

# Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi

## – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025

The logo consists of the letters 'LVV' in a bold, white, sans-serif font. The 'V's are stylized with a triangular shape at their base.

LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ



Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 10/2018

# Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi

– Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025

Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki 2018

Liikenne- ja viestintäministeriö

ISBN PDF: 978-952-243-556-9  
Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö  
Julkaisutuotanto

Helsinki 2018

## Kuvailulehti

Julkaisija	Liikenne- ja viestintäministeriö	1.10.2018	
Tekijät	Sini Wirén, Katariina Vuorela, Tanja Müller, Kaisa Laitinen		
Julkaisun nimi	Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 10/2018		
Diaari/hankenumero	LVM064:00/2017	Teema	
ISBN PDF	978-952-243-556-9	ISSN PDF	1795-4045
URN-osoite	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9</a>		
Sivumäärä	38	Kieli	suomi
Asiasanat	laajakaistaverkot, taajuusalueet, viestintäverkot		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Digitaalisen infrastruktuurin strategiassa määritellään Suomelle teknologianeutraalit laajakaistatavoitteet vuodeksi 2025 sekä keinot näiden saavuttamiseksi. Strategiassa on huomioitu niin elinkeinoelämän kuin kuluttajienkin tarpeet.</p> <p>Strategia sisältää toimenpiteitä sekä 5G:n käyttöönoton edistämiseksi että valokuiturakentamisen tukemiseksi. Lisäksi strategiassa on tunnistettu keskeisiä palveluiden ja olemassa olevan infrastruktuurin digitalisointiin liittyviä haasteita ja tietotarpeita, jotka ovat merkityksellisiä esimerkiksi automatisoituvan liikenteen kannalta. Strategia vastaa globaaleihin kehityssuuntiin, kuten lisättyyn todellisuuteen, esineiden internetiin, automaatioon, tekoälyyn ja koneiden väliseen viestintään. Laadukkaat ja toimintavarmat laajakaistaverkot muodostavat alustan näille palveluille sekä uusille innovaatioille.</p> <p>Strategiassa esitetyt toimenpiteet liittyvät muun muassa 5G-verkkojen rakentamiseen ja taajuuspolitiikkaan, verkkojen lupa- ja rakentamisenettelyjen sujuvoittamiseen, markkinoiden toimivuuden edistämiseen ja tutkimuksen ja innovaation tukemiseen.</p>			
Kustantaja	Liikenne- ja viestintäministeriö		
Julkaisun myynti/jakaja	Sähköinen versio: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Julkaisumyynti: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		

## Presentationsblad

Utgivare	Kommunikationsministeriet	1.10.2018	
Författare	Sini Wirén, Katariina Vuorela, Tanja Müller, Kaisa Laitinen		
Publikationens titel	Finland – ett ledande land inom datakommunikationsnät – Strategi för digital infrastruktur 2025		
Publikationsseriens namn och nummer	Kommunikationsministeriets publikationer 10/2018		
Diarie-/projektnummer	LVM064:00/2017	Tema	
ISBN PDF	978-952-243-556-9	ISSN PDF	1795-4045
URN-adress	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9</a>		
Sidantal	38	Språk	finska
Nyckelord	bredbandsnät, frekvensområden, kommunikationsnät		
Referat	<p>I strategin för digital infrastruktur fastställs teknikneutrala mål för Finlands bredbandsförbindelser år 2025 samt metoder för att uppnå målen. Både näringslivets och konsumenternas behov beaktas i strategin.</p> <p>Strategin innefattar åtgärder för att främja införandet av 5G-nät och byggandet av fiberoptiska nät. Dessutom identifieras i strategin sådana viktiga utmaningar och informationsbehov vid digitaliseringen av tjänsterna och den befintliga infrastrukturen som är betydelsefulla till exempel med tanke på utvecklingen av automatiserade transporter. Strategin är ett svar på globala trender som till exempel förstärkt verklighet, sakernas internet, automatisering, artificiell intelligens och kommunikation mellan maskiner. Högklassiga och funktionssäkra bredbandsnät skapar en plattform för dessa tjänster och nya innovationer.</p> <p>I strategin presenteras åtgärder för bland annat utbyggnaden av 5G-nät, frekvenspolitik i samband med 5G-nät, smidigare tillstånds- och byggförfarande, främjande av marknadernas funktion och stöd av forskning och innovation.</p>		
Förläggare	Kommunikationsministeriet		
Beställningar/ distribution	Elektronisk version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Beställningar: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		

## Description sheet

Published by	Ministry of Transport and Communications	1.10.2018	
Authors	Sini Wirén, Katariina Vuorela, Tanja Müller, Kaisa Laitinen		
Title of publication	Turning Finland into the world leader in communications networks – Digital infrastructure strategy 2025		
Series and publication number	Publications of the Ministry of Transport and Communications 10/2018		
Register number	LVM064:00/2017	Subject	
ISBN PDF	978-952-243-556-9	ISSN PDF	1795-4045
Website address URN	<a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9">http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-556-9</a>		
Pages	38	Language	Finnish
Keywords	broadband networks, frequency bands, communication networks		
<p><b>Abstract</b></p> <p>The digital infrastructure strategy specifies Finland's technology-neutral broadband objectives for 2025 and the means by which they will be achieved. The needs of both business and consumers have been taken into consideration in the strategy.</p> <p>The strategy contains measures for promoting the implementation of 5G and supporting optical fibre construction. The strategy also identifies key challenges facing the digitalisation of services and existing infrastructure as well as data needs, which are crucial to, for example, automated transportation. The strategy is in line with global development trends, such as augmented reality, the Internet of Things, automation, artificial intelligence and M2M communication. High quality and reliable communication networks pave the way for these services and new innovations.</p> <p>The measures proposed in the strategy involve, among other things, the construction of 5G networks and frequency policy, streamlining network permit and construction procedures, promoting market functionality, and supporting research and innovation.</p>			
Publisher	Ministry of Transport and Communications		
Publication sales/ Distributed by	Online version: <a href="http://julkaisut.valtioneuvosto.fi">julkaisut.valtioneuvosto.fi</a> Publication sales: <a href="http://julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi">julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi</a>		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>8</b>
1.1	Nykytila.....	8
1.1.1	Langaton laajakaista.....	8
1.1.2	Kiinteä laajakaista.....	10
1.2	Tulevaisuuden tarpeet.....	11
1.2.1	Palveluiden ja teknologian kehitys.....	11
1.2.2	Tulevaisuuden tarpeet eri sektoreilla.....	14
<b>2</b>	<b>Strategian visio ja tavoitteet</b> .....	<b>17</b>
2.1	Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi.....	17
2.2	Tavoitteet.....	17
<b>3</b>	<b>Strategian toimenpiteet</b> .....	<b>19</b>
3.1	5G-verkkojen rakentumisen edistämiseen liittyvät taajuuspoliittiset toimenpiteet.....	19
3.1.1	Otetaan taajuusalue 3,5 GHz langattoman laajakaistan käyttöön vuoden 2019 alusta.....	22
3.1.2	Otetaan osa 26 GHz:n taajuusalueesta käyttöön vuoden 2018 aikana ja koko taajuusalue käyttöön vuonna 2020.....	23
3.2	Verkkojen kustannustehokkaan ja nopean rakentamisen edistäminen.....	24
3.2.1	Kehitetään lupamenettelyjä yhden luukun periaatteen mukaisesti.....	25
3.2.2	Edistetään passiivisen infrastruktuurin rakentamista sähkön maakaapeloinnin yhteydessä.....	26
3.2.3	Edistetään tukiasemien sijoittamista valtion omistamille alueille.....	27
3.2.4	Edistetään verkkojen yhteisrakentamista ja -käyttöä sekä johtotietojen turvallisuutta.....	27



3.2.5	Tuetaan kuntien lupamenettelyjen kehittämistä sekä kannustetaan kuntia ottamaan käyttöön uusia rakentamistekniikoita .....	28
3.3	Investointien ja rahoituksen riittävyyden varmistaminen .....	28
3.3.1	Edistetään WiFi4EU-rahoituksen käyttöä kunnissa .....	29
3.4	Markkinoiden toimivuuden edistäminen .....	29
3.4.1	Edistetään avoimia verkkoja ja kilpailun syntymistä alueellisesti.....	30
3.4.2	Edistetään passiivisen infrastruktuurin vuokraamista .....	31
3.4.3	Edistetään huippunopeiden yhteyksien kysyntää .....	31
3.5	Tutkimuksen ja innovaation tukeminen .....	32
3.5.1	Jatketaan testaus- ja innovaatiohankkeiden tukemista ja mahdollistamista .....	33
3.5.2	Jatketaan radiolupien myöntämistä tuotekehitykseen ja testaukseen .....	34
3.5.3	Edistetään innovatiivisia julkisia hankintoja .....	35
3.6	Älyliikenteen ja liikenteen automaation kehittymisen tukeminen verkkopoliitikalla .....	35
3.6.1	Arvioidaan älyliikenteen tarpeita matkaviestinverkoille 5G-verkkojen käyttöoikeusehtoja valmisteltaessa .....	37
3.6.2	Edistetään kiinteän laajakaistan saatavuutta autonomisen liikenteen tarpeisiin .....	37

# 1 Johdanto

Laadukkaat ja toimintavarmat laajakaistaverkot ja niiden kautta välitetty digitaalinen tieto muodostavat alustan uusille palveluille ja innovaatioille. Digitaalisen infrastruktuurin strategialla on tarkoitus varmistaa, että digitaalinen infrastruktuuri mahdollistaa asumisen, työskentelyn ja yritystoiminnan kaikkialla Suomessa. Strategialla vastataan globaaleihin kehityssuuntiin kuten tekoälyn, datatalouden, automaation ja robotisaation, esineiden internetin sekä virtuaaliodellisuuden kasvavaan rooliin tulevaisuuden sovelluksissa ja palveluissa. Strategian valmistelussa on arvioitu, minkälaisia mahdollistavia viranomaistoimenpiteitä tulevaisuuden kehitystä palvelevien verkkojen kysynnän ja tarjonnan kehittyminen sekä innovaatioiden edistäminen edellyttää.

Strategian tavoitteissa ja toimenpiteissä on huomioitu niin elinkeinoelämän kuin kuluttajienkin tarpeet. Strategia sisältää toimenpiteitä sekä 5G:n käyttöönoton edistämiseksi että valokuiturakentamisen tukemiseksi. Lisäksi strategiassa on tunnistettu keskeisiä palveluiden ja olemassa olevan infrastruktuurin digitalisointiin liittyviä haasteita ja tietotarpeita, jotka ovat merkityksellisiä esimerkiksi automatisoituvan liikenteen kannalta.

Digitalisaatio on pääministeri Juha Sipilän hallituksen strategisen ohjelman läpileikkaava teema. Digitaalisen liiketoiminnan kasvu ympäristön rakentaminen on asetettu ohjelmassa kärkihankkeeksi, jonka tavoitteena on luoda innovaatioita ja palveluiden syntymistä tukeva säädös- ja muu toimintaympäristö. Hallituksen päivitettyssä toimitasuunnitelmassa asetettiin yhdeksi loppuhallituskauden päätoimeksi jatkaa laajakais-  
tayhteyksien ja toimivien palvelujen parantamista.

## 1.1 Nykytila

### 1.1.1 Langaton laajakaista

Teknologisen ja digitaalisen palvelukehityksen kärkijoukoissa pysyminen edellyttää Suomelta aktiivista ja edistyksellistä taajuuspolitiikkaa. Suomen tavoitteena on olla maailman kärkijoukoissa seuraavan sukupolven mobiiliverkkojen kehittäjänä ja käyttäjänä.

Taajuudet ovat arvokas ja rajallinen luonnonvara, joilla on suuri yhteiskunnallinen merkitys. Suomessa viestintäpoliittisena tavoitteena on ollut osoittaa mahdollisimman

paljon taajuuksia mobiiliyhteyksille. Toimiluvanvaraisille matkaviestinverkoille ja langattomalle laajakaistalle on osoitettu suhteessa väkilukuun enemmän taajuuksia kuin muualla Euroopassa, yhteensä 1170 MHz.

Suomi on myös ottanut uusia taajuusalueita langattoman laajakaistan käyttöön muita EU-jäsenmaita nopeammin. Tämä on mahdollistanut sen, että operaattorit ovat voineet rakentaa verkkojaan suhteessa edullisemmin. Suurempi taajuusmäärä helpottaa radioverkon suunnittelua, vähentää ruuhkautumista ja mahdollistaa tilaajille suuremman kapasiteetin samalla tukiasemamäärällä. Suomessa matkaviestinverkkojen ja langattoman laajakaistan käytössä ovat tällä hetkellä taajuusalueet 450 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2 GHz sekä 2,6 GHz.

