

# Liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri 2030 ja 2050

Selvityshenkilöiden loppuraportti

**LVM**

LIIKENNE- JA  
VIESTINTÄMINISTERIÖ



*Suomi*  
*Finland*  
**100**

## **Liikenne- ja viestintäministeriön**

### **visio**

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

### **toiminta-ajatus**

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

### **arvot**

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö

Raportin nimi

**Liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri 2030 ja 2050**

Tekijät

Esko Aho, Lauri Lyly ja Inka Mero

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 5.9.2016

Raportin numero

**Raportit ja selvitykset 7/2017**

ISBN 978-952-243-514-9 (verkkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-514-9>

HARE-numero

Asiasanat

liikenne- ja viestintäjärjestelmä, liikenneverkko, viestintäverkko, liikennepalvelut, viestintäpalvelut

Yhteyshenkilö

Leena Sirkjärvi ja Iida Huhtanen

Muut tiedot

Tiivistelmä

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti kolme selvityshenkilöä tuottamaan vision siitä, miten liikenne- ja viestintäjärjestelmän rohkealla kehittämisellä luodaan Suomen hyvinvoinnille, kilpailukyvyille ja kansantaloudelle suotuisa ympäristö vuosille 2030 ja 2050.

Työssä on määritetty visio vuosille 2030 ja 2050 seuraavasti:

1. Globaalisti on syntyneessä vallankumouksellisia uusia teknologisia läpimurtoja, jotka mullistavat nykyiset liikenne- ja viestintäjärjestelmät.
2. Perinteinen liikenne ja digitaaliset ratkaisut sulautuvat.
3. Tiedosta tulee kriittisin tuotannon- ja kilpailutekijä.
4. Suomen suurimmat mahdollisuudet ovat globaalisti syntyvien teknologisten ratkaisujen nopeassa ja laajamittaisessa hyödyntämisessä.
5. Mahdollisuuteen on tartuttava, koska näin voidaan kestävästi ratkaista Suomen erityiset sisäiset ja ulkoiset saavutettavuushaasteet.
6. Suomen on pakko radikaalisti uudistaa olemassa olevia rakenteita ja toimintamalleja sekä päätöksentekoa.
7. Tavoitteeksi tulee asettaa, että Suomen tulee olla globaalisti johtava älykkään liikenteen ekosysteemi.
8. Edellyttää investointeja, muutosvalmiutta, riskinottoa, uutta osaamista ja kokeilemisen kulttuuria.
9. Jos tässä onnistutaan, syntyy kestävää taloudellista kasvua, luodaan uutta liiketoimintaa sekä mahdollistetaan laadukkaat kansalaisten liikenne- ja viestintäpalvelut.
10. Muutos tehtävä niin, että se hyödyttää jokaista suomalaista.

Raportissa kuvataan toimialaan vaikuttavia muutosvoimia sekä toimivan liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin osatekijöitä, joita ovat teknologia ja tieto, kyvykkyydet, infrastruktuuri, hinnoittelu ja verotus, sääntely, turvallisuus, saavutettavuus, avoimet rajapinnat, public-private-people-kumppanuudet, riskinotto ja markkinoiden edelläkävijyys sekä päätöksenteko.

Rapportens namn

**Transport- och kommunikationsarkitektur 2030 och 2050**

Författare

Esko Aho, Lauri Lyly och Inka Mero

Tillsatt av och datum

Kommunikationsministeriet 5.9.2016

Rapportens nummer

**Rapporter och utredningar 7/2017**

ISBN 978-952-243-514-9 (webbpublikation)

 URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-514-9>

HARE-nummer

Ämnesord

transport- och kommunikationssystem, trafiknät, kommunikationsnät, transporttjänster, kommunikationstjänster

Kontaktperson

Leena Sirkjärvi och Iida Huhtanen

Rapportens språk

Övriga uppgifter

Sammandrag

Kommunikationsministeriet tillsatte tre personer med uppgiften att ta fram en vision om hur vi genom att djärvt utveckla transport- och kommunikationssystemet kan skapa en gynnsam miljö för Finlands välfärd, konkurrenskraft och nationalekonomi 2030 och 2050.

I arbetet fastställdes en vision för 2030 och 2050 på följande sätt:

1. på global nivå sker nya, revolutionära tekniska genombrott som omväxlar de nuvarande transport- och kommunikationssystemen.
2. De traditionella transportformerna och de digitala lösningarna smälter samman.
3. Informationen blir den mest kritiska produktions- och konkurrensfaktorn.
4. Finlands största möjligheter finns i hur vi kan utnyttja globala tekniska lösningar snabbt i stor skala.
5. Vi måste ta chansen, eftersom detta är en hållbar lösning för Finlands särskilda interna och externa tillgänglighetsutmaningar.
6. Finland är tvunget att på ett radikalt sätt ändra befintliga strukturer, verksamhetsmodeller och beslutsprocesser.
7. Målet ska vara att Finland blir ett världsledande ekosystem för smarta transporter.
8. Detta förutsätter investeringar, förändringsberedskap, risktagning, nytt kunnande och försökskultur.
9. Om man lyckas i detta, kan vi skapa hållbar ekonomisk tillväxt och ny affärsverksamhet samt möjliggöra högklassiga transport- och kommunikationstjänster för medborgare.
10. Ändringen ska göras så att den gynnar alla finländare.

I rapporten beskrivs de förändringskrafter som påverkar branschen samt delfaktorerna för transport- och kommunikationsarkitekturen, nämligen teknik och information, förmågor, infrastruktur, prissättning och beskattning, reglering, säkerhet, tillgänglighet, öppna gränssnitt, public-private-partnerskap, risktagning och pionjärverksamhet på marknaden och beslutsprocess.

Title of the report

**Transport and Communications Architecture 2030 and 2050**

Author(s)

Esko Aho, Lauri Lyly and Inka Mero

Commissioned by, date

Ministry of Transport and Communications, 5 September 2016

Number of the report

**Reports 7/2017**

ISBN 978-952-243-514-9 (online)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-514-9>

Reference number

Keywords

transport and communication system, transport network, communication network, transport services, communication services

Contact person

Leena Sirkjärvi and Iida Huhtanen

Language of the report

Other information

Abstract

The Ministry of Transport and Communications appointed three rapporteurs to produce a vision of how bold development of the transport and communication system could be used to create favourable conditions for Finland's well-being, competitiveness and economy in 2030 and 2050.

The following vision has been defined in the work for 2030 and 2050:

1. New revolutionary technological breakthroughs that will transform the current transport and communication systems are about to happen globally.
2. Traditional traffic and digital solutions will merge.
3. Data will become the primary factor of production and competition.
4. Finland's greatest opportunities lie in quickly and comprehensively utilising the technological solutions being created globally.
5. These opportunities must be seized, as this would allow Finland's particular challenges in internal and external accessibility to be overcome in a sustainable manner.
6. Finland must make radical changes to its existing structures, operating models and decision-making.
7. The objective must be to make Finland the global leader of intelligent transport ecosystems.
8. This requires investment, readiness for change, risk-taking, new skills and a culture of experimentation.
9. Succeeding in this would bring sustainable economic growth, create new business and enable high-quality transport and communications services for citizens.
10. This change must be brought about in a way that benefits every Finnish citizen.

The report describes the dynamics and components of a functional transport and communications architecture: technology and knowledge, skills, infrastructure, pricing and taxation, regulation, safety, accessibility, open interfaces, risk-taking and market pioneering, public-private-people partnerships, and decision-making.

## Sisällysluettelo

OSA I Tiivistelmä .....	2
OSA II Työn tausta .....	4
1. Työn lähtökohdat .....	4
2. Suomi osana globaalia toimintaympäristöä .....	5
3. Toimintamalli ja Suomen tulevaisuus rakennettava globaaleja megatrendejä hyödyntäen .....	7
4. Liikenteen murros on jo käynnissä .....	13
OSA III Visio ja johtopäätökset .....	15
5. Suomen menestymisen mahdollisuudet – tulevaisuudenkuvia 2030 ja 2050 .....	15
6. Innovaatioiden esiinmarssi .....	20
7. Älykkään järjestelmän ekosysteemi .....	25
8. Visiotyön johtopäätökset .....	32
9. Lähteet .....	34
Liite 1. Työn aikana kuullut henkilöt .....	36

# OSA I Tiivistelmä

Liikenne ja viestintä ovat aina palvelleet yhteiskuntaa ja teknologisten läpimurtojen ansiosta liikenne ja viestintä ovat saaneet aikaan tuottavuuden radikaalia parantumista koko yhteiskunnassa.

Liikenne ja viestintä ovat tiiviisti kytköksissä yhteiskunnan yleiseen muutokseen. Kehitystä ohjaavat globaalit megatrendit, joista merkittävimpiä ovat teknologinen kehitys, globalisaatio sekä maailmanlaajuiset ilmasto- ja ympäristöhaasteet. Sen lisäksi demografiset muutokset, kaupungistuminen sekä uudet turvallisuusriskit muokkaavat liikenteen ja viestinnän tulevaisuutta. Myös kuluttajien käyttäytymisessä on tapahtumassa suuria muutoksia. Merkittävin liikenteen ja viestinnän toimintaympäristöä mullistava muutostekijä on kuitenkin teknologinen kehitys.

Tiedosta on kehittymässä kriittinen tuotannontekijä ja se hallitsee tulevaisuuden liikenne- ja viestintäarkkitehtuuria. Siitä tulee tärkeä kilpailutekijä sekä automaation ja palveluiden mahdollistaja. Perinteiset turvallisuusriskit pienenevät radikaalisti uusien teknologioiden ansiosta. Digitaalisten järjestelmien turvallisuuteen, luotettavuuteen ja tietosuojaan sen sijaan kohdistuu merkittäviä uudenlaisia haasteita sekä järjestelmätasolla että loppukäyttäjäympäristössä.

Teknologinen kehitys vaikuttaa liikennesektorin kehitykseen hyvin voimakkaasti tulevina vuosikymmeninä. Suomi on parhaillaan murroskohdassa, jossa liikenteen ja viestinnän alat ovat sulautumassa toisiinsa teknologisen kehityksen myötä. Yhteensulautuminen tapahtuu digitalisaation, liikenteen älykkyyden ja lisääntyvän tiedon kautta.

Liikenteen ja viestinnän perustarpeet eivät kuitenkaan muutu. Suomen maantieteellinen sijainti, riippuvuus ulkomaankaupasta sekä maan sisäinen rakenne määrittävät järjestelmän kehittämistarpeita tulevaisuudessakin. Saavutettavuus Suomen ulkopuolelta ja ulkopuolelle sekä maan sisäiset yhteydet ovat nyt ja tulevaisuudessa tärkeitä ratkaistavia kysymyksiä.

Suomen tulee vastata saavutettavuuden haasteeseen liikenne- ja viestintäjärjestelmien tehokkaalla yhteen kytkemisellä ja sen myötä logistiikkaa, palveluita ja liikennettä tehostamalla. Tästä aukeaa suuri mahdollisuus Suomelle menestyä myös uusien palvelujen ja tuotteiden tuottamisessa sekä viennissä.

Liikenteen ja viestinnän perusteknologiat syntyvät globaalisti. Suomen mahdollisuudet menestyä siinä kilpailussa ovat rajalliset. Suomen erityinen mahdollisuus on nousta edelläkävijäksi uusien ratkaisujen nopeassa käyttöönotossa ja tehokkaassa soveltamisessa. Suomella on luontaiset edellytykset myös saada aikaan toimialojen rajat ylittäviä ratkaisuja.

Korkea koulutustaso, osaavat käyttäjät, toimiva yhteiskunta, kriittinen ICT-osaaminen, voimistuva kasvuyrittäjyys, toimivat alustat digitaalisille ratkaisuille sekä toimiva yhteistyö yksityisen ja julkisen sektorin välillä ovat niitä tekijöitä, joilla Suomen on mahdollista nousta menestyväksi ja houkuttelevaksi toimintaympäristöksi. Logistiikan ja liikenteen korkeat kustannukset ovat kannustin hyödyntää uusinta teknologiaa ja tehostaa liikkumista ja kuljetuksia muita alueita nopeammin.

Tulevaisuudessa siirrytään liikenteen väyläkeskeisestä lähestymistavasta ekosysteemimalliin. Älykkäässä järjestelmässä pelkkä teknologia ei riitä menestykseen. Teknologian hyödyntämisen suurimpia voittajia ovat ne, jotka pystyvät luomaan parhaan toimintaympäristön, ekosysteemin. Onnistuessaan Suomella on mahdollisuus tehdä liikenne- ja viestintäratkaisuista kilpailuvaltti, joka perustuu kilpailukykyiseen osaamiseen, tuotteisiin ja palveluihin.

