

Marinin hallituksen laajakaistatavoitteiden toteutuminen

Emma Vaittinen

Opinnäytetyö
Tietojenkäsittelyn
koulutusohjelma
2021



Tekijä(t) Emma Vaittinen	
Koulutusohjelma Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma	
Raportin/Opinnäytetyön nimi Marinin hallituksen laajakaistatavoitteiden toteutuminen	Sivu- ja liitesivumäärä 36
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, toteutuvatko Marinin hallituksen laajakaistatavoitteet niin kuin ne on hallitusohjelmaan kirjattu. Laajakaistayhteydet voidaan toteuttaa joko kiinteästi tai langattomasti. Tällä hetkellä Suomessa on kuluttajapuolella huomattavasti enemmän mobiililaajakaistaliittymiä kuin kiinteitä valokuituliittymiä. Mobiiliyhteyksiin panostetaan myös paljon enemmän. Tutkimuksessa selvitetään, millaisia vaikutuksia tällä on hallituksen tavoitteille rakentaa Suomeen kattavaa valokuituverkkoa sekä vuoteen 2025 mennessä saada kaikille suomalaisille mahdollisuus hankkia huippunopea tiedonsiirtoyhteys.</p> <p>Opinnäytetyössä avataan lyhyesti, mitä laajakaista tarkoittaa ja miten sitä toteutetaan. Erot yhteysnopeuksissa kiinteän ja langattoman välillä tuodaan esille. Lisäksi käsitellään Suomen laajakaistayhteyksiä ja sitä, miten ne on toteutettu. Suomessa yksityiset teleoperaattorit rakentavat tietoliikenneverkkoja, kun Traficom valvoo rakentamista.</p> <p>Ensimmäisenä käsitellään hallituksen tavoitetta kattavasta valokuituverkosta käymällä läpi valokuidun saatavuus- ja käyttöönottoastetta kuluttajapuolella Suomessa sekä valtion rahoittamaa laajakaistahanketta, jolla valokuitua rakennetaan syrjäseuduille. Lisäksi vertaillaan Suomen ja Ruotsin valokuitutilannetta ja todetaan, että Ruotsi on paljon pidemmällä valokuiturakentamisessa. Lopuksi todetaan, että Suomeen ei ole tulossa kaikille asutuille alueille kattavaa valokuituverkkoa moneen vuoteen, ellei asian eteen tehdä suuria poliittisia päätöksiä.</p> <p>Hallituksen toista tavoitetta huippunopeiden tiedonsiirtoyhteyksien saatavuudesta kaikille suomalaisille käsitellään vertailemalla laajakaistojen nykyisiä yhteysnopeuksia ja kertomalla mobiiliyhteyksien ongelmista. Esimerkiksi 4G:n keskimääräiset nopeudet ovat vuodesta 2015 pudonneet 30 megabitistä neljän vuoden aikana 23 megabittiin. Lisäksi huippunopea eli 100 megabitin yhteysnopeus oli vuonna 2019 saatavilla vähän yli puolelle suomalaisista, kun vuonna 2025 määrän pitäisi olla lähempänä sataa prosenttia. Täten opinnäytetyössä todetaan, että tavoite huippunopeista yhteyksistä kaikille suomalaisille ei tule toteutumaan vuoteen 2025 mennessä.</p> <p>Lopuksi pohditaan itse opinnäytetyön ja tutkimuksen tekemistä. Tutkimus toteutetaan laadullisilla menetelmillä, jotta saadaan yksityiskohtaista tietoa ja kokonaisvaltaista ymmärrystä Suomen laajakaistojen tilanteesta ja tulevaisuudesta. Hallituksen kunnianhimoiset tavoitteet ovat jäämässä toteutumatta. Isoja poliittisia päätöksiä tarvitaan, jottei Suomi jää jälkeen muista kärkimaista valokuidun ja internetsiirtonopeuksien osalta.</p>	
Asiasanat laajakaista, valokuitu, langaton laajakaista, kiinteä laajakaista, Marinin hallitus, internetyhteys, tiedonsiirtonopeus, 5G	

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Suomen laajakaistayhteydet.....	5
2.1	Laajakaista	5
2.2	Suomen laajakaistaverkkojen nykytilanne.....	6
3	Kattavan valokuituverkon rakentaminen koko maahan	9
3.1	Laajakaistan saatavuus ja käyttöönotto	9
3.2	Valtion tukema laajakaistahanke.....	12
3.3	Ruotsin valokuitutilanne	14
3.4	Saadaanko Suomeen kattavaa valokuituverkkoa?	15
4	Huippunopeat tiedonsiirtoyhteydet kaikille suomalaisille	17
4.1	Laajakaistayhteyksien nopeuserot ja mobiiliyhteyksien ongelmat	17
4.2	Saavatko kaikki suomalaiset huippunopean internetin?	20
5	Pohdinta	22
5.1	Tutkimuksen toteutus	22
5.2	Oman työskentelyn pohdiskelu	23
5.3	Tutkimustulosten johtopäätökset.....	24
5.4	Tutkimustulosten pohdinta	26
	Lähteet	29

1 Johdanto

Suomi on digitaalisena yhteiskuntana yksi maailman kärkimaista. Lisäksi Suomessa käytetään eniten mobiilidataa koko maailmassa. Mobiili liittymät ovat edullisia, ja mobiilidata on rajatonta. Seuraavan sukupolven mobiililaajakaista 5G tekee 2020-luvun alussa tuloaan. Se on nopeudeltaan ja tehokkuudeltaan paljon parempi kuin nykyinen laajasti käytössä oleva 4G. Vuoden 2020 keväällä alkanut koronapandemia on edistänyt Suomen digiloikaksi kutsuttua siirtymää yhä enemmän digitaalisemmaksi yhteiskunnaksi, jossa työskentely, opiskelu ja palveluiden käyttäminen tapahtuvat internetin välityksellä. Lisäksi ihmisten vaatimukset yhteysnopeuksille kasvavat erilaisten tarpeiden lisääntyessä. Mobiilidatan määrän odotetaan kasvavan noin 30 prosentilla vuosittain (VTT 2020). Lisäksi internetin dataliikenteen nähdään tulevaisuudessa olevan lähes kokonaan videoiden suoratoistoon ja internetpelaamiseen liittyvää (Etlä 2019a). Digitaalisuus on myös tärkeä osa Suomen taloutta: arvioiden mukaan digitaalisten tavaroiden ja palveluiden tuotannon arvonlisän osuus Suomen bruttokansantuotteesta oli vuonna 2017 noin 11 % eli yli 21 miljardia euroa (Etlä 2020a). Euroopan datatalouden rahallinen arvo oli vuonna 2017 noin 330 miljardia euroa, ja optimististen arvion mukaan se on vuonna 2025 jo yli biljoonan (Sitra 2019, 7).

Vastatakseen koko maan tarpeeseen Suomen digitaalisella infrastruktuurilla on korkeat vaatimukset: pitkät välimatkat, vaihtelevat maasto ja sääolosuhteet sekä jatkuvasti kasvava datan käyttö. Toimiva ja nopea internetyhteys on täten tärkeä Suomen eri alueiden vetovoimalle, ja tulevaisuudessa internetin rooli vain kasvaa. 2030-luvulle tultaessa internetyhteyden nähdään olevan yhtä tärkeä kunnallistekniikka kuin sähkö- ja vesiverkostot. Tämä kaikki tuo haasteita Suomen tietoliikenneyhteyksien rakentamiselle ja kehittämiselle, mutta avaa myös mahdollisuuksia uusille innovaatioille ja kehityssuunnille. (Finnet 2020b.)

Digiloikaksi kutsuttu digitalisaation käyttöönotto otti keväällä 2020 alkaneen koronapandemian seurauksena suuria harppauksia eteenpäin. Monet työntekijät jäivät koteihinsa etätöihin ja monet opiskelijat ja oppilaat etäopiskelemaan. Palveluita piti alkaa tarjota digitaalisessa muodossa. Tämä kaikki sekä digiloikka itsessään tarvitsevat toimiakseen ja onnistuakseen nopeita ja luotettavia laajakaistayhteyksiä, erityisesti valokuituyhteyksin toteutettuna.

Laajakaistayhteydet ovat taloudellisesti tärkeitä, sillä nykyaikainen dataan ja palveluihin perustuva talous tarvitsee toimiakseen huippunopeita, laadukkaita ja tasaisia tietoliikenneyhteyksiä, jotka mahdollistavat muun muassa nopeat verkkohaut, hetkessä liikkuvat

sähköpostit sekä tekoälyyn perustuvat avustajapalvelut. Lisäksi tulevaisuuden datatalouden trendit, kuten tekoäly ja koko yhteiskunnan digitalisaatio, vaativat sellaista infrastruktuuria, joka mahdollistaa salamannopeaa datan siirtymistä. (Helsingin Sanomat 2019.)

Nyky-yhteiskunnassa internetillä, tietoliikenneyhteyksillä ja digitalisaatiolla on siis merkittävä rooli ihmisten elämässä, yritysten liiketoiminnassa ja valtion toiminnassa. Ne näkyvät myös Suomen hallitusten työskentelyä määrittävissä hallitusohjelmissa. Sanna Marinin hallitus aloitti toimintansa joulukuussa 2019 edellisen pääministerin eron ja hallituksen kaatumisen jälkeen. Marinin hallitus koostui samoista puoleista kuin edellinen, ja sen hallitusohjelma pysyi myös samana. Hallitusohjelman nimi on ”Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta”. Hallitusohjelma sisältää monta erilaista tavoitetta, joiden tarkoituksena on pystyä vastata tulevaisuuden kehityksiin, kuten ilmastonmuutokseen, väestön ikääntymiseen ja teknologiseen kehitykseen, sekä tehdä Suomesta vuoteen 2030 mennessä ohjelman nimen mukaisesti sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä kehityksen yhteiskunta. Hallitus tavoittelee korkeaa työllisyysastetta, vahvaa julkista taloutta, kestävästä talouskasvusta, koulutus- ja osaamistason nostoa sekä ilmastonmuutoksen hillitsemistä. Hallitusohjelmassa kerrotaan Suomella olevan vahvat edellytykset menestyä kärkimaana kansainvälisessä osaamisessa ja innovaatioissa vahvuksiensa avulla. Suomi pystyy tarttumaan muutoksiin, kuten ilmastonmuutokseen, digitalisaation ja kaupungistumisen, tuomiin mahdollisuuksiin ja tarjota niihin ratkaisuja taaten elinvoimaisen Suomen menestyksen. Suomi on myös tunnettu edelläkävijänä, jossa kehitetään ja käyttöön otetaan digitalisaation ja teknologisen kehityksen antamia mahdollisuuksia. (Valtioneuvosto 2019, 8–10, 98, 107.)

Yksi hallituksen tavoitekokonaisuus koskee toimivaa viestintää ja tiedonvälitystä, josta laajakaistayhteydet muodostavat tärkeän osan. Laajakaistatavoitteet koskevat kattavan valokuituverkon rakentamista sekä nopeiden laajakaistayhteyksien saatavuutta kaikille suomalaisille vuoteen 2025 mennessä. (Valtioneuvosto 2019, 117—118.)

Laajakaistayhteyksiä toteutetaan kiinteästi tai langattomasti. Suomessa on paljon enemmän mobiililaajakaistaliittymiä kuin kiinteitä laajakaistayhteyksiä, kuten valokuitua. Suomi on maailmanlaajuisesti verrattuna yksi kärkimaista laajakaistayhteyksien suhteen, mutta muihin kärkimaihin verrattuna Suomi jää jälkeen valokuituyhteyksissä. Mobiiliyhteyksien luvatussa maassa näiden mobiililaajakaistojen yhteysnopeudet eivät aina ole sitä, mitä luvataan. Esimerkiksi teleoperaattoreiden ei tarvitse luvata maksiminopeuksia asiakkailleen, jolloin oikeat yhteysnopeudet ovat alhaisemmat kuin mitä käyttäjä olettaa saavansa. Erot laajakaistayhteyksien toteutustapojen määrässä ei ole lyhyellä aikavälillä muuttumassa,

sillä teleoperaattorit keskittyvät mobiiliyhteyksien rakentamiseen, kun taas valokuiturakentaminen on pienempien toimijoiden ja julkisen tuen varassa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, toteutuvatko Marinin hallituksen laajakaistatavoitteet. Selvennystä kysymykselle saadaan käymällä läpi laajakaistayhteyksien tilannetta Suomessa keskittyen langattomien ja kiinteiden laajakaistayhteyksien erilaiseen markkinatilanteeseen. Tutkimuksen hypoteesina on, että Marinin hallituksen laajakaistatavoitteille on vaikutusta sillä, että langattomiin laajakaistayhteyksiin panostetaan enemmän kuin kiinteisiin, ja sillä, että langattomilla laajakaistayhteyksillä on ylivoimaisempi markkinaosuus kuluttajapuolella. Lisänä saadaan jonkinlainen käsitys siitä, millaisia yhteiskunnallisia vaikutuksia tällä asetelmalla on Suomen tulevaisuudelle digitaalisena tietoyhteiskuntana. Tutkimuksen tekoaika sijoittuu vuoden 2021 alkupuoliskolle.

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena, ja aiheen takia se on tapaustutkimus. Tutkimuksen avulla pyrin tuomaan esille näkökulman, joka on jäänyt vähälle huomiolle mediassa ja muussa tutkimuksessa. 2020-luvun alussa seuraavan sukupolven mobiiliteknikka 5G tekee näyttävästi tuloaan suurten teleoperaattoreiden satsatessa sen mainostamiseen. Suurilla teleoperaattoreilla on ymmärrettävästi omia taloudellisia syitä panostaa paremmin tuotaviin mobiiliyhteyksiin. Kiinteät yhteydet, kuten valokuitu, eivät ole saaneet samanlaista mainoskampanjaa taakseen eikä kiinnostusta medialta. Tämän tutkimuksen tarkoitus on tuoda tätä puolta näkyviin. 5G on tekniikkana tehokas ja nopea, mutta sillä ja muiden mobiiliyhteyksien ylivoimaisella asemalla ja roolilla kiinteiden yhteyksien korvaajana on todennäköisesti pitkäkestoisia vaikutuksia, joita ei vielä täysin ymmärretä. Tarkoitukseni on selvittää, mitä nämä vaikutukset ovat, ja miksi ja miten ne vaikuttavat Marinin hallituksen laajakaistatavoitteisiin.