Suomalaiset käyttävät eniten mobiilidataa maailmassa. Tämä johtuu muun muassa siitä, että Suomessa liittymiä tarjotaan laajasti ilman datan käyttörajoitteita, käyttäjähinnat ovat verrattain edullisia ja verkot kehittyneitä ja kattavia. Suomessa nykyiset langattomat laajakaistaverkot (3G ja 4G) kattavat yli 99 % Suomen väestöstä. Matkaviestinliittymistä 1,6 miljoonaa on teoreettiselta nopeudeltaan 100Mbit/s tai nopeampia. Todelliset tiedonsiirtonopeudet kuitenkin jäävät yleensä luvatussa maksiminopeudesta, sillä matkaviestinverkossa tiedonsiirtonopeus vaihtelee voimakkaasti ajan, paikan ja verkon käyttäjämäärien mukaan. Esimerkiksi ns. 100 Mbit/s -liittymässä toteutuva 4G-nopeus on käytännössä 5–100 Mbit/s.

Langattomien laajakaistaverkkojen kapasiteettitarve kasvaa edelleen tulevina vuosina. Digitalisaatiokehitys on johtanut datan määrän eksponentiaaliseen kasvuun. Datamäärän arvioidaan kaksinkertaistuvan kahden vuoden sykleissä. Ympäristöä jatkuvasti havainnoivien sensorien määrä kasvaa ja kaikki tieto, joka on digitoitavissa, kerätään koneluettavaan muotoon.

Datataloudessa tiedon satavuus ja siirrettävyys on keskeinen osa arvonluontia. Euroopan komissio arvioi, että vuonna 2020 EU:n datatalouden arvo kasvaa 739 miljardiin euroon – eli tuplaantuisi viidessä vuodessa – jos kasvulle suosiollisia toimenpiteitä tehdään aktiivisesti. Datayritysten määrä kasvaisi sadalla tuhannella yli 350 000 yritykseen ja datatyöntekijöiden määrä kasvaisi kuudesta miljoonasta kymmeneen miljoonaan<sup>1</sup>. Euroopan pilvipalvelumarkkinoiden kokonaisarvo puolestaan olisi vähän alle 45 miljardia euroa<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/final-results-european-data-market-study-measuring-size-and-trends-eu-data-economy>

<sup>2</sup> Deloitte (for the European Commission) 2017: Measuring the economic impact of cloud computing in Europe.

Tiedon jakamisen ratkaisut edellyttävät jatkuvasti saatavilla olevia laajakaistayhteyksiä. Mobiiliverkkojen kehitys on myös mahdollistanut teollisen internetin kehityksen ja johtanut siihen että verkkoon on voitu kytkeä älypuhelin lisäksi reaaliaikaisesti arkipäiväisiä kodin laitteita, autoja sekä työkoneita. Samalla koneiden ja laitteiden välinen viestintä (M2M) on mahdollistunut. Myös erilaiset tuotantolaitokset ovat jo pitkälti verkottuneita ja automatisoituneita. Esineiden internetin myötä tullaan luomaan uudenlaisia digitaalisia dataan perustuvia infrastruktuureja esimerkiksi liikenteeseen, terveydenhuoltoon ja ympäristötietojen seurantaan. Myös tekoälyn ja autonomisen liikenteen kehitys sekä muiden tulevaisuuden teknologioiden kuten virtuaali- ja lisätyn todellisuuden kehitys lisää entisestään tarvetta nopeille, lähes viiveettömille ja turvallisille langattomille verkoille.

Kuluttajien käyttötapojen muutokset ja erilaiset hyöty- ja viihdesovellukset edellyttävät langattomilta verkoilta entistä suurempaa tiedonsiirtokapasiteettia ja tiedonsiirron määrää verkoissa kasvaa entisestään. Suomalaisissa verkoissa liikkuu jo nyt asiakasta kohden eniten mobiilidataa koko maailmassa. Vuonna 2030 tiedonsiirron määrän ennustetaan kasvavan noin 150-kertaiseksi nykyisestä. Tarpeeseen tulee vastata osoittamalla jatkossakin riittävästi taajuuksia langattomien laajakaistaverkkojen käyttöön.

Yleispalveluvelvoitteella varmistetaan, että kaikilla on mahdollisuus toimivaan internetyhteyteen. Tällä hetkellä yleispalveluun kuuluvan internetyhteyden vähimmäisnopeus on 2 Mbit/s ja sen tulee olla saatavilla kaikkiin kotitalouksiin ja yritysten toimipaikkoihin. Yhteyden voi toteuttaa sekä kiinteästi että langattomasti. Liikenne- ja viestintäministeriö teki väliarvioinnin vuonna 2017 yhteyden vähimmäisnopeudesta, minkä perusteella nykyinen 2 Mbit/s vähimmäisnopeus on edelleen tarkoituksenmukainen. Tarkoituksenmukaista vähimmäisnopeutta määritettäessä huomioidaan tilaajien enemmistön käytössä oleva yhteysnopeus, valtakunnallisesti kattava tekninen toteutettavuus ja toteutuksen kustannukset. Liikenne- ja viestintäministeriö seuraa näitä muutoksia ja arvioi tarpeen mukaan uudelleen tarkoituksenmukaista vähimmäisnopeutta.

## 1.1.2 Kiinteä laajakaista

Tällä hetkellä toimintavarmimmat ja nopeimmat kiinteät yhteydet toteutetaan valokuidulla. Kiinteitä yhteyksiä tarvitaan erityisesti suurta ja ennakoitavaa yhteysnopeutta vaativiin palveluihin, minkä lisäksi valokuituyhteydet toimivat huippunopeiden langattomien yhteyksien pohjana. Erilaisten ominaisuuksiensa vuoksi kiinteät ja langattomat yhteydet eivät korvaa toisiaan, vaan niitä molempia tarvitaan. Toimintavarmojen ja huippunopeiden yhteyksien lisäämiseksi on tärkeää, että uusien valokuituyhteyksien rakentaminen jatkuu ja vanhoja kupariyhteyksiä korvataan valokuidulla.

Valokuituyhteyksien rakentuminen on edennyt Suomessa varsin hitaasti. Tällä hetkellä nopea 100 Mbit/s kiinteä yhteys on tarjolla vain hieman yli puoleen kotitalouksista. Täysin valokuidulla toteutettu eli yli 1 Gbit/s -nopeuden mahdollistava yhteys on tarjolla noin 17 prosenttiin kotitalouksista.

Saatavuus ei kuitenkaan tarkoita, että tällainen yhteys välttämättä olisi käytössä. Liittymän käyttöönotto edellyttää loppukäyttäjältä investointia, joka voi olla tuhansia euroja. Esimerkiksi nopeudeltaan 100 Mbit/s -yhteyksiä on käytössä vain vajaassa viidesosassa kotitalouksista.

Kesäkuussa 2017 kiinteitä laajakaistaliittymiä oli 1 707 000. Kiinteän verkon laajakaistaliittymien kokonaismäärä on pysynyt melko samalla tasolla 2010-luvulla. Tasaista siirtymää nopeampiin liittymiin tapahtuu kuitenkin jatkuvasti kokonaan tai osittain valokuituun perustuvien liittymien määrän kasvaessa.

Kokonaan tai pääosin valokuituun perustuvien liittymien määrä on Suomessa varsin vähäinen, mutta niidenkin määrä on tasaisesti kasvanut viime vuosina. Kesäkuussa 2017 pelkästään valokuituun perustuvien kotiin asti rakennettujen liittymien määrä oli noin 100 000, kun vielä vuonna 2014 niitä oli 62 000. Lisäksi kiinteistöihin asti rakennettuja liittymiä, joissa valokuitu ulottuu vähintään talojakamoon asti, oli kesäkuussa 2017 noin 641 000.

## 1.2 Tulevaisuuden tarpeet

### 1.2.1 Palveluiden ja teknologian kehitys

Toimivat viestintäverkot ovat yksi modernin yhteiskunnan perusta ja digitalisaation edellytys. Ilmiöt kuten tekoäly, datatalous, esineiden internet (IoT), koneiden ja laitteiden välinen viestintä (M2M), automaatio- ja robotiikkakehitys sekä virtuaalitodellisuus edellyttävät nopeita, lähes viiveettömiä ja turvallisia verkkoja.

Sähköinen asiointi, sähköisten palveluiden kasvava määrä ja kuluttajien siirtyminen mobiili- ja verkkopalveluihin lisäävät tulevana vuosina edelleen sekä langattomien että kiinteiden laajakaistaverkkojen kapasiteettitarvetta. Yhä useampaa palvelua käytetään langattomia verkkoja käyttävien laitteiden avulla. Mobiilipalvelut halutaan saataville 24 h/vuorokaudessa kaikilla laitteilla ja kaikissa paikoissa. Sen vuoksi verkkojen toimivuus, saatavuus ja peitto ovat entistä tärkeämpiä.

Laajakaistaverkkojen kapasiteettitarvetta kasvattaa myös TV-katselussa käynnissä oleva muutos, jossa katselu siirtyy perinteisestä reaaliaikaisesta katselusta vähitellen kohti verkon yli tarjottavia, missä ja milloin vain katsottavia palveluja. Mediatulojen verkkopalvelut (esimerkiksi MTV Katsomo, Ruutu, Yle Areena) sekä nettivideopalvelut (esimerkiksi Netflix, HBO, Viaplay, Amazon, YouTube) valtaavat videon katselumarkkinoita. Esimerkiksi Finnpanel Oy:n tutkimuksen mukaan reilu kolmannes talouksista seuraa TV-lähetyksiä tabletilla ja/tai älypuhelimella ja jo melkein joka kymmenes kotitalous ilmoittaa katsovansa televisiota pääosin tietokoneen, tabletin tai älypuhelimien kautta. Muutos on tapahtunut muutamassa vuodessa, ja verkkoon liitettyjen älytelevioiden käyttö kasvaa edelleen. Television ohella myös radiopalveluita tarjotaan enenevässä määrin internetin kautta.

Myös jatkuvasti kehittyvä virtuaali- ja lisätty todellisuus vaativat verkoilta paljon kapasiteettia. Tapahtumien taltioiminen ja sisällön tuottaminen niin sanotuilla 360-tekniikoilla lisäävät videokuvan bittimäärää ja sen välittämiseen tarvittavaa siirtonopeustarvetta. Viihdepalvelujen luomisen lisäksi etenkin lisätyn todellisuuden sovelluksia voidaan käyttää myös teollisuuden ja muun ammattikäytön tarpeisiin. Lisätyn todellisuuden sovelluksilla voidaan esimerkiksi tarjota reaaliaikaisia visuaalisia ohjeita asentajille ja huoltomekaniikoille tai näyttää muun muassa erilaisten koneiden, laitteiden tai rakennusten yksityiskohtaisia malleja tai rakenteita ilman, että niitä tarvitsee purkaa. Lisätyn todellisuuden ratkaisut ovat myös yksi etäoperoinnin muoto koulutus- ja terveyspalveluissa.

Autoista odotetaan muodostuvan langattomaan verkkoon kytkettyjä päätelaitteita. Autonominen liikenne asettaa suuria vaatimuksia tekoälyn kehitykselle, reaaliajassa välitettävälle tiedolle sekä langattomalle verkolle. Kehitys edellyttää laadukasta tietoa auton toimintaympäristöstä, muista tielläliikkujista, infrastruktuurista ja olosuhteista kuten säästä. Auto kerää ja analysoi valtavan määrän tietoa, jota kommunikoidaan sekä auton ohjausta ja liikennettä tukeville keskuspalvelimille ja liikenteen ohjaukselle, toisille ajoneuvoille että infrastruktuurin laitteille kuten liikennevaloille. Häätötilanteessa tieto jarrutuksesta on siirrettävä millisekunneissa toisiin autoihin onnettomuuksien välttämiseksi. Auton mittaus- ja kuvantamislaitteiden keräämää tietoa välitetään reaaliajassa automaattisen auton tarvitseman karttatiedon päivittämiseksi, mutta myös yleisesti tien kunnossapidon reaaliaikaiselle ohjaukselle ja esimerkiksi tien talvihoidon tarpeisiin.

Liikenteen ratkaisut edellyttävät kaikilta osin kattavia ja nopeita mobiiliverkkoja. Vuonna 2025 odotetaan jokaisen uuden auton olevan kytketty verkkoon. Siirrettävän datan määrääarviot vaihtelevat, mutta yhden auton siirtämä tietomäärä tulee joka tapauksessa olemaan tuhansia gigatavuja päivässä, jolloin yksi auto vastaisi tuhansien älypuhelimien päiväkäyttöä. Tämä asettaa vaatimuksia myös palvelinkapasiteetille ja langattoman verkon kiinteille tukiyhteyksille tieliikenteessä.

Vastaavasti myös autonomisen meriliikenteen kehitys asettaa suuria vaatimuksia digitaaliseen tiedolle ja tietoliikenneyhteyksille. Meriliikenteen osalta Suomessa on käynnistetty autonomisen meriliikenteen toteutushanke, jonka tavoitteena on luoda Suomen maailman ensimmäiset miehittämättömän merenkulun tuotteet, palvelut ja toimiva ekosysteemi vuoteen 2025 mennessä. Suomen merialueella laivojen ja meritoimintojen lisääntyvä automaatio edellyttää suurten tietomäärien välittämistä sekä luotettavia ja tehokkaita digitaalisen tiedon siirtoyhteyksiä laivojen ja rannikon välillä. Samoin tulee vaikuttamaan satamien automatisaatiokehitys.