Liikenne- ja viestintäverkkoja tuleekin siksi kehittää synkronoidusti kokonaisuhyötyjen saavuttamiseksi. Vision saavuttaminen edellyttää, että viestintäverkon kapasiteetti, nopeus ja luotettavuus ovat maailman johtavaa tasoa.

Tulevaisuuden liikenneinfrastruktuurilla tulee olla tarvetta palveleva kapasiteetti, sen tulee olla energiatehokas ja vähäpäästöistä liikennettä tukeva ja lisäksi siinä tulee huomioida ja hyödyntää liikenteen automaatiokehitys. Liikenne- ja viestintäinfrastruktuurin kehittäminen tapahtuu ensisijaisesti kysyntäohjautuvasti ja uusilla rahoitusmalleilla. Yhteiskunta vastaa kysyntäohjautuvan liikenne- ja viestintäjärjestelmän ulkopuolelle jäävistä osista.

Vision toteutuminen edellyttää, että liikenneinfrastruktuurin laadun kriteerit pitää määrittää uudelleen. Määrittämisessä on otettava huomioon muun muassa saavutettavuus, järjestelmien yhteentoimivuus, matkaketjujen tehokkuus sekä liikenteen automaatio ja ympäristöystävällisyys.

Liikenteessä siirrytään standardijärjestelmästä kohti yksilöllisiä ratkaisuja. Tulevaisuuden järjestelmässä liikkumis- ja kuljetusvalintoja ohjataan älykkäiden järjestelmien lisäksi aikaan ja paikkaan perustuvalla dynaamisella hinnoittelulla. Dynaamisella hinnoittelulla ja älykkäillä liikennepalveluilla liikenneverkon kapasiteettia on mahdollista hyödyntää tehokkaammin, mikä vähentää verkolle kohdistuvia investointipaineita.

Liikenne- ja viestintäpalvelut tuotetaan markkinaehtoisesti. Palvelut räätälöidään asiakkaan tarpeita vastaaviksi. Palvelut tuotetaan tietoa ja avoimia rajapintoja hyödyntäen. Helppokäyttöisissä palvelupaketeissa yhdistetään eri kuljetusmuotoja ja teknologioita.

Työryhmä on määrittänyt vision vuosille 2030 ja 2050: ”Suomesta globaalisti johtava älykkään liikenteen ekosysteemi”. Vision yhteenveto on:

1. Globaalisti on syntymässä vallankumouksellisia uusia teknologisia läpimurtoja, jotka mullistavat nykyiset liikenne- ja viestintäjärjestelmät.
2. Perinteinen liikenne ja digitaaliset ratkaisut sulautuvat.
3. Tiedosta tulee kriittisin tuotannontekijä.
4. Suomen suurimmat mahdollisuudet ovat globaalisti syntyvien teknologisten ratkaisujen nopeassa ja laajamittaisessa hyödyntämisessä.
5. Mahdollisuuteen on tartuttava, koska näin voidaan kestävästi ratkaista Suomen erityiset sisäiset ja ulkoiset saavutettavuushaasteet.
6. Suomen on pakko radikaalisti uudistaa olemassa olevia rakenteita ja toimintamalleja sekä päätöksentekoa.
7. Tavoitteeksi tulee asettaa, että Suomen tulee olla globaalisti johtava älykkään liikenteen ekosysteemi.
8. Edellyttää investointeja, muutosvalmiutta, riskinottoa, uutta osaamista ja kokeilemisen kulttuuria.
9. Jos tässä onnistutaan, syntyy kestävää taloudellista kasvua, luodaan uutta liiketoimintaa sekä mahdollistetaan laadukkaat kansalaisten liikenne- ja viestintäpalvelut.
10. Muutos on tehtävä niin, että se hyödyttää jokaista suomalaista.



# OSA II Työn tausta

## 1. Työn lähtökohdat

Liikenne- ja viestintäverkot muodostavat modernin yhteiskunnan rungon. Ne ovat kehittyneet vastaamaan elinkeinoelämän ja kansalaisten muuttuvia tarpeita. Teknologisten läpimurtojen ansiosta liikenne ja viestintä ovat saaneet aikaan tuottavuuden radikaalia parantumista koko yhteiskunnassa.

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti syksyllä 2016 selvityshenkilöryhmän laatimaan vision liikenne- ja viestintäjärjestelmän tilasta vuosina 2030 ja 2050 sekä kartoittamaan keinot tavoitellaan pääsemiseksi. Tämän työn tavoitteena oli tuottaa visio siitä, miten liikenne- ja viestintäjärjestelmän rohkealla kehittämisellä luodaan Suomen hyvinvoinnille, kilpailukyvyille ja kansantaloudelle suotuisa ympäristö.

Työn peruslähtökohtana on, että liikenteessä ja viestinnässä tapahtuu tulevina vuosikymmeninä teknologinen vallankumous. Sen sisällön ja vaikutusten ennakoiminen on mahdoton tehtävä. Tästä syystä työryhmä on pikemminkin pyrkinyt luomaan visiota siitä, minkälainen toimintaympäristö Suomella pitäisi olla, jotta saisimme siitä maksimaalisen hyödyn.

Liikenne- ja viestintäjärjestelmät ovat kehittyneet pääosin erillään toisistaan. Digitalisoitumisen seurauksena ne integroituvat ja muodostavat tulevaisuudessa yhtenäisen kokonaisuuden, arkkitehtuurin.

Kuka olisi osannut 1980-luvun alussa ennustaa internetin läpimurtoa tai mobiiliteknologian kehittymistä? Visio on paras mahdollinen arvaus tulevaisuuden toimintaympäristöstä ja toisaalta visio on tavoitteellinen tila, johon pitää yhteiskunnan strategisin päätöksin aktiivisesti pyrkiä.

Oletamme, että vuoteen 2030 saakka pääpaino toimintaympäristön kehittämisessä tulee olemaan uuden ja vanhan yhteensovittamisessa, mutta vuoteen 2050 mennessä eletään täysimääräisesti älykkäässä järjestelmässä.

Liikenteen ja viestinnän kytkennät muuhun yhteiskuntaan syvenevät. Etenkin teknologia, ympäristöhaasteet ja sosiaaliset tarpeet muokkaavat liikenteen ja viestinnän toimintaympäristöä. Digitaaliteknologian laajamittainen käyttöönotto mullistaa järjestelmän. Muutoksen ydin on siinä, että siirrytään standardoidusta ja jäykästä järjestelmästä kohti yksilöllisiä ja joustavia ratkaisuja.

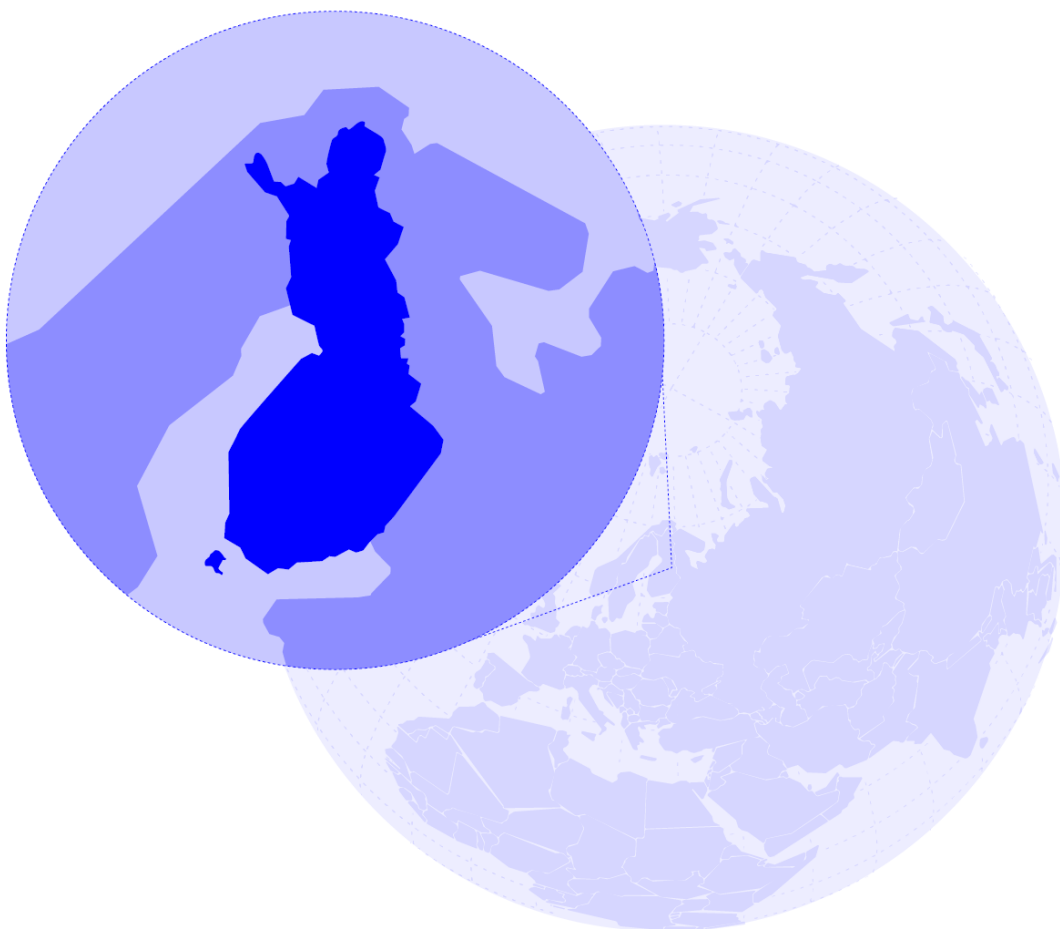
Päähuomiona tässä työssä on ollut vision rakentaminen, mistä johtuen yksittäisten liikennehankkeiden ja eri liikennemuotojen tarkastelun sijaan arvioidaan vaatimuksia ja mittareita liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin kokonaisuudelle. Ilmasto- ja ympäristökysymyksiä koskevat kansainväliset ja kansalliset päästövähennystavoitteet on otettu sellaisinaan tämän työn reunaehdoiksi.

Liikenteen ja viestinnän kehitys ei ole itseisarvo, vaan sen merkitys syntyy siitä, että se palvelee tehokkaasti taloudellista kehitystä ja kansalaisten hyvinvointia. Kiteytettynä liikenne- ja viestintäarkkitehtuurilla on kolme perimmäistä tavoitetta; 1) tukea taloudellista kasvua ja kilpailukykyä, 2) mahdollistaa toimivat kansalaisten liikenne- ja viestintäpalvelut sekä 3) luoda uutta liiketoimintaa. Kaikki tässä työssä esitetyt johtopäätökset perustuvat näiden kolmen tavoitteen edistämiseen.

## 2. Suomi osana globaalia toimintaympäristöä

Suomen kaltaisen pienen ja pohjoisen maan hyvinvointi perustuu ulkomaankauppaan. Se puolestaan vaatii korkealaatuisia ja hinnaltaan kilpailukykyisiä liikenne- ja viestintäyhteyksiä sekä maan sisällä että maasta ulos.

Vaikka maailma ympärillämme muuttuu, on tiettyjä reunaehtoja, jotka säilyvät. Suomi sijaitsee Euroopan pohjoisella reunalla, geopoliittisesti idän ja lännen rajalla. Muutokset Venäjän, Kiinan, Yhdysvaltojen tai Euroopan unionin maiden talouksissa ja poliittisissa voimasuhteissa vaikuttavat merkittävästi Suomen talouden kehitykseen, ulkomaankauppaan sekä liikenne- ja viestintäjärjestelmään.



Kuva 1. Suomi osana globaalia toimintaympäristöä.

Suomi on osa Euroopan unionia ja eurooppalaisia sisämarkkinoita. EU-tasolla tapahtuva sääntely muokkaa myös suomalaisen liikenteen ja viestinnän toimintaympäristöä. Sen ydin on ollut yhteisten sisämarkkinoiden luominen ja sitä kautta tavaroiden, palveluiden, ihmisten ja pääoman liikkuvuuden lisääminen maiden välillä. Digitaalisten sisämarkkinoiden puute on heikentänyt Euroopan kilpailukykyä digitaalisten ratkaisujen kehittämisessä. Toimivat digitaaliset sisämarkkinat voisivat arvion mukaan nostaa EU:n jäsenvaltioiden bruttokansantuotetta jopa 415 miljardia euroa.

Suomi osallistuu kansainväliseen kilpailuun logistiselta takamatkalta ja logistiikkakustannukset ovat Suomessa kansainvälisesti verrattuna korkeat. Kilpailukyky- ja hyvinvointitavoitteiden toteuttaminen vaatii panostuksia erityisesti kolmelle painopisteelle: 1) toimivien ja laadukkaiden yhteyksien luominen globaaleille markkinoille, 2) Itämeren alueen potentiaalın täysimääräinen hyödyntäminen sekä 3) sisäisten yhteyksien kehittäminen ja tehostaminen.