Hallitusohjelma antaa hallituksen työskentelylle ja toiminnalle suuntaviivat. Tämä ei tietenkään tarkoita, että kaikki tavoitteet tullaan saavuttamaan. Harvoin joku hallitus saa kaikki tavoitteensa saavutettua haluamallaan tavalla. Ennusteita tulevaisuudesta on myös mahdollonta täysin tehdä, mutta jonkinlaisia ennakkoarvioita ja päätelmiä voi tieteellisellä tutkimuksella tehdä.

Tämä opinnäytetyö koostuu viidestä luvusta, joista seuraavassa käsitellään lyhyesti laajakaistayhteyksiä yleisesti ja vähän laajemmin niiden toteutumista Suomessa. Sen jälkeen siirrytään tutkimaan hallituksen valokuitutavoitteita. Kerron valokuidun tämänhetkisestä saatavuus- ja käyttöönottilanteesta ja niiden kehityssuunnista, jotta voin peilata niitä hallituksen tavoitteisiin ja ottaa selvää, toteutuvatko ne vai eivät. Tämän jälkeen siirryn toisen

tavoitteen, huippunopeiden tiedonsiirtoyhteysien, toteutumisen käsittelyyn. Keskityn mobiiliyhteysien toimivuuteen Suomessa. Viimeisessä luvussa pohdin omaa työskentelyäni sekä tutkimuksen tuloksia.

Käsitteistö

Tiedonsiirtonopeus	Kuvaa, miten paljon dataa siirtyy sekunnissa paikasta toiseen. Tätä kuvataan esimerkiksi lyhenteellä Mbit/s, joka tarkoittaa megabittia sekunnissa, ja Gbit/s, joka tarkoittaa gigabittia sekunnissa. 1 Gbit on 1 000 Mbit:tiä.
Laajakaista	On internetyhteys, joka on nopea ja aina avoin ja joka voidaan toteuttaa kiinteänä tai langattomana.
Kiinteä laajakaista	On laajakaista, jonka tiedonsiirtoyhteys on toteutettu kiinteällä kaapelilla, kuten valokuitukaapelilla tai kuparikaapelilla.
Valokuitu	On kiinteä laajakaista, joka on toteutettu valokuidusta tehdyillä kaapeleilla. Sen nopeutta kuvataan äärettömäksi, mutta kuluttajille on tällä hetkellä saatavilla 1 Gbit/s:n nopeuksia.
Langaton tai mobiili laajakaista	On laajakaista, jonka tiedonsiirtoyhteys on toteutettu mikroaaltosäteilyn avulla.
4G	On neljännen sukupolven langaton tiedonsiirtotekniikka, joka teoriassa saavuttaa 100 Mbit/s–1 000 Mbit/s:n (eli 1 Gbit/s) nopeuden mutta käytännössä 10–100 Mbit/s:n nopeuden.
5G	On viidennen sukupolven langaton tiedonsiirtotekniikka, joka teoriassa saavuttaa 10 Gbit/s:n nopeuden mutta käytännössä 30–900 Mbit/s:n nopeuden.
Tukiasema	On linkki langattoman tietoliikenteen ja kiinteän tietoliikenneverkon välillä. Se ottaa vastaan signaaleja päätelaitteista, kuten älypuhelimesta, ja välittää sen tukiasemaan yhteydessä olevaan verkkoon.

2 Suomen laajakaistayhteydet

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti laajakaistaa tekniikkana. Kiinteisiin ja langattomiin laajakaistayhteyksiin sekä tiedonsiirtonopeuksiin tutustaan. Sen jälkeen tehdään lyhyt katsaus Suomen tietoliikenneyhteyksien toteuttamistapaan ja nykytilanteeseen.

2.1 Laajakaista

Kaikki digitaalinen tieto on pakattu tietokoneiden ymmärtämään muotoon eli nolliin ja ykkösiin. Bitti on pienin tietotekniikassa käytetty suure, joka kuvaa joko nollaa tai ykköstä. Tiedonsiirtonopeus on se määrä bittejä, joita siirtyy paikasta toiseen yhdessä sekunnissa. Nykyaikana tiedonsiirtonopeudet kulkevat jo megabiteissä, ja tavallisessa matkapuhelinliitymässä voi olla 10 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeus. Yksi megabitti on miljoona bittiä ja yksi gigabitti on miljardi bittiä. Ero siis megabitin ja gigabitin välillä on kymmenkertainen. (Wikipedia 2017.)

Laajakaistalla tarkoitetaan internet-yhteyttä, joka on nopea ja aina avoin. Tämä yhteys voidaan toteuttaa joko kiinteällä laajakaistalla tai langattomalla mobiililaajakaistalla. Yhteistä tiedonsiirtonopeusvaatimusta laajakaistan määrittelylle ei ole, mutta nykyään puhutaan megabitin nopeuksista. Kiinteässä laajakaistassa tietoliikenne kulkee valokuitu- tai kupari-kaapeleiden kautta modeemiin, josta se kulkeutuu joko kaapelin välityksellä päätelaitteeseen tai mobiiliyhteyslaitteen kautta langattomasti päätelaitteeseen. (Wikipedia 2020a.) Valokuitu on kiinteä tiedonsiirtoteknologia, jossa data liikkuu optisen kuitukaapelin kautta valosignaaleina valon nopeudella. Se on erittäin ohut ja lasista vedetty kuitu, joka johtaa valoa. Valokuitukaapelit kaivetaan yleensä maan alle, joten se ei ole altis sään vaikutuksille. (Finnet 2021a.) Valokuidun nopeus on käytännössä rajaton, mutta tällä hetkellä kulluttajille tarjotaan 1 Gbit/s:n eli 1 000 Mbit/s:n nopeuksia (Laajakaistainfo.fi 2020).

Langattomassa mobiililaajakaistassa tietoliikenne kulkeutuu mikroaaltosäteilyn avulla tukiasemana toimivasta mastosta käyttäjän päätelaitteeseen tai modeemiin (Wikipedia 2021). Neljännen sukupolven 4G on langaton tiedonsiirtoteknologia, jonka huippunopeus on teoriassa 1 Gbit/s, kun liikutaan hitaasti, ja 100 Mbit/s, kun liikutaan nopeasti (Wikipedia 2020b). Vuonna 2019 Suomessa 4G:n keskimääräinen nopeus oli kuitenkin 23 Mbit/s (Yle 2020d). Mobiililaajakaistan nopeuteen voivat vaikuttaa saman tukiaseman käyttäjämäärä, käyttäjän sijainti rakennuksessa tai maasto. Mobiililaajakaista on rajattu, joten mitä useampi käyttää samaa yhteyttä, sitä vähemmän siinä on tilaa muille ja yhteyksiä pitää priorisoida. Lisäksi betoni, mäet tai puut voivat estää langattomia signaaleja kulkemasta nope-

asti. Nämä pitää ottaa huomioon rakentamisessa, ja tyypillisesti asuinalueen lähelle rakennetaan mobiilitukiasema, joka on kytketty valokuituverkkoon ja josta tarjotaan langatonta laajakaistaa lähialueen asukkaille (Finnet 2020e).

Seuraavan sukupolven mobiililaajakaista 5G alkoi yleistymään 2010-luvun lopulla ja leviää 2020-luvulla laajasti. 5G:n myötä tavallinen käyttäjä saa teoriassa 500 Mbit/s –1 Gbit/s:n langattoman nopeuden, joka on kymmenkertainen verrattuna 4G:n nopeuksiin. 5G:n nähdään hyödyntävän eniten teollisuutta mahdollistamalla muun muassa automatisaation, robotisaation ja reaaliaikaisen datatalouden käyttöönoton. Kuluttajat hyötyvät kehityksen edistymisestä muun muassa terveydenhuollossa, mediassa, koulutuksessa ja liikenteessä. 5G mahdollistaa myös esineiden internetin esiintulon, sillä 5G-verkkoon voi liittää miljardeja IoT-laitteita, jotka hyötyvät 5G:n lyhyestä viiveestä. (Traficom 2021b.)

5G:n ennustetaan myös kasvattavan maailman bruttokansantuotetta jopa 8 biljoonaa dollaria vuoteen 2030 mennessä, mikäli yritykset alkaisivat hyödyntää 5G-teknologiaa. Tulevaisuuden kaupunkien, sairaaloiden ja tehtaiden nähdään olevan riippuvaisia 5G:stä ja sen kyvystä siirtää, käsitellä ja tallentaa suuri määriä dataa nopeasti ja viiveettä. (Yle 2020b.)

2.2 Suomen laajakaistaverkkojen nykytilanne

Suomen laajakaistayhteyksiä toteutetaan monin eri tekniikoin, ja alalla on monta erilaista toimijaa. Suomen laajakaistayhteydet ja -verkot rakennetaan markkinaehtoisesti eli yksityisten teleoperaattoriyritysten toimesta, jolloin viranomaisten tehtäväksi jäävät verkkojen rakentamisen ohjaaminen ja verkkojen häiriöttömästä ja tehokkaasta toiminnasta huolehtiminen sekä lupien myöntäminen langattomien laajakaistaverkkojen ja matkaviestinverkkojen rakentamiseen (Liikenne- ja viestintäministeriö 2021). Suomesta yhteys muuhun maailmaan tapahtuu merikaapeleiden välityksellä Tukholman ja Saksan kautta (Kotimikro 2018).

Suomessa toimivat teleyritykset rakentavat omia verkkojaan, myyvät liittymiä niiden käytöstä ja vuokraavat niitä toistensa käyttöön. Alalla on pienempiä alueellisia tietoliikenneyhtiöitä, joita edustaa Finnet-liitto, 8 %:n markkinaosuudella ja joidenkin muiden lisäksi kolme suurta teleyritystä, Telia, Elisa ja DNA, joista Elisa on suurin (Traficom 2020c, 7). Näiden kolmen teleoperaattorin maantieteelliset kattavuudet ovat suuret. Esimerkiksi Telian verkko kattaa yli kolme neljäsosaa Suomen maantieteellisestä alueesta (Telia 2021). Teleoperaattoreilla on lisäksi yleispalveluvelvoite, jonka takia niiden on pakko tarjota tietty miniminopeus kohtuullisella hinnalla kaikkialla Suomessa oleville kuluttajille ja yrityksille (Traficom 2019b).

Langattomia yhteyksiä on suosittu Suomessa kiinteiden yhteyksien sijaan, jolloin symmetrisiä verkkoja, joissa lataus- ja lähetyksenopeudet ovat yhtä nopeita, on väheksytty ja kiinteän verkon rakentaminen on vaikeutunut. Tähän on nähty mobiiliteknologiayritys Nokialla olleen vaikutuksensa. (Finnet 2021a.) Lisäksi mobiiliyhteyksien suosioon on myös vaikuttanut teleoperaattori Elisan vuonna 2014 päätös siirtyä rajattoman datan kuukausilaskutukseen, mitä muiden operaattoreiden täytyi seurata. Tämä kiihdytti mobiiliyhteyksien suosiota, sillä mitä vapaampaa datan käyttö on, sitä enemmän ihmiset käyttävät sitä. (Helsingin Sanomat 2020b.) Mobiiliyhteyksien suosion kasvu verrattuna kiinteisiin on ollut nopeaa, sillä jo vuonna 2014 alkoi 4G viedä markkinatilaa valokuidulta (Yle 2014).

Mobiilidatan suosio näkyy selvästi sen käytössä. Vuoden 2020 alkupuolella Suomessa käytettiin 26,4 Gbit:n verran dataa kuukaudessa per käyttäjä. Vertailun vuoksi toiseksi eniten käytettiin Bahrainissa 20,4 Gbit:illä. (Tefficient 2020, 4.) Teleoperaattori DNA:n asiakkaat käyttivät mobiilidataa koronakeväänä 2020 jopa noin 33,1 Gbit:ä kuukaudessa (Helsingin Sanomat 2020a). Mobiilidatan osuus kaikesta tietoliikenteestä Suomessa on vähän alle kolmannes, ja Suomessa mobiilidatan osuus verrattuna kiinteään dataan on suhteellisesti suurin erään tutkimuksen verrokkimaista (Etila 2020b, 5).

Mobiilin suosioon vaikuttaa myös hintaero mobiiliyhteyksien ja valokuidun rakentamisen välillä. Esimerkiksi yksi metri valokuitukaapelia maksaa 10 € (Yle 2018a). Koska valokuitu täytyy kaivaa maan alle, jopa 60–80 % rakennuskustannuksista koostuu kaivuukustannuksista (Kiinteistöposti 2019). Myös alueen maaston muutokset sekä asukastiheys vaikuttavat hintaan. Teleoperaattoreilla ei siksi ole halua rakentaa epäkannattavia ja kalliita valokuituyhteyksiä. Tämän takia valokuituverkkojen rakentamista tuetaan valtion myöntämällä tuella.

Vuonna 2019 teleoperaattorit investoivat valokuituun yli 170 miljoonaa euroa. Näistä investoinneista melkein kolme neljäsosaa koski liityntä- ja tilaajaverkkoa ja loppu koski runkoverkkoa ja tukiasemayhteyksiä. Valokuituinvestoinnit muodostivat vähän alle kolmasosan kaikista teletoiminnan investoinneista. (Traficom 2020e, 9–10.) Finnet-liiton arvion mukaan noin miljardi euroa pitäisi investoida kattaviin laajakaistaverkkoihin, jotta hallituksen laajakaistatavoitteet saavutettaisiin (Finnet 2020d). Finnet-liiton yritysjäsenet myös ilmoittivat aikovansa vuoteen 2030 mennessä investoida noin 500 milj. euroa valokuituun (Finnet 2020a).