Mobiilidatan siirtomäärien huiman kasvun voidaan katsoa ennakoivan sekä langattomien että kiinteiden laajakaistaverkkojen kapasiteettitarpeiden kasvua. Vuonna 2016 mobiilidataa siirrettiin jo noin 16 gigatavua jokaista suomalaista kohden kuukaudessa, mikä on maailmanlaajuisestikin vertailtuna poikkeuksellisen suuri määrä. Nykykäyttöön pohjautuvien laskelmien mukaan käytön kuitenkin odotetaan kasvavan jopa yli 1500 gigatavuun henkilöä kohden vuoteen 2030 mennessä, eli noin satakertaiseksi. Ennusteita on tehty jopa tätäkin suuremmista käyttömäärien kasvusta, ja erään arvion mukaan käyttömäärä kasvaisi jopa yli 2000 gigatavuun kuukaudessa henkilöä kohden. Matkaviestinten lisäksi käyttöön tulee enenevästi myös muita langattomaan viestintään käytettäviä päätelaitteita, sensoreita ja antureita. Onkin tärkeää, että Suomessa on kattavat ja huippunopeat kiinteän ja mobiilin laajakaistan verkot, jotka vastaavat kasvaviin tiedonsiirtomääriin.

Viestintämarkkinoilla nähdään tulevaisuudessa aiempaa enemmän erilaisia toimijoita ja verkkotekniikoita. Esimerkiksi jo nyt viestintämarkkinoille on tullut perinteisten 2G-, 3G- ja 4G-tekniikoita käyttävien matkaviestinverkkojärjestelmien rinnalle uusia langattomien verkkojen yhteyspalveluita tarjoavia yrityksiä uudenaikaisilla, esimerkiksi IoT-käyttöön soveltuvilla verkkotekniikoilla (esimerkiksi LoRa ja Sigfox). Jatkossa tullaan todennäköisesti näkemään myös entistä enemmän niin sanottuja vertikaalisia toimijoita, jotka voivat myös itse rakentaa ja ylläpitää verkkoja omien käyttötarpeittensa mukaan. Myös käytettävät tekniikat tulevat uudistumaan ja niiden rinnalle syntyy uusia. Maailmanlaajuisia kasvu- ja kehitysodotuksia kohdistuu myös ns. New Space toimintaan. Erilaiset piensatelliitit voivat jatkossa palvella myös tietoliikenteen siirron tarpeita. Myös korkealla elliptisellä radalla kiertävät satelliitit (HEO, ”high elliptical orbit”) voivat parhaiten palvella pohjoisia ja Arktisia alueita.

Palvelujen paketointi, joissa yhteys yleiseen internetiin on vain osa palvelukokonaisuutta, tulee myös todennäköisesti lisääntymään. Esimerkiksi autonvalmistajat ovat jo tuoneet markkinoille yhdistämispalveluita, joilla ajoneuvo saadaan yhdistettyä yleiseen internetiin ja autonvalmistajan omiin palveluihin ja joista auton omistaja maksaa vain autonvalmistajalle käyttömaksua. Autonvalmistaja on myös usein huolehtinut

siitä, että palvelut ovat käytettävissä kotimaan ulkopuolellakin samaan kokonaishintaan. Toisin sanoen autonvalmistaja tai sen alihankkija on neuvotellut eri maiden verkko-operaattoreiden kanssa verkkovierailupalveluiden käyttämisestä.

## 1.2.2 Tulevaisuuden tarpeet eri sektoreilla

Digitalisaatio vaikuttaa merkittävästi kaikkiin hallinnonaloihin. Valtioneuvostossa on vireillä esimerkiksi seuraavia hankkeita, joiden tavoitteiden toteutuminen edellyttää laadukkaita viestintäverkkoja.

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla edistetään robotiikan kehitystä, logistiikan digitalisaatiota sekä liikenteen automaatiota ja palveluistumista. Autonomisen liikenteen kehityksellä tavoitellaan liikenneturvallisuuden paranemista, liikenteen kasvavaa kustannustehokkuutta ja päästöjen vähenemistä. Digitaalinen infrastruktuuri luo perustan autonomiselle liikenteelle, liikenteen uusille palveluille ja logistiikan digitalisaatiolle. Nämä edellyttävät toimintavarmoa, laadukkaita ja tiedonsiirtokapasiteettiaan riittäviä verkkoja.

Liikenne- ja viestintäministeriö luo edellytyksiä maailman luotetuimmalle digitaaliselle liiketoiminnalle muun muassa kansallisella tietoturvastrategialla. Yksityisyyden suojan säilyminen on myös edellytys luotettavalle tietoliikennetoiminnalle. Ministeriö edistää myös omalta osaltaan maaseudun digitalisaatiota. Digitalisaatiolla voi olla suuri merkitys suomalaisella maaseudulla, missä yksityiset ja julkiset palvelut muuttuvat nopeasti ja etäisyydet fyysisiin palvelupisteisiin kasvavat. Digitalisaatio voi tuoda palvelut lähelle, vähentää kustannuksia ja sujuvoittaa prosesseja.

Työ- ja elinkeinoministeriössä on käynnissä tekoälyohjelma, jonka yhtenä tavoitteena on varmistaa, että Suomi on edelläkävijä tekoälyn hyödyntämisessä. Suomen kilpailukyvyä säilyttämiseksi on varmistettava, että puutteet viestintäverkkojen laadussa ja kattavuudessa eivät muodostu esteeksi tekoälyn hyödyntämiselle. Teollisuudessa muun muassa automatisaatio voi parantaa toiminnan tehokkuutta ja työturvallisuutta.

Älykkäiden kaupunkien verkkoon kytkeytyneillä laitteilla ja infrastruktuurilla tavoitellaan turvallisuuden ja tehokkuuden parantumista sekä päästöjen vähenemistä. Energhuollon osalta keskiössä on energiaverkkojen kehittymien kohti hajautettua energian tuotantoa ja varastointia sekä optimaalinen energiaverkkojen hallinnointi ja suojaamisen sekä älykkään monitoroinnin mahdollistaminen.

Sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalalla tietoliikenneyhteyksien kattavuus ja toimintavarmuus tulevat yhä korostumaan tulevaisuudessa. Terveystieteiden huolto on jo laajasti digitalisoitunut, ja etälääketiedettä ja robotiikkaa on nykyäänkin laajamittaisesti



käytössä. Myös sosiaalialalla digitalisaation hyödyntäminen ja kehittäminen vaativat riittäviä yhteysnopeuksia.

Digitaalisella terveydenhuollolla tavoitellaan muun muassa terveydenhuollon kustannussäästöjä sekä hoitopalvelujen saatavuutta kaikkialla. Näihin tavoitteisiin voidaan päästä esimerkiksi terveydenhoidon virtualisoinnin ja tietoliikenneyhteyksiä laajasti hyödyntävän etähoitamisen avulla. Myös terveyden edistäminen ja sairauksien ennaltaehkäiseminen terveyden seurannan ja monitoroinnin avulla on keskeinen alue, jonka laajamittaiseen käyttöön toimivat laajakaistayhteydet ovat edellytys.

Opetus- ja kulttuuriministeriön hallinnonalalla käynnissä olevissa peruskoulun ja ammatillisen koulutuksen uudistushankkeissa sekä alkamassa olevassa lukiouudistuksessa painotetaan digitaalisuutta. Oppilaitosten yhteysnopeustarpeet kasvavat tulevaisuudessa, kun opetuksessa siirrytään hyödyntämään yhä enemmän digitaalisia palveluja ja aineistoja. Tietoliikenneverkkojen laatu ja kattavuus on keskeistä myös kulttuuripalveluiden kuten kirjastojen digitalisaation hyödyntämismahdollisuuksien kannalta.

Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla on käynnissä useita digitalisaatiohankkeita, jotka edellyttävät toimintavarmoja ja kattavia tietoliikenneyhteyksiä koko maahan. Koska palvelut digitalisoituvat, on tärkeää, että jokaisella kansalaisella on mahdollisuus huippunopeaan laajakaistayhteyteen, myös maaseudulla. Tulevaisuuden kehitys, kuten e-palvelut, etätyö ja -kokoukset ja palvelujen digitalisaatio perustuvat harvaan asutulla maaseudulla nopeisiin tietoliikenneyhteyksiin.

Robotisoidut navetat ja etäohjatut maatalouskoneet ja -laitteet ovat jo pitkälti osa maatilan arkipäivää, ja ne edellyttävät toimiakseen nopeita laajakaistayhteyksiä. Lisäksi langatonta verkkoa hyödynnetään muun muassa metsästyksessä ja ammattikalastuksessa, ja IoT-palveluja käytetään yhä laajemmin metsäkoneissa ja maatalouden valvonnassa.

Maa- ja metsätalousministeriön metsätietojen saatavuuden parantamista koskevan hallituksen kärkihankkeen tavoitteena on, että metsävaratieto on entistä tarkempaa ja tukee sähköistä puukauppaa vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi on tärkeää edistää tiedon liikkuvuutta ja kehittää sähköisiä palveluja. Toimivia tietoliikenneyhteyksiä tarvitaan koko maassa, jotta myös metsänomistajalla on mahdollisuus hoitaa asioita sähköisesti.

Harvaan asuttu maaseutu kattaa 68 prosenttia Suomen pinta-alasta ja 5,3 prosenttia Suomen väestöstä, mikä tarkoittaa 293 442 henkilöä (2015). Harvaan asutulla maaseudulla asuvista alle 18-vuotiaita on 17,2 prosenttia (koko maassa 20,7 prosenttia) ja yli 65-vuotiaita puolestaan 30 prosenttia väestöstä (koko maassa 20,5 prosenttia).

Suomalaisista yrityksistä 98 prosenttia on pieniä ja keskisuuria yrityksiä. Mikroyrityksiä eli henkilöstömäärältään alle kymmenen henkilön yrityksiä on yli 93 prosenttia yrityksistä. Teollisuusyrityksistä 80 prosenttia sijaitsee pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Syynä tähän on muun muassa raaka-ainevarantojen sijainti ja logistiset syyt, mitkä vaikuttavat kustannustehokkuuteen. Elinkeinotoimintaa edistää turvallinen ja vakaa toimintaympäristö, toimivat kulkuyhteydet ja tukipalvelut. Yritysten sijoittumisen kannalta toimivilla, nopeilla ja luotettavilla tietoliikenneyhteyksillä sekä tiestöillä on suuri merkitys

Matkailu ja turismi kasvavat maaseudulla, ja matkailun kehittämistä tapahtuu maaseudun kehittämisen puitteissa. Myös matkailun puolella on kasvava tarve nopeille yhteyksille, sillä matkailussa kehitetään jatkuvasti lisää digitaalisia palveluita. Myös luontomatkailu lisääntyy. Luontomatkailijat tarvitsevat retkeilyn tukipalveluja ja karttapalveluja, joten on keskeistä, että tietoliikenneyhteydet toimivat myös metsässä.

Sisäministeriön hallinnonalalla laajakaistayhteyksien ulottuminen haja-asutusalueille ja luontoon on myös turvallisuuskysymys, sillä yhteyden saaminen pelastusviranomaisiin on kriittistä hätätilanteessa. Verkkojen kattavuus ja laatu ovat olennaisia kysymyksiä myös sisäministeriön hallinnonalaan kuuluvan hätäkeskustoiminnan kannalta. Lisäksi sisäministeriön hallinnonalalla lukuisat uudet digitalisaatioon liittyviä hankkeet edellyttävät nyt ja tulevaisuudessa nopeita laajakaistayhteyksiä. Muun muassa hätäkeskusjärjestelmän uudistus, yhteiseurooppalainen viranomaisten toimintakriittinen palvelu ja viranomaisten langattomaan laajakaistaan liittyvä kansallinen työ, poliisin mobiilistrategiat, Rajavartiolaitoksen drone-hankkeet ja lukuisat kansalaisten asiointipalvelut kuten lupapalvelut edellyttävät laadukkaita tietoliikenneyhteyksiä.

Valtiovarainministeriön hallinnonalalla on käynnissä useita merkittäviä hankkeita, jotka edellyttävät toimivia tietoliikenneyhteyksiä kaikille kansalaisille. Esimerkiksi julkisten palvelujen digitaalisaatiota koskeva hallitusohjelman kärkihanke edellyttää toteutuakseen toimivat yhteydet koko maahan. Kärkihankkeen tavoitteena on muun muassa se, että kymmenen vuoden päästä Suomi on ottanut tuottavuusloikan julkisissa palveluissa. Siirtyminen kohti sähköistä asiointia ja digitaalista kansalaisuutta edellyttää kaikille kansalaisille saatavissa olevia yhteyksiä.