Suomen kansainvälisen liikenteen kannalta keskeisessä roolissa myös tulevaisuudessa ovat meriliikenteen kuljetukset, joiden osuus Suomen viennistä on noin 90 % ja tuonnista 80 %. Kansainvälistä liikennettä palvelevat myös maaliikenneyhteydet naapurimaihin.

Lentoliikenne on kansainvälisessä henkilöliikenteessä tärkein kulkumuoto ja se on mahdollistanut muun muassa matkailuelinkeinotoiminnan kasvun Suomessa. Kotimaiset lentoyhteydet toimivat maan sisäisen liikenteen lisäksi liityntäyhteyksinä kansainvälisille lennoille. Suomesta on poikkeuksellisen hyvät ja monipuoliset kansainväliset lentoyhteydet, jotka ovat kehittyneet Helsinki-Vantaan lentoaseman hub-aseman ansiosta.

## Suomen sisäisen liikenne- ja viestintäjärjestelmän peruslähtökohdat

Pinta-alaltaan suuren ja harvaan asutun maan logistinen haaste syntyy maan sisäisistä kuljetuksista ja liikenteestä. Kotimaan sisäisissä kuljetuksissa tieliikenteellä on hallitseva rooli. Suomen satama- ja lentoasemaverkostot ovat tiheitä ja ne palvelevat laajasti koko maata. Raideliikenne mahdollistaa tehokkaita tavaraliikenteen kuljetuksia sekä henkilöliikenteen matkoja.

Laaja liikenneverkko, moninaiset kuljetus- ja liikkumistarpeet sekä toisaalta ohuet liikennevirrat aiheuttavat erilaisia haasteita kokonaisjärjestelmän kehittämiseksi. Liikenneverkon ylläpitoon ja kehittämiseen käytettävä julkinen rahoitus on ollut riittämätöntä, mikä on johtanut kasvavaan korjausvelkaan ja verkon laadun heikkenemiseen. Korjausvelalla tarkoitetaan rahamäärää, joka tarvittaisiin väylien saattamiseksi nykytarpeita vastaavaan hyvään kuntoon.

Suomen viestintäverkot sen sijaan ovat kansainvälisestikin vertailtuna korkealaatuisia ja maantieteellisesti kattavia. Toimivat viestintäverkot ovat mahdollistaneet kansalaisille ja yrityksille laadukkaita ja kilpailukykyisiä viestintäpalveluita.

Nopeat langattomat 4G-verkot kattavat jo lähes koko väestön ja nopea kiinteä laajakaista palvelee myös suurta osaa suomalaisista kotitalouksista. Laajakaistaverkkoa rakennetaan osittain julkisen tuen avulla haja-asutusalueilla, jossa markkinaehtoinen verkon rakentaminen ei ole kannattavaa esimerkiksi alhaisen tilaajamäärän ja pitkien etäisyyksien vuoksi.

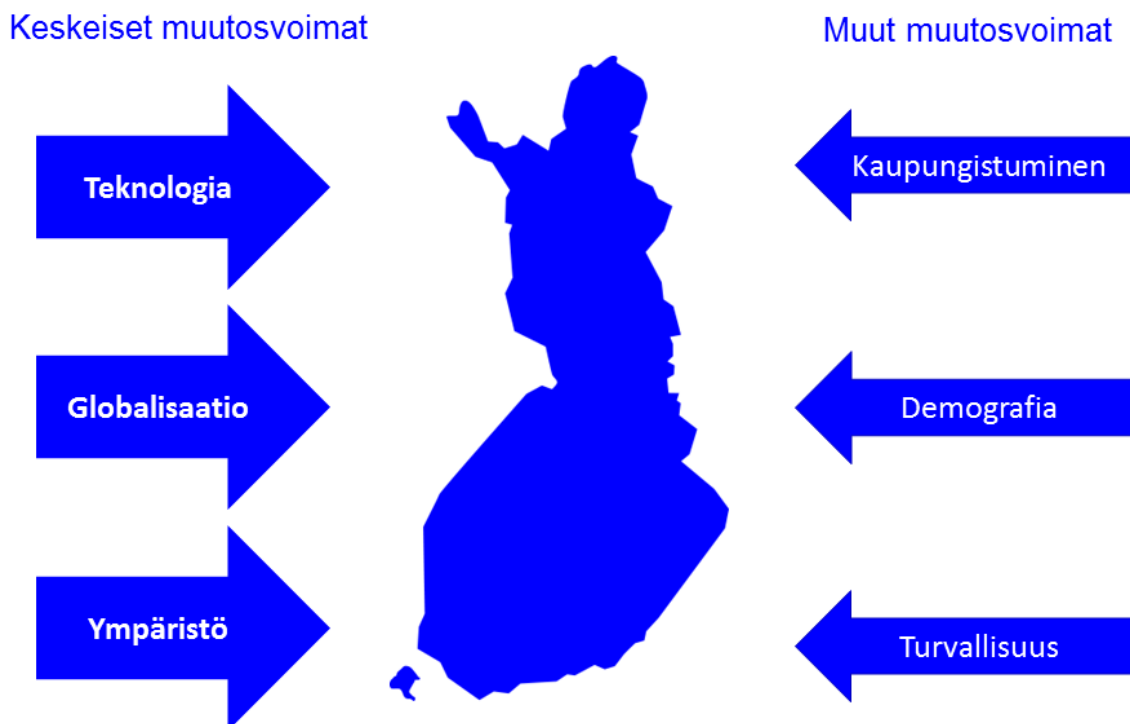
Suomalainen mobiilimarkkina on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen. Teleyritykset tarjoavat asiakkailleen korkeita tiedonsiirtonopeuksia ja rajatonta tiedonsiirtoa edulliseen hintaan. Langattomien laajakaistaliittymien määrä suhteessa väkilukuun on suurin kaikista OECD-maista. Suomalaisissa langattomissa verkoissa liikkuu asiakasta kohden eniten mobiilidataa koko maailmassa.

Viidennen sukupolven mobiiliteknologia 5G tulee täysimittaisesti kaupalliseen käyttöön arvioiden mukaan 2020-luvulla ja se nostaa tiedonsiirron täysin uudelle tasolle. 5G mahdollistaa nykyistä nopeammat langattomat yhteydet, pienemmän viiveen tiedonsiirrossa (latenssi), paremman verkon kattavuuden, turvallisuuden, luotettavuuden sekä energiatehokkuuden. Vaikka 5G on mobiiliteknologia, sen käyttöönotto edellyttää myös laajaa valokuituverkkoa.

Suomen eri osat ovat keskenään hyvin erilaisia ja liikenne- ja viestintäverkon vaatimukset vaihtelevat merkittävästi alueittain. Karkeasti määritettynä osassa Suomea korostuvat luonnonvaroihin ja tuotantoon liittyvät kuljetus- ja viestintätarpeet ja toisessa liikenne- ja viestintäjärjestelmän vaatimukset liittyvät voimakkaasti väestön liikkumistarpeisiin ja tavaraliikenteeseen. Jotta globaalissa kilpailussa on mahdollista pärjätä, Suomen tulee ratkaista haaste väestön ja resurssien painopisteiden sijoittumisessa eri alueille.

### 3. Toimintamalli ja Suomen tulevaisuus rakennettava globaaleja megatrendejä hyödyntäen

Liikenne ja viestintä ovat syvästi kytköksissä yhteiskunnan yleiseen muutokseen. Kehitystä ohjaavat globaalit megatrendit, joista merkittävimpiä ovat teknologinen kehitys, globalisaatio sekä maailmanlaajuiset ilmasto- ja ympäristöhaasteet. Sen lisäksi demografiset muutokset, kaupungistuminen sekä uudet turvallisuusriskit muokkaavat liikenteen ja viestinnän tulevaisuutta. Myös kuluttajien käyttäytymisessä on tapahtumassa suuria muutoksia.



Kuva 2. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin muutosvoimia.

## Teknologinen kehitys murtamassa perinteisen käsityksen liikumisesta

Digitaalisen teknologian läpimurto on tapahtumassa nopeaa vauhtia yhteiskunnan eri osa-alueilla. Digitaalisella vallankumouksella tarkoitetaan tieto- ja viestintätekniiikan kehittymistä, joka muuttaa radikaalisti totuttuja toimintatapoja yhteiskunnassa. Ilmentymiä tästä ovat esimerkiksi tietomäärien valtava kasvu (big data) ja sen käsittelykyvyn merkittävä tehostuminen muun muassa tekoälyn avulla.

Historiallisesti teknologiset läpimurrot ovat tuottaneet innovaatioita ja parantaneet tuottavuutta. Viime vuosina tuottavuuden kasvu on kaikkialla hidastunut. Ongelman ydin ei ole teknologisessa potentiaalissa. Digitaalitekniikka, automaatio ja robotiikka tarjoavat valtavan potentiaalisen tuottavuuden ja kasvun lisäämiseen. Sen täysimittainen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin toimintamallien ja päätöksenteon radikaalia uudistamista. Tulevaisuudessa talouden kasvu ja pääoma sitoutuvat yhä tiiviimmin tietoon, älyyn ja palveluihin.

Teknologinen kehitys on merkittävin liikenne- ja viestintäarkkitehtuuria mullistavista tekijöistä. Digitalisaation, automaation ja robotiikan älykkäät sovellukset tehostavat ja muuttavat liikennettä ja kuljetuksia tavalla, jota ei ole aiemmin nähty. Tietomäärän ja sen käsittelykapasiteetin räjähtävä kasvu sekä tiedon avoimuus mahdollistavat yhä älykkäämpien ratkaisujen hyödyntämisen liikenteessä ja logistiikassa sekä uudenlaisten palvelujen ja liiketoimintamallien kehittämisen.

Erityisesti seuraavat tekijät muuttavat liikenteen toimialaa: henkilökohtaisten viestintävälineiden kehitys, datan kasvava merkitys, uudet liikenteen palvelut, dataohjautuva logistiikka, kytkeytynyt liikennejärjestelmä ja esineiden internet sekä autonomiset kulkuvälineet. Liikenne muuttuu yhä enemmän näiden yhdistelmänä tieto-ohjautuvaksi. Kulkuvälineet ja matkustajat käyttävät ja tuottavat reaaliaikaista tietoa esimerkiksi liikenteen tilasta, kulkuvälineiden tai pysäköintipaikkojen sijainnista sekä palvelukokemuksistaan.

Kytkeytyneessä liikennejärjestelmässä kulkuvälineet ovat yhteydessä paitsi keskenään myös esimerkiksi liikenteen ohjausjärjestelmiin. Tällainen vuorovaikutteinen järjestelmä parantaa liikenneturvallisuutta, edistää liikkuvuutta ja vähentää päästöjä liikenteen optimoinnin myötä. Autonomiset ajoneuvot parantavat osaltaan turvallisuutta ja lisäävän tuottavuutta, kun ajamisen sijaan matka-aika voidaan hyödyntää muuhun toimintaan.

Digitalisoitua liikenne parantaa liikennejärjestelmän tehokkuutta, mutta siihen liittyy myös paljon ratkaisemattomia kysymyksiä. Ohessa on tunnistettu liikenteen ja viestinnän yhteensulautumisen vahvuuksia, heikkouksia, uhkia ja mahdollisuuksia.