Vuoden 2021 alussa 5G-verkkojen kattavuus oli jo laaja: esimerkiksi teleyritys DNA tarjosi palvelujaan yli 80 paikkakunnalla ja sen mukaan joka kolmas suomalainen asui 5G-verkon

alueella (FiCom 2021). Myös teleoperaattori Elisan mukaan vuoden 2021 alussa yli kahdella miljoonalla suomalaisella oli 5G-verkko heidän ulottuvillaan (Helsingin Sanomat 2021). Suomalaisten yritysten kiinnostus 5G-tekniologiainvestointeihin on kuitenkin alhainen verrattuna muihin maihin: esimerkiksi Suomessa vuoden 2021 aikana vain alle kolmannes yrityksistä arvioi ottavansa käyttöön 5G-tekniologiaa, kun taas Yhdysvalloissa luku on jo lähes puolet (Yle 2020b). 5G:n käyttöönoton on kuitenkin osoitettu lisäävän yritysten kasvua ja kannattavuutta (Helsingin Sanomat 2020c).

3 Kattavan valokuituverkon rakentaminen koko maahan

Tässä luvussa käsittelen hallituksen tavoitteita valokuiturakentamisen suhteen ja niiden toteutumista. Ensiksi käsittelen Suomen laajakaistayhteyksien saatavuutta ja käyttöönottoa keskittyen kuluttajapuoleen sekä kiinteään laajakaistaan eli valokuituun. Lisäksi kerron valtion laajakaistahankkeesta, jolla tuetaan valokuidun rakentamista. Tuon myös lyhyesti esille Ruotsin tilanteen valokuidun suhteen. Näiden jälkeen käsittelen sitä, toteutuvatko hallituksen valokuituverkon rakentamisen tavoitteet.

Marinin hallitusohjelmassa sanotaan nopeiden viestintäyhteyksien saatavuuden olevan haaste. Tietoliikenneverkkojen 2020-luvun alun kapasiteetti Suomessa ei ole riittävä tukemaan asiakkaiden tarpeita, digitaalisia palveluita ja automaatiota. Toimivien tietoliikenneverkkojen tärkeyttä yhteiskunnan palveluille painotetaan. Lisäksi verkkojen täytyy pystyä vastata koko maan palvelutarpeeseen. (Valtioneuvosto 2019, 111.)

Hallituksen yhtenä tavoitteena on kattavan valokuituverkon rakentaminen koko maahan. Hallitusohjelma listaa monta erilaista keinoa, jolla tätä tavoitetta yritetään saavuttaa. Hallitus (Valtioneuvosto 2019, 118) aikoo

- purkaa laajakaistan investointivelkaa jatkamalla laajakaistaohjelmaa,
- luoda paremmin ohjattu laajakaistatukilaki, joka ottaa huomioon myös taajamien ongelmat,
- suunnata ohjelma alueille, joille kaupallista laajakaistaa ei ole tulossa ennen vuotta 2025,
- saattaa laajakaistaohjelman sitoumukset päätökseen,
- edistää kiinteän ja langattoman laajakaistaverkon rakentamista tasapainoisesti,
- toteuttaa valokuituverkon rakentaminen ensisijaisesti markkinaehtoisesti, toissijaisesti valtion, kuntien ja EU-rahoituksen kautta.

3.1 Laajakaistan saatavuus ja käyttöönotto

Tarkkoja lukumääriä laajakaistaliittymien saatavuudesta ja käyttöönotosta kuluttajien puolella on hankala saada. Eri tilastot käyttävät erilaisia laskentatapoja, joten lukumäärät voivat poiketa toisistaan. Saatavuudessa puhutaan usein myös teoreettisesta mahdollisuudesta. Lukumäärissä on kuitenkin nähtävissä eroja ja muutostrendejä.

Kiinteitä laajakaistaliittymiä, johon kuuluvat kupari, valokuitu sekä kaapelimodeemi, oli vuonna 2020 noin 1,8 miljoonaa, joista melkein kaikki oli kotitalouksissa. Langattomia eli mobiililaajakaistaliittymiä oli reilusti enemmän: 8,5 miljoonaa, joista kolme neljäsosaa oli kotitalouksissa. Mobiililiittymistä oli rajattoman datan liittymiä neljä viidesosa. Pohjoismaihin ja Baltian maihin verrattuna Suomessa on eniten kiinteitä ja mobiileja laajakaistaliittymiä, mutta Pohjoismaista vähiten kiinteitä liittymiä. Mobiililaajakaistaliittymiä taas on sel-

västi eniten. EU-tasolla Suomessa on toiseksi eniten mobiililaajakaistaliittymiä Puolan jälkeen, mutta keskiarvoa vähemmän kiinteitä laajakaistoja. (FiCom 2020a.) Valokuituliittymien määrä oli kuitenkin melkein kaksinkertaistunut vuosien 2016–2019 välillä vähän yli puolesta miljoonasta lähes miljoonaan (Traficom 2020e, 1).

Mobiililaajakaistojen saatavuudessa päästään korkeampiin lukuihin kuin kiinteiden yhteyksien saatavuudessa: vuonna 2020 oli 4G-yhteys 30 Mbit/s:n nopeudella saatavilla kaikilla kotitalouksista ja vähintään 100 Mbit/s:n nopeus oli yli puolella (FiCom 2020b). Maakunnittain ei ollut myöskään suuria eroja: huonoin saatavuus oli Ahvenanmaalla 75 %:lla ja paras Uudellamaalla 98 %:lla (Traficom 2020b).

Kiinteän laajakaistan saatavuus

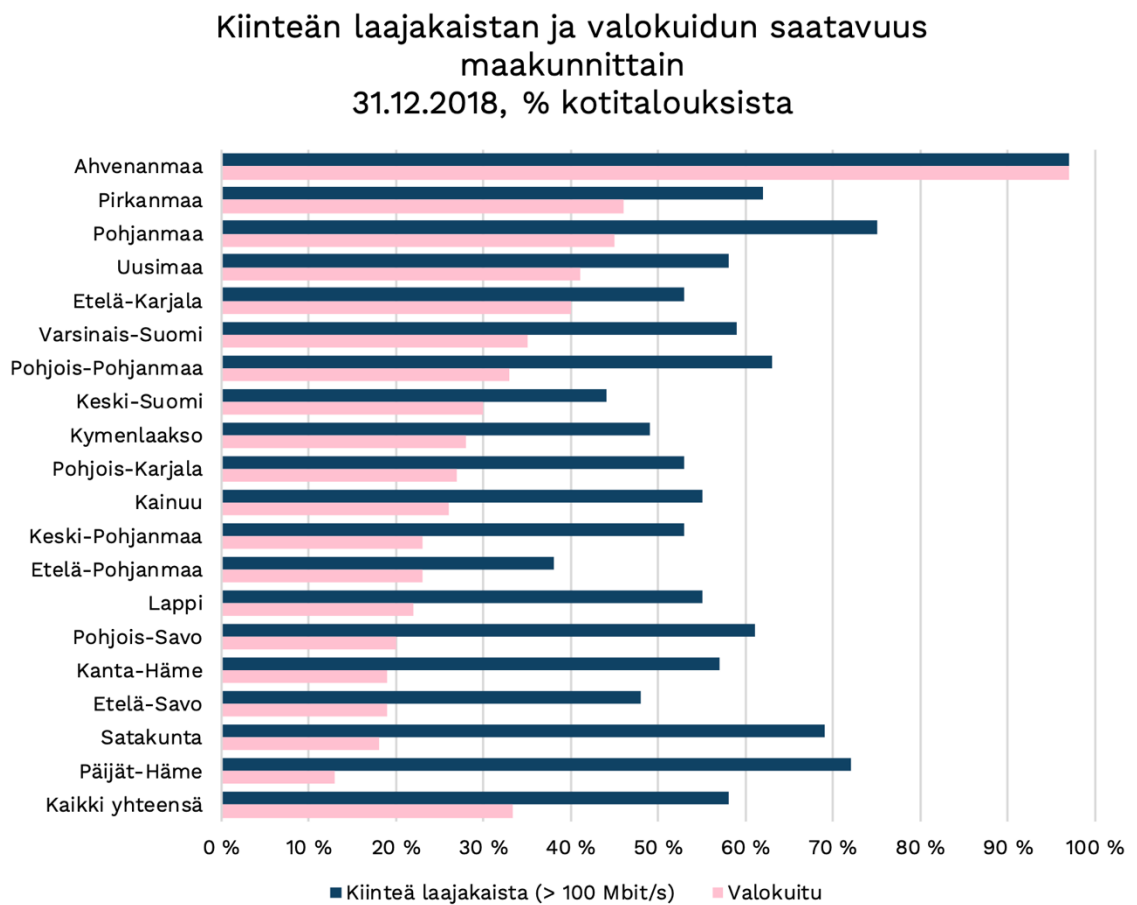
Kiinteän laajakaistan saatavuudessa kuluttajapuolella on eroja nopeuksien välillä sekä maakuntien välillä. Alla olevassa taulukosta 1 näkee eri nopeuksien saatavuuksia. Taulukosta näkee, että mitä nopeampi yhteys on kyseessä, sitä vähemmälle se on saatavilla. Vuoden 2019 lopulla lähes kaikilla kotitalouksista oli saatavilla jokin kiinteä laajakaista, kolme neljäsosalla oli saatavilla vähintään 30 Mbit/s:n laajakaistayhteys, yli puolella oli vähintään 100 Mbit/s:n yhteys ja alle puolella 1000 Mbit/s:n eli yhden gigabitin yhteys. Valokuituliittymä oli taas saatavilla 38 %:lla kotitalouksista. (FiCom 2020b.)

Taulukko 1. Kiinteiden laajakaistanopeuksien saatavuus vuonna 2019 (Ficom 2020b)

Nopeus	Saatavilla %:lla kuluttajista
Jokin kiinteä laajakaista	93 %
< 30 Mbit/s	75 %
< 100 Mbit/s	64 %
< 1 000 Mbit/s eli 1 Gb/s	47 %

Suomessa on myös eroja saatavuudessa maakuntien sekä kuntatyyppien välillä. Kuvasta 1 näkee, miten vuoden 2018 lopussa laajin kiinteän laajakaistan saatavuus oli Ahvenanmaalla lähes sadalla prosentilla, kun taas heikoin oli Etelä-Pohjanmaalla alle neljälläkymmenellä prosentilla. Kuvassa 1 sininen väri merkitsee kiinteän laajakaistan saatavuutta kotitalouksissa, kun taas pinkki väri merkitsee valokuidun saatavuutta kotitalouksissa. Toiseksi paras kiinteän laajakaistan saatavuus oli Pohjanmaalla noin 74 %:n saatavuudella. Valokuidun saatavuus oli myös korkeinta Ahvenanmaalla lähes sadalla prosentilla ja heikointa Päijät-Hämeessä kolmellatoista prosentilla. Toiseksi paras saatavuus oli Pirkanmaalla noin 45 %:lla. Kiinteän laajakaistan ja valokuidun saatavuudessa on siis selviä

eroja maakunnittain, ja ero Ahvenanmaan ja toisella sijalla olevan maakunnan välillä on kymmeniä prosenttiyksiköitä. (Suomen Kuntaliitto 2020, 13.)



Kuva 1. Kiinteän laajakaistan ja valokuidun saatavuus maakunnittain (Suomen Kuntaliitto 2020, 13)

Myös kuntatyypeissä on eroja kiinteän laajakaistan saatavuudessa: kaupunkimaisista kunnista yli reilulla puolella ja maaseutumaisilla kunnilla ja taajaan asutuilla kunnilla alle puolella oli saatavuus laajakaistaan. Kaupunkimaiset kunnat tarjoavat selvästi parempaa saatavuutta, kun taas maaseutumaiset ja taajaan asutut kunnat tarjoavat vähän vähemmän. Valokuidun heikoin saatavuus on kaupunkien läheisillä maaseuduilla, harvaan asutuilla maaseuduilla sekä ydinmaaseuduilla. Nämä ovat jääneet markkinaehtoisesta rakentamisesta ulkopuolelle. (Suomen Kuntaliitto 2020, 14–16.)

Rakennustyyppien valokuitusaatavuudessa on myös eroja: vuonna 2019 vain neljäsosa rivitalorakennuksista ja pientaloista oli kuitutettu, kun taas melkein puolella kerrostalorakennuksista oli valokuitua (Traficom 2020e, 3). Pientalojen valokuitusaatavuudessa on myös eroja: vuonna 2019 kaupunkimaisissa kunnissa vain alle viidennellä oli valokuitu saatavilla, kun taas maaseutumaisissa oli valokuitu saatavilla kahdenkertaisella määrällä

kuntia. Kerrostalojen välillä ei ollut eroja saatavuudessa asuinkuntatyypeissä. (Traficom 2020e, 4.)

Laajakaistayhteyksien kehityksen ulkopuolelle ovat siis jäämässä taajama-alueiden pientalot ja vanhat omakotitaloalueet. Pientaloja on Suomessa noin 1,1 miljoonaa, ja niissä asuu lähes puolet suomalaisista. Näiden kiinteät tietoliikenneyhteydet eivät kuitenkaan ole kehittyneet samassa tahdissa internetyhteyksien tarpeen kanssa. (RIL 2019.) Nämä alueet eivät kiinnosta teleoperaattoreita, eivätkä ne kuulu haja-asutusalueeseen, jonne valokuituverkkoa rakennetaan valtion tuella. Tällöin väliinputoajina voi olla jopa miljoona taloutta, jotka jäävät ilman valokuituyhteyksiä ja joiden vanha 1970–90-luvuilla rakennettu kuparikaapeli-infrastruktuuri alkaa pettää. (Yle 2017a.) Vanhojen omakotitaloalueiden lisäksi kuntien keskustaajamat ovat ongelmallisessa asemassa, koska ne ovat jäämässä kuluttajien valokuituyhteyksien ulkopuolelle. Ne ovat teleoperaattoreille kannattomia alueita, mutta ne eivät myöskään ole kelvollisia valokuiturakentamista tukevan maaseututuen saajiksi. Lisäksi on sellaisia kyliä, joiden läheisyydessä teleoperaattoreilla ei ole runkoverkkoa ja jotka eivät voi saada tukea, koska runkoverkkoa ei voi rahoittaa maaseututuelle. (Yle 2017b.)