## 2 Strategian visio ja tavoitteet

### 2.1 Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi

Digitaalinen infrastruktuuri edistää kilpailukykyä ja hyvinvointia mahdollistamalla asuminen, työskentelyn ja yritystoiminnan kaikkialla Suomessa. Verkot mahdollistavat uudet digitaaliset palvelut ja liiketoimintamallit. Ne mahdollistavat tulevaisuuden teknologioiden ja ilmiöiden kuten datatalouden, tekoälyn, esineiden internetin sekä automaation ja robotisaation täysimääräisen hyödyntämisen kuluttajan eduksi niin yksityisissä kuin julkisissakin palveluissa. Suomi on solmukohta datan, ihmisten ja tavaroiden liikumiselle.

### 2.2 Tavoitteet

Strategian tavoitteena on, että Suomessa tarjottavat kiinteät ja langattomat laajakaistaverkot ovat nopeudeltaan, laadultaan ja viiveeltään riittäviä tulevaisuuden palveluiden ja innovaatioiden tarjoamiseksi. Strategialla pyritään tilanteeseen, jossa digitaalinen infrastruktuuri tukee nykyistä paremmin automaation, robotisaation ja reaaliaikaisen datatalouden hyödyntämistä ja siten edistää muun muassa terveydenhuollon, median, koulutuksen sekä liikenteen seuraavien vaiheiden kehitystä. Riittävä digitaalinen infrastruktuuri mahdollistaa osaltaan julkisten asiointipalvelujen saatavuuden enenevässä määrin digitaalisina. Uusien palvelujen ja teknologioiden, kuten etäasioinnin ja -operoinnin käyttöönotolle ei tule asettaa lainsäädännössä esteitä, jotka voisivat osaltaan heikentää investointeja digitaaliseen infrastruktuuriin. Strategian tavoitteena on, että Suomi voi toimia globaalissa vertailussa yhtenä edelläkävijöistä muun muassa 5G-verkkojen testaamisessa, kehittämisessä ja käyttöönotossa.

Suomen tavoitteena on digitaalisen infrastruktuurin kehitys vähintään Euroopan unionin laajakaistatavoitteiden mukaisesti. Euroopan komission vuodelle 2025 asettamien tavoitteiden mukaisesti eurooppalaisilla kotitalouksilla niin kaupungeissa kuin maaseudullakin olisi oltava mahdollisuus käyttää yhteyksiä, joiden siirtonopeus on vähintään 100 Mbit/s ja joka voidaan kasvattaa yhteen gigabittiin sekunnissa. Kaikilla keskeisillä sosioekonomisilla toimijoilla, kuten kouluilla, yliopistoilla, tutkimuskeskuksilla ja liikennekeskuksilla, sekä kaikilla julkisten palvelujen tarjoajilla, kuten sairaaloilla ja hallinnoilla, tulisi olla mahdollisuus käyttää erittäin suuren kapasiteetin yhteyksiä, joiden avulla käyttäjät voivat siirtää dataa 1 gigabitin tiedonsiirtonopeudella sekunnissa. Lisäksi jokaisessa EU:n jäsenmaassa tulisi vuoden 2018 loppuun mennessä olla 5G-

pilottiverkkoja. Jokaisessa jäsenvaltiossa tulisi vuoden 2020 loppuun mennessä olla ainakin yksi suuri kaupunki, jossa 5G:n käyttöönotto on mahdollista. Suurimmat kaupungit ja niiden keskeisimmät liikenneväylät tulisi kattaa 5G-verkoilla vuoden 2025 loppuun mennessä.

Strategian toimenpiteiden myötä infrastruktuurin rakentaminen on nykyistä kustannustehokkaampaa ja lupamenettelyt sujuvampia. Palvelukilpailua edistetään verkkojen avoimuudella. Suomessa on mahdollistettu seuraavan sukupolven matkaviestinteknologian optimaalinen hyödyntäminen osoittamalla langattoman laajakaistan käyttöön riittävästi tarkoituksenmukaisia taajuuksia.

Strategian tavoitteiden toteutumisen arvioimiseksi tietoliikenneyhteyksien saatavuutta kotitalouksiin ja yrityksiin sekä palveluiden saatavuutta ja käyttöä tulee seurata etenkin terveydenhuollon, teollisuuden, median, koulutuksen ja liikenteen osalta.

## 3 Strategian toimenpiteet

### 3.1 5G-verkkojen rakentumisen edistämiseen liittyvät taajuuspoliittiset toimenpiteet

Seuraavan sukupolven mobiiliteknologia 5G muuttaa perusteellisesti langattomien teknologioiden roolin yhteiskunnassa. Se mahdollistaa nykyistä nopeammat langattomat yhteydet, pienemmän tiedonsiirron viiveen, paremman turvallisuuden ja energia- tehokkuuden sekä lisää uusia palveluita ja yritysten liiketoimintamahdollisuuksia eri sektoreilla. Keskeisimpiä 5G-teknologiaa hyödyntäviä sektoreita ovat muun muassa älyliikenne, älykäs teollisuus ja terveydenhuolto, älykkäät kaupungit sekä media ja viihdeteollisuus.

5G-teknologiaa kehitetään parhaillaan intensiivisesti, ja erilaisia testi- ja esiversioita otetaan käyttöön vähitellen. 5G:lle osoitettavista korkeista taajuuksista, kuten 26 GHz:n taajuusalueesta, päätetään kansainvälisesti vuonna 2019 maailman radio- viestintäkonferenssissa (WRC-19). Keskeiset 5G-ominaisuudet sisältävä tekninen spesifikaatio valmistuu vuonna 2020. 5G-verkkoja tullaan ottamaan laajamittaisemmin kaupalliseen käyttöön 2020-luvun alusta lähtien.

Euroopassa on tunnistettu niin sanotuiksi 5G-pioneeritaajuuskaistoiksi myös matalampia taajuusalueita, kuten 3400–3800 MHz, joista ei päätetä WRC-19-konferenssissa. Näillä taajuuksilla tarjotaan ensimmäisiä 5G-palveluja ja rakennetaan ensimmäisiä 5G-verkkoja. Matalammilla taajuusalueilla voidaan rakentaa maantieteellisesti kattavia verkkoja kustannustehokkaammin. 5G-teknologia käyttää tulevaisuudessa sekä matalia että erittäin korkeita taajuuksia, jotka eroavat käytettävyydeltään esimerkiksi peitto- alueen ja kapasiteetin suhteen.

5G:n kehittymisen ohella myös nykyisen 4G-teknologian kehittyminen jatkuu. 4G-verk- koihin tulee vähitellen 5G-palveluita mahdollistavia toiminnollisuuksia, kuten pienempi viive ja tuki suuremmille laitemäärille. Nykyisten laajakaistaverkkojen taajuuksia voi- daan siten käyttää kapeampaa taajuuskaistaa hyödyntäviin palveluihin, kuten esinei- den internetiin ja koneiden ja laitteiden väliseen viestintään. 4G-taajuuksilla on jo Suo- messa toteutettu kattava 99 % väestöpeitto.

Suomi otti ensimmäisenä EU-maana valtakunnalliseen matkaviestinkäyttöön niin sanotun 700 MHz:n taajuusalueen vuoden 2017 alussa. Taajuusaluetta on käytetty 4G-verkkojen rakentamiseen. Matala taajuusalue mahdollistaa laajan peiton rakentamisen kustannustehokkaasti sekä paremman sisätalopeiton kuin korkeammat taajuudet. 700 MHz:n taajuusalue ei ole varsinainen 5G-kaista, mutta se on kansainvälisesti tunnistettu taajuusalueeksi, jolla voidaan tarjota laajaa peittoaluetta tarvitsevia 5G-palveluja. 700 MHz:n taajuusalueella voidaan rakentaa valtakunnallisesti kattava peitto, mutta taajuuskaistan kapeuden vuoksi sillä ei voida toteuttaa huippunopeita 5G-tiedonsiirtoyhteyksiä.

Huippunopeita tiedonsiirtoyhteyksiä voidaan toteuttaa vain korkeilla, nykyisiä taajuusalueita huomattavasti leveämmillä, varsinaisilla 5G-taajuusalueilla. Suomi vaikuttaa sekä kansainvälisellä että EU-tasolla aktiivisesti siihen, että seuraavan sukupolven mobiiliteknologialle osoitetaan riittävästi tarkoituksenmukaisia taajuuksia. Myös matalampien taajuuksien riittävä saatavuus on turvattava. Suomi on esimerkiksi pyrkinyt edistämään maanpäällisen TV-toiminnan käytössä olevan alemman UHF-kaistan (470–694 MHz) osoittamista mobiilikäyttöön Euroopassa. Suomessa voi olla tarkoituksenmukaista arvioida mahdollisuutta osoittaa kansallisesti tältä alueelta taajuuksia mobiilikäyttöön jo ennen kansainvälisiä päätöksiä.

Lisäksi Suomi tukee ja edistää 5G:n testausta, tutkimusta ja tuotekehitystä. Suomalainen testiympäristö toimii innovaatioalustana, jota yritykset voivat hyödyntää kokeillessaan uusia tuotteita ja liiketoimintamalleja. Valtioneuvoston asetuksella on sallittu taajuuksien osoittaminen eri teknologioiden tutkimukseen ja tuotekehitykseen, ja Viestintävirasto mahdollistaa erilaiset kokeilut ja testit myöntämällä joustavasti radiolupia 5G:n kehittämiseen. 5G:n testaamiseen on myönnetty tähän mennessä jo noin 30 radiolupaa.

5G-verkkojen mahdollistamat suuret tiedonsiirtonopeudet tulevat vaatimaan valokuituverkon tasoisia siirtoyhteyksiä tukiasemälähettimien kytkemiseksi runkoverkkoon. 5G-verkkojen kustannustehokasta rakentamista ja nopeaa leviämistä helpottaisi se, että valokuituyhteyksiä olisi tiheästi ja kattavasti saatavilla tukiasemakäyttöön.

Matkaviestinverkkojen lisäksi myös satelliittijärjestelmiä voidaan hyödyntää osana tulevaisuuden langatonta tietoliikenneinfrastruktuuria. Erityisesti vaikeasti saavutettavien alueiden kuten esimerkiksi meri- ja rannikkoalueiden sekä Manner-Suomen harvaan asuttujen seutujen nopeiden langattomien yhteyksien tarjontaan uusia mahdollisuuksia tuovat matalalla kiertävät tietoliikennesatelliittien kaupalliset konstellatit. Myös korkealla elliptisellä radalla kiertävät satelliitit (HEO, ”high elliptical orbit”) voivat parhaiten palvella pohjoisia ja arktisia alueita.

Langattoman teknologian kehittyessä ja sen käytön yleistyessä esille on nostettu myös kysymyksiä radiotaajuisen säteilyn mahdollisista terveysvaikutuksista väestölle. Suomessa Säteilyturvakeskus on katsonut, että 5G-matkaviestinteknologia ei poikkea säteilyturvallisuuden kannalta merkittävästi käytössä olevista tekniikoista. 5G-matkaviestinverkkojen säteilyturvallisuus voidaan varmistaa säteilylainsäädännön keinoin. Suomessa väestön altistumista radiotaajuiselle säteilylle rajoitetaan sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 294/2002 annetuilla altistumisen enimmäisarvoilla. Enimmäisarvot ovat yhdenmukaiset Euroopan unionin neuvoston suosituksen 1999/519/EY kanssa. Suomessa käytettävät matkaviestinverkot ja viestintälaitteet eivät saa käyttöolosuhteet huomioiden aiheuttaa enimmäisarvot ylittävää altistumista väestölle. Säteilylainsäädäntöä uudistetaan parhaillaan sosiaali- ja terveysministeriön johtamassa hankkeessa. Myös radiotaajuisesta säteilyä koskeva sääntely uudistetaan tässä yhteydessä.

Säteilyturvakeskuksen arvion mukaan radiotaajuiselle säteilylle altistumisen kannalta esimerkiksi 3,5 GHz taajuusalueen tukiasemat eivät tule poikkeamaan merkittävästi jo käytössä olevien matkaviestintekniikoiden (2G, 3G, 4G) tukiasemista. Korkeammilla 5G-taajuuksilla tarvitaan ulkona olevien tukiasemien ja antennien lisäksi suuri määrä sisätiloihin sijoitettavia tukiasemia verkon sisätilakuuluvuuden varmistamiseksi. Pienen solukoon tukiasemissa käytetään matalaa lähetystehoä, jolloin radiotaajuiselle säteilylle altistuminen tulee olemaan vähäistä. Tiivis tukiasemaverkko mahdollistaa sen, että myös 5G-päätelaitteet voivat toimia pienellä lähetysteholla.

Tukiasemien ja antennien sijoittelussa myös 5G-ympäristössä tulee huomioida voimassaolevat säteilynsuojelua koskevat säädökset ja ohjeistukset. Matkaviestinlaitteiden valmistajilla ja matkaviestinoperaattoreilla on velvollisuus huolehtia siitä, että laitteet eivät aiheuta enimmäisarvot ylittävää altistumista radiotaajuiselle säteilylle. Säteilyturvakeskus valvoo toiminnanharjoittajia ja seuraa aktiivisesti matkaviestinverkkojen säteilyn terveysvaikutuksiin liittyvän kansainvälisen tutkimustiedon kehitystä sekä osallistuu alan turvallisuusstandardointiin.