Taulukko 1. Digitalisoituvan liikenteen vahvuudet, heikkoudet, uhat ja mahdollisuudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuljetusten ja matkojen tehostuminen</li> <li>Reaaliaikainen olosuhde- ja liikennetieto</li> <li>Liikenneturvallisuuden parantuminen</li> <li>Päästövähennykset</li> <li>Big data, avoin data ja tiedon hyödyntäminen laajasti.</li> <li>Esineiden internet (IoT) ja älykkäät kaupungit, jossa tieto liikkuu eri elementtien välillä (liikenne, kodit jne).</li> <li>Liikkumisen tasa-arvon nykyistä parempi toteutuminen</li> <li>Joustavammat ja monimuotoisemmat liikenneratkaisut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uuden teknologian hyödyntäminen liikenteessä edellyttää tehokkaampia, nopeampia ja luotettavampia viestintäverkkoja.</li> <li>Vaatimukset infrastruktuurille</li> <li>Tietorajapintojen avaaminen ja tiedon hyödyntäminen</li> <li>Autonomisten kulkuvälineiden tekniset puutteet</li> <li>Asenteet ja hitaat käyttäytymistapojen muutokset.</li> <li>Mahdollisuus hyödyntää tietoa ei-toivotulla tavalla</li> <li>Ratkaisemattomat tietoturva- ja suojaky-symykset</li> </ul>
Mahdollisuudet	Uhat
<ul style="list-style-type: none"> <li>Liikkumismahdollisuuksien lisääntyminen</li> <li>Monipuoliset, jaetut ja yksilöidyt tietoon pohjautuvat liikkumispalvelut</li> <li>Automatisoidun julkisen liikenteen vakioidut reitit helppo testata</li> <li>Tehostuva ajankäyttö autonomisten kulkuvälineiden myötä</li> <li>Liiketoimintapotentialiaali logistiikka- ja liikkumispalveluilla</li> <li>Langattoman 5G -verkon käyttöönotto</li> <li>3D-tulostus, mahdollisuus logistiikan tehostumiseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehokkaan viestintäverkon rakentaminen ja verkon ylikuormittuminen</li> <li>Viestinnän, liikenteen ja eri toimijoiden riippuvuussuhteista muodostuva haavoittuvuus</li> <li>Kasvavat tietoturva- kyber- ja tietosuojariskit ja tiedon väärinkäyttö</li> <li>Luonnonkatastrofit ja onnettomuudet</li> <li>Sotilaalliset uhat</li> <li>Tietoliikenneyhteyksien ja taajuuksien kasvava tarve (nykyisen langattoman verkon kapasiteetti ei riitä IoT-liikenteeseen tai liikenteen automaatioon)</li> </ul>

Liikkumisen murrokseen liittyvät tekijät, kuten automaatio ja uudet liikkumispalvelut muuttavat liikennevirtoja toistaiseksi ennakoimattomasti. Yhtäältä liikenteen yksilöidyt palvelut, laadukkaat joukkoliikenteen runkoyhteydet ja tehostettu logistiikka voivat osaltaan vähentää liikennemääriä. Toisaalta henkilöautoliikenteen automaatio voi jopa lisätä liikennettä kuljetusten palvelussa ovelta ovelle -liikkumista myös niille ryhmille, jotka nykypäivänä eivät voi liikkua henkilöautolla itsenäisesti (kuten lapset, vanhukset tai liikuntarajoitteiset).

Uudet teknologiat voivat myös muuttaa toimintojen sijoittumisvalintoja. Esimerkiksi 3D-tulostus voi lisätä tuotteiden lokaalia tuotantoa ja toimintojen hajautumista. Toisaalta lisääntyvä asiantuntijatyö ja uusien paikkariippumattomien työskentelytapojen lisääntyessä myös asuinpaikan sijainti suhteessa työpaikkaan voi menettää merkitystään.

## Globalisaatio kytkee Suomen yhä tiiviimmin muuhun maailmaan

Globalisaatio muokkaa Suomea perinpohjaisesti. Se edistää suomalaisten tuotteiden ja palveluiden vientiä maailmalle, nopeuttaa uusien innovaatioiden ja teknologioiden leviämistä ja käyttöönottoa, mutta samanaikaisesti altistaa kiristyvälle maailmanlaajuiselle kilpailulle. Maailmanlaajuinen verkottuminen ja kilpailu sekä keskinäisriippuvuudet lisääntyvät. Kilpailukykyiset kansainväliset liikenneyhteydet ovat Suomen kaltaiselle maalle globalisaatiossa menestymisen perusehto.

Globalisaatio johtaa myös maailmanlaajuiseen talouden rakennemuutokseen. Globaaleissa valtasuhteissa tapahtuu muutoksia maiden välisten yhteistyörakenteiden ja kauppasuhteiden myötä. Aasian painoarvo maailmantaloudessa kasvaa. Erityisesti Kiina vahvistaa asemaansa taloudellisena ja poliittisena mahtina. Euroopan merkitys maailmantaloudessa pienenee.

Maailmanlaajuinen toimintaympäristö on tällä hetkellä vaikeasti ennustettavissa. Suomen kaltaiselle avoimelle ja ulkomaankaupasta riippuvaiselle yhteiskunnalle toimiva kansainvälinen yhteistyö ja sovittujen yhteisten pelisääntöjen noudattaminen ovat elintärkeitä.

Tavaroiden ja raaka-aineiden kauppa on menettänyt kasvupotentiaaliaan, mutta toisaalta dataliikenteen määrä, palvelut ja ohjelmistot sekä niihin liittyvä lisäarvo kasvavat merkittävästi. Vaikka liikenteen ja tietoliikenteen ennustetaan globaalisti lisääntyvän, sen painopisteessä tapahtuu suuria muutoksia. Liikenne- ja viestintäjärjestelmän pitää vastata joustavasti muutoksiin.

## Uudet ratkaisut tehtävä ilmasto- ja ympäristökysymykset keskiössä

Ilmastonmuutos ja muut ympäristöhaasteet pakottavat muuttamaan totuttuja toimintatapoja sekä löytämään uusia ratkaisuja liikenne- ja viestintäsektorilla.

Liikennesektori on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen tuottaja. Liikenne tuotti kotimaan liikenteessä vuonna 2015 noin 11 miljoonaa tonnia kasvihuonekaasupäästöjä, joka on noin viidennes kaikista päästöistä. Yli 90 % kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöistä syntyy tieliikenteessä ja Euroopan unionissakin tieliikenteen osuus on 73 %.

Pariisissa joulukuussa vuonna 2015 tehdyn ilmastosopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa celsiusasteessa, pyrkien rajoittamaan keskilämpötilan nousu 1,5 celsiusasteeseen, suhteessa esiteolliseen aikaan, vahvistaa sopeutumiskykyä ja ilmastokestävyyttä sekä suunnata rahoitusvirrat kohti vähähiilistä kehitystä. Pariisin sopimuksessa ei aseteta suoria numeerisia velvoitteita liikenteen päästövähennyksille Suomessa tai muualla.

Euroopan komissio antoi kesällä 2016 päästövähennysvelvoitteita koskevan niin kutsutun taakanjakopäätöksen. Päätöksen kattamien keskeisimpien sektoreiden joukossa on myös liikenne. Liikennesektori vastaa melkein puolesta taakanjakosektorin kaikista hiilidioksidipäästöistä ja on sen perusteella tärkeässä roolissa vähennystavoitteiden saavuttamisen kannalta. EU:n komission Suomelle antama taakanjakoehdotus kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteeksi vuodelle 2030 on -39 % vuoden 2005 tasosta.

Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa linjataan konkreettisia toimenpiteitä ja tavoitteita, joilla Suomi saavuttaa hallitusohjelmassa ja EU:ssa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030 mennessä. Energia- ja ilmastostrategiassa on linjattu, että liikenteen päästöistä on leikattava puolet vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Toimenpiteet kohdistetaan erityisesti tieliikenteeseen. Tavoitteena on, että vuonna 2050 tieliikenne olisi lähes nollapäästöistä.

Liikenteen päästövähennyksiä voidaan saavuttaa seuraavilla keinoilla:

- Liikennejärjestelmän energiatehokkuutta parantamalla (kävely, pyöräily, joukkoliikenne, liikenteen uudet palvelut, MaaS, digitalisaatio, tiedon hyödyntäminen jne.)
- Ajoneuvojen ja muiden liikennevälineiden energiatehokkuutta parantamalla
- Korvaamalla fossiilisia öljypohjaisia polttoaineita uusiutuvilla ja vähäpäästöisillä polttoaineilla ja käyttövoimilla kuten sähköllä, vedyllä, biopolttoaineilla sekä maakaasulla tai biokaasulla.



Globaalista toimintaympäristöstä johtuen lento- ja meriliikenteen sääntely ympäristötavoitteiden osalta tapahtuu pääosin Kansainvälisessä merenkulkujärjestö IMO:ssa ja Kansainvälisessä siviili-ilmailujärjestö ICAO:ssa. Kansainvälistä merenkulkua koskeva ympäristö- ja ilmastosääntely liittyy muun muassa hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen, energiatehokkuuden parantamiseen sekä rikin ja typen päästöjen rajoittamiseen. Lentoliikenteen puolella hiilidioksidipäästöjen hillitsemiseksi on päätetty ottaa käyttöön päästöjen hyvitysjärjestelmä, jonka on tarkoitus yhdessä muiden päästövähennyskeinojen kanssa varmistaa lentoliikenteen hiilineutraali kasvu.

## Kaupungit uusien liikkumisratkaisujen tärkeä alusta

Kaupungistuminen jatkuu. Väestö keskittyy kasvaville kaupunkiseuduille ja kasvualueet laajenevat maantieteellisesti. Väestö ja elinkeinot keskittyvät myös kaupunkiseutujen välisille kasvukäytävälle. Metropolialue säilyttää tärkeän roolinsa valtakunnan veturina.

Toimintojen alueellinen keskittyminen luo agglomeraatioetua kasvualueille sekä parantaa tuottavuutta, mutta luo myös liikennemuutosten kaltaisia haittoja, joita täytyy hallita ja ohjata. Väestön keskittyminen kaupunkikeskuksiin edellyttää kaupunkiliikenteen muuttamista vähäpäästöiseksi ja älykkääksi. Yhdyskuntasuunnittelun kautta kunnilla ja kaupungeilla on suuri rooli siinä, minkälaisia liikkumis- ja kuljetusratkaisuja kaupunki- ja taajama-alueilla tehdään.

Suomen kymmenen suurimman kaupunkiseudun arvioidaan kasvavan noin 500 000 ihmisellä vuoteen 2030 mennessä. Väestön painopisteen siirtyminen vaikeuttaa liikenne- ja viestintäpalveluiden kustannustehokasta järjestämistä niillä alueilla, joissa asukas- ja käyttäjämäärät vähenevät. Palveluistuminen sekä tieto- ja viestintäalat ovat väestökeskittymässä kasvavia toimialoja.

Innovaatiot ja uudet toimintamallit omaksutaan lähtökohtaisesti ensin suurissa kaupungeissa, joista kokemukset siirtyvät vähittäin myös muille alueille. Kaupungit voivat toimia kehityksessä edelläkävijöinä ja vetureina uusien liikkumis- ja kuljetusmallien edistämiseksi. Kaupungeista riippuu paljon myös se, millä aikataululla liikenteen uudet ratkaisut etenevät käytäntöön.

## Demografiset muutokset haastavat Suomea liikkumis- ja viestintäpalvelujen tuottamisessa

Tulevaisuuden väestörakenteella on merkittävä vaikutus liikenne- ja viestintäjärjestelmien kehittämistarpeeseen. Suomessa väestön ennustetaan ikääntyvän. Syntyvyys on jatkuvasti vähentynyt, mutta siinä on myös merkittäviä alueellisia eroja. Väestön keski-ikä kasvaa erityisesti maan itä- ja pohjoisosissa pääasiassa etelään ja länsirannikolle sijoittuvien kasvukeskusten houkutellessa nuorta työikäistä väestöä.

Väestöennusteen mukaan yli 65-vuotiaiden osuus on Suomessa 2030-luvulla 26 prosenttia ja vuonna 2050 jo yli 27 prosenttia. Tämä lisää terveys- ja sosiaalipalveluiden kysyntää sekä heikentää huoltosuhdetta. Sosiaalinen tarve ja taloudellinen paine uudistaa palvelujen tuottamistapoja kasvaa. Ikääntyminen asettaa lisävaatimuksia muun muassa yksilöllisten ovelta ovelle liikkumispalveluiden sekä helppokäyttöisten sähköisten digitaalisten järjestämiselle.



## Arvot ja asenteet muutoksessa

Kuluttajien arvoissa ja asenteissa tapahtuu muutoksia, jotka heijastuvat myös liikenteeseen ja logistiikkaan. Liikkumisen ekologisuus on nousemassa yhä tärkeämmäksi tekijäksi liikkumisvalinnoissa perinteisten hinta- ja nopeusarvojen rinnalle.

Tavaroiden omistaminen ei välttämättä ole enää itseisarvo, vaan tilalle syntyy uudenlaista hyödykkeiden jakamiseen liittyvää kulttuuria. Esimerkiksi henkilöautojen omistajuudessa on tapahtumassa muutos ja siirtyminen kohti ajoneuvojen yhteiskäyttöä. Oma auto voidaan kokea jopa rasitteena ja ylimääräisenä kustannuseränä, jos tarjolla on edullisia ja sujuvia ovelta-ovelalle -liikkumispalveluita.

Toisaalta jatkuvasti muuttuva digitaalinen kulttuuri ja kanssakäyminen sekä uudet työskentelyn tavat muuttavat liikkumistarvetta ja -tottumuksia. Lisääntyvä vapaa-aika ja korkeampi tulotaso lisäävät vapaa-aikaan liittyvää liikkumista niin arjen harrastuksiin kuin lomamatkoillekin.

## Valmius toimia muuttuvassa ja epävarmassa turvallisuusympäristössä

Turvallisuusympäristö on jatkuvassa muutostilassa. Suomen ulkomaankauppaan sekä liikenne- ja viestintäjärjestelmään vaikuttavat lähialueiden lisäksi koko maailman yleinen turvallisuustilanne. Geopoliittiset jännitteet ovat kasvaneet ja niiden vaikutus näkyy myös Suomen ja Itämerenalueen turvallisuustilanteessa.