Kiinteän ja langattoman laajakaistan käyttöönotto

Laajakaistojen käyttöönotosta ei ole saatavilla tarkkoja lukuja, mutta vuonna 2019 tehdyn kuluttajatutkimuksen tulokset antavat jonkinlaista osviittaa. Sen mukaan vain 17 %:lla kotitalouksista oli käytössään valokuitulaajakaista ja puolella jonkinlainen kiinteä internetyhteys. Mobiililiittymiä, joilla voi soittaa puheluita sekä käyttää internetiä, oli 87 %:lla, ja pelkkiä internetmobiililiittymiä oli puolella. (Traficom 2019a.)

3.2 Valtion tukema laajakaistahanke

Valokuituverkkojen rakentamista on tuettu vuonna 2010 alkaneessa laajakaistaohjelmassa. Tukea oli vuoden 2020 loppuun mennessä myönnetty 76 milj. €, joista oli samaan vuoteen mennessä maksettu 54 milj. €. Vanhoja tukia maksetaan vielä vuoteen 2022 asti. Vuonna 2021 alkavalle tukikierrokselle on varattu 5 milj. euroa valokuituyhteyksien rakentamiselle sellaisille alueille, joille niitä ei markkinaehtoisesti ole tulossa. (Traficom 2021a.) Tämä summa ei kuitenkaan erään liikenne- ja viestintäministeriön osastopäällikön mukaan tule riittämään saamaan kiinteitä laajakaistaa koko maahan (Yle 2020d).

Valtion laajakaistahanke lähti siitä oletuksesta, että suuret markkinaehtoisesti toimivat teleoperaattorit lähtisivät toteuttamaan hankkeita ja rakentamaan valokuitua myös maaseu-

dulle (Iltalehti 2017). Ne kuitenkin kiinnostuivat enemmän langattomien verkkojen rakentamisesta. Valtaosa tuetuista valokuituhankkeista on toteutunut onnistuneesti, ja valtion tuen ansiosta moni alue maaseudulla on saanut valokuituyhteydet käyttöönsä. Edelleen kuitenkin puolet Suomen kotitalouksista on valokuituverkon saatavuuden ulkopuolella. (Suomen Kuntaliitto 2020, 61–62.)

Teleoperaattoreiden haluttomuuden vuoksi useita valokuituhankkeita on haja-asutusalueille rakentanut alueelliset toimijat. Osa näistä hankkeista ei kuitenkaan toteutunut odotusten mukaisesti. Valokuidun rakentamisen ongelma haja-asutusalueilla johtuu kysynnän vähyydestä. Valokuidun tarjontaa on olemassa, ja valmiuksia rakentaa verkkoyhteyksiä kotitalouksiin löytyy, mutta ongelmana on asiakkaiden haluttomuus maksaa valokuidun hintaa. Valtion laajakaistahanke tuki valokuidun rakentamista niin, että kunnat ja kaupungit osallistuvat rahoittamiseen. Tukea maksettiin myös maaseututuen kautta. Tuen saaminen ja oman osuuden suuruus perustuivat etäisyyteen jo olemassa olevasta valokuiturunkoverkosta. Kun yksi metri valokuitukaapelia maksaa noin 10 euroa, alkuperäisen kahden kilometrin etäisyysvaatimuksen päässä olevaan taloon vedettävä valokuituyhteys maksoi helposti yli 20 000 euroa. (Yle 2018a.) Uusi lakimuutos etäisyysvaatimuksissa vähensi vaatimuksen sataan metriin (kts. laki laajakaistarakentamisen tuesta 30.12.2020/1262 12 §), minkä pitäisi saada haja-asutusalueilla asuvia kuluttajia todennäköisemmin hankkimaan valokuituyhteys.

Valtion tukema laajakaistahanke kohtasi myös muita ongelmia kuin asiakkaiden maksuhaluttomuutta. Alkuperäisessä aikataulussa ei pystytty: tavoitteena oli saada koko maahan vuoteen 2015 mennessä 100 Mbit/s laajakaistayhteys. Tämä ei kuitenkaan tapahtunut, joten hanketta jatkettiin. Epäonnistumiseen vaikutti kuluttajien haluttomuuden lisäksi rakennushankkeisiin ryhtyneiden toimijoiden taloudelliset ongelmat. Kuntien ja kaupunkien hankkeiden rakentajat kilpailutettiin, ja esimerkiksi Keski-Suomessa toimijaksi valittiin sellainen yritys, joka oli liian pieni toimija niin suuren urakan toteuttajaksi. Kunnat ja kaupungit joutuivat lakisääteisten tukien lisäksi antamaan rakentamiselle lisätukea, kuten lainoistusta, takauksia ja pääomituksia. Vuonna 2016 ne olivat lainanneet rakennuttajille 85 miljoonaa euroa. Laajakaistayhteyksien rakentamisesta koitui siis taloudellisia lisärasitteita kunnille. Myös ongelmia valtiontukien saamisessa ilmeni. (Yle 2018a.)

Lisäksi laajakaistahankkeen onnistumiselle oli ja on tärkeää kuntien kiinnostus valokuituverkkojen rakentamisesta. Puolet kunnista ei ole ollut edes kiinnostunut rakentamaan nopeita kiinteitä laajakaistaverkkoja, koska ne luottavat mobiiliverkkojen riittävyteen tai markkinaehtoisen rakentamisen toteutumiseen. Myös muiden kuntien kokemukset rahoit-

tustaakasta ja muiden resurssien panostamisesta huolestuttavat kuntia. Tuen edellytyksenä oleva kuntien antama lakisääteinen tukiosuus ja se, kuinka paljon ne joutuvat lopulta maksamaan, ovat vaikuttaneet kuntien kiinnostukseen. (Suomen Kuntaliitto 2020, 62.)

Mobiiliverkot ja varsinkin 5G eivät olet kohdanneet samanlaisia ongelmia. Vaikka on selvää, että tulevaisuuden tietoliikenneyhteydet tarvitsevat valokuitua, teleoperaattoreilla on kuluttajien valokuidun tarpeesta erilainen mielipide, kun huomioi 5G:n kehityksen. Teleoperaattori DNA:n mukaan kuluttajan kannattaa hankkia valokuituyhteys, jos se on kustannustehokkaasti mahdollista. Hintaaeron takia kuluttajat tulevat luultavasti kuitenkin valitsemaan 5G:n mieluummin kuin valokuituyhteyden. Teleoperaattoreilla ei ole innostusta rakentaa tai tarjota valokuitua kuluttajille, koska 5G-yhteydet tulevat 2020-luvulla täyttämään sen roolin, joka voisi kuulua valokuidulle. Esimerkiksi teleoperaattori Elisan vahva näkemys on juuri tämä: 5G on riittävä suurelle osasta asiakkaista. (Yle 2019b.)

3.3 Ruotsin valokuitutilanne

Suomen naapurimaa Ruotsi on samalla tavalla kehittynyt moderni tietoyhteiskunta, jossa on laadukkaat ja nykyaikaiset tietoliikenneyhteydet. Eroja maiden välillä kuitenkin on. Niillä on myös eri näkemys tietoliikenneverkkojen toteuttamisesta.

68 %:lla Ruotsin kunnista oli vuonna 2019 tarjolla kunnan oma valokuituverkko. Ruotsin kunnat alkoivat rakentaa valokuituyhteyksiä 1990-luvun puolivälissä ensin kunnallistoimistoihin ja sitten kunnan omistamiin asuntoihin ja lopulta koko yhteisöön. Kunnat myös vuokraavat verkkojen käyttöä yksityisille toimijoille. Ruotsissa on myös yksityisiä valokuituverkkojen rakennuttajia. (Broadband Communities Magazine 2019.)

Valokuituyhteys oli vuonna 2019 saatavilla yli 75 %:lle ruotsalaisista kotitalouksista ja yrityksistä. Yli puolet kotitalouksille saatavilla olevasta valokuidusta tulee kunnan verkosta. Noin 44 %:lla ruotsalaisista kotitalouksista oli valokuituyhteys käytössä. Yli kolme neljäsosalla kaikista laajakaistayhteyksistä oli yli 100 Mbit/s:n nopeusyhteydellä. Kuitenkin noin 2 miljardia dollaria tarvitaan vielä, jotta maan ja EU-tason laajakaistatavoitteet, mukaan lukien valokuidun saatavuus kaikkialle, saavutetaan. (Broadband Communities Magazine 2019.)

Ruotsin laajakaistatavoitteina on saada 1 Gbit:n yhteysnopeus 98 %:lle väestöstä vuoteen 2025 mennessä (Finnet 2020g). Koronapandemian seurauksena Ruotsin valtio tukee valokuiturakentamista maaseutualueilla 200 miljoonalla kruunulla eli noin 20 miljoonalla eurolla, jotta 2014–2020 tukikauden tuet saadaan maksettua (Regeringskansliet 2020). Ver-

rattuna Suomen saatavuus- ja käyttöönottolukuihin Ruotsi on selvästi edistyneempi valokuituyhteyksien saralla. Taulukko 2 vertailee molempien maiden saatavuus- ja käyttöönottoprosenttimääriä. Suomi myös tähtää 100 Mbit:n yhteysnopeuden saatavuuteen, kun Ruotsin tavoitteet ovat korkeammalla. Ruotsin valtio myös tukee valokuiturakentamista nelinkertaisella määrällä verrattuna Suomen valtioon.

Taulukko 2. Ruotsin ja Suomen valokuidun saatavuus ja käyttöönotto vuonna 2019.

	Ruotsi	Suomi
Valokuidun saatavuus	75 %	38 %
Valokuidun käyttöönotto	44 %	17 %

3.4 Saadaanko Suomeen kattavaa valokuituverkkoa?

Kattavan valokuituverkon rakentaminen koko maahan on yksi hallituksen tavoitteista. Hallituksen keinot listattiin jo luvun 3 alussa. Jotta tavoite toteutuisi, täytyisi saada valmiiksi jo aloitettu laajakaistahanke sekä lisätä siihen suunnattua tukirahan määrää. Tarkoituksena on nyt katsoa, mitä keinoja hallitus on jo toteuttanut ja mikä niiden vaikutus voi olla valokuitutavoitteen toteutumiselle.

Kuten luvusta 3.1 ilmenee, Suomessa on selkeitä alueellisia eroja valokuidun saatavuudessa. Myös mobiiliyhteyksien alueellinen toimivuus sen lupauksiensa mukaisesti on kyseenalaista. Valokuidun saatavuudessa on eroja niin alueellisesti, maakunnittain, kuntatyypeittäin ja rakennustyypeittäin. Valokuidun kaivaminen maan alle maksaa paljon enemmän kuin mobiiliyhteyksien tukimastojen pystyttäminen. Valokuiduttomat alueet ovat harvaan asuttuja pitkien etäisyyksien alueita, jolloin valokuitukaapeleita pitää kaivaa pidemmällä alueella. Pienomakotitaloalueilla ei ole tarpeeksi monta ostajaa, jotta rakentamisen kustannukset pysyisivät matalina, ja ne eivät aina kuulu julkisen tuen piiriin. Kerrostaloon on helppo tuoda valokuituyhteys suoraan talon jakamoon ja näin saada se kaikkien asuntojen käyttöön. Luvussa 3.1 esiteltyjen tietojen pohjalta on perusteltua väittää, että kattavaa valokuituverkkoa ei tule koko Suomen asutetuille alueille tulemaan pitkään aikaan, ellei asian eteen tehdä suuria poliittisia päätöksiä.

Hallituksen valokuitutavoitteet toteutuvat siltä osin, että hankkeen aiemmat sitoumukset täytetään ja hankkeen jatkaminen toteutuu. Hallitus on sitoutunut maksamaan jo luvatut tukirahat laajakaistarakentamiselle vuoteen 2022 mennessä. Hallitus myös jatkaa laajakaistahanketta. Seuraavalle tukikierrokselle on myönnetty 5 milj. euroa. Tuki on suunnattu sellaisille alueille, joille ei todennäköisesti ole tulossa kaupallista laajakaistaa vuoteen 2025 mennessä. Näin hallitus ottaa myös taajamien kohtaamat ongelmat huomioon, sillä

ne jäävät usein teleoperaattoreiden mielenkiinnon ulkopuolelle. Se, miten nämä toimet toteuttavat hallituksen valokuitutavoitteet, jää nähtäväksi, mutta todennäköisesti ne toteutuessaan eivät yllä lähelle hallituksen tavoitteita kattavasta valokuituverkosta.

Ruotsi, jossa on korkeampi valokuidun saatavuus ja käyttöönottomäärä kuin Suomessa, investoi valokuiturakentamiseen yli tuplasti enemmän kuin Suomi saavuttaakseen tavoitteensa kattavasta valokuidun saatavuudesta koko maassa. Suomessa suurilla teleoperaattoreilla ei ole intoa rakentaa valokuitua eivätkä kaikki kunnat ole yhtä kiinnostuneita ryhtymään valokuituhankkeisiin. Ruotsissa valokuiturakentaminen tapahtuu juuri kuntien toimesta. Hallituksen tavoitteet tarvitsevat samanlaista kuntatason kiinnostusta ja aktiivisuutta kuin Ruotsissa on.

Seuraavalle tukikierrokselle hallitus on laatinut nopeusvaatimukset, jotka tuetun laajakaistan täytyy tarjota. Vähimmäisvaatimuksena on se, että tiedonsiirron nopeus saapuvassa dataliikenteessä olisi 100 Mbit/s ja lähtevässä dataliikenteessä 30 Mbit/s (Traficom 2021a). Finnet-liitto näkee, että tämä vaatimus ei vastaa nykyajan tarpeisiin eikä tule vastaamaan tulevaisuuden tarpeisiin ja että tukiraha tulee menemään kiinteän langattoman laajakaistan hankkeisiin (Finnet 2020g). Kuten johdannossa mainittiin, tulee tulevaisuuden tiedonsiirtotarpeita määrittämään videokäyttö, joka tarvitsee suurta kaistanleveyttä. Lisäksi lisätty todellisuus ja 4K-videot tulevat vaatimaan suuria siirtonopeuksia laajentuessaan tavallisten käyttäjien käyttöön. Kiinteällä langattomalla laajakaistalla tarkoitetaan valokuidun rakentamista mobiiliyhteyksiä varten eli yhdistämään mobiiliyhteyksien tukimastot toisiinsa ja muuhun internetiin. Tällöin valtion tukiraha menee 4G:n ja 5G:n tukemiseen eikä kuluttajille suunnatun valokuiturakentamisen tukemiseen.