Radiotaajuisen säteilyn terveysvaikutuksia on selvitetty tuhansissa tutkimuksissa. Kansainväliset asiantuntijajärjestöt, kuten maailman terveysjärjestö (WHO), Euroopan komission alainen tiedekomitea (SCENIHR) ja kansainvälinen ionisoimattoman säteilyn komissio (ICNIRP), ovat tarkastelleet terveysvaikutuksia laajoin kirjallisuusselvityksin. Asiantuntijajärjestöjen mukaan nykyiset radiotaajuisen säteilyn enimmäisarvot suojaavat kaikilta todennetuilta haittavaikutuksilta sekä lyhyt- että pitkäkestoisessa altistumisessa.

### 3.1.1 Otetaan taajuusalue 3,5 GHz langattoman laajakaistan käyttöön vuoden 2019 alusta

**Huutokaupataan vuonna 2018 suojakaistat<sup>3</sup> huomioiden koko 3,5 GHz taajuusalue valtakunnallisten verkkojen rakentamiseen. Toimilupaehdoin mahdollistetaan räätälöidyt verkkoratkaisut esimerkiksi sairaaloissa, tehtaissa, satamissa ja rajatuilla väyläverkkojen osilla.**

Niin sanottu 3,5 GHz:n taajuusalue (3400–3800 MHz) on Euroopassa tunnistettu 5G-verkkojen rakentamisen kannalta keskeiseksi taajuusalueeksi. Taajuusaluetta tullaan ainakin alkuvaiheessa ensisijaisesti hyödyntämään entistä nopeamman laajakaistan tarjoamiseen. Ensimmäisten taajuuskaistaa tukevien kaupallisten laitteiden ennustetaan saapuvan markkinoille vuoden 2019 aikana. Suomessa taajuusalue on vuoden 2018 loppuun saakka kiinteiden langattomien liityntäverkkojen, radioamatöörien ja radiolinkkien käytössä. Koko 3,5 GHz taajuusalue huutokaupataan vuonna 2018 valtakunnalliseen käyttöön langattomalle laajakaistalle. Verkkoja voi rakentaa 1.1.2019 alkaen. Huutokaupattavien taajuuksien toimilupaehdoilla huolehditaan siitä, että taajuusaluetta voi käyttää kolme teleyritystä. Tämän tarkoituksena on varmistaa, että toimiala säilyy kilpailtuna.

Eri käyttötarkoituksia varten verkoilta saatetaan vaatia erilaisia ominaisuuksia, jotta niitä pystytään hyödyntämään kaikkein tarkoituksenmukaisimmalla tavalla. Verkoilta vaadittavat ominaisuudet voivat erilaisissa käyttötarkoituksissa poiketa merkittävästi toisistaan, mikä saattaa edellyttää yksilöllisesti toteutettuja paikallisia ratkaisuja. 5G-teknologiaa hyödyntäville räätälöidyille ja yksilöllisille verkoille sekä niiden kautta käytettäville sovelluksille saattaa olla kysyntää muun muassa teollisuuslaitoksissa, satamissa, sairaaloissa ja kauppakeskuksissa esimerkiksi automaation ja robotisaation hyödyntämiseksi. Huomioimalla erilaisten käyttäjien tarpeita mahdollistetaan osaltaan uusien palvelujen ja innovaatioiden kehittyminen ja tarjonta. Räätälöidyt verkkoratkaisut on mahdollistetaan toimilupaehdoilla. 3,5 GHz:n verkkotoimiluvissa veloitetaan toimiluvanhaltija vuokraamaan kohtuullisin ja syrjimättömin ehdoin taajuuden käyttöoikeus muulle toimijalle verkkopalvelun tarjoamiseksi sellaisella maantieteellisellä alueella, jolle toimiluvanhaltija ei tarjouspyynnöstä huolimatta tarjoa räätälöityä verkkopalvelua. Tällä mahdollistetaan riittävä taajuuksien saatavuus valtakunnallisten kaupallisten verkkojen rakentamiseen, mutta samalla edistetään räätälöityjen ja paikallisten ratkaisujen toteuttamista.

---

<sup>3</sup> Alle 3400 MHz käytön suojaamiseksi tarvitaan 10 MHz:n suojakaista.



Taajuusalueen käytettävyyttä Suomessa rajoittaa merkittävästi Venäjän taajuuskäyttö. Mikäli taajuusalueen ylemmän osan (3600–3800 MHz) käytölle ei saada sovittua nykyistä parempia ehtoja, rajoitteet langattoman laajakaistan käytölle Suomessa ovat huomattavia, pahimmillaan muutamia useita satoja kilometrejä rajasta. Taajuusalueen alemmalla osalla (3400–3600 MHz) taajuuksien käyttö voi Suomessa olla rajoitettua noin 100 kilometriä rajalta. Etäisyys riippuu kuitenkin myös käytetyistä teknisistä ratkaisuista ja maaston vaikutuksista, mikä tulee huomioida verkkojen rakentamisessa.

Tavoitteena on, että langattomilla verkoilla saavutettaisiin vähintään EU:ssa asetetut tavoitteet. Euroopan komission asettamien tavoitteiden mukaan jokaisessa jäsenvaltiossa tulisi vuoden 2020 loppuun mennessä olla ainakin yksi suuri kaupunki, jossa 5G:n käyttöönotto on mahdollista ja suurimmat kaupungit ja niiden keskeisimmät liikenneväylät tulisi kattaa 5G-verkoilla vuoden 2025 loppuun mennessä.

5G liittyy olennaisesti automatisoituvaan liikenteeseen ja muihin yhteiskunnallisesti tärkeisiin toimintoihin. Älyliikenne ja liikenteen automaatio tulevat hyödyntämään monia eri kommunikaatioteknologioita. Suuri osa kehittyvän älyliikenteen tämän hetkistä kapasiteettitarpeista voidaan toteuttaa nykyisillä 4G-verkoilla, mutta myös 5G:n pienemmälle viiveelle, korkeammalle luotettavuudelle ja suurelle kapasiteetille on myöhemmin tarve. On nähtävissä, että esimerkiksi 3,5 GHz:n ja 26 GHz:n taajuusalueita tullaan käyttämään ainakin ensivaiheessa kaupunkialueilla, taajamissa ja liikenteen solmukohtissa. Koko tieverkoston ja kaikkien liikenneväylien kattaminen näillä taajuuksilla vaatii huomattavia investointeja, mutta alempia taajuusalueita voidaan hyödyntää kustannustehokkaammin laajemman peiton saavuttamiseksi. Lisäksi on huomioitava, että älyliikenteen kriittisiin toimintoihin liittyvä viestintä ei voi perustua siihen, että yhteys matkaviestinverkkoon olisi saatavilla joka paikassa ja kaiken aikaa.

### 3.1.2 Otetaan osa 26 GHz:n taajuusalueesta käyttöön vuoden 2018 aikana ja koko taajuusalue käyttöön vuonna 2020

**Myönnetään käyttöoikeudet 26 GHz:n taajuusalueelle keväällä 2020. Myönnetään kuitenkin taajuusalueen ylin gigahertsi (26.5–27.5 GHz) Viestintäviraston radioluvilla määräaikaiseen rajattuun käyttöön yhteiskäyttöisesti vuodesta 2018 lähtien. Myös nykyinen testaustoiminta kyseisellä taajuusalueella jatkuu.**

Myös niin sanottu 26 GHz:n taajuusalue (24,25–27,5 GHz) on tunnistettu Euroopassa 5G-verkkojen rakentamisen kannalta keskeiseksi. Taajuusaluetta tullaan todennäköisesti hyödyntämään ensisijaisesti entistä nopeamman laajakaistan tarjoamiseen. Taajuusalueen käyttöönotto kasvattaisi tiedonsiirtokapasiteettia ja -nopeuksia ja lyhentäisi

yhteysviiveitä. Ensimmäiset koko 26 GHz:n taajuusalueen kattavat päätelaitteet saatavat tulla markkinoille vasta vuonna 2020, taajuusalueen 26,5–27,5 osalta jo aikaisemmin. Leveät taajuuskaistat mahdollistavat suuren tiedonsiirtokapasiteetin, mutta taajuusalueen korkeudesta johtuen sillä toteutettavat peittoalueet ovat pieniä. Korkea taajuusalue soveltuukin hyvin suurten yhteysnopeuksien tarjoamiseen esimerkiksi kaupungeissa, liikenteen solmukohdissa ja yleisötapahtumissa.

Suomessa taajuusalueella on tällä hetkellä vähäistä radiolinkkikäyttöä sekä ajoneuvotutkakäyttöä, jotka ovat siirtymässä muille taajuuksille. Taajuusalueen harmonisoinnista 5G-tekniikan käyttöön päätetään loppuvuodesta 2019 järjestettävässä kansainvälisen televiestintäliitto ITU:n alaisessa Maailman radiotaajuuskonferenssissa (WRC-19). Mikäli koko taajuusalue otettaisiin käyttöön ennen WRC19-päätöksiä, voitaisiin teknisiä käytön ehtoja joutua lisäämään jälkikäteen. Näin ollen ei olisi tarkoituksenmukaista myöntää pidempiaikaisia käyttöoikeuksia taajuusalueelle ennen WRC19-päätöksiä.

5G-laitteita tulee todennäköisesti ensimmäiseksi saataville taajuusalueen ylimmälle osalle (26.5–27.5 GHz). Näin ollen tämä taajuusalueen ylin gigahertsi olisi tarkoituksenmukaista myöntää 5G-pilotoinnista kiinnostuneille toimijoille yhteiskäyttöisesti tavanomaista testaustoimintaa pidemmäksi määräajaksi ennen WRC19-päätöksiä ottaen huomioon mahdolliset käyttörajoitteet raja-alueilla. Pilotoinnin tyyppinen määräaikainen kaupallinen 5G-käyttö taajuusalueen ylimmällä gigahertsillä toteutettaisiin Viestintäviraston myöntämällä radioluvilla vuodesta 2018 lähtien, edellyttäen että käyttäjäpiiri on riittävän rajattu eikä kyseessä ole yleisen teletoiminnan harjoittaminen. Määräaikaisen pilotointivaiheen jälkeen voitaisiin myöntää käyttöoikeudet koko 26 GHz:n taajuusalueelle vuoden 2020 alkupuolella.

## 3.2 Verkojen kustannustehokkaan ja nopean rakentamisen edistäminen

Telekaapeleiden sijoittamiseen toisen omistamalle alueelle tarvitaan erillinen lupa. Lupaa haetaan aina siltä taholta, jonka maa-alueelle johto tai kaapeli on tarkoitus sijoittaa. Yksityisten maanomistajien osalta kyseessä on osapuolten välinen sopimus kaapelin sijoittamisesta alueelle. Kuntien maalle tai maanteiden tiealueelle sijoittaminen vaatii puolestaan sijoitusluvan, joka myönnetään hakijan laatiman sijoitussuunnitelman perusteella. Sijoitussuunnitelma vaatii usein tuekseen erilaisia viranomaislausuntoja, joiden tarkoituksena on varmistaa, että hankkeessa huomioidaan ympäristöön liittyvät vaatimukset. Maantien tiealueita koskevat sijoituslupahakemukset käsitellään keskitetysti Pirkanmaan ELY-keskuksessa.

Telekaapeleiden sijoittamiseen toisen omistamalle alueelle saatetaan tarvita niiden suunnitellusta sijainnista riippuen myös muita lupia, kuten vesilupa. Vesilain mukaista lupamenettelyä on kuitenkin telekaapeleiden osalta kevennetty merkittävästi vuoden 2018 alussa voimaan tulleella lakimuutoksella. Myöskään maantien tiealueelle ei enää kaikissa tapauksissa tarvitse hakea sijoituslupaa, vaan joskus voidaan turvautua ilmoitusmenettelyyn, joka otettiin käyttöön vuonna 2016. Vaikka lupamenettelyjä on viime vuosina kevennetty muun muassa edellä mainituilla lakimuutoksilla, voitaisiin lupamenettelyjen jatkokehittämisellä entisestään edistää huippunopeiden yhteyksien tehokasta ja nopeaa rakentamista.

Lisäksi rakentamiskustannusten alentamisen uskotaan edistävän digitaalisen infrastruktuurin rakentamista. Vain pieni osa valokuiturakentamisen kustannuksista aiheuttaa valokuitukaapelien hinnasta. Sen sijaan kaivukustannukset muodostavat jopa 60–80 prosenttia kuituyhteyden rakentamisen kustannuksista. Laajakaistarakentaminen yhteistyössä muiden hankkeiden kuten sähköverkon rakentamisen kanssa alentaa kaikkien osapuolten rakentamiskustannuksia. Infrastruktuurin yhteiskäyttöä ja -rakentamista on edistetty uudella lainsäädännöllä vuodesta 2016 alkaen. Yhteisrakentamista edistää Viestintäviraston verkkotietopiste, jonne suunnitteilla olevat verkkohankkeet ilmoitetaan.