Kybermaailma synnyttää uudenlaisia turvallisuushaasteita. Tekoäly ja tulevaisuuden digitaaliset palvelut ohjaavat kuluttajien toimintaa. Tietosuojan ja -turvan merkitys korostuu toiminnan ja laitteiden siirtyessä verkkoon. Kun liikenne sulautuu viestintään, tietojärjestelmien turvallisuus nousee liikenneturvallisuuden ytimeen. Kybermaailmassa on suojattava infrastruktuuri, siellä tapahtuva toiminta sekä tiedon siirto.

Räjähdysmäisesti kasvavalla tiedolla on monenlaisia käyttötarkoituksia ja toimijoilla on erilaisia tiedon intressejä. Intressi voi olla kuluttajan tarve toimivampaan palveluun tai henkilökohtaisen tiedon suojaamiseen, yrityksen tarve palvelun kehittämiseen tai liiketoimintaan liittyvään kilpailuun. Pelisäännöillä on taattava, että kaikkien edut ja turvallisuustarpeet otetaan tasavertaisesti huomioon. Yhteiskunta ei toimi tehokkaasti ilman turvallisia ja luotettavia liikenne- ja viestintäyhteyksiä.

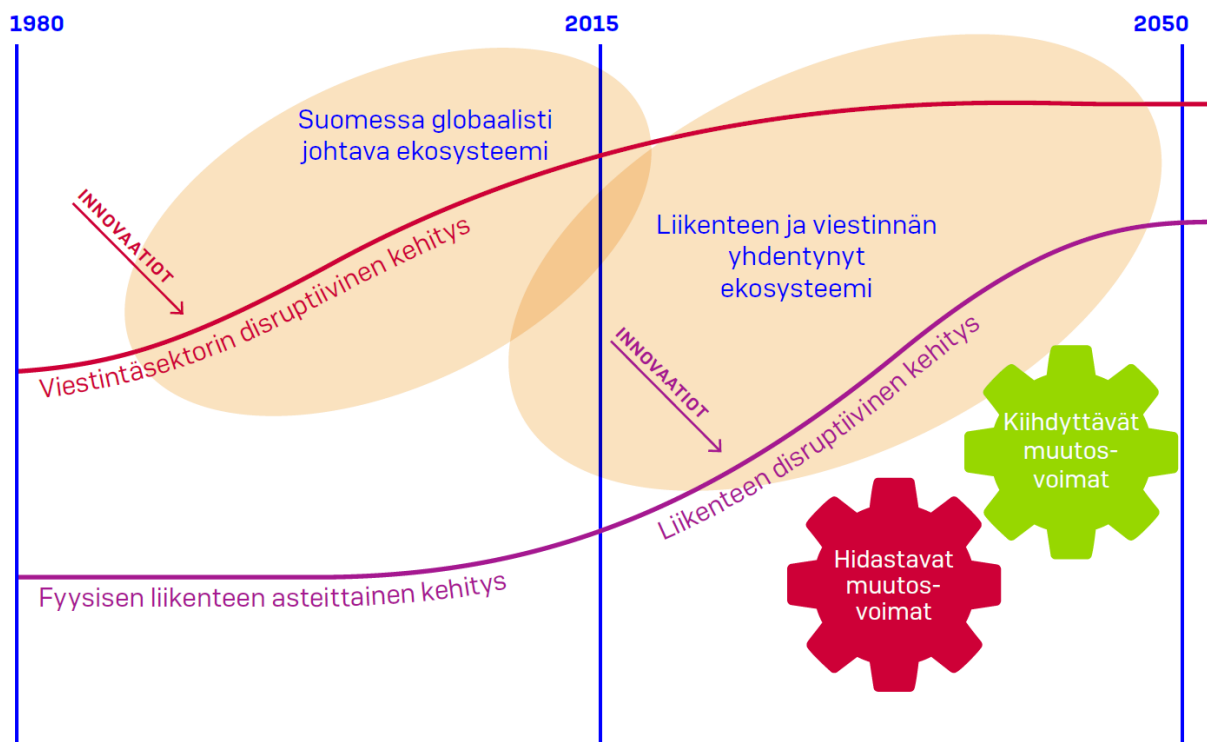
## 4. Liikenteen murros on jo käynnissä

Liikenne ja viestintä ovat viime vuosikymmeninä kehittyneet erillään ja niiden lähtökohdat ovat olleet erilaiset. Nyt liikenteessä ja logistiikassa tapahtuu samankaltainen teknologiave-toinen disruptio, jonka viestintä kohtasi 1980- ja 1990 – luvuilla.

Teknologian rinnalla telealan muutosta ajoi eteenpäin regulaatio, kun kilpailun asteittainen vapautuminen loi alalle uudet pelisäännöt. Tilannetta muutti erityisesti vuonna 1987 säädetty telemarkkinalaki, jonka ansiosta Suomesta tuli avointen telemarkkinoiden edelläkävijä Euroopassa. Sen ansiosta suomalaiset kuluttajat saivat uudet teknologiset ratkaisut ja palvelut sekä niiden tuomat kustannushyödyt nopeasti käyttöönsä.

Kehittynyt telemarkkina, kova kilpailu, teleoperaattorien vahva osaaminen ja palvelujen hui-ma kehitys ovat merkittävästi edesauttaneet myös telelaitteita ja mobiilipäätelaitteita valmis-tavan teollisuuden syntyä ja kehitystä Suomessa.

Suomeen kehittyi viestinnän globaalisti johtava ekosysteemi. Sijoitumme edelleen kansainvä-lisissä vertailuissa viestintämarkkinan kärkipäähän.



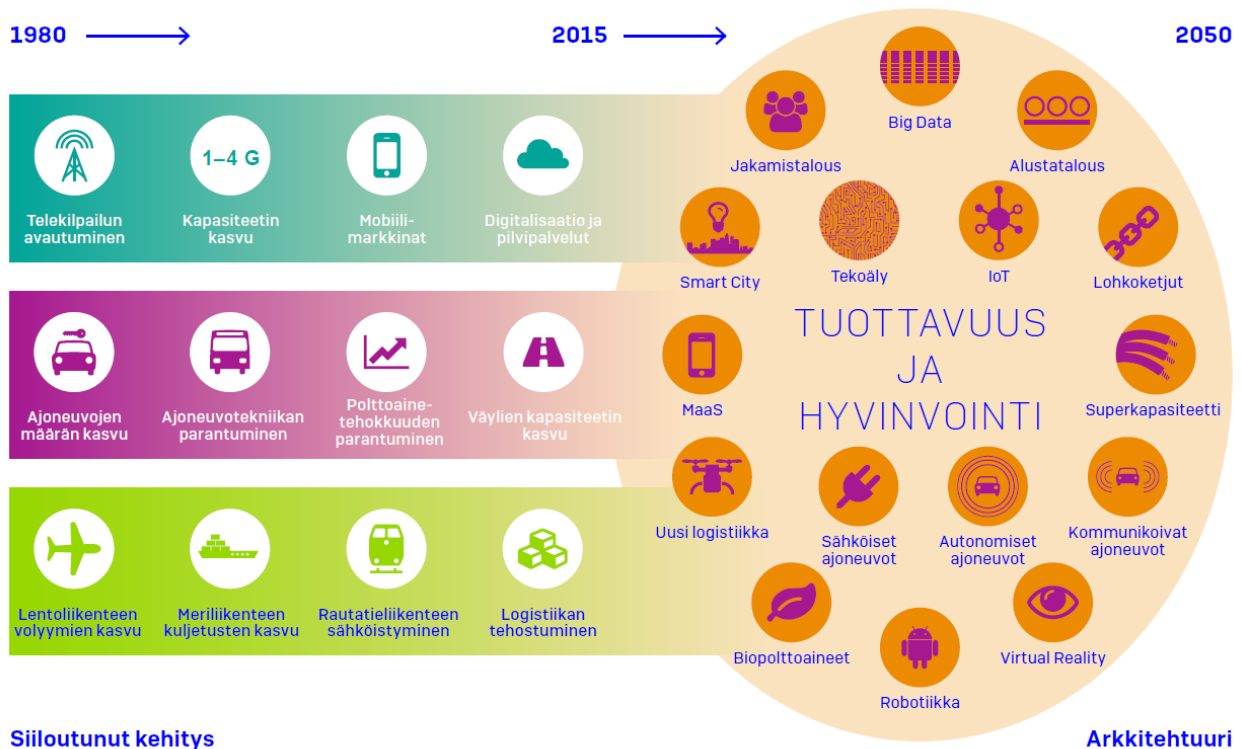
Kuva 3. Liikenne ja viestintä sulautuvat yhteen.

Samaan aikaan liikenteen kehittymistä ovat ohjanneet tuottavuuden ja tehokkuuden paran-tamisen tavoitteet. Toisin kuin telealalla, liikenteessä muutos on ollut asteittaista. Sitä ovat ohjanneet muun muassa kulkuneuvojen polttoainetehokkuuden parantuminen, ajoneuvotek-niikan parantuminen ja liikenteen volyymin kasvu.

Suomi on parhaillaan murroskohdassa, jossa liikenteen ja viestinnän alat ovat sulautumassa toisiinsa teknologisen kehityksen myötä. Yhteensulautumisen veturiksi on noussut tieto.

Disruptiot tapahtuvat käynnistytyään nopeasti ja liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin tulee ennakoida muutoksia. Jos murrokseen onnistutaan valmistautumaan ennakoivasti ja rohkeasti, Suomeen on mahdollista kehittää liikenteen ja viestinnän yhdistynyt ekosysteemi.

Kehityksen nopeuteen vaikuttavat erilaiset muutosvoimat. Muutosta nopeuttavista voimista voimakkain on teknologinen muutos. Toisaalta muutosta voivat hidastaa esimerkiksi kulttuuriset tekijät, kuten asenteet tai hitaasti muuttuva infrastruktuuri.



Kuva 4. Siiloista yhtenäiseen arkkitehtuuriin.

Liikenteen ja viestinnän yhdessä muodostama kokonaisarkkitehtuuri sisältää paljon teknologisia innovaatioita ja uusia toimintamalleja, jotka vaikuttavat ratkaisevalla tavalla siihen, mikälaisiksi tulevaisuuden toimintaympäristö muodostuu. Sektoreiden yhteisvaikutuksella on mahdollista aikaansaada parempaa tuottavuutta ja yhteiskunnan hyvinvointia.

Suomessa on korkeasti koulutettu väestö sekä myönteinen asenneilmasto uuden teknologian kehittämiseen ja käyttöönottoon. Suomella on myös vahva tausta kansainvälisesti menestyneissä teknologia-alan yrityksissä. Näiden tekijöiden vuoksi on mahdollista, että murros tapahtuu ensin juuri Suomessa.

# OSA III Visio ja johtopäätökset

## 5. Suomen menestymisen mahdollisuudet – tulevaisuudenkuvia 2030 ja 2050

### Monipuolisten elinkeinojen maa

Suomen kivijalka on kansainvälinen kauppa. Suomesta tulee olla laadukkaat ja kustannustehokkaat yhteydet keskeisille markkina-alueille, jotta elinkeinoelämä voi toimia kilpailukykyisesti myös tulevaisuudessa.

Vuonna 2030 meriliikenne on edelleen tärkeimmässä roolissa Suomen ulkomaankaupassa. Meriliikenne mahdollistaa Suomen ulkomaankaupan kustannustehokkaasti, luotettavasti ja ympäristöystävällisesti ympärivuotisesti. Suomen kilpailukykyyn edellytys on toimiva satamaverkko ja sen tehokkuutta tulee jatkuvasti parantaa. Satamaverkosto on mukautunut kuljetusten kysyntään. Satamat ovat muodostaneet keskinäisiä ja kilpailukykyisiä yhteistyörakenteita. Suomi toimii merenkulun automaatioissa edelläkävijänä, mikä parantaa merkittävästi liikenteen turvallisuutta ja tehokkuutta.

Lentoliikenne palvelee tehokkaasti koko maan tarpeita, Suomen kansainvälisiä yhteyksiä ja matkailun kehittymistä. Lentoyhteyksillä mahdollistetaan matkailun ja liikematkustuksen tarpeet alueilla, joille ei ole nopeita maaliikenneyhteyksiä. Suoria lentoliikenneyhteyksiä muualta maailmasta ja Helsinki-Vantaan lentoasemalta Lapin lentoasemille sekä muille matkailun kannalta tärkeille alueille on edistetty uusien yhteistyömallien ja markkinoinnin keinoin. Matkaketjut ja liikennepalvelut toimivat sujuvasti lentoasemille.