Marinin hallituksella on myös tavoite teknologianeutraalisuudesta ja valokuidun rakentumisesta markkinaehtoisesti. Laajakaistaverkon rakentuminen tasapuolisesti eli teknologianeutraalisti ja ensisijaisesti markkinaehtoisesti on ymmärrettävä tavoite, mutta todellisuudessa ei tule onnistumaan. Jo nyt on nähtävissä selkeä ero langattomien ja kiinteiden laajakaistojen saatavuudessa ja rakentamisessa. Suurimmat teleoperaattorit keskittyvät paremmin tuottaviin mobiiliyhteyksiin, kun taas valokuiturakentaminen on julkisen tuen ja pienempien rakennuttajien varassa. Mitä enemmän teleoperaattorit rakentavat ja myyvät mobiiliyhteyksiä, sitä halvemmaksi ne tulevat, kun suurin osa kuluttajista hankkii sellaisen kotiinsa. Markkinoiden vinoutuminen yhden teknologian suuntaan ei ole hallituksen valokuitutavoitteiden mukaista. Jossakin vaiheessa huomataan, että Suomi on jäämässä jälkeen muista digitaalisista kärkimaista valokuituyhteyksien saatavuuden vähyyden takia. Tasapuolisuus ei tule toteutumaan vapailla markkinoilla, jollei hallitus tee muita konkreettisia toimia sen eteen.

4 Huippunopeat tiedonsiirtoyhteydet kaikille suomalaisille

Tässä luvussa käsitellään toista Marinin hallituksen tavoitetta, joka on saada kaikille suomalaisille mahdollisuus hankkia huippunopea laajakaista 100 Mbit/s:n siirtonopeudella. Tämä tavoite esitellään myös digitaalisen infrastruktuurin strategiassa, jonka toteuttaminen on osa hallitusohjelman tavoitteita. Strategian lyhyen esittelyn jälkeen käsitellään kiinteän ja langattoman laajakaistayhteyksien nopeuseroja sekä langattomien yhteyksien ongelmia. Näiden jälkeen käsitellään sitä, toteutuvatko hallituksen tavoitteet nopean laajakaistan suhteen.

”Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025” on vuonna 2018 Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisema strategia, jonka valmistelussa on otettu selvää, millaisia viranomaistoimenpiteitä tulevaisuuden kehitys tarvitsisi, jotta verkkojen kysynnän ja tarjonnan kehittyminen sekä innovaatioiden edistyminen mahdollistuisivat, ja millaisilla toimenpiteillä 5G:n käyttöönottoa edistetään ja valokuiturakentamista tuetaan (Valtioneuvosto 2018, 8). Yksi keino tämän tavoitteen toteuttamiselle on hallitusohjelman mukaan toteuttaa Euroopan unionin sekä digitaalisen infrastruktuurin strategian asettama vuoden 2025 tavoite, jonka mukaan jokaisella tulisi olla mahdollisuus nopeaan laajakaistaan eli vähintään 100 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeuteen (Valtioneuvosto 2019, 118).

Digi-infran strategia esittelee vuonna 2025 saavutettavat ”teknologianeutraalit laajakaistatavoitteet”, jotka muodostaisivat laadukkaan ja toimintavarman alustan keskeisten palveluiden ja olemassa olevan infrastruktuurin digitalisaation kehitykselle sekä globaalien kehityssuuntien synnyttämille uusille innovaatioille. Erilaisia kehityssuuntia ovat muun muassa automatisoituva liikenne, lisätty todellisuus, esineiden internet, automaatio, tekoäly ja koneiden välinen viestintä. (Valtioneuvosto 2018, 8, 17.)

4.1 Laajakaistayhteyksien nopeuserot ja mobiiliyhteyksien ongelmat

Valokuidun ylivoimainen etu tekniikkana on se, että se on tasainen, luotettava ja nopea. Tämä tarkoittaa sitä, että sama bittimäärä dataa kulkee koko ajan molempiin suuntiin. Luotettavuus liittyy myös tähän: valokuitukaapelia ei häiritse esimerkiksi saman yhteyden käyttäjämäärät, maaston muutokset tai sää. Valokaapeli pysyy maan alla, ja sen takia sen nopeus on tasainen ja sitä, mitä se lupaa. Langattomien yhteyksien epäluotettavuus ja sädröt toimivuudessa myös laajoja alueita kattavissa mobiiliverkoissa ovat esimerkiksi maaseuduilla yleisiä (Honkaniemi & Luoto 2016, 4).

4G-yhteydesnopeudet ovat vuosien 2015–2019 välillä laskeneet valtakunnallisesti jopa neljänneksellä: vuonna 2015 nopeudet olivat keskimäärin 30 Mbit/s, kun taas vuonna

2019 ne olivat 23 Mbit/s. Alueellisia eroja kuitenkin on. Tämä lasku johtuu voimakkaasta mobiilidatan käytön lisääntymisestä ja yhteyksien ruuhkautumisesta. Teleoperaattoreilta olisi ollut odotettavissa tukiasemien lisäystä ja verkon laajentamista. Viranomaisten mukaan tyytymättömien asiakkaiden olisi pitänyt olla yhteydessä teleoperaattoreihin tai vaihtaa toiseen. Seuraavan sukupolven 5G:n nähdään vähentävän 4G:n kuromista. Viranomaisten usko teleoperaattoreiden kykyyn on korkea. Teleoperaattorit ovat vakuuttaneet heille, että kotitaloudet, joilla on hyvä 3G- ja kohtalainen 4G-saatavuus, saavat nopeassa ajassa 5G-yhteydet käyttöönsä. (Yle 2020d.)

Finnet-liitto kuitenkin kyseenalaistaa Suomen mobiiliverkkojen tason ja laadun, jotka ovat EU-tason vertailussa korkeammat ja paremmat kuin monen muun maan. Väite perustuu kahteen havaintoon vuonna 2020 koronan takia tapahtuneista muutoksista. Yhtäkkiä kymmenet tuhannet ihmiset siirtyivät käyttämään mobiilia internetiä sellaisille alueille, joissa ei välttämättä ollut varauduttu suurille käyttäjämäärille. Tällöin yhteydet hidastuivat, ja vaikka teleoperaattorit nostivat verkon kapasiteettia, olisi ilman valokuituyhteyttä joillakin alueilla ollut mahdotonta käyttää nopeaa internetiä. Toinen havainto on ne tavat, joilla matkaverkkojen kattavuutta mitataan ja peittovaatimuksia arvioidaan. Nämä perustuvat vakituisten asuntojen ulkopeittoon, jolloin kesä- ja kakkosasunnot jäävät pois arvioinneista. Näin verkkojen kattavuus on näennäisesti kunnossa. Vaikka teleoperaattorit voisivat tehdä asialle jotakin, ne eivät niin tee, koska nykyisten verkkojen peitto on viranomaisten vaatimusten mukainen. Mitään ei tehdä haja-asutusalueiden mobiiliongelmille, koska verkkojen peitto on vaatimusten mukainen 99 %. Tämä tuudittautuminen on liiton mukaan myötävaikuttanut valokuituverkkojen rakentamisen laiminlyöntiin, minkä seurauksena Suomi on jäämässä digitaalisen infrastruktuurin rakentamisessa kärkimaista jälkeen. (Finnet 2020c.)

Lisäksi Finnet-liitto kyseenalaistaa teleoperaattoreiden lupaukset mobiiliyhteyksien nopeudesta ja laadusta. Kuluttajan on hankala verrata nykytilannetta mihinkään, jos paremmasta ei ole kokemusta. Finnet-liiton mielestä olisi tärkeää keskustella siitä, millaisia nopeuksia teleoperaattoreiden yhteydet todellisuudessa tarjoavat ja miten nämä eroavat luvatuista. Mobiiliverkkojen peitto ei kerro vielä mitään mobiiliverkon oikeasta palvelutasosta, joka voi vaihdella suuresti. (Finnet 2020e.) Teleoperaattoreilta ei vaadita sopimuksissa mitään taattua nopeutta. Traficom (2020f) mukaan sopimuksesta täytyy ilmetä mobiililaajakaistan osalta ainoastaan arvioitu maksiminopeus ja liittymän mainostettu nopeus. Nopeus voi siis vaihdella jopa suuresti, ja se on sopimuksen mukaista.

Osviittaa mobiiliyhteyksien oikeista nopeuksista antaa myös teleoperaattoreiden suhtautuminen hallituksen suunnitelmaan nostaa niiden yleispalvelusiirtonopeutta. Tällä hetkellä

teleoperaattoreiden yleispalvelusiirtonopeus on 2 Mbit/s, joka pääosin riittää internetin peruspalveluiden käyttämiseen ainakin teoriassa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2015). Tätä ollaan nostamassa 5 Mbit/s:n nopeuteen, mikä edistäisi "kansalaisten tasa-arvoisuutta palvelujen käyttäjinä ja tasavertaisina yhteiskunnan toimintaan osallistujina" (Eduskunta 2020). Teleoperaattoreita edustavat asiantuntijat vastustivat lausunnoissaan liikenne- ja viestintävaliokunnalle yleispalveluvelvoitteen nostamista, sillä siitä koituisi 10–22 miljoonan euron kustannukset teleoperaattoreille, sekä hallituksen kaavailemaa laatuvaatimusten määritelmää (Eduskunta 2020). Voi täten kysyä, että miten operaattorit pystyvät takaamaan nyt tarjoamiansa ja tulevaisuudessa lupaamiansa yhteysnopeuksia, jos 5 Mbit/s:n yleispalvelunopeus koetaan hankalaksi ja laatuvaatimuksia vastustetaan. Nopeudet eivät luultavasti siis toteudu kaikkialla luvutulla tavalla.

Teoriassa langattomat laajakaistayhteydet saavuttavat suuria nopeuksia. Nopeaksi internetiyhteydeksi luokitellaan 30 Mbit/s:n nopeus. Langaton 4G-yhteys pääsee teoriassa 100 Mbit/s – 1 Gbit/s:n nopeuksiin, kun taas 5G: pääsee teoriassa 1–10 Gbit/s:n nopeuksiin. Nämä ovat kuitenkin vain arvioita, sillä nopeuteen vaikuttavat monet seikat kuten se, kuinka moni käyttää samaa tukiasemaa. Myös maaston muutokset, käyttäjän sijainti rakennuksessa ja sää vaikuttavat nopeuksiin. (Suomi tarvitsee kuitua 2021b.)

Tämän luvun alussa kerrottiin, että keskimääräinen 4G:n nopeus oli 23 Mbit/s vuonna 2019. Erään arvion mukaan tavallinen internetkäyttäjä pärjää 2020-luvulla 10 Mbit/s:n nopeudella (Helsingin Sanomat 2020e). Voi siis kysyä, onko tavallisella kuluttajalla tarvetta 5G:n tarjoamille teoreettisille nopeuksille. Toisaalta tulevaisuuden nopeusvaatimukset eivät ole vielä tiedossa. Esimerkiksi videokäyttö, joko viihde- tai hyötykäytössä, normaalin internetin käytön ja pelaamisen kanssa sanelevat tulevaisuuden nopeusvaatimukset (Yle 2018b). Tällöin yhden ihmisen sekä yhden perheen nopeustarpeet voivat olla suuret, kun tulevaisuuden internetsivujen raskaus eli sivuilla olevan ladattavan datan määrä kasvaa yli mobiiliyhteyksien kapasiteetin.

Valokuidun kapasiteettia kuvataan puolestaan rajattomaksi. Sen lisäksi sen nopeus pysyy aina samana. Valokuitu on tekniikkana 5G:n verrattuna toimintavarmempi ja täyttää lupamansa nopeuden ja laadun. Yhteyden nopeuteen ei vaikuta se, kuinka moni käyttää samaa yhteyttä, toisin kuin mobiiliyhteyksissä, joissa saman tukimaston suuret käyttäjämäärät ruuhkauttavat yhteyksiä. Valokuitua voi myös käyttää langattomasti reitittimen avulla, ja asunnon maantieteellinen sijainti Suomessa ei vaikuta yhteysnopeuksiin. Lisäksi valokuitu on toimintavarma 50 vuoden ajan. Valokuituyhteyksien etuna on myös se, että sillä saa heti sen, mitä 5G:n lupailaan tarjoavan. Valokuitukaapeleita ei tarvitse uusia, ja ai-

noat päivittämistarpeet koskevat päätelaitteita. 5G ei tule myöskään korvaamaan valokuituyhteyksiä, sillä mobiiliyhteydet tarvitsevat toimiakseen laajan ja kattavan valokuituverkon. Yhden arvion mukaan 5G tarvitsee lyhyemmän kantamansa takia yhden neliökilometrin alueella jopa 40 pienempää tukiasemaa kantavuuden riittääkseen koko alueelle. (Suomi tarvitsee kuitua 2021a, 2021b.)

5G:n signaalit kulkevat myös huomattavasti heikommin rakennusten läpi kuin esimerkiksi 4G:n signaalit (Helsingin Sanomat 2020d). Esimerkiksi nykyaikainen energiatehokas rakentaminen vaimentaa signaaleja, ja 5G:n signaalit pääsevät heikommin ikkunalasien läpi (Hämeen Sanomat 2018). 5G on lisäksi kohdannut vastusta kansalaisilta salaliittoteorioiden ja perusteettomien terveysvaikutuspelkojen siivittämänä (Yle 2021a). Lisäksi 5G:n leviämistä voi haitata kansainväliset sopimukset taajuusalueiden käytöstä, kuten Suomen itärajalla Venäjän käyttäessä samoja taajuuksia kuin mitä 5G tarvitsee toimiakseen kunnolla (Yle 2021b). Kansainvälinen politiikka ja geopolitiikka aiheuttavat myös ongelmia: esimerkiksi televiestintälaitteita ja verkkolaitteita valmistava kiinalainen Huawei on ollut useiden vakoilusyytösten kohteena ja moni maa on kieltänyt sen laitteiden käyttöä omissa 5G-verkoissaan (Yle 2020a). Lisäksi 5G-laitteiden ja -verkkojen taajuudet saattavat sekoittaa sääsatelliittien mittaustuloksia, jolloin sillä olisi vaikutuksia ilmailulle, merenkululle, maatalouden meteorologialle, äärimmäisten tapahtumien varoituksille sekä ilmanmuutoksen seuraamiselle (Yle 2019a).