Merkittävä osa rakentamis- ja lupamenettelyistä kuuluu kuntien toimivaltaan, sillä ne vastaavat alueillaan tapahtuvan rakentamisen lupamenettelyistä. Käytännöt ja edellytykset vaihtelevat kunnittain, mikä hankaloittaa lupien hakemista ja erilaisten rakentamismenetelmien hyödyntämistä.

### 3.2.1 Kehitetään lupamenettelyjä yhden luukun periaatteen mukaisesti

**Kevennetään sijoituslupamenettelyä maantielain valmistelun yhteydessä. Kehitetään lupamenettelyjä sähköisen asiointijärjestelmän avulla.**

Telekaapeleiden sijoittamista koskevien lupamenettelyiden kehittämisessä tavoitellaan yhden luukun periaatteen mukaista toimintamallia, jossa asiakas asioi vain yhdessä rajapinnassa viranomaisten kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että viranomaisten menettelyt tulee mahdollisimman laaja-alaisesti yhdistää ja koordinoita sekä varmistaa tiedonkulku eri toimijoiden välillä.

Liikenne- ja viestintäministeriö on liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain (maantielaki) uudistuksen valmistelun yhteydessä tilannut selvityksen, jonka tavoitteena on arvioida johtojen ja muiden rakennelmien sijoittamisen ohjaamiseen liittyviä

menettelyjä maantie- ja rautatiealueilla sekä niiden vierialueilla. Selvitystyössä on arvioitu muun muassa lainsäädännön kehittämismahdollisuuksia huomioiden eri osapuolten erilaiset intressit, kuten liikenneturvallisuus, tienpidon haitat, asiainninnin sujuvuus ja asiakkaan oikeusturva, lainsäädännön yhtenäisyys sekä käynnissä olevat hallinnolliset uudistushankkeet. Keskeisiä selvityksessä ehdotettuja muutoksia ovat muun muassa johtojen ja mainosten ilmoitusmenettelyiden yhtenäistäminen sekä hallinnollisen rikkomusmaksun käyttöönotto eräissä asiaryhmissä, kuten kaapeleiden sijoittamisessa vastoin lupamääräyksiä.

Yhden luukun periaatteen tehokas toteuttaminen lupamenettelyissä edellyttää, että asiointi eri viranomaisissa tapahtuu sähköisesti. Eri viranomaisten lupamenettelyjä voidaan tällöin yhteensovittaa siten, ettei menettelyjä ja niistä vastaavia viranomaisia yhdistetä. Pääministeri Sipilän hallitusohjelman luvat ja valvonta -kärkihankkeen puitteissa valmistellaan yhden luukun sähköistä asiointijärjestelmää työ- ja elinkeinoministeriön johdolla. Kärkihanke on osa julkisen hallinnon palveluiden digitalisointia koskevaa kärkihankekokonaisuutta, jonka tavoitteena on toimintatapoja uudistamalla rakentaa julkiset palvelut käyttäjälähtöisiksi ja lähtökohtaisesti digitaalisiksi. Hallitusohjelman mukaan hallinnon sisäiset prosessit digitalisoidaan ja julkinen hallinto sitoutuu kysymään samaa tietoa kansalaisilta ja yrityksiltä vain kerran.

### 3.2.2 Edistetään passiivisen infrastruktuurin rakentamista sähkön maakaapeloinnin yhteydessä

**Selvitetään keinoja sähköyhtiöiden valokuituinvestointien tekemisen helpottamiseksi.**

Sähkömarkkinalain mukaan sähköyhtiöt joutuvat tekemään merkittävästi toimintavarmuusinvestointeja vuoden 2028 loppuun mennessä. Arvioiden mukaan merkittävä osa sähköyhtiöistä parantaa verkkojensa toimivuutta maakaapeloinnilla.

Etenkin taajamissa maakaapelointi luo tulevana vuosina merkittävän potentiaalin televerkkojen rakentamiseen samassa yhteydessä. Yhteisrakentamisen lisäksi sähköyhtiöt voisivat itse rakentaa passiivista televerkkoa. Jos sähköyhtiöt vuokraisivat pääsyä näihin verkkoihinsa avoimesti ja syrjimättömin ehdoin, edistäisi tämä palvelukilpailun syntymistä.

Tällä hetkellä sähkömarkkinalaki edellyttää, että kuituverkon rakentaminen eriytetään sähköverkkoliiketoiminnasta, eikä kuituverkon rakentamista voida ottaa osaksi reguloitua liiketoimintaa. Olisi tarkoituksenmukaista selvittää, tukisivatko sähköyhtiöiden valokuituinvestoinnit strategian tavoitteiden saavuttamista ja voitaisiinko tätä helpottaa lakimuutoksella.

### 3.2.3 Edistetään tukiasemien sijoittamista valtion omistamille alueille

**Hyödynnetään valaisinylväitä matkaviestinverkon tukiasemien sijoittelussa.**

Tulevaisuudessa 5G-verkkojen rakentaminen tulee edellyttämään tiheämpää tukiasemaverkostoa myös tiealueille. Liikenneviraston alustavien arvioiden mukaan matkaviestinverkon tukiaseman sijoittaminen valaisinylvääseen edellyttää ainakin sitä, että valaisimeen kulkee sähkö vuorokauden ympäri. Tämä puolestaan tarkoittaa, että tievalaistuksessa on oltava valaisinkohtainen ohjaus nykyisin käytössä olevan keskuskohtaisen ohjauksen sijaan. Liikennevirastossa selvitetään vuoden 2018 aikana tievalaistuksen keskuskohtaisesta ohjauksesta valaisinkohtaiseen ohjaukseen siirtymisen kustannus- ja muita vaikutuksia pilottihankkeiden avulla.

### 3.2.4 Edistetään verkkojen yhteisrakentamista ja -käyttöä sekä johtotietojen turvallisuutta

**Kehitetään Verkkotietopiste.fi-palvelua tukemaan yhteisrakentamista ja -käyttöä sekä parannetaan palvelun käytettävyyttä. Parannetaan kriittiseen viestintäinfrastruktuuriin lukeutuvien johtotietojen turvallisuutta.**

Verkkotietopiste.fi-palvelun tavoitteena on lisätä verkkojen yhteisrakentamista ja -käyttöä. Palvelua kehitetään tukemaan entistä paremmin mahdollisten yhteisrakentamishankkeiden hakua sekä yhteisrakentamisesta sopimista. Lisäksi tietojen toimittamista helpotetaan tarjoamalla siihen uusia tapoja. Samalla palvelun käytettävyyttä ja suorituskykyä parannetaan.

Verkkotietopisteen tietosisältöä yhtenäistetään laatimalla yhteinen käsitelmä johtoinfrastruktuurin tiedonhallintaan. Tämä helpottaa verkko- ja rakennushanketietojen siirtoa eri järjestelmien ja palveluiden välillä ja vähentää tietojen sovituksesta aiheutuvia kustannuksia.

Lisäksi parannetaan kriittistä infrastruktuuria koskevien tietojen turvallisuutta liittyen esimerkiksi telekaapeleiden sijaintitietojen luovuttamiseen, säilyttämiseen ja käsitteelyyn. Kriittisellä infrastruktuurilla tarkoitetaan esimerkiksi fyysistä infrastruktuuria, jonka vaarantuminen saattaa aiheuttaa merkittävää yleistä vaaraa tai kansallisen turvallisuuden heikentymistä.

### 3.2.5 Tuetaan kuntien lupamenettelyjen kehittämistä sekä kannustetaan kuntia ottamaan käyttöön uusia rakentamistekniikoita

**Tuetaan kuntia huippunopeiden yhteyksien rakentamisessa jakamalla parhaita käytänteitä.**

Merkittävä osa laajakaistarakentamisesta tapahtuu taajamissa ja kuntien alueilla, joten kuntien menettelyillä on merkittävä vaikutus rakentamisen sujuvuuteen. Kuntia kannustetaan aktiivisesti kehittämään omia menettelyjään laajakaistarakentamisen sujuvoittamiseksi. Hyvien tietoliikenneyhteyksien merkitys kuntien elinvoimaisuudelle tulee jatkossa kasvamaan merkittävästi. Joustavilla menettelyillä ja innovatiivisilla ratkaisuilla kunnat voivat kehittää itsestään houkuttelevia rakennuskohteita huippunopealle infrastruktuurille.

Kunnissa voitaisiin esimerkiksi enenevästi sallia mikrosahausta, lisätä ilmoitusmenettelyn käyttöä, hyödyntää olemassa olevaa infrastruktuurin sallimalla sen käyttöä laajakaistaverkon tarpeisiin, kuiduttaa julkisia rakennuksia, rakentaa passiivista infrastruktuuria tietöiden yhteydessä sekä helpottaa tukiasemien sijoittelua. Kuntia voidaan tukea esimerkiksi jakamalla hyviä käytänteitä niin valtiolta kuin muista kunnista sekä lisäämällä tietoisuutta erilaisista innovatiivisista rakentamismenetelmistä. Strategian tavoitteiden toteutumiseksi kuntien ja kaupunkien osalta on keskeistä kytkeä automaattiliikenteen edellyttämien laajakaistayhteyksien rakentaminen osaksi liikenteen ja erityisesti alueiden käyttöä koskevien lupamenettelyjen sujuvoittamista.

## 3.3 Investointien ja rahoituksen riittävyyden varmistaminen

Valokuiturakentaminen on Suomessa tapahtunut pääosin markkinaehtoisesti. Poikkeuksena tästä on kuitenkin vuonna 2010 käynnistetty Nopea laajakaista -tukiohjelma (aiemmalta nimeltään Laajakaista kaikille). Sen puitteissa verkkoja on rakennettu alueille, joille yhteydet eivät markkinaehtoisesti rakennu. Lisäksi valokuiturakentamista on tuettu Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman puitteissa.

Nopea laajakaista -tukiohjelman julkisiin tukiin on varattu noin 135 miljoonaa euroa, josta 69,5 miljoonaa euroa tulee valtiolta. Tammikuun 2018 loppuun mennessä valtion tukea oli myönnetty laajakaistahankkeille yhteensä noin 50,5 miljoonaa euroa, joista oli maksettu 34,8 miljoonaa euroa. Noin 24 miljoonaa euroa oli vielä myöntämättä.

Näissä hankkeissa valokuitusaatavuus on rakennettu yli 82 000 käyttäjälle. Tämä vastaa noin neljäsosaa Suomen FTTH-saatavuudesta. Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2014–2020 puitteissa on tähän mennessä rahoitettu 63 laajakaisainvestointia, joihin on sidottu yhteensä lähes 22 miljoonaa euroa. Maaseudun kehittämisohjelman laajakaistahankkeita rahoitetaan alueilla, joille yhteyksiä ei markkinaehtoisesti rakenneta.

Suomessa investoidaan televerkkoihin merkittävästi muita Pohjoismaita vähemmän. Vuonna 2016 kiinteän verkon toimintaan investoitiin 242 miljoonaa euroa ja teletoimintaan yhteensä 591 miljoonaa euroa.

Tulevan, vuonna 2021 alkavan EU-ohjelmakauden mahdollisuudet tukea laajakaisainvestointeja tulee huomioida erityisesti harvaan asuttujen maaseutualueiden yhteyksien parantamisessa.

### 3.3.1 Edistetään WiFi4EU-rahoituksen käyttöä kunnissa

#### **Kannustetaan kuntia aktiivisuuteen WiFi4EU-rahoituksen hakemisessa.**

EU myöntää julkista tukea kuntien WiFi-yhteyksien rakentamiseen. Rahoitusta voi hyödyntää yhteyksien rakentamiseen julkisiin tiloihin kuten kouluihin, kirjastoihin ja sairaaloihin. Valtio ei osallistu rahoituksen myöntämiseen tai maksamiseen.

Ensimmäinen WiFi4EU-rahoitushaku järjestetään vuonna 2018. Kuntia kannustetaan aktiivisuuteen rahoituksen hakemisessa. Lisäksi tietoisuutta rahoituksesta lisätään sekä jaetaan parhaita käytäntöjä julkisesti tuettujen WiFi-verkkojen rakentamisesta.

## 3.4 Markkinoiden toimivuuden edistäminen

Toimiva kilpailu on keskeinen tekijä markkinoiden kehittämisessä ja investointien synnyssä. Suomen mobiilimarkkinoilla tehokas kilpailu on johtanut verkkojen nopeaan rakentamiseen sekä kohtuuhintaisiin ja laadukkaisiin palveluihin. Valokuitumarkkinoilla vastaavanlaista kilpailua ei ole syntynyt. Suurimmat kiinteän verkon operaattorit ovat myös mobiilioperaattoreita, ja niiden voidaan katsoa keskittyneen toiminnassaan kilpailemaan erityisesti mobiilimarkkinoilla. Lisäksi kiinteiden laajakaistapalvelujen alueelliset markkinat ovat olleet perinteisesti keskittyneet, usein vain yhdelle toimijalle. Joillakin alueilla valokuitutarjontaa ei ole tällä hetkellä ollenkaan. Tällaisia alueita on

sekä kaupungeissa että haja-asutusalueilla. Markkinoiden keskittymisestä johtuen teleyrityksillä ei ole ollut suurta painetta kehittää kiinteitä verkkojaan, vaan ne ovat voineet kerätä tuloja vanhenevasta kupari-infrastruktuuristaan.

