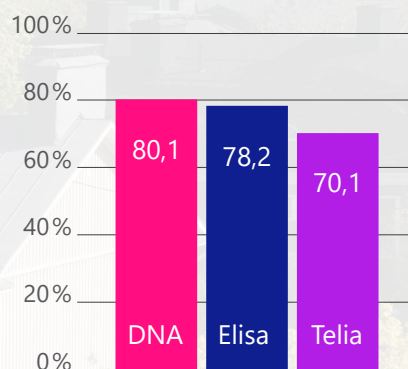
Keskimääräinen tiedonsiirtonopeus päätelaitteelta tukiasemalle [Mbit/s]



Tiedonsiirtonopeus vähintään HD-tasolla (5 Mbit/s)



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



HD ja Ultra-HD -videon tiedonsiirtonopeustasot

Mittaustulosten tiedonsiirtonopeustasoja tarkasteltaessa voitiin todeta, että suoratoistopalveluiden HD-tasoisien videon tiedonsiirtonopeusvaatimukset (5 Mbit/s)³⁾ täyttyivät suurimman osan ajasta kaikilla vertailussa mukana olleilla liittymillä ja erot operaattoreiden välillä olivat melko pieniä. Elisan liittymä saavutti vähintään 5 Mbit/s tiedonsiirtonopeuden 96,7 prosentissa mitatuista näytteistä, DNA:n liittymä 96,2 prosentissa ja Telian liittymä 92,6 prosentissa.

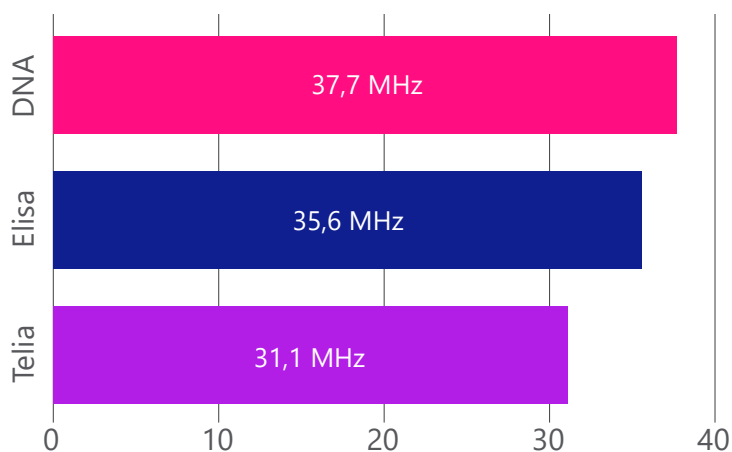
Ultra HD (4K) -tasoisien videokuvan vaatimat tiedonsiirtonopeudet (25 Mbit/s)³⁾ olivat kohtuullisesti saatavilla mittausten aikana. Erot operaattoreiden välillä olivat suuremmat kuin 5 Mbit/s tasolla. DNA:n liittymä saavutti vähintään 25 Mbit/s tiedonsiirtonopeuden 80,1 prosentissa mitatuista näytteistä, Elisan liittymä 78,2 prosentissa ja Telian liittymällä 70,1 prosentissa näytteistä.

Tekniset taustatekijät

Omnitele analysoi tekniset tekijät tulosten taustalla. Näitä ovat mm. LTE-verkon kuuluvuus ja laatu, verkkojen kehittyneet tekniset ominaisuudet, kuten lisääntyneet kantoaaltoyhdistelmät, tehokkaammat modulaatiot ja useamman antennin ratkaisut (Carrier Aggregation, 256QAM, 4x4MIMO), sekä verkon kapasiteetti ja kuormitus. Erot tiedonsiirtonopeuksissa saapuvan lii-

kenteen suunnassa selittyivät pääosin päätelaitteen käytössä olevalla keskimääräisellä yhdistettyjen kantoaaltojen kaistaleveydellä (MHz) tiedonsiirron aikana. Mitä suurempi kokonaiskaistanleveys päätelaitteella on käytössä, sitä suurempi tiedonsiirtonopeus on mahdollinen. LTE:ssä DNA:n liittymällä oli keskimäärin käytössä 37,7 MHz:n kaistanleveys, Elisan liittymällä 35,6 MHz:n ja Telian liittymällä 31,1 MHz:n kaistanleveys.

Keskimääräinen CA-kaistaleveys [MHz]



Menetelmä

Liittymät

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

- DNA: DNA Matkanetti 4G Max
- Elisa: Saunalahti Mobiililaajakaista Ultra
- Telia: Rajaton 450 M

Mittauksissa käytetyt mobiililiittymät olivat datamäärältään rajoittamattomat. Mittausten aloitushetkellä kunkin liittymän tekniset tiedot varmistettiin etukäteen operaattoreiden myymälöistä, asiakaspalveluista ja mitaamalla verkosta.

Mitattavat suureet

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



Saapuvan liikenteen tiedonsiirtonopeutta voidaan pitää tärkeimpänä yksittäisenä tunnuslukuna käyttäjäkokeudesta 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.

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 vähimmäistiedonsiirtonopeuden saatavuutta videopalvelujen näkökulmasta. HD-tasoisien videon vä-

himmäisnopeudeksi 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.³⁾

Mittausmenetelmä

Tutkimus suoritettiin ajomittauksin, joilla pyrittiin selvittämään operaattoreiden tiedonsiirtonopeuksia mahdollisimman laajalla maantieteellisellä alueella mitatuissa kaupungeissa sekä siirtymällä kaupunkien ja alueiden välillä.

Jokaisen operaattorin mobiiliverkkoa mitattiin yhtäaikaaisesti identtisillä päätelaitteilla ja kaikki olennaiset tulokset on otettu mukaan tutkimukseen.

Operaattoreiden liittymiä kierrätettiin päätelaitteiden välillä. Siten mahdolliset yksittäiset päätelaitteista johdettavat erot keskiarvoistettiin pois.

Mittauksiin valittiin toistuva minuutin mittainen tiedoston lataus- ja lähetysnäyte. Valittu mittausmenetelmä on yleisesti käytetty tiedonsiirtonopeusvertailuissa. Saapuvan liikenteen minuutin mittaisia latauksia toistettiin yli 3000 kertaa jokaiselta operaattorilta, sisältäen satojatuhansia tiedonsiirtonopeusnäytteitä.

Mittalaitteisto

Mittaukset suoritettiin Lenovo tietokoneeseen kytkeytyillä päätelaitteilla. Mittalaitteistoa ohjattiin tietokoneella käyttäen Keysight Nemo Outdoor 8.5.0 -ohjelmistoa. Mittausten päätelaitteina käytettiin Samsung Galaxy S9 (Cat.18) -älypuhelimia, jotka tukevat mahdollisimman laajasti 4G-verkkojen viimeisimpiä teknisiä ominaisuuksia. Mittausten analysointi suoritettiin Keysight Analyze 8.20 -analysointiohjelmistolla.

Puhelimen valitsemaa yhteystyyppiä (2G/3G/4G) ei ohjattu mittalaitteella, vaan puhelimen annettiin valita paras saatavilla oleva verkkotekniikka automaattisesti. Mittalaitetta käytettiin näin ollen verkossa tyypillisen kuluttajalaitteen tavoin.