4.2 Saavatko kaikki suomalaiset huippunopean internetin?

Luvun 4 alussa mainitut tulevaisuuden kehityssuunnat mahdollistuvat 5G:n käyttöönoton myötä. Esimerkiksi automatisoituva liikenne tarvitsee langattomia, huippunopeita yhteyksiä toimiakseen luotettavasti ja turvallisesti, ja tähän 5G tarjoaa juuri tarvittavat nopeudet ja vähäisen viiveen yhteyksien välillä. 5G:n nopeus ja lyhyt viive mahdollistavat myös älylaitteiden ja tuotantokoneiden välisen kommunikaation. Tässä mielessä 5G:n saatavuuden ja käyttöönoton laajentuminen hallituksen toimien kuten lupamenettelyn ja taajuuksien myynnin myötä edistää hallituksen tavoitteita. Lisäksi nämä kehityssuunnat tapahtuvat kaupunkialueilla ja teollisuusalueilla, joissa on saatavilla 5G:n virheettömän toiminnan mahdollistavat valokuituyhteydet. Valokuidun saatavuuden ongelmat haja-asutusalueilla ei siis vaikuta niihin.

Hallituksen tavoite 100 Mbit/s:n nopeudesta on kuitenkin jäämässä toteutumatta. Tällä hetkellä 100 Mbit/s:n nopeus on saatavilla yli puolella suomalaisista. Tämän kasvattaminen lähemmäs sataa prosenttia neljän vuoden aikana 5 miljoonan euron julkisella tuella on mahdoton toteuttaa ilman toisenlaista poliittista päätöksentekoa tai suurten teleope-

raattoreiden yhtäkkistä kiinnostusta valokuiturakentamiseen. Se voisi teoriassa olla mahdollista mobiiliyhteyksillä, mutta kuten ylempänä tuotiin esille, eivät mobiiliyhteyksien nopeudet ole sitä, mitä luvataan.

Lisäksi 2020-luvulla tuloaan tekevän 5G:n ei nähdä tulevan kattamaan koko Suomea moneen vuoteen, sillä sen tukiasemia pitää olla tiheään ja yhden tukiaseman kantama on lyhyt. Tämä tulee ongelmaksi maaseudulle ja haja-asutusalueille, jotka usein jäävät nopeiden verkkojen katvealueille. (Yle 2020c.) Näin on perusteltua väittää, että Marinin hallituksen tavoite kaikille suomalaisille saatavilla olevasta 100 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeudesta ei tule vuoteen 2025 mennessä toteutumaan. Mahdollisuutena on se, että 5G tulee palvelemaan sellaisia alueita, joissa on jo hyvä saatavuus nopeille laajakaistayhteyksille, kun ne alueet, jotka ovat jo ilman näitä, jäävät jälkeen kehityksestä.

5 Pohdinta

Tässä luvussa käsittelen omaa työskentelyäni, tutkimuksen toteutusta ja tutkimuksen johdopäätöksiä sekä pohdin tutkimuksen tuloksia. Tieteellinen tutkimus tarvitsee tuekseen sen tekijän tietoisuutta siitä, että hän on tekemässä tutkimusta. Lisäksi tutkijan täytyy pohdiskella omaa toimintaansa ja sen tarkoitusperiä. Vaikka tämä tutkimus on pakollinen osa tutkintoani, on tämä aihe niin kiinnostava, että mielelläni tein siitä tutkimuksen, jotta muut aiheesta kiinnostuneet hyötyisivät siitä.

5.1 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, toteutuvatko Marinin hallituksen laajakaistatavoitteet. Minua kiinnosti saada selvennystä tutkimuskysymykselleni käymällä ensiksi läpi laajakaistayhteyksien tilannetta Suomessa keskittyen kiinteiden ja langattomien laajakaistayhteyksien erilaiseen markkinatilanteeseen kuluttajapuolella. Tutkimuksen hypoteesina oli, että Marinin hallituksen laajakaistatavoitteille on vaikutusta sillä, että langattomiin laajakaistayhteyksiin panostetaan enemmän kuin kiinteisiin, ja sillä, että langattomilla laajakaistayhteyksillä on ylivoimaisempi markkinaosuus kuluttajapuolella. Halusin myös saada jonkinlaisen käsityksen siitä, millaisia yhteiskunnallisia vaikutuksia tällä asetelmalla on Suomen tulevaisuudelle digitaalisena tietoyhteiskuntana.

Tutkimuksen toteuttamiseksi valitsin laadullisen tutkimuksen, jonka toteutin tapaustutkimuksena. Tällaisesta aiheesta on hankala tehdä määrällistä tutkimusta, sillä samanlaista tutkimusta ei ole tehty. Tarkkoja laskelmia tai ennusteita laajakaistan ja valokuidun käyttöönoton leviämisestä Suomessa kuluttajapuolella ei ole kukaan taho toteuttanut. Täten tilastoihin perustuvien arvioiden tekeminen ei ole mahdollista. Tässä on kyse laajasta ilmiöstä, joka koskee kokonaisen valtion kehityssuuntia. Tarkoituksena oli saada selville, miltä jokin asia tulee näyttämään ja miksi. Halusin tutkia, millaisia vaikutuksia laajakaistayhteyksien markkinaosuuksien erolla tulee olemaan Suomen kehitykselle, jota hallituksen tavoitteet ilmentävät. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli saada yksityiskohtaista tietoa ja kokonaisvaltaista ymmärrystä aiheesta.

Tutkimus toteutettiin laadullisilla menetelmillä. Olin aiemmin tehnyt kurssityön samansuuntaisesta aiheesta, joten tutkimuksen tekeminen samasta aiheesta oli helppoa, kun kokemusta ja tuntemusta valokuidun ja laajakaistojen tilanteesta Suomessa jo oli. Jatkoisin aiheeseen tutustumista eri näkökulmasta tällä kertaa. Luin aiheesta muun muassa Ylen ja Helsingin Sanomien uutisia, erilaisia tutkimuksia valokuidusta yleisesti ja viranomaisten, kuten valtioneuvoston ja liikenne- ja viestintäministeriön, julkaisuja. Tarkastelin lähteiden

tietoja tutkimuskysymyksiäni kautta ja otin tutkimukselleni oleellista tietoa ylös. Tutkimuskysymyksiäni kautta keskityin valokuidun ja nopeiden laajakaistojen tilanteeseen Suomessa.

5.2 Oman työskentelyn pohdiskelu

Tieteellistä tutkimusta tehdessäni olen pyrkinyt objektiivisuuteen ja ennakoasenteiden tiedostamiseen. Henkilökohtaisesti näen valokuidun saatavuuden ja käyttöönoton lisääntymisen tärkeänä, joten yritin tietoisesti olla mahdollisimman objektiivinen kuin vain pystyin. Tutkimustulokset kuitenkin osoittavat, että subjektiivisella mielipiteelläni on todistettavia perusteluja. Tutkimuksellani pystyin vastaamaan tutkimuskysymykseeni mielestäni tiiviisti ja perustellusti. Tutkimuskysymys oli, että toteutuvatko Marinin hallituksen laajakais-tatavoitteet koskien kattavan valokuituverkon rakentamista ja nopean laajakaistan saata-vuutta kaikille suomalaisille vuoteen 2025 mennessä. Kattavaa valokuituverkkoa ei tule rakentumaan Suomeen nykyisellä aikataululla, ja nopea laajakaista ei tule olemaan kaik-kien suomalaisten saatavilla vuoteen 2025 mennessä.

Johtopäätökseni perustuvat faktoihin Suomen laajakaistojen nykytilanteesta sekä ennus-teisiin, joita valokuidun ja mobiiliyhteyksien rakentamisen kehityksestä voi tehdä. Analy-soinnissa peilasin näitä hallituksen laajakaisatavoitteisiin.

Tutkimuksen tuloksia pystyttäisiin hyödyntämään laajakaistayhteyksiä koskevassa päätök-senteossa. Poliittisessa päätöksenteko tarvitsee pohjalleen jotakin konkreettista, kuten tie-teellistä tutkimusta. Toivon, että tämä tutkimus antaisi sen lukijalle ymmärrystä aiheesta, jotta mahdollisia muutoksia Suomen laajakaistojen kehityksessä voisi tapahtua.

Tästä tutkimuksesta ja sen tekemisestä oli myös hyötyä minulle. Olen aiemmin tehnyt kaksi lopputyötä humanistiselta alalta, joten lopputyön tekeminen tekniikan alalta antoi mi-nulle erilaisen kuvan tieteellisen tutkimuksen tekemisestä. Toisaalta tajusin, että myös tek-niikan ala on ihmisten ala, vaikka sen keskiössä on elottomat algoritmit, objektit, esineet ja laitteet. Valokuitu on tekniikka, joka kuljettaa dataa paikasta toiseen. Se on sen tehtävä, johon se on luotu. Mutta se, mihin tämä valokuitu laitetaan ja mihin sitä käytetään, on ih-misten tekemä päätös, johon vaikuttavat useat ei-elottomat asiat.

Tämän filosofisen havainnon lisäksi laajensin käsitystäni laajakaistan tilanteesta Suo-messa ja Suomen kehityssuunnista. Pystyn näkemään tulevaisuuden muutostrendit ja eri-laisten toimijoiden päätökset koskien laajakaistayhteyksiä eri näkökulmasta kuin aiemmin pystyin. En tiedä, onko tällä tutkimuksella mitään vaikutusta ammatilliseen kehittymiseeni,

sillä en näe itseäni suuntautumassa valokuitu- tai 5G-alalle. Tietotekniikan yhden osa-alueen laajempi tuntemus ei välttämättä ole turha asia, sillä käsitykseni on nyt laajentunut ja ymmärrän tiettyjä asioita paremmin.

5.3 Tutkimustulosten johtopäätökset

Tutkimuksessa on käsitelty Suomen tietoliikenneverkkoja, erityisesti valokuitu- ja mobiiliyhteyksiä. On havaittavissa selkeä, mobiiliyhteyksille suopeampi ero näiden tekniikoiden saatavuuden ja käyttöönoton välillä. Lisäksi tutkimuksessa on tarkasteltu, mitä vaikutuksia tällä eroavuudella voi olla Marinin hallituksen laajakaistatavoitteiden toteutumiseksi niin kuin ne ovat hallitusohjelmaan kirjattu. Hallitusohjelman tavoitteet eivät aina toteudu kokonaan tai niin kuin hallitus haluaisi. Ne luovat pohjan, joka ohjaa hallituksen toimintaa sen hallituskauden ajan.

Luvuissa 3.4 ja 4.2 kerrotut tulokset eivät olleet mielestäni yllättäviä, sillä hatarakin käsitys aiheesta antaa kuvan tilanteesta, jossa yksi laajakaistatekniikka on laajemmin saatavilla kuin toinen, ja siitä, miten tämä vaikuttaa tulevaisuuden kehityssuuntiin. Syvällisempi aiheen käsittely luvussa 3 antaa pohjaa johtopäätökselle, että hallituksen valokuitutavoitteet eivät nykyisellä aikataululla tule toteutumaan. Valokuidun rakentamiseen annettu tuki ei tule riittämään kasvattamaan valokuidun saatavuutta koko Suomessa, eikä isoilla teleoperaattoreilla ole kiinnostusta panostaa valokuiturakentamiseen. Lisäksi kaikki kunnat eivät ole halukkaita ryhtymään valokuituhankkeisiin. Luvun 4 käsittelemät asiat tukevat sitä johtopäätöstä, että digi-infrastrategian 100 Mbit/s:n tiedonsiirtonopeuden saatavuus kaikille suomalaisille ei tule toteutumaan vuoteen 2025 mennessä. Vuonna 2019 vähän yli puolella suomalaisista oli saatavilla nopea laajakaista, ja hallituksen tavoitteen mukaan tämä luku pitäisi olla lähempänä sataa prosenttia jo vuonna 2025. Nykyiset langattomien laajakaistojen yhteysnopeudet eivät aina ole sitä, mitä luvataan, joten vaikka paperilla jollakin alueella on nopean laajakaistan saatavuus, voi todellisuus olla kaukana luvatuista yhteysnopeuksista. Digi-infrastrategian tavoitteet 5G:n osalta ovat toteutumassa, ja sen vaikutus Suomen tulevalle kehitykselle on mahdollistettu erilaisin viranomaistoimenpitein.

Jos valtio lähtökohtaisesti yrittää edistää laajakaistayhteyksiä tasapuolisesti, tulee lopputulos olemaan se, että valokuituyhteyksien määrä pysyy alhaisempana samalla kun mobiiliyhteydet vievät suuremman markkinaosuuden teleoperaattoreiden panostaessa niihin. Kuten luvussa 4.1 tulee esille, mobiiliyhteyksien kattavuus ja laatu eivät aina ole sitä, mitä teleoperaattorit kertovat. Teleoperaattoreiden mukaan mobiililaajakaistat kattavat lähes sataprosenttisesti koko Suomen alueen. Yhteysnopeudet katvealueilla voivat kuitenkin olla heikkolaatuisia ja hitaita. Mobiiliyhteyksien varaan nojaaminen voi luoda tilanteen, jossa Suomen kehitys, joita hallituksen tavoitteet ilmentävät, jää jälkeen sellaisista maista,

joissa valokuidun käyttöönotto ja laajakaistojen laatutaso ovat korkeammalla. Samalla Suomi voi menettää valokuituyhteyksien tarjoamia hyötyjä. Lisäksi on perusteltua kysyä, miten teleoperaattorit voivat taata 5G:n lupaamat yhteysnopeudet, jos jo nyt 4G:n nopeudet eivät toteudu optimaalisella tavalla.