Valokuitumarkkinoilla voi olla sekä verkko- että palvelukilpailua. Verkkokilpailu tarkoittaa sitä, että tietyllä alueella on päällekkäisiä kilpailevia verkkoja. Suomen harvimmilla asutuilla alueilla ei kuitenkaan ole pitkien etäisyyksien ja alhaisten tilaajamäärien vuoksi markkinaehtoisesti kannattavaa investoida useisiin verkkoihin. Tällaisilla alueilla voitaisiin hyötyä palvelukilpailusta, jolla tarkoitetaan sitä, että yhdessä verkossa toimii useita palveluntarjoajia. Palvelukilpailun syntymistä haittaa tällä hetkellä se, että suurin osa laajakaistatoimijoista tarjoaa itse vähittäispalveluita omissa verkoissaan, jolloin niillä on heikot kannustimet päästää kilpailevia toimijoita verkkoonsa tarjoamaan palveluja.

Viestintämarkkinoiden kehittyminen kohti digitaalisen yhteiskunnan tarpeita edellyttää kilpailtuja markkinoita. Ilman tehokasta kilpailua teleyrityksillä on heikot kannustimet uudistua ja investoida uuteen, nopeampaan infrastruktuuriin. Toimiva ja tasapuolinen kilpailu hyödyttää kuluttajia ja muita loppukäyttäjiä, kuten yrityksiä, sillä se kannustaa teleyrityksiä alentamaan hintoja ja monipuolistamaan tarjolla olevia palveluita.

Poikkeustapauksissa markkinoiden toimivuus saattaa edellyttää valtion sääntelytoimenpiteitä liittyen esimerkiksi markkinoille pääsyyn (ns. HMOV-sääntely). Tämän lisäksi markkinoiden toimivuutta voidaan edistää myös muilla toimenpiteillä, kuten levittämällä tietoa parhaista käytännöistä.

Kilpailun lisäksi markkinoiden toimivuuteen vaikuttaa myös yhteyksien kysyntä. Valokuituyhteyksien kysyntä ei toistaiseksi ole ollut riittävää. Suosituimpien digitaalisten palveluiden käyttö on tällä hetkellä mahdollista myös ilman huippunopeaa laajakaistayhteyttä, joten kuluttajat eivät ole kokeneet tarvitsevansa kallista valokuituliittymää. Lähitulevaisuudessa huippunopeiden yhteyksien tarpeen uskotaan kasvavan merkittävästi uusien palvelujen ja sovellutusten kehittyessä.

### 3.4.1 Edistetään avoimia verkkoja ja kilpailun syntymistä alueellisesti

**Edistetään avoimien valokuituverkkojen rakentamista parhaita käytännöitä jakamalla ja uusiin toimintamalleihin kannustamalla.**

Tällä hetkellä kiinteiden laajakaistayhteyksien tarjonta Suomessa on alueellisesti usein keskittynyt vain yhdelle toimijalle. Kilpailun lisääntyminen alueellisesti edistäisi



valokuituyhteyksien saatavuutta. Etenkään Suomen harvimmin asutuilla alueilla ei pitkien etäisyyksien ja alhaisten tilaajamäärien vuoksi ole kuitenkaan välttämättä markkinaehtoisesti kannattavaa investoida useisiin päällekkäisiin verkkoihin. Tällaisille alueille verkot olisi lähtökohtaisesti hyvä toteuttaa avoimen verkon periaatteella. Avomissa valokuituverkoissa verkon rakennuttaja ja omistaja ei toimi itse vähittäismarkkinoilla, vaan tarjoaa halukkaille palveluyrityksille pääsyn verkkoonsa mahdollistaen palvelukilpailun synnyn. Toistaiseksi Suomessa avoimia verkkoja on syntynyt lähinnä julkista tukea saaneiden seutuverkkoyritysten piirissä.

### 3.4.2 Edistetään passiivisen infrastruktuurin vuokraamista

**Arvioidaan keinoja olemassa olevan infrastruktuurin vuokraamisen edistämiseksi.**

Passiivisen infrastruktuurin, kuten kaapelikanavien ja putkien, tehokkaampi käyttö edistäisi verkkokilpailun syntymistä laajakaistamarkkinoilla. Olemassa olevaa infrastruktuuria vuokraamalla teleyritykset pystyisivät vetämään omia valokuituyhteyksiä ilman kalliita ja hitaita kaivu- ja lupaprosesseja. Verkkotoimijat ovat yhteisrakentamislain mukaan lähtökohtaisesti velvollisia luovuttamaan käyttöoikeuden tällaiseen infrastruktuurin oikeudenmukaisin ja kohtuullisin ehdoin. Laki mahdollistaa kuitenkin vuokrauspyynnöstä kieltäytymisen useilla eri perusteilla eikä sen soveltamisesta ole vielä juurikaan kokemusta.

Passiivisen infrastruktuurin vuokraamisesta olisi tarkoituksenmukaista teettää laaja selvitys. Selvityksessä arvioitaisiin, millaisilla sääntely- tai muilla keinoilla olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntämistä ja siten valokuituverkkojen kustannustehokasta rakentamista voitaisiin Suomen markkinaolosuhteissa parhaiten edistää.

### 3.4.3 Edistetään huippunopeiden yhteyksien kysyntää

**Lisätään maakuntien ja kuntien tietoisuutta huippunopeiden yhteyksien hyödyistä. Lisätään tietoisuutta laajakaistan rakentajille valokuituverkon rakentamisesta ja rahoitusmahdollisuuksista.**

Valtio voi edistää huippunopeiden laajakaistayhteyksien kysyntää digitalisoimalla julkishallinnon palveluita nykyistä laajemmin. Huippunopeita yhteyksiä edellyttäviä julkisia ja muita palveluja ei kuitenkaan voida tuoda laajamittaisesti markkinoille tai ottaa käyttöön ilman kattavaa ja toimivaa verkkoinfrastruktuuria. Huippunopeita yhteyksiä

tulisi rakentaa nykyisiä ja tulevia tarpeita ajatellen. Strategian kaikilla toimenpiteillä tähdätään siten myös kysynnän lisäämiseen.

Huippunopeiden laajakaistayhteyksien kysyntää voidaan edistää myös huolehtimalla siitä, että yhteyksiä hyödyntävien uusien teknologioiden käyttöönotto on mahdollista. Etäasiointi ja -operointi erityisesti terveydenhuollossa sekä automaatio erityisesti liikenteessä mahdollistavat laajoja yhteiskunnallisia hyötyjä, mutta samalla näihin liittyy paljon lainsäädännöllisiä ja tiedon saatavuuteen liittyviä kysymyksiä, jotka tulee ratkaista. Euroopan komission arvio kytkeytyvien ja automaattisten autojen markkinan kasvulle on Euroopan laajuisesti lähes 300 miljardia euroa. Poistamalla esteet tämän markkinan kehittymiseltä ja edistämällä erityisesti kriittisen digitaalisen tiedon saatavuutta, jaettavuutta sekä yhteentoimivuutta, voidaan lisätä merkittävästi huippunopeiden yhteyksien kysyntää sekä kannustaa yrityksiä investoimaan digitaaliseen infrastruktuuriin.

Digitalisaatiolla on valtava potentiaali maakuntien kehitykselle. Sen täysimittainen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin toimivia viestintäverkkoja. Maakuntia voitaisiin tukea kehityksessään jakamalla esimerkiksi tietoa viestintäverkkojen hyödyistä, saatavilla olevasta rahoituksesta.

Laajakaistainfo.fi-sivustolla jaetaan tietoa laajakaistan rahoitusmahdollisuuksista sekä käytännön vinkkejä yhteyksien rakentajille ja kunnille. Sivustosta vastaavat liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Viestintävirasto ja Maaseutuvirasto. Laajakaistainfo.fi on osa eurooppalaista Broadband Competence Office (BCO) -verkostoa, jossa muun muassa jaetaan EU-maiden kesken tietoa ja parhaita käytäntöjä laajakaistasta.

### 3.5 Tutkimuksen ja innovaation tukeminen

Huippunopeat ja moitteettomasti toimivat viestintäverkot ovat jatkossakin edellytys innovaatioympäristön kehittymiselle Suomessa. Suomessa on käynnissä lukuisia digitaaliseen infrastruktuuriin sekä digitaalisiin palveluihin liittyviä julkisen sektorin koordinoimia tai julkisesti rahoitettuja tutkimus- ja kehityshankkeita. Erityisesti 5G-tekniikkaan sekä älyliikenteeseen ja liikenteen automaatioon liittyen on vireillä useita hankkeita.

Osaltaan digitaalisen infrastruktuuriin liittyvien palvelujen ja innovaatioiden kehitykseen voidaan vaikuttaa myös julkisten hankintojen kautta. Suomessa julkinen sektori tekee vuosittain hankintoja noin 35 miljardilla eurolla. Hallituksen tavoitteena on, että julkisista hankinnoista suunnataan viisi prosenttia innovatiivisiin hankintoihin.

### 3.5.1 Jatetaan testaus- ja innovaatiohankkeiden tukemista ja mahdollistamista

**Jatetaan langattomiin 5G-verkkoihin ja -palveluihin liittyvää julkisesti tai osin julkisesti rahoitettua tutkimus- ja tuotekehitystyötä. Pyritään edistämään myös valokuituverkkojen ja muiden yhteystekniikoiden rahoitukseen, rakentamiseen, liiketoimintamalleihin, ekosysteemeihin ja yhteiskunnallisiin vaikutuksiin liittyviä tutkimus- ja kehitystyötä.**

Viestintäviraston koordinoimassa liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan virastojen (Viestintävirasto, Liikennevirasto, Trafi, Ilmatieteen laitos) yhteisessä 5G-testausekosysteemihankkeessa mahdollistetaan 5G-tekniikkaan perustuvat testi- ja kokeilualustat ja edistetään niiden kautta kehitettävien innovatiivisten palveluiden syntymistä. Tavoitteena on yritysten ja viranomaisten toiminnan ja palveluiden kehittäminen hyödyntämällä 5G-tekniikkaa. Hankkeen avulla voidaan lisäksi arvioida lainsäädännöllisiä vaikutuksia ja mahdollisia kehitystarpeita 5G-tekniikan joustavan ja tehokkaan käyttöönoton edistämiseksi. Hankkeesta saatavan tiedon ja kokemusten kautta on myös mahdollista synnyttää uutta yritystoimintaa ja liiketoimintamalleja. Hankkeen kokeilujen avulla lisätään kansalaisten ja yritysten tietoisuutta ja luottamusta uusiin digitaalisiin palveluihin ja 5G-tekniikoihin. Kansalaiset, yhteiskunta ja yritykset hyötyvät 5G-tekniikan nopeasta käyttöönotosta sekä toimivista ja turvallisista digitaalisista palveluista.

Innovaatorahoitusta tarjoavan Tekesin 5thGEAR -ohjelman alle on luotu palveluiden ja verkkojen testaamiseen liittyvä ekosysteemi. Se muodostuu osittain toisiinsa kytkeytyneistä tutkimushankkeista, jotka sijaitsevat Oulussa, Turussa, Ylivieskassa ja Espoossa. Nykyisen viisivuotisen ohjelman laajuus on noin 100 miljoonaa euroa, josta Tekesin osuus on noin puolet. 5thGEAR-ohjelman testiverkkoprojekteja varten on Suomessa perustettu toimija 5GTNF (5G Test Network Finland), joka koordinoi testiympäristöjen välistä yhteistyötä ja yhteisen testiverkon rakentamista 5G-tekniikoiden, -sovellusten ja konseptien tutkimista varten. Toimijoina on suuria monikansallisia yrityksiä, tutkimuslaitoksia ja organisaatioita. Lisäksi Tekesin alaisuuteen on perustettu Challenge Finland -hanke, jossa Tekniikan tutkimuskeskus VTT ja Ilmatieteenlaitos yhdessä yrityskonsortion kanssa kehittävät uusia älyliikenne- ja tiesääpalveluita 5G-verkkoon. Vuoden 2018 alussa Tekes ja yrityksille kansainvälistymis-, investointi- ja matkailunedistämispalveluita tarjoava Finpro yhdistyivät uudeksi toimijaksi Business Finlandiksi. Monet Tekesin toiminnoista, kuten rahoitus- ja ohjelmalvelut, jatkuvat edelleen Business Finlandin alaisuudessa.

Liikenneviraston koordinoimassa Aurora-hankkeessa valtatie 21:n yhteyteen rakennetaan arktinen älyliikenteen testausekosysteemi, joka mahdollistaa automaattiajamisen

ja älyliikenne- ja viestintäpalvelujen testauksen kaikissa tie- ja sääolosuhteissa. Hankkeessa osa valtatiestä 21 varustellaan mahdollistamaan ja tukemaan älyliikenteen ja älykkään väyläomaisuuden hallinnan kokeiluja. Yksi hankkeen neljästä alaprojektista liittyy digitaaliseen liikenneinfrastruktuuriin, ja kokeilijoiden käyttöön on tarkoituksena tarjota myös 5G-testiverkkoa. Nopeaa verkkoa testataan myös Aurora-hankkeen osahankkeessa Arctic Challenge, joka keskittyy vuosina 2017–2019 tutkimaan älykästä infrastruktuuria ja tieliikenteen automaatiota arktisissa olosuhteissa.