Väestö- ja resurssikeskittymät ovat eriytyneet väestön keskittyessä yhä voimakkaammin etelään ja resurssien jakautuessa ympäri maata. Suomi on ratkaissut erilaisten alueiden liikenne- ja viestintäyhteyksien tarpeet ja kaikkien alueiden potentiaali on hyödynnetty. Liikenne- ja viestintäverkkojen laajuus ja toisaalta ohuet liikennevirrat ovat pakottaneet etsimään uusia ratkaisuja, palveluita ja rahoitusmalleja verkon ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi sekä liikennepalvelujen järjestämiseksi. On huomioitu, että myös vähäliikenteiset yhteydet voivat olla strategisesti merkittäviä tiettyjen toimintojen kannalta.

Rahoitusjärjestelmän kestävyydellä on varmistettu liikenneverkon laatu ja kattavuus sekä elinkeinoelämän mahdollisuudet ja resurssien hyödyntäminen. Käytännössä tämä tarkoittaa uusien rahoitusmallien täysmittaista hyödyntämistä.

Suomi on vastannut aluerakenteen haasteeseen myös liikenne- ja viestintäjärjestelmien tehokkaalla yhteen kytkemisellä ja sitä kautta merkittävästi logistiikkaa ja liikennettä tehostamalla. Väylästäön ylläpito ja kunnosta huolehtiminen tapahtuu tehokkaasti ja ennakoivasti reaaliaikaisen tiedon lisäantäydessä ja tiedonkeruumenetelmien kehittyessä.

#### **CASE: Metsäteollisuus automaattisen liikenteen testilaboratoriona**

Metsäteollisuus käyttää toiminnassaan väyläverkoston vähäliikenteisiä osuuksia, jossa muun liikenteen aiheuttamat yllättävät ja poikkeukselliset tilanteet ovat rajallisia. Automaattisen logistiikan ja tekoälyn mahdollistaman keruujärjestelmän kehittämistä voisi jo nyt pilotoida metsäteollisuuden puukuljetuksissa vähäliikenteisillä tieverkon osuuksilla.

## Monipuolisten elinkeinojen maa

- Matkailu ja luonnonvarat
- Tietoliikenneyhteydet Aasiaan

- Sujuvat ja automatisoidut kuljetusketjut keskeisiin satamiin
- Älykkäät satamapalvelut
- Tarkoituksenmukaiset vesiväylät
- Automatisoitu ja ympäristöystävällinen meriliikenne
- Elintarviketuotannon kuljetustarpeet



- Laadukkaat liikenne- ja viestintäverkot koko maassa

- Venäjän yhteydet
- Metsäteollisuuden tarpeet ja automatisoidut kuljetukset
- Sisävesiliikenteen uudet liiketoimintamallit

- Globaalit lentoyhteydet
- Kasvukeskusten väliset ja niiden sisäiset nopeat joukkoliikenneyhteydet
- Yksilölliset ja räätälöidyt kuljetuspalvelut

## Millisekunnin ero tietoliikenteessä

Suomen kannalta on äärimmäisen tärkeää, että viestintäverkon kapasiteetti, nopeus ja luotettavuus ovat maailman johtavaa tasoa vuonna 2030. Suomesta on tullut keskeinen linkki ja solmukohta globaalissa tietoliikenneverkossa Euroopan ja Aasian välillä. Suomella on suhteellinen kilpailuetu maantieteellisestä sijainnista, korkeasta ICT-alan osaamisesta ja turvallisuudesta toimintaympäristöstä johtuen ja tästä syystä erinomaiset edellytykset toimia tietoliikenteen solmukohtana.

### CASE: Koillisväylän kaapeli

Huippunopeassa pörssikaupassa millisekunnillakin on merkitystä. Itämeren merikaapeli on osa laajempaa kokonaisuutta, jota on täydennetty Euroopasta Aasiaan kulkevalla Koillisväylän kaapelilla. Vuonna 2030 Helsingin tietoliikenne-etäisyys Aasiaan on pienentynyt Koillisväylän huippunopean tietoliikenneyhteyden myötä ja tehnyt Suomesta houkuttelevan paikan kaupankäynnille ja digitaalisille palveluille. Kaapeli on nostanut kansainvälisten viestintäyhteyksien varmistuksen ja kapasiteetin uudelle tasolle.

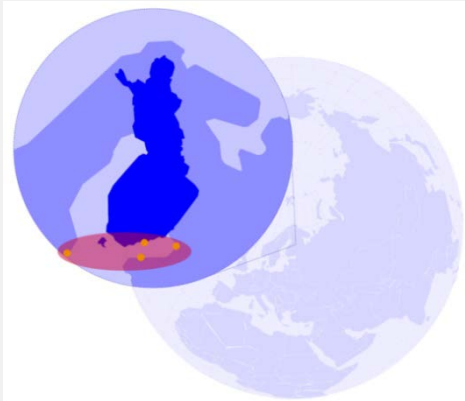
Vuonna 2030 Suomen liikenneverkolla on kattavasti käytössä huippunopeat kiinteät ja langattomat laajakaistayhteydet, joilla on vastattu liikennejärjestelmän räjähtäneeseen tiedonsiirtotarpeeseen. Suomi toimii luotettavan ja suuri-kapasiteettisen viestintäverkon johdosta liikenteen automaation ja palveluiden edelläkävijänä. Laadukkaat viestintäverkot ovat myös houkutelleet Suomeen datakeskustoimintaa sekä muita tietointensiivistä teollisuutta, kuten finanssisektorin toimijoita. Toimintaympäristön luotettavuus on tuonut Suomelle merkittävän kilpailuedun.

## Itämeren kansainvälinen kasvualue

Globalisaation paineessa Suomi asemoituu osaksi pohjoista ulottuvuutta ja hyötty pohjoisten alueiden yhteistyöstä. Alueellista yhteistyötä tehdään muun muassa monipuolisen politiikkavaikuttamisen ja erilaisten yhteistyöpiirien puitteissa.

Helsingin metropolialue kytkeytyy huippunopeilla liikenneyhteyksillä osaksi kansainvälistä

**Helsinki–Pietari–Tallinna–Tukholma-kasvu- ja työssäkäyntialuetta.** Alueelta on monipuoliset kansainväliset yhteydet kaikkialle maailmaan. Kasvualue muodostaa yhtenäisen työssäkäyntialueen, jonka mahdollistavat huippunopeat ja luotettavat liikenne- ja tietoliikenneyhteydet. Kasvualueen joukkoliikenne perustuu nopeisiin ja suurikapasiteettisiin kulkuneuvoihin.



### CASE: Helsinki-Vantaan lentoasema

Helsinki-Vantaan lentoasema on parantanut asemaansa lentoliikenteen solmukohtana erityisesti suhteessa Aasiaan ja voimistanut asemaansa Pohjoismaiden suurten lentoasemien joukossa. Aasian maiden kasvavat taloudet ovat lisänneet lentoliikenteen kysyntää ja Suomeen suuntautuvaa matkailua. Nopeita ja ekologisia raideliikenneyhteyksiä Suomen suurimmilta kasvualueilta Helsinki-Vantaan lentoasemalle on parannettu. Lentoasemaa ympäröivällä maankäytöllä on varmistettu lentoaseman kasvun mahdollisuudet.

## Työmatkojen murros - nopeammin töihin

Työhön liittyvä liikkumisen tarve on vähentynyt vuonna 2030. Osa tulevaisuuden töistä tehdään paikkariippumattomasti, mutta työmatkat eivät ole kokonaan kadonneet. Työmatkaan tarvittava aika on joka tapauksessa vähentynyt ja työmatkat muuttuneet osaksi työaikaa. Työssäkäyntialueet ovat laajentuneet nopeutuneiden yhteyksien myötä, mikä on helpottanut työvoiman liikkuvuutta ja parantanut yhteiskunnan taloudellista kestävyyttä.

Kaupunkiseuduilla monipuoliset liikennematkat ovat rakentuneet edistykselliseen joukkoliikennejärjestelmään tukeutuen. Liikennejärjestelmä palvelee kokonaisuutena, jossa eri liikennemuotoja on helppoa sovittaa yhtenäiseksi matkaketjuksi. Työmatkat on mahdollista toteuttaa ilman itse omistettua henkilöautoa.

Työhön liittyvän liikkumistarpeen vähennyttyä, vaihtoehtoisten polttoaineiden sekä energiatehokkaan yhdyskuntarakenteen ja liikennejärjestelmän myötä työmatkaliikenteen päästöt ovat vähentyneet ilmasto- ja ympäristöta-voitteiden mukaisesti.

### CASE: Kasvukolmio

Liikenneyhteydet kaupunkiseutujen sisällä ja niiden välillä ovat luotettavia ja nopeita. Helsinki, Turku ja Tampere kytkeytyvät yhdeksi työssäkäyntialueeksi. Koko työssäkäyntialue on saavutettavissa alle tunnissa. Liikkumispalvelut ovat kaikkien käyttäjryhmien käytettävissä tasapuolisesti ja kohtuullisella hinnalla. Koko kasvualue on kytkeyty nopeilla raideyhteyksillä Helsinki-Vantaan lentoasemaan.



## Haja-asutusalueiden ja vanhenevan väestön liikkumistarpeet huomioitu

Nopeat tietoliikenneyhteydet ovat mahdollistaneet sähköisten palveluiden käytön, työnteon ja asumisen myös asutuskeskittymien ulkopuolella. Digitalisoitua kulttuuri on lisännyt asiointia ja sosiaalista kanssakäymistä viestintäverkoissa. Maaseudun liikenteen optimoimiseksi on hyödynnetty kattavaa ja reaaliaikaista tietoa liikenteestä, kuljetuksista ja liikkumistarpeista.

Automatisoidut ja älykkäät liikkumispalvelut ja logistiikka ovat tehostaneet kuljetuksia sekä tuoneet palvelut asiakkaan ulottuville. Esimerkiksi lennokkeja hyödynnetään monipuolisesti tuomaan palveluita suoraan käyttäjien luokse, mikä on osaltaan vähentänyt asiointimatkojen tarvetta. On varmistettu, että myös ikääntyvä väestö osaa käyttää yksilöityjä ja digitalisoituvia liikkumispalveluja.

Kaikki yhteiskunnan tukemat kuljetukset on avattu kaikille avoimeksi kuljetuspalveluksi. Kuljetuksia optimoidaan uusilla tekoälyyn perustuvilla ratkaisuilla. Optimoiduilla kuljetuksilla on vähennetty yhteiskunnan kustannuksia ja liikenteen päästöjä sekä parannettu palvelutasoa.



## Parhaat osaajat Suomessa

Suomi on profiloitunut laadukkaiden liikenne- ja viestintäyhteyksiensä, digitalisaation, edelläkävijyyden, kokeilukulttuuriin, elämänlaadun ja koulutusjärjestelmän kautta Pohjolan johtavaksi osaamiskeskukseksi. Yliopistot, alan globaalit toimijat, kasvuyritysekosysteemi ja edistynyt testimarkkina luovat pohjan uusien palveluiden kehittämiselle ja innovaatioiden kaupallistamiselle.

Suomi on houkutteleva alue osaajille ja erottuu kansainvälisesti turvallisuuden, ympäristön, koulutusjärjestelmän ja elintason lisäksi älykkään liikenne- ja viestintäjärjestelmänsä avulla. Osaajat ovat mahdollistaneet Suomen menestymisen globaalissa kilpailussa.

Vuonna 2030 osaajia suomalaisessa yhteiskunnassa ovat niin kansalaiset, monipuoliset tietotyöläiset kuin globaalit huippuosaajatkin. Suomi on yksilöllistänyt ja digitalisoinut koulutusjärjestelmänsä, panostaa ja mahdollistaa kansalaisten ja työntekijöiden osaamisen jatkuvan kehittämisen, sekä avannut ovet kansainvälisille huippuosaajille.

Vaikka Suomi ei ole teknologiakehityksen ainoa huippumaa, erottuu se monialaisessa soveltamisosaamisessaan. Sen edistämiseksi yksityisen ja julkisen yhteistyö on rakennettu saumattomaksi. Myös johtamiskoulutus on uudistettu palvelemaan systeemisten ratkaisujen toteuttamista.





## Data kriittisenä tuotannon- ja kilpailutekijänä

Vuonna 2050 tieto toimii samaan tapaan vaihdon välineenä, kuin raha nyt. Tieto hallitsee tulevaisuuden liikenne- ja viestintäarkkitehtuuria. Siitä on tullut kriittinen kilpailutekijä sekä automaation ja palveluiden mahdollistaja. Suomalainen yhteiskunta saa suuren osan tuloistaan jalostetuista tiedoista. Lisääntyneen tiedon myötä liikenne- ja viestintäjärjestelmästä on tullut älykäs ja sen avulla ohjataan, kuinka järjestelmässä toimitaan.