Hallituksen valokuitutavoitteet, tavoite teknologianeutraalisuudesta sekä tavoite tiedonsiirtonopeuksista ovat nykyisen tilanteen perusteella jäämässä toteutumatta halutulla tavalla. Suomi ei siis tule saavuttamaan tavoitettua tietoliikenneverkkojen kärkimaana, koska valokuidun saatavuus kuluttajapuolella pysyy alhaisena ja tavoite 100 Mbit/s:n saatavuudesta ei tule vuoteen 2025 mennessä toteutumaan. Maailmanlaajuisesti verrattuna Suomi on erilaisissa digitalisaatiota tutkivissa listauksissa kärkisijalla, mutta selkeänä vaarana on, että Suomi jää muista kärkimaista jälkeen juuri kiinteiden laajakaistayhteyksien osalta. Seuraavan sukupolven mobiiliteknologia 5G:n kohdalla Suomessa ollaan jo pitkällä. Se tulee mahdollistamaan tulevaisuuden teknologiset kehitykset, kuten robotisaation ja automatisaation, mutta se tarvitsee kuitenkin valokuitua toimiakseen kunnolla ja kaikkialla.

Tavoite kattavan valokuituverkon rakentamisesta koko maahan on kunniahimoinen, mutta Suomi on selvästi jäämässä jälkeen tästä tavoitteesta. Kuten kappaleessa 3.2 kerrotaan, eräs liikenne- ja viestintäministeriön osastopäällikkö myöntää, että viiden miljoonan euron tuki muutaman vuoden tukikaudelle ei tule riittämään. Finnet-liiton arvion mukaan laajakaistahanke tulisi tarvitsemaan jopa miljardin euron investoinnit. Esimerkiksi Ruotsissa investoidaan samalle ajanjaksolle noin 20 miljoonaa euroa. Ruotsin tavoitteet ovat myös kunniahimoisemmat kuin Suomen: 1 Gbit:n nopeus 98 %:lle väestöstä vuoteen 2025 mennessä, kun Suomessa tavoitellaan 100 Mbit:n nopeutta. Eli Ruotsin nopeustavoite on kymmenkertainen Suomen nopeustavoitteeseen verrattuna.

Vuonna 2019 Suomessa oli 100 Mbit/s:n yhteys saatavilla noin kahdella kolmasosalla väestöstä. Vuoteen 2025 mennessä tämän luvun pitäisi olla lähempänä sataa prosenttia, jotta Suomi täyttäisi tavoitteensa laajakaistojen yhteysnopeuksille. Suomelle voi jäädä investointivelkaa, jonka purkaminen tulevaisuudessa voi olla kalliimpaa kuin mitä valokuiturakentamiseen ja laajakaistoihin investoiminen olisi alkujaan ollut.

Hallituksen tavoite teknologianeutraalisuudesta on myös kyseenalainen. Langattomaan teknologiaan perustuvat laajakaistayhteydet ovat selvästi viemässä suuremman osuuden kuluttajien laajakaistayhteyksistä. Se on teleoperaattoreiden päätös keskittyä paremmin tuottaviin mobiilyhteyksiin, kuten esimerkiksi teleoperaattori Elisa on kertonut. Vaikka tämä on vapaassa markkinataloudessa ymmärrettävä asia, on Suomen kaltaisessa hyvin-

vointiyhteiskunnassa varmistettava se, että markkinat ja teknologinen kehitys eivät vi-
noudu ja että yhden teknologian monopoliasemaa ei kehittyisi. Jotta laajakaistatavoitteet
toteutuisivat, pitäisi hallituksen tehdä asian eteen konkreettisia toimia, kuten lisätä valokui-
turakentamisen tukimäärää, helpottaa tuen saamista sekä kannustaa kuntia ryhtymään
valokuituhankkeisiin. 2020-luvun jatkuvana trendinä on nähtävissä 5G-verkkojen laajentu-
minen teleoperaattoreiden toimesta, kun taas valokuituverkkojen rakentuminen on pie-
nempien toimijoiden ja julkisen tuen varassa. Teknologianeutraalisuus koskee myös vain
mobiiliyhteyksien käyttämien tukiasemien ja käyttäjien päätelaitteiden välistä yhteyttä, sillä
tukiasemat tarvitsevat toimiakseen valokuituverkon alleen.

5.4 Tutkimustulosten pohdinta

Tutkimuksessa sain selville sen, että Marinin hallituksen valokuitutavoitteet eivät tule to-
teutumaan hallituksen haluamalla tavalla sen vähäisten toimien takia ja että hallituksen ta-
voite 100 Mbit/s:n saatavuudesta kaikille suomalaisille ei tule toteutumaan vuoteen 2025
mennessä. Hypoteesini oli, että Marinin hallituksen laajakaistatavoitteille on vaikutusta
sillä, että langattomiin laajakaistayhteyksiin panostetaan enemmän kuin kiinteisiin, ja sillä,
että langattomilla laajakaistayhteyksillä on ylivoimaisempi markkinaosuus kuluttajapuol-
lella. Kattavaa valokuituverkkoa koko maahan ei saada rakentamisella, joka toteutetaan
vähäisellä julkisella tuella. Mitä enemmän isot teleoperaattorit rakentavat ja markkinoivat
mobiiliyhteyksiä ja varsinkin 5G-yhteyksiä, sitä halvempia niistä tulee ja sitä kalliimpana va-
lokuituyhteyden hankkiminen kuluttajalle pysyy. Pelkästään mobiiliyhteyksiin nojautumi-
nen Suomen laajakaistanopeuksien toteuttajana ei auta hallitusta saavuttamaan tavoitet-
taan 100 Mbit/s:n yhteysnopeuden saatavuudesta kaikille suomalaisille vuoteen 2025
mennessä. Mobiiliyhteydet eivät tällä hetkellä toteuta lupaamia nopeuksia ja yhteydet
voivat paikoin takkuilla. 5G:n saatavuus ja käyttöönotto lisääntyy, mutta se keskittyy sellai-
sille alueille, joilla jo ennestään on nopeat yhteydet. Kaikkialle ulottuvaa 5G-verkkoa tai
muutakaan mobiiliverkkoa ei tule vuoteen 2025 mennessä olemaan Suomessa.

Hypoteesin lisäksi halusin saada jonkinlaisen käsityksen siitä, millaisia yhteiskunnallisia
vaikutuksia tällä tilanteella ja kehityksellä voi olla Suomen tulevaisuudelle digitaalisena tie-
toyhteiskuntana. Yksi esiin tuleva yhteiskunnallinen vaikutus laajakaistateknologian kehi-
tyksen epätasa-arvoisella leviämisellä voi olla sosiaalinen ja alueellinen eriarvoistuminen.
Kaikki suomalaiset eivät nauti eivätkä tule nauttimaan samanlaisista yhteysnopeuksista.
Luvussa 3.1 tuli jo esille, miten laajakaistan ja valokuidun saatavuudessa on maakunnit-
tain, kuntatyypeittäin ja rakennustyypeittäin suuria eroja. Tällöin vaarana on, että tietyt alu-
eet ja tietyt ryhmät jäävät kehityksestä jälkeen. Voi olla, että ne ihmiset, jotka tästä kehi-
tyksestä eniten hyötyisivät, jäisivät sen ulkopuolelle.

Suomea pidetään kansainvälisellä tasolla yhtenä digitalisaation ja tietotekniikan kärkimaista, mutta vaarana on, että muut kärkimaat menevät Suomesta ohi, kuten esimerkiksi naapurimaa Ruotsi. On perusteltua kysyä, tuleeko langattomien laajakaistayhteyksien raja jossakin vaiheessa vastaan. Näitä vaikutuksia on nyt hankala nähdä, koska tällainen kehitys tarvitsee vuosikymmeniä, jotta sen lopulliset vaikutukset olisivat havaittavissa. Muilla kärkimailla on kuitenkin eri näkemys asiasta, kuten Ruotsin kohdalla. Ruotsi näkee valokuidun tärkeyden ja panostaa sen rakentamiseen julkisella tuella ja päätöksenteolla paljon enemmän kuin Suomi. Voi kysyä, tuleeko valokuituyhteyksien rakentamisesta tulevaisuudessa lopulta niin kalliita, että kun tajutaan virhe, on virheen korjaamisen tarvittavien muutosten lasku suurempi kuin mitä se olisi ollut, jos olisi alusta asti kehitetty molempia laajakaistayhteyksiä samanaikaisesti ja tasapuolisesti.

5G on tulevaisuuden taloudellisten ja teknologisten kehityssuuntien mahdollistaja ja edesauttaja. Sen vaikutus maiden ja maailman talouteen tulee olemaan suuri jo 2020-luvulla, kuten luvussa 2.1 kerrottiin. Se tulee luomaan uusia toimintamalleja ja uudenlaista arvoa sekä lisäämään teknologista kehitystä ja digitalisaatiota. Kääntöpuolella, valokuidun saatavuuden ja käyttöönoton alhaisella määrällä, tulee olemaan myös taloudellisia vaikutuksia, mutta negatiivisia sellaisia. Ongelma valokuituyhteyksien rakentamisessa, kuten normaalisti isoissa julkisissa investoinneissa, on se, että sen tuottama hyöty ja lisäarvo ei näy heti, vaan vasta vuosien päästä. Valokuitu pysyy toimintakelpoisena jopa 50 vuoden ajan, kun taas langattomat laajakaistat kehittyvät koko ajan ja vanhoja tekniikoita täytyy vaihtaa uusiin.

Valokuitu- ja 5G-verkkojen kattavuuden paraneminen on edellytyksenä digitalisaation hyödyntämiselle monipuolisemmin. Jotta Suomella olisi kattavat ja tehokkaat tietoliikenneyhteydet, sekä kiinteitä että langattomia laajakaistayhteyksiä tarvitaan. Mobiililaajakaista on ainut tietoliikenneyhteys, joka nimensä mukaisesti toimii liikenteessä. Mobiilia voi myös käyttää sellaisissa tilanteissa, joissa valokuitu olisi hankala toteuttaa, kuten tehdasympäristössä. Valokuitu on kuitenkin pysyvänä ja liikkumattomana tekniikkana ylivoimaisempi, kustannustehokkain sekä luotettavin ratkaisu. Jo vuonna 2020 alkanut koronapandemia osoitti, miten Suomessa laajakaistayhteyksien saatavuuden ja kapasiteetin vaatimusten toteuttaminen ovat elinehto toimivalle yhteiskunnalle. Niiden rakentamiseen ja kehittämiseen pitää panostaa.

Lisätutkimukselle tästä aiheesta on mielestäni tarvetta, jotta tekemieni johtopäätösten pitävyyden varmistetaan. Varsinkin määrällinen ja tilastollinen tutkimus on tarpeen. Lisäksi teleoperaattoreiden verkkojen todellinen peitto pitäisi tarkistaa, vaatimuksia kiristää sekä

mittaustapoja muuttaa, jotta mobiiliverkkojen tilanteesta saadaan oikeanlainen kuva. Lisäksi tarvitaan puolueeton selvitys korona-ajan yhteysnopeuksista. Näiden kautta hallitus pystyisi tekemään paremmin kohdennettuja päätöksiä. Viranomaiset olisivat myös paremmin tietoisia tietoliikenneyhteyksien aidosta tilanteesta, jotta vaadittavia korjauksia pystyttäisiin tekemään.

Lähteet

Broadband Communities Magazine 2019. Municipal Fiber in Sweden. Luettavissa: <https://www.bbcmag.com/community-broadband/municipal-fiber-in-sweden>. Luettu: 11.02.2021.

Eduskunta 2020. Valiokunnan mietintö LiVM 16/2020 vp HE 98/2020 vp. Luettavissa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/LiVM_16+2020.aspx. Luettu: 06.02.2021.

Eta 2019a. Eta: Digitalisaatio koettelee resurssien riittävyyttä. Luettavissa: <https://www.eta.fi/ajankohtaista/eta-digitalisaatio-koettelee-resurssien-riittavyytta/>. Luettu: 11.02.2021.

Eta 2020a. Digitaalitalous kasvaa nyt verkkokaupan myötä Suomessakin ja haastaa verojärjestelmän. Luettavissa: <https://www.eta.fi/ajankohtaista/digitaalitalous-kasvaa-nyt-verkkokaupan-myota-suomessakin-ja-haastaa-verojarjestelman/>. Luettu: 11.02.2021.

Eta 2020b. Energy and Electricity Consumption of the Information Economy Sector in Finland. Luettavissa: <https://www.eta.fi/julkaisut/energy-and-electricity-consumption-of-the-information-economy-sector-in-finland/>. Luettu: 11.02.2021.

FiCom 2020a. Kiinteiden ja mobiilien laajakaistaliittymien määriä. Luettavissa: <https://www.ficom.fi/ict-ala/tietopankki/viestintaverkot-tietopankki/kiinteja-ja-mobiili-laajakaista/kiinteiden-ja-mobiilien-laajakaistaliittymien-maaria/>. Luettu: 29.01.2021.

FiCom 2020b. Laajakaistaliittymien saatavuus. Luettavissa: <https://www.ficom.fi/ict-ala/tietopankki/viestintaverkot-tietopankki/kiinteja-ja-mobiili-laajakaista/laajakaistaliittymien-saatavuus/>. Luettu: 29.01.2021.

FiCom 2020c. Yritysten laajakaistaliittymät. Luettavissa: <https://www.ficom.fi/ict-ala/tietopankki/viestintaverkot-tietopankki/kiinteja-ja-mobiili-laajakaista/yritysten-laajakaistaliittymat/>. Luettu: 31.01.2021.

FiCom 2021. 5G-palveluita tarjolla jo yli 80 paikkakunnalla, joka kolmas suomalainen asuu DNA:n 5G-verkon alueella – rakentamista ohjaa verkkodata. Luettavissa: <https://www.ficom.fi/ajankohtaista/jaseniston-tiedotteet/5g-palveluita-tarjolla-jo-yli-80-paikkakunnalla-joka-kolmas-suomalainen-asuu-dnan-5g-verkon-alueella-rakentamista-ohjaa-verkkodata/>. Luettu: 07.02.2021.

Finnet 2020a. Finnet-ryhmä investoi valokuituyhteyksiin puoli miljardia euroa. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/finnet-ryhma-investoi-valokuituyhteyksiin-puoli-miljardia-euroa/>. Luettu: 05.02.2021.