Ilmatieteen laitoksen koordinoimassa SOD5G-hankkeessa on rakenteilla 5G-verkon testiympäristö Sodankylän lentoasemalla sijaitsevalle ajoneuvojen talvitestausradalle. 5G-verkon lisäksi alueelle rakennetaan autojen välinen C-ITS-kommunikaatioverkko. Tavoitteena on mm. verrata keskenään näiden kahden teknisen ratkaisun toiminnallisuutta älyliikenneympäristössä.

Uusien teknologioiden ja niihin perustuvien palvelujen kokeilemiseksi Suomessa on tarkoituksenmukaista jatkaa korkealaatuisten, yhteiskäyttöisten tutkimusympäristöiden ja kehittämisalustojen tarjoamista ja tukemista.

### 3.5.2 Jatketään radiolupien myöntämistä tuotekehitykseen ja testaukseen

**Varmistetaan myös jatkossa, että langattoman viestinnän testaustoimintaan riittää taajuuksia ja jatketaan radiolupien myöntämistä joustavasti uusien innovatiivisten radiotekniikoiden ja -järjestelmien testaukseen.**

Viestintävirasto on myöntänyt lukuisia radiolupia 5G- ja muiden teknologioiden tutkimus- ja tuotekehityskäyttöön Suomessa toimiville laitevalmistajille, tutkimuslaitoksille ja tutkimushankkeille. Testiluvat mahdollistavat 5G-ekosysteemin luomisen siten, että voidaan tarjota erilaisia runko-, radio- ja liityntäverkkopalveluita erilaisiin tutkimushankkeisiin. Testiluvilla on tutkittu muun muassa radiosignaalien etenemistä erilaisissa ympäristöissä.

Testaustoiminnan taajuustarpeiden toteuttamista on tärkeä arvioida kaupallisten matkaviestinverkkojen tarjonnan ja testiympäristön kannalta. Testaustoimintaa olisi tarkoituksenmukaista jatkaa myös 3,5 GHz:n ja 26 GHz:n taajuusalueilla, jotta voidaan varmistaa laitevalmistajien ja tutkimuslaitosten testaus- ja tuotekehitystoiminnan jatkuminen Suomessa.

Tuotekehitys-, testaus- ja opetuskäyttöön on tällä hetkellä varattu omia taajuuksia toimiluvanvaraisilta taajuusalueilta. Näillä taajuusalueilla toimiville kaupallisille matka-

viestinverkoille on valtioneuvoston asetuksessa asetettu rajoituksia tietyille maantieteellisille alueille laitevalmistajien ja tutkimuslaitosten testaus- ja tuotekehitystoiminnan mahdollistamiseksi. Tällaisia rajoituksia on esimerkiksi Espoossa ja Oulussa. Kaupallisten 5G-verkkojen rakentamisen mahdollistavien taajuusalueiden osalta tulee arvioida, mikä on tarkoituksenmukaisin tapa toteuttaa edellä mainitut testaus- ja tuotekehitystoiminnan tarpeet. Tavoitteena on yhteensovittaa teleyritysten kaupalliset intressit sekä verkko- ja laitevalmistajien ja muiden testaus- ja tutkimustoimintaa harjoittavien toimijoiden intressit.

### 3.5.3 Edistetään innovatiivisia julkisia hankintoja

**Edistetään innovatiivisia julkisia hankintoja kaikilla hallinnonaloilla joulukuussa 2017 julkaistun työ- ja elinkeinoministeriön toimenpideohjelman mukaisesti.**

Monilla aloilla julkinen sektori ja sen tekemät hankinnat ovat merkittävä markkinoiden toimintaan vaikuttava tekijä. Julkinen sektori voi luoda kysyntää innovaatioille ja tätä kautta innostaa yrityksiä kehittämään uusia tuotteita ja palveluja. Työ- ja elinkeinoministeriö on laatinut innovatiivisten hankintojen toimenpideohjelman, jonka toimenpiteillä on tarkoitus tukea hallinnonalojen innovatiivisten hankintojen strategisuutta, johtamista ja konkreettisten hankintojen valmistelua sekä luodaan systemaattinen kehitysprosessi valtionhallinnon sektori- ja hallinnonalat ylittävälle yhteistyölle. Toimenpiteet viedään käytäntöön parhaillaan käynnissä olevassa hankkeen toisessa vaiheessa. Julkisten hankintojen lisäämiseksi on myös perustettu kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus, joka on käynnistänyt toimintansa maaliskuussa 2018

## 3.6 Älyliikenteen ja liikenteen automaation kehittämisen tukeminen verkkopolitiikalla

Suomen tavoitteena on olla älyliikenteen kehityksen kärjessä ja varmistaa autonomiselle liikenteelle paras mahdollinen toimintaympäristö. Liikenteen automaation ja älykäden palvelujen lisääntyminen tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia liikenteen ja kuljetusten turvallisuuden, tehokkuuden ja sujuvuuden parantamiseksi sekä haitallisten ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Autonomisen liikenteen kehittyminen mahdollistaa myös uudet liikkumisen palvelut ja liiketoimintamallit ja vapauttaa resursseja muihin tehtäviin. Monia erilaisia liikenteen taustalla tapahtuvia tuki- ja operointitoimintoja voidaan parantaa huomattavasti taustajärjestelmien automaatiota ja yhteentoimivuutta lisäämällä. Tällaisia ovat muun muassa liikenteen ohjaus ja tietopalvelut.

Liikenteen automaatio- ja sovellusten käyttö on lisääntynyt merkittävästi viime vuosien aikana kaikissa liikennemuodoissa. Automatisoituminen etenee paikallisten ratkaisujen ja kysynnän kautta. Ajankohtaisina esimerkkeinä voidaan mainita automaattiajamista testaavat pikkubussit ja rekkojen letka-ajo. Laajamittainen käyttöönotto tulee tapahtumaan vasta myöhemmässä vaiheessa. Autojen välinen itsenäinen kommunikointi kehittyy jatkuvasti. Ajoneuvojen valmiudet havainnoida ympäristöä ja kytkeytyä verkkoon kehittyvät autoteollisuuden intressien ohjaamana.

Viestintäverkkoinfrastruktuurin kehittyminen luo perustaa automaattiliikenteelle ja liikenteen älykkäille palveluille. Automaatio- ja älyliikennesovellusten erilaiset tekniset tarpeet viestintäverkoille ja verkkotekniikoille voivat vaihdella käyttökohteista ja soveluksista riippuen. Osa näistä vaatii tiedonsiirtoverkolta enemmän nopeutta ja kapasiteettia, kun taas toiset vaativat ensisijaisesti esimerkiksi toimintavarmuutta ja häiriöttömyyttä. Erilaisten verkkoteknologioiden yhteistoiminnallisuus onkin avainasemassa.

Älykkäiden liikennejärjestelmien (ITS) käyttöön 5,9 GHz:n taajuusalueelta osoitetuilla taajuuksilla voidaan toteuttaa ajoneuvojen keskinäinen ja infrastruktuurin välistä viestintää. Tieliikenteessä myös 5G-mobiiliteknologian sekä paikannuksen tarkkuuden kehittyminen ovat avainasemassa. Lisäksi kehitys edellyttää riittävää teiden valokuituyhteyksien saatavuutta sekä väylien ja ajoneuvojen varustamista erilaisilla laitteilla ja sensoreilla.

Matkaviestinverkkojen osalta nopeiden yhteyksien saatavuutta keskeisillä väylillä on tähän mennessä edistetty muun muassa toimilupapolitiikalla. Tällä hetkellä matkaviestinoperaattoreiden 2G- ja 3G-verkot kattavat Manner-Suomen tieverkoston (valtatiet, kantatiet, seututiet ja yhdystiet). Teleyritysten 4G-verkot eivät vielä täysin kata tieverkostoa Pohjois- ja Itä-Suomessa. Joulukuussa 2016 myönnettyissä 700 MHz:n taajuusalueen toimiluvissa kuitenkin edellytetään, että verkko on rakennettava siten, että se kattaa kaikki Manner-Suomen valtatiet, kantatiet, seututiet ja yhdystiet sekä koko Suomen valtion omistaman rataverkon.

Verkkoinfrastruktuurin lisäksi älyliikenteen kehittymistä tulee ohjaamaan voimakkaasti myös uusien liikennepalveluiden syntyminen, kuluttajien luottamus automaattiseen liikenteeseen ja uusien käyttäytymismallien synty.

### 3.6.1 Arvioidaan älyliikenteen tarpeita matkaviestinverkoille 5G-verkkojen käyttöoikeusehtoja valmisteltaessa

**Huomioidaan älyliikenteen ja liikenteen automaation tarpeet taajuuksien käyttöehtoja valmistellessa.**

Matkaviestinverkkojen osalta älyliikenne tulee käyttämään nykyisiä maanlaajuisia 4G-verkkoja sekä tulevia 5G-verkkoja. Nykyinen 4G-teknologia kehittyy edelleen ja tulee pysymään käytössä 5G-teknologian rinnalla 2030-luvulle asti. Maanlaajuiset 4G-verkot voivat tarjota yhteydet maantieteellisesti hyvin laajoilla alueilla ja ne tulevat kehittymään vähitellen kohti 5G:tä. Suuren kapasiteetin 5G-verkot taas rakentuvat markkinaehtoisesti ensisijaisesti kaupunkieihin ja liikkumisen solmukohtiin ja muille alueille, joissa potentiaalinen käyttäjämäärä on suuri. Suurimpaan osaan kehittyvän älyliikenteen tämänhetkisistä kapasiteettitarpeista voidaankin vastata nykyisillä 4G/LTE-verkoilla, mutta uusien sovellusten myötä myös 5G:n pienemmälle viiveelle ja suurelle kapasiteetille on tarvetta. Näin ollen ensimmäisessä vaiheessa yhteyksinä toimivat nykyiset kattavat 4G-verkot ja liikenteen ITS-yhteydet.

5G-taajuuksien käyttöoikeusehtoja valmisteltaessa arvioidaan älyliikenteen tarpeet matkaviestinverkoille. On nähtävissä, että esimerkiksi 3,5 GHz:n ja 26 GHz:n taajuusalueita tullaan käyttämään pääasiassa kaupunkialueilla, taajamissa ja liikenteen solmukohdissa. Koko tieverkoston ja kaikkien liikenneväylien kattaminen näillä taajuuksilla vaatii huomattavia investointeja, mutta alempia taajuusalueita voidaan kustannustehokkaammin hyödyntää laajemman peiton saavuttamisessa. On myös huomioitava, että älyliikenteen kriittisiin toimintoihin liittyvä viestintä ei voi perustua siihen, että yhteys matkaviestinverkkoon olisi saatavilla joka paikassa ja kaiken aikaa.

### 3.6.2 Edistetään kiinteän laajakaistan saatavuutta autonomisen liikenteen tarpeisiin

**Valtio osallistuu tarvittaessa valokuituyhteyksien rakentamiseen liikenteen solmukohtiin ja pääväylille kehittyvän liikenteen automaatiota tukevan infraratkaisun varmistamiseksi. Valtion tiealueille sijoitetaan parannushankkeiden yhteydessä kaapelikanavia ja putkia.**

Liikenteen solmukohdat kuten satamat ja terminaalit sekä pääväylät ovat keskeisessä asemassa autonomisen liikenteen kehityksen alkuvaiheessa. On todennäköistä, että älyliikennepalveluita tukevat viestintäverkko-yhteydet toteutuvat markkinaehtoisesti näille alueille pidemmällä aikavälillä alkaen paikallisista elinkeinojen tarpeista. Valtio

seuraa aktiivisesti yhteyksien rakentamista. Koska nämä alueet ovat hyvin tärkeitä autonomisen ja älyliikenteen kehityksen kannalta, valtio reagoi tarvittaessa tilanteeseen, jos yhteydet eivät rakennu keskeisille tiealueille markkinaehtoisesti. Palvelujen jatkuvuuden kannalta kaupungeilla on merkittävä rooli erityisesti väyläverkon solmukohtien kuten satamiin johtavien kuljetuskäytävien osalta. Samalla autonomisen liikenteen voidaan odottaa lisääntyvän liikenteen pääväylillä kaupunkialueita yksinkertaisemman toimintaympäristön vuoksi.

Viestintäyhteyksien rakentamista voidaan edistää myös tienparannushankkeiden yhteydessä. Koska kaapeleiden kaivukustannukset muodostavat merkittävän osan viestintäverkon rakentamiskustannuksista, kannattaa tienparannushankkeiden yhteydessä, silloin kun se on teknisesti ja taloudellisesti järkevää, kaivaa maahan kaapelikanavia ja putkia, joihin voidaan tulevaisuudessa vetää valokuitukaapeli ilman maanrakennustöitä.