Jokainen liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin käyttäjä tuottaa toiminnastaan reaaliaikaista tietoa, jota hyödynnetään moninlaisiin palveluihin ja tuotteisiin. Tiedontuottaja voi myydä tai luovuttaa, eri palveluita ja tekoälyä hyödyntäen, tietojaan luotettavalle toimijalle ja saada sen avulla käyttöönsä toivomiaan palveluja.

Omadata-periaatteen lähtökohtana on yksilön oikeus henkilötietoihinsa sekä datan käyttöön ja hyödyntämiseen. Omadatalla on ensivaiheessa ohjattu henkilötietojen jakamista ja hyödyntämistä sekä varmistettu, että yksilön oikeudet on huomioitu. Kuluttajat voivat sallia tietojensa hyödyntämisen ja edelleen luovuttamisen ja saavat vastineeksi itselleen paremmin soveltuvia, yksilöllisiä ja älykkäitä palveluja.

Yritykset kilpailevat ennen kaikkea monipuolisessa tiedon hyödyntämisessä. Yritykset hyödyntävät avointa julkisen sektorin dataa palveluidensa pohjana ja kehittämiseksi. Lisäksi yritykset tarjoavat omia tietojaan myös muiden toimijoiden käyttöön ja jatkojalostettavaksi. Tiedon jakaminen on hyödyttänyt kaikkia osapuolia. Tieto on yhtä aikaa tuotannontekijä ja kilpailutekijä.

Vuonna 2030 keskeiset tiedon keruuseen, omistamiseen, hallintaan, jakamiseen, jalostamiseen ja kaupallistamiseen liittyvät pelisäännöt on ratkaistu. Suomi on ollut kansainvälinen suunnannäyttävä pelisääntöjen luonnissa. Tiedon jakamista koskevat periaatteet koskevat muun muassa sähköistä kaupankäyntiä, rajat ylittävää tunnistautumista sekä erilaisia maksujärjestelmiä, mutta myös esimerkiksi tekoälypohjaisia palveluita. Digitaalisten järjestelmien turvallisuus, luotettavuus ja tietoturvakysymykset on ratkaistu niin järjestelmätasolla kuin käyttäjäympäristössäkin. Käyttäjillä on vahva luottamus tiedon omistajuuden, hallinnoinnin ja jakamisen periaatteisiin sekä tietoturvaan ja – suojaan.

Vuonna 2030 suomalaiset yritykset ovat omaksuneet datatalouden mahdollisuudet ja toimineet rohkeasti tietoa hyödyntävän liiketoiminnan kehittämisessä. Suurimpia voittajia ovat ne toimijat, jotka ovat onnistuneet datan keruussa, omistajuudessa ja sen jalostuksessa moninlaisiin palveluihin ja hyödykkeisiin.





## 6. Innovaatioiden esiinmarssi

Liikenne- ja viestintäjärjestelmän kehitystä ohjaa kasvava määrä innovaatiota, jotka mullistavat totut toimintatavat. Osa järjestelmää muuttavista tekijöistä on jo tunnistettu, mutta on myös lukuisia tekijöitä, joiden syntymistä ja läpimurtoa ei vielä tunnisteta.

Sen lisäksi, että vaikuttavat tekijät tunnistetaan, tulee arvioida, miltä tulevaisuuden liikenne- ja viestintäjärjestelmä näyttää näiden tekijöiden vaikutuksessa ja mikä on ilmiöiden muutosnopeus. Muutosvauhti riippuu suuresti innovaatioiden ja teknologian kehityksestä, mutta merkittävä vaikutus on myös sääntelyllä, yhteiskunnan muilla toimenpiteillä sekä yritysten ja kuluttajien omaksumisnopeudella. Seuraavien esimerkkitapausten avulla on pyritty kuvaamaan kehityssuuntia ja ilmentymiä liikenteen ja viestinnän tulevaisuudesta.



Kuva 5. Useita liikenne- ja viestintäarkkitehtuuriin vaikuttavia innovaatiota.

## Data logistiikan menestyksen mahdollistajana

Logistiikassa on tapahtunut mullistava tuottavuuden lisäys niillä toimijoilla, joilla on rohkeutta uusien ratkaisujen nopealle käyttöönotolle. Liikenteen teknologinen murros on mahdollistanut täysin uudenlaisien datapohjaisten logististen liiketoimintamallien kehittämisen sekä parantanut kuljetusten kustannuskilpailukykyä. Logistinen tehokkuus, ennustettavuus ja täsmällisyys ovat parantuneet radikaalisti. Kuljetusketjut ja varastointi toimivat sujuvasti ja automatisoidusti. Kuljetuksia tehostamalla liikenneinfrastruktuurin käyttöä on optimoitu ja parannettu kapasiteetin käyttöä. Liikenteen reaaliaikaisella tiedolla ohjataan liikennettä ruuhkautuvilta verkko-osilta vaihtoehtoisille reiteille. Kuljetukset toteutetaan kuljetusten laatuun sopivimmalla ja energiatehokkaimmalla liikennemuodolla.

Uusi logistiikka vastaa verkkokaupan kasvuun ja joustaviin hyllystä ovelle ja ovelta hyllyyn - palveluketjuihin. Nouto- ja jakelukuljetuksia on tehostettu joukkoistamalla ja jakamalla kuljetuksia, mikä on parantanut muun muassa kaupunkien jakeliikenteen sujuvuutta ja häiriöttömyyttä. 3D-tulostumisten myötä tuotteita tuotetaan tuotannon kannalta optimaalisissa paikoissa, mikä luo logistiikan tehostamismahdollisuuksia monille aloille.



Datan ja tietolähteiden hallinta on logistiikka-alan menestymisen avain. Tiedon jalostus uusien palveluiden rakentamiseksi on tapa, jolla palveluntarjoajat tuottonsa tulevaisuudessa rakentavat. Data koulutetaan haluttuun tehtävään toistojen kautta tekoälyn avulla.

## Automaattinen meriliikenne

Tulevaisuudessa merillä liikennöi aluksia ilman miehistöä. Kuljetukset hakeutuvat älykkäiden ratkaisujen johdosta nopeimmalle ja energiatehokkaimmalle reitille. Lohkoketjuteknologian kehittyminen on mahdollistanut logistiikan älykkään automaation ja sitä käytetään osoittamaan esimerkiksi rahtikontin määränpää. Kontit voivat kilpailuttaa oman kuljetuksensa ja ohjata itse itsensä kustannustehokkaimmalla ja ympäristöystävällisimmällä tavalla oikeaan paikkaan. Merillä kulkee tehokkaan optimoinnin johdosta täysiä lasteja sekä meno- että paluusuuntaan.

Satamien purku-, lastaus- ja varastointipalvelut ovat myös pääosin automatisoituneet, mikä on parantanut kuljetusketjujen tehokkuutta, täsmällisyyttä ja luotettavuutta. Satamat tarjoavat uudenlaisia huolto-, logistiikka-, ja tietopalveluja alan toimijoille.

Meriliikenteen ympäristöystävällisyys on parantunut tehostuneiden kuljetusten ja vähäpäästöisten polttoaineiden, kuten nestemäisen maakaasun (LNG:n) ja biopolttoaineiden käyttöönoton myötä. Lisäksi merenkulun käyttöön on syntynyt suuri määrä erilaisia innovaatioita, joiden avulla alusten polttoaineiden kulutus on romahtanut ja ympäristörasitteet helpottaneet radikaalisti. Merenkulun kasvihuonekaasupäästöt ovat vähentyneet vähintään 40 % vuoteen 2050 mennessä.



## Tulevaisuuden ajoneuvo

Tulevaisuuden ajoneuvo poikkeaa merkittävästi siitä, mitä se on tänään. Tulevaisuuden ajoneuvo on jaettu, sähköinen, autonominen ja kytkeytynyt. Ensimmäisessä muutosvaiheessa ajoneuvot kulkevat yhä useammin sähköllä sekä muilla vaihtoehtoisilla polttoaineilla, kuten kaasulla, vedyllä tai biopolttoaineilla. Sähköautojen toimivuus ja kilpailukyky ovat vuoteen 2030 mennessä parantuneet merkittävästi, mutta niiden käyttöönotto vaihtelee alueellisesti. Sähköautojen yleistyminen edellyttää muun muassa akkuteknologian kehittymistä, ajoneuvojen kohtuullista hintaa sekä maantieteellisesti riittävän kattavaa latausverkostoa. Sähköautojen suosioon vaikuttavat myös esimerkiksi autoille myönnettävät vero-, pysäköinti- lataus- tai kaistaetuudet.

Automaatio kehittyy joukkoliikenteen runkoyhteyksistä rahtiliikenteeseen ja lopulta henkilöautoliikenteeseen. Ajoneuvojen automaatio-ominaisuudet kehittyvät vaiheittain ja myöhemmissä vaiheissa liikenteessä kulkee täysin autonomisia ajoneuvoja. Automaatiossa on eri tasoja ja täysautomaatioon kykeneviä ajoneuvoja, joissa järjestelmä hoitaa itsensä kaikissa tilanteissa odotetaan markkinoille noin vuonna 2020. Silti laajempi käyttöönotto on hitaampaa ja alueellisesti vaihtelevaa.

Murrosvaiheessa liikenteessä kulkee sekä perinteisiä että autonomisia ajoneuvoja. Sekajärjestelmässä kaikki ajoneuvot eivät pysty kommunikoimaan keskenään, joten kaikkia automaation hyötyjä ei voida saavuttaa. Murrosvaiheessa robottiajoneuvojen pitää pystyä tulkitsemaan perinteisten ajoneuvojen liikkumista. Ajoneuvot kytkeytyvät toisiinsa viestintäverkkojen kautta. Tulevaisuudessa auto onkin kommunikaatioväline siinä missä matkapuhelin tänä päivänä.

Autonomisten ajoneuvojen laajempi käyttöönotto edellyttää, että turvallisuuskysymykset on ratkaistu, hinnat ovat kohtuullisella tasolla ja että kansalaiset ovat hyväksyneet itseajavien ajoneuvojen mukaantulon liikenteeseen. Hyväksyttävyyttä edellyttää muun muassa ymmärryksen ja tiedon lisääntymistä autonomisista ajoneuvoista. Vuonna 2030 15 % autokannasta on autonomista ja vuonna 2050 lähes koko autokanta.



## Uusi omistajuus ja operaattorit

Ajoneuvojen omistajuuden suuri murros on tapahtunut vuonna 2030. Niin henkilö- kuin tavariikenteessä on siirrytty enenevässä määrin kohti toimintamallia, jossa kulkuvälineitä ei omisteta itse, vaan niitä käytetään kun tarvitaan. Ajoneuvokaluston omistajuus ja hallinta on keskittynyt alan toimijoille. Nykytilanteessa henkilöautoa käytetään kaikkiin tarkoituksiin. Tulevaisuudessa ajoneuvojen käyttö on tehokkaammin räätälöity vaihteleviin liikkumistarpeisiin.



Tulevaisuudessa liikenteessä toimivat ajoneuvokaluston omistajat sekä operoijat. Ajoneuvot vuokrataan operaattoreille, jotka tarjoavat monipuolisia ja yksilöityjä liikkumispalveluita asiakkaille. Osa ajoneuvokannasta säilyy kuitenkin edelleen perinteisessä omistuksessa. Vuonna 2030 joka kymmenes ja vuonna 2050 joka toinen uusista myydyistä autoista tulee jaettuun käyttöön. Jaettujen ajoneuvojen osuus vaihtelee kuitenkin alueiden ominaispiirteiden mukaan. Jaettu liikkuminen yleistyy nopeammin suurilla kaupunkiseuduilla ja hitaammin pienissä taajamissa ja maaseudulla.

## Älykäs kaupunkiliikenne

Miltä näyttää kaupunki, jota ei ole rakennettu ensisijaisesti autojen ehdoilla ja jossa ei ole pysäköintipaikkoja? Uudet liikkumisen tavat ja logistiikan uudet muodot muokkaavat älykkäiden kaupunkien rakennetta. Autonomiset pienajoneuvot palvelevat matkaketjun alku- ja loppupäitä, joihin suurikapasiteettinen joukkoliikenne ei ylety. Liikkumisen uudet palvelut tarjoavat mahdollisuuden uudistuvalla liiketoiminnalla ja uusien toimijoiden markkinoille tulon.

Suurikapasiteettisen joukkoliikenteen palvelujen tulee olla riittävän sujuvia, hinnaltaan kohtuullisia ja matka-ajaltaan kilpailukykyisiä, jotta kaupunkien henkilöautoliikenne ei lisääntyä autonomisten ajoneuvojen monipuolisen palvelutarjonnan myötä. Autonomisten ajoneuvojen käyttöönotto nostaa kuitenkin ajoneuvojen täyttöastetta ja ne ovatkin pääosin jaettu hyödyke.

Älykäs kaupunki edellyttää erityisesti ennakoivaa ja uudistuvaa kaupunkisuunnittelua. Autonomisten ajoneuvojen käyttöönoton myötä tarve pysäköintipaikoille vähenee. Kaupunkitilaa vapautuu uusille toiminnolle, mikä voi parantaa kaupunkien viihtyisyyttä ja kilpailukykyä. Pysäköintitilaa voidaan muuttaa esimerkiksi puistoiksi, terasseiksi, liiketilaksi tai kävelykaduiksi kaupunkilaisten käyttöön. Toisaalta älykäs kaupunki tarvitsee uudenlaisia liikenteen pysähtymis- ja lastauspaikkoja, joissa liikumispalveluita voidaan joustavasti käyttää häiriöttä.



## Lentävät liikennepalvelut

Miehittämättömät ilma-alukset eli dronet mahdollistavat uudenlaisen ja joustavan logistiikan kehittämisen, kuten palvelujen ja hyödykkeiden kuljettamisen haja-asutusalueille. Myöhemmässä vaiheessa uudet lentävät pienliikennevälineet kuljettavat myös matkustajia. Dronet voivat palvella esimerkiksi kiireellisiä sairaskuljetuksia tai lääkkeiden jakelua.

Älykkäällä ilmatilanhallinnalla on varmistettu hallittu ja turvallinen lentävien liikennepalveluiden kehittyminen. Miehitettömien ilma-alusten liikenteen kasvu on vähentänyt ruuhkia ja paineita maaliikenneverkolta.

Vuonna 2030 tuotteet ja palvelut tuodaan asiakkaalle yksilöllisen paikannusosoitteen avulla. Dynaaminen osoitetieto kuljettaakin tuotteet aina oikeaan sijaintiin riippumatta siitä onko asiakas kotona, mökillä vai tehtaalla.



## Puhdas ja päästötön liikenne

Tulevaisuuden liikenne vastaa kunnianhimoisiin päästövähennystarpeisiin. Tulevaisuuden ratkaisu on puhdas ja päästötön liikenne. Kuljetukset ja liikkuminen toteutetaan kuljetusten laatuun sopivimmalla ja energiatehokkaimmalla liikennemuodolla.

Yhdyskuntarakenteen tulee vähentää yksilön liikkumistarvetta ja mahdollistaa kevyen liikenteen, kuten kävelyn ja pyöräilyn, edellytykset sekä tukeutua joukkoliikenteeseen. Miellyttävä elinympäristö houkuttelee liikkumaan vähäpäästöisillä kulkumuodoilla.

Vähäpäästöinen liikenne on saatu aikaan myös liikennevälineiden teknologiaa ja polttoaineita kehittämällä sekä innovaatioiden täysimääräisellä hyödyntämisellä. Vuonna 2030 vaihtoehdotiset polttoaineet ovat markkinoilla ja käytössä laajasti. Tieliikenteen käyttövoimista vähintään 40 % on vaihtoehtoisia polttoaineita vuonna 2030. Vuonna 2050 tieliikenne on nollapäästöistä.

Lentoliikenne hyödyntää maksimaalisesti uusiutuvia polttoaineita ja polttoainetehokkuus on parantunut. Lentoliikenteen tavoitteena on vähintään 40 % osuus uusiutuvien tai muiden päästöjä vähentävien ratkaisujen osalta vuonna 2050.



Suomi toimii edelläkävijänä liikenteen uusien palveluiden edistämisessä ja kuljetusten tehostamisessa, millä on suuri merkitys ilmastokysymysten ratkaisemisessa. Koska ilmaston lämpenemisen ja kaupunkien ilmanlaadun heikkeneminen ovat koko maailmaa koskettavia ongelmia, kyvykkyydet ja teknologinen osaaminen voivat muodostaa ympäristökysymysten ratkaisemisesta Suomelle uusia vientituotteita.

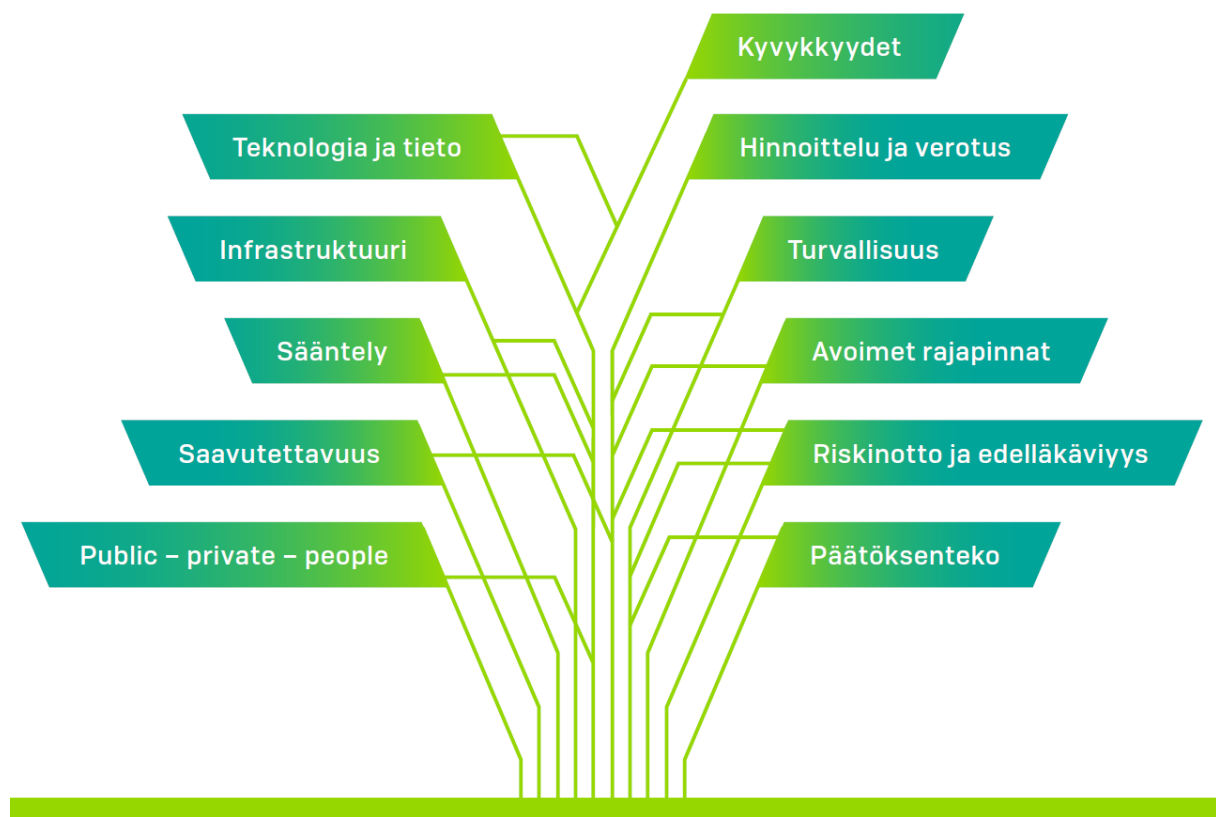
## 7. Älykkään järjestelmän ekosysteemi

Liikenteen ja viestinnän perusteknologiat syntyvät globaalisti. Suomen mahdollisuudet menestyä siinä kilpailussa ovat rajalliset. Suomen erityinen mahdollisuus on nousta edelläkävijäksi uusien ratkaisujen nopeassa käyttöönotossa ja tehokkaassa soveltamisessa. Suomella on luontaiset edellytykset saada aikaan toimialojen rajat ylittäviä ratkaisuja.

Korkea koulutustaso, osaavat käyttäjät, toimiva yhteiskunta, kriittinen ICT-osaaminen, voimistuva kasvuyrittäjyys, toimivat alustat digitaalisille ratkaisuille sekä toimiva yhteistyö yksityisen ja julkisen sektorin välillä ovat niitä tekijöitä, joilla Suomen on mahdollista nousta menestyväksi ja houkuttelevaksi toimintaympäristöksi. Logistiikan ja liikenteen korkeat kustannukset ovat kannustin hyödyntää uusinta teknologiaa ja tehostaa liikkumista ja kuljetuksia.

Tulevaisuudessa siirrytään liikenteen väyläkeskeisestä lähestymistavasta ekosysteemimalliin. Älykkäässä järjestelmässä pelkkä teknologia ei riitä menestykseen. Teknologian hyödyntämisen suurimpia voittajia ovat ne, jotka pystyvät luomaan parhaan toimintaympäristön, ekosysteemin. Toiminnalliseen kokonaisuuteen vaikuttavat niin yhteiskunnan poliittiset valinnat, järjestelmän käyttäjät, yhteistyörakenteet, asenteet kuin fyysiset rakenteetkin. Ekosysteemin tulee tarjota hyötyä asiakkaalle.

Älykäs ekosysteemi perustuu kaikkien osatekijöiden korkeaan laatuun ja niiden saumattomaan vuorovaikutukseen. Käytännössä ekosysteemin suorituskyvyn määrää sen heikoin osatekijä. Ekosysteemin tulee olla sellainen, joka houkuttelee sekä kansainvälisiä että kotimaisia toimijoita. Lisäksi toimintaympäristö tukee riskinottoa ja siinä hyväksytään epäonnistumisen mahdollisuus. Suomen tulee toimia edelläkävijänä ja rakentaa paras mahdollinen ekosysteemi. Onnistuessaan Suomella on mahdollisuus tehdä liikenne- ja viestintäratkaisuita kilpailuvaltti, joka perustuu kilpailukykyiseen osaamiseen, tuotteisiin ja palveluihin.



Kuva 6. Älykkään järjestelmän ekosysteemin osatekijöitä.

## Teknologia ja data hyödynnettävä täysimääräisesti

Tulevaisuuden liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin toimintaympäristö on digitaalinen, automatisoitu, vuorovaikutteinen sekä ympäristöystävällinen. Ekosysteemin kehittämisen yksi tavoite on, että se pystyy hyödyntämään tietoa ja teknologiaa täysimääräisesti. Teknologiaa ja tietoa hyödyntämällä parannetaan järjestelmän tuottavuutta, tehokkuutta ja turvallisuutta. Uusien teknologioiden hyödyntämistä, pilotointia ja erityisesti laajempaa käyttöönottoa on edistettävä aktiivisesti.

Panostuksia tutkimus- ja kehitystoimintaan tulee vahvistaa. Uusien liikenne- ja viestintäratkaisuiden käyttöönoton ja soveltamisen edellytys on laadukas yritysten ja yliopistojen tutkimus- ja kehitystoiminta, sekä monialaisen osaamisen järjestelmällinen rakentaminen.

Tieto on ekosysteemin kriittinen tuotannontekijä ja tulevaisuuden menestyksen avain. Tiedon avulla luodaan uutta liiketoimintaa sekä mahdollistetaan liikenteen uudet palvelut. Tieto määrittää koko liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin toimivuuden. Tiedon keruun, omistajuuden, hallinnan, jakamisen, kaupallistamisen ja hyödyntämisen periaatteiden ratkaiseminen on ekosysteemin keskeinen ratkaistava tehtävä. Suomi voi olla tässäkin halutessaan edelläkävijä.

Uudessa toimintaympäristössä teknologia-alustat voidaan nähdä uudenaikaisina verkostomaisina markkinapaikkoina, joihin palveluja rakennetaan. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin kannalta teknologia-alustat voivat johtaa esimerkiksi uudenaikaisiin maksu- tai kyydinvälityspalveluihin. Toimivat teknologia-alustat tulee saada nopeasti käyttöön mahdollistavan sääntelyn sekä aikaisten ja ennakkoluulottomien yritysten ja kuluttajien avulla.

Suomessa tulee hyödyntää parasta globaalisti kehitettyä teknologiaa ja erikoistua tuottamaan sen pohjalta yhteiskuntaa laajasti palvelevia uusia sovellutuksia. Suomalaisten yritysten tulee olla etujoukoissa rakentamassa uutta tietopohjaista liiketoimintaa.

Teknologian kehitys on nopeaa ja siksi on olennaista, että yhteiskunnallisia rakenteita, kuten lainsäädäntöä ja infrastruktuuria, ei kiinnitetä tiettyyn teknologiseen ratkaisuun, uuteen tai vanhaan. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin tulee olla teknologianeutraali. Uusien keksintöjen siirtyminen ideavaiheesta markkinoille ei ole suoraviivaista, vaan riippuu monesta tekijästä. Esimerkiksi kuluttajien reaktiot vaihtelevat laajasti ja niitä on vaikea ennustaa.

## Menestys on varmistettava monipuolisilla kyvykkyyksillä

Tulevaisuuden liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri edellyttää uudenlaista osaamista. Ekosysteemissä toimivien tulee hallita nopeasti kehittyvät perusteknologiat, joiden varaan liikenteen ja viestinnän palveluja sekä infrastruktuuria kehitetään. Jotta ekosysteemi toimisi kokonaisuutena, on varmistettava, että