Finnet 2020b. Alueen vetovoima on valokuidun varassa. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/alueen-vetovoima-on-valokuidun-varassa/>. Luettu: 13.02.2021.

Finnet 2020c. Tuudittaudummeko näennäisesti hyvään mobiiliverkkoon ja laiminlyömme valokuituverkon rakentamisen? Luettavissa: <http://www.finnet.fi/suomen-mobiiliverkko/>. Luettu: 13.02.2021.

Finnet 2020d. Paikalliset toimijat tulevaisuuden rakentajia. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/paikalliset-toimijat-tulevaisuuden-rakentajia/>. Luettu: 13.02.2021.

Finnet 2020e. Kiinteä laajakaista on kiinteä syystä. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/kiinteä-laajakaista-on-kiinteä-syystä/>. Luettu: 13.02.2021.

Finnet 2020g. Laajakaistarakentamisen vino tukiesitys heikentää haja-asutusalueiden elinvoimaa. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/laajakaistarakentamisen-tukiesitys-heikentää-elinvoimaa/>. Luettu: 13.02.2021.

Finnet 2021a. Huippunopea valokuitu täyttää tulevaisuuden tarpeet. Luettavissa: <http://www.finnet.fi/valokuitu/>. Luettu: 05.02.2021.

Helsingin Sanomat 2019. HS-analyysi: Googlen mittavat investoinnit Haminaan palautuvat Suomen talouden polttavimpaan kysymykseen. Luettavissa: <https://www.hs.fi/talous/art-2000006245952.html>. Luettu: 25.02.2021.

Helsingin Sanomat 2020a. Dna: 5g kiihdyttää mobiilidatan käyttöä entisestään, myös pandemia lisäsi tarvetta nopeille yhteyksille. Luettavissa: <https://www.hs.fi/talous/art-2000006676404.html>. Luettu: 09.02.2021.

Helsingin Sanomat 2020b. Voittajana ei aina selviä nopein tai vahvin, vaan sopeutuvaisin, sanoo Elisan Asko Käsälä – hänen oppinsa olivat keskeisiä, kun Suomesta tehtiin rajatoman mobiilidatan maa. Luettavissa: <https://www.hs.fi/talous/art-2000006698713.html>. Luettu: 09.02.2021.

Helsingin Sanomat 2020c. Nokia: Suomalaiset yritykset ovat yhdysvaltalaisia jäljessä 5g-tekniikassa. Luettavissa: <https://www.hs.fi/talous/art-2000006666929.html>. Luettu: 09.02.2021.

Helsingin Sanomat 2020d. 5g-puhelimet kiinnostavat nyt monia, mutta kuka sellaisesta hyötyy? Katso, onko sinun kotipaikkakunnallasi 5g-verkko. Luettavissa: <https://www.hs.fi/teknologia/art-2000006643333.html>. Luettu: 09.02.2021.

Helsingin Sanomat 2020e. Monen kodin netti pätkee nyt poikkeuksellisen paljon – Asiantuntija kertoo kymmenen keinoa, joilla kuka tahansa voi virittää nettiyhteydestään nopeamman. Luettavissa: <https://www.hs.fi/teknologia/art-2000006461919.html>. Luettu: 09.02.2021.

Helsingin Sanomat 2021. Koronavuosi ei hetkauttanut teollisuusjättejä, ja Elisa hyötyi pandemiasta. Luettavissa: <https://www.hs.fi/talous/art-2000007769442.html>. Luettu: 09.02.2021.

Honkaniemi, T. & Luoto, I. 2016. Paikallisuus ja digitalisaatio. Valokuituverkkojen merkitys maaseutualueiden kehittämisessä. Luettavissa: https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-721-7.pdf. Luettu: 06.02.2021.

Hämeen Sanomat 2018. Uusi keksintö päästää radioaallot sisälle "antenni-ikkunasta" – 5G saattaa pahentaa kuuluvuusongelmia. Luettavissa: <https://www.hameensanomat.fi/kanta-hame/uusi-keksinto-paastaa-radioaallot-sisalle-antenni-ikkunasta-5g-saattaa-pahentaa-kuuluvuusongelmia-2-186422/>. Luettu: 19.02.2021.

Iltalehti 2017. Valtion laajakaistahanke floppasi - miljoonia veroeuroja pumpataan maaseudulle. Luettavissa: <https://www.iltalehti.fi/politiikka/a/201709262200418290>. Luettu: 24.02.2021.

Kiinteistöposti 2019. Taloyhtiön liittäminen valokuituverkkoon on yhtiökokouksen päätös. Luettavissa: <https://www.kiinteistoposti.fi/taloyhtion-liittaminen-valokuituverkkoon-on-yhtiokokouksen-paatos/>. Luettu: 19.02.2021.

Kotimikro 2018. Kuinka internet toimii? Luettavissa: <https://kotimikro.fi/internet/kuinka-internet-toimii>. Luettu: 04.02.2021.

Laajakaistainfo.fi 2020. Valitse laajakaistan tekniikka tarpeen ja alueen mukaan. Luettavissa: <https://www.maaseutu.fi/laajakaistainfo/laajakaistaa-rakentamaan-vinkit-ja-kaytan-non-ohjeet/valitse-laajakaistan-tekniikka-tarpeen-ja-alueen-mukaan2>. Luettu: 19.02.2021.

Laki laajakaistarakentamisen tuesta 30.12.2020/1262.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2015. Laajakaistan yleispalveluun lisää vauhtia. Luettavissa: <https://www.lvm.fi/-/laajakaistan-yleispalveluun-lisaa-vauhtia-796057>. Luettu: 06.02.2021.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2021. Verkot. Luettavissa: <https://www.lvm.fi/verkot>. Luettu: 04.02.2021.

Regeringskansliet 2020. Regeringen beslutar om 200 miljoner för fortsatt bredbandsutbyggnad på landsbygden. Luettavissa: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/05/regeringen-beslutar-om-200-miljoner-for-fortsatt-bredbandsutbyggnad-pa-landsbygden/>. Luettu: 16.02.2021.

RIL 2019. NOPEISSA KUITUYHTEYKSISSÄ ON REILUSTI PARANNETTAVAA. Luettavissa: <https://www.ril.fi/fi/alan-kehitys-2/roti-2021/blogi/nopeissa-kuituyhteyksissa-on-reilusti-parannettavaa>. Luettu: 06.02.2021.

Sitra 2019. REILUN DATATALOUDEN TIEKARTTA. Luettavissa: <https://media.sitra.fi/2019/06/12151340/reilun-datatalouden-tiekartta.pdf>. Luettu: 25.02.2021.

Suomen Kuntaliitto 2020. MAASEUDUN VALOKUITU- INVESTOINNIT. Selvitys maaseudun valokuiturakentamisen tilanteesta ja toteutusmalleista sekä valokuidun saatavuuden vaikutuksesta väestönkehitykseen. Luettavissa: https://www.researchgate.net/publication/340384775_MAASEUDUN_VALOKUITU-_INVESTOINNIT_Selvitys_maaseudun_valokuiturakentamisen_tilanteesta_ja_toteutusmalleista_seka_valokuidun_saatavuuden_vai- kutuksesta_vaestonkehitykseen. Luettu: 19.02.2021.

Suomi tarvitsee kuitua 2021a. 9 faktaa valokuidusta. Luettavissa: <https://www.suomitarvitseekuitua.fi/fi/valokuitufaktat/9-faktaa-valokuidusta/>. Luettu: 07.02.2021.

Suomi tarvitsee kuitua 2021b. Valokuidulla nykYTEKNOLOGIAN HYÖDYT KÄYTTÖÖN. Luettavissa: <https://www.suomitarvitseekuitua.fi/fi/valokuitufaktat/valokuidulla-nykyteknologian-hyodyt-kayttoon/>. Luettu: 07.02.2021.

Tefficient 2020. The growth in mobile data wasn't stopped by a pandemic. Luettavissa: <https://tefficient.com/wp-content/uploads/2020/12/tefficient-industry-analysis-4-2020-mobile-data-usage-and-revenue-1H-2020-per-country-27-Dec.pdf>. Luettu: 30.01.2021.

Telia 2021. Liityntäverkko. Luettavissa: <https://www.telia.fi/operaatoreille/tuotteet-ja-palvelut/verkottaminen/liityntaverkko>. Luettu: 04.02.2021.

Traficom 2019a. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/viestintapalvelujen-kuluttajatutkimus>. Luettu: 30.01.2021.

Traficom 2019b. Oikeutesi viestinnän peruspalveluihin. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/viestinta/laajakaista-ja-puhelin/oikeutesi-viestinnan-peruspalveluihin>. Luettu: 21.03.2021.

Traficom 2020a. Kiinteän verkon laajakaistasaatavuus. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/kiintean-verkon-laajakaistasaatavuus>. Luettu: 30.01.2021.

Traficom 2020b. Matkaviestinverkon laajakaistapalvelujen peittoalueet. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/matkaviestinverkon-laajakaistapalvelujen-peittoalueet>. Luettu: 30.01.2021.

Traficom 2020c. 5G. Luettavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/5G%20Suomessa_20201229.pdf. Luettu: 04.02.2021.

Traficom 2020d. Teletoiminnan investoinnit. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/teletoiminnan-investoinnit>. Luettu: 05.02.2021.

Traficom 2020e. Liikenne- ja viestintäviraston valokuitukatsaus. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Liikenne-%20ja%20viestint%C3%A4viraston%20valokuitukatsaus.pdf>. Luettu: 12.02.2021.

Traficom 2020f. Nettiyhteyden nopeuteen ja laatuun vaikuttavat tekijät. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/viestinta/laajakaista-ja-puhelin/nettiyhteyden-nopeuteen-ja-laatuun-vaikuttavat-tekijat>. Luettu: 17.04.2021.

Traficom 2021a. Uusi laajakaistatukihanke tukee huippunopeiden verkkojen rakentamista 2021 alkaen. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/nopea-laajakaista>. Luettu: 04.02.2021.

Traficom 2021b. Miksi 5G:n aika on nyt? Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/miksi-5gn-aika-nyt>. Luettu: 08.02.2021.

Valokuitunen 2021. Usein kysytyt kysymykset. Luettavissa: <https://www.valokuitunen.fi/s/artikkeli/usein-kysytyt-kysymykset?language=fi>. Luettu: 07.02.2021.

Valtioneuvosto 2018. Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025. Luettavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161066/LVM_10_2018_Suomi_tietoliikenneverkkojen_karkimaaksi_Digitaalisen_infrastruktuurin_strategia.pdf. Luettu: 06.02.2021.

Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019: Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Luettavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Luettu: 05.02.2021.

VTT 2020. Mobiiliverkot. Luettavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/mobiiliverkot>. Luettu: 17.02.2021.

Wikipedia 2017. Tiedonsiirtonopeus. Luettavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedonsiirtonopeus>. Luettu: 17.04.2021.

Wikipedia 2020a. Laajakaista (Internet-yhteys). Luettavissa: [https://fi.wikipedia.org/wiki/Laajakaista_\(Internet-yhteys\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Laajakaista_(Internet-yhteys)). Luettu: 07.02.2021.

Wikipedia 2020b. 4G. Luettavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/4G>. Luettu: 19.02.2021.

Wikipedia 2021. Internet access. Luettavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_access. Luettu: 19.02.2021.

Yle 2014. "4G-verkkojen markkinointi on epärealistista" – ministeriö ei ole valmis kuoppamaan valokuitua. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-7361024>. Luettu: 24.02.2021.

Yle 2017a. Vain keskustat kiinnostavat valokuituverkkojen rakentajia – jopa miljoona kotitaloutta jäämässä väliinpuotoajiksi. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9925216>. Luettu: 24.02.2021.

Yle 2017b. Kylät talkoilevat valokuituverkkoja teleoperaattoreiden hyväksi. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9803954>. Luettu: 24.02.2021.

Yle 2018a. Kymppitonniennettiliittymä: käsikirjoitus. Luettavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/11/12/kymppitonniennettiliittyma-kasikirjoitus>. Luettu: 19.02.2021.

Yle 2018b. Maaseudulla huippunopea kiinteä liittymä voi maksaa kymppitonneja - kuka sellaista tarvitsee, kun langaton 4G on jo lähes jokaisella? Luettavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/11/12/maaseudulla-huippunopea-kiintealiittyma-voimak-saa-kymppitonneja-kuka>. Luettu: 21.03.2021.

Yle 2019a. Sääennusteiden tarkkuus on vaarassa? 5G-teknologia uhkaa. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11111437>. Luettu: 09.02.2021.

Yle 2019b. Valokuitu vai 5G? Kysyimme DNA:lta, Elisalta ja Telialta, miksi kuluttajille myydään nyt kallista kuitua nettiyhteydeksi, jos kohta kaikilla on 5G. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10967677>. Luettu: 24.02.2021.

Yle 2020a. Harakka: Suomi ei ole kieltämässä Huaweiin tuotteita tietoverkoista – "Uusi 5G-laki maailman tiukin ilman laitetoimittajien nimeämistäkin". Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11607121>. Luettu: 09.02.2021.

Yle 2020b. Nokia: 5G-teknologia voi lisätä rajusti maailman bruttokansantuotetta. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11590317>. Luettu: 09.02.2021.

Yle 2020c. 5G-kännyköitä ja -nettiä kaupataan jo, vaikka verkon rakentaminen on vasta alussa – professori kyseenalaistaa 5G:n hyödyt puhelinkäytössä. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11191886>. Luettu: 09.02.2021.

Yle 2020d. 4G-yhteydet ovat hitaampia kuin muutama vuosi sitten ja paikalliset erot ovat valtavia – Katso, kuinka nopea nettiyhteys on kotikunnassasi. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11174191>. Luettu: 09.02.2021.

Yle 2021a. 5G-verkko puhuttaa enemmän kuin aiemmat – Säteilyturvakeskuksen mukaan säteilyn raja-arvojen ja terveyshaittojen välille jää reilu turvaväli. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11757881>. Luettu: 08.02.2021.

Yle 2021b. Venäjän taajuudet eivät olekaan este – nyt 5G-verkon rakentajat lupaavat loistyhteydet itärajalles. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11794425>. Luettu: 19.02.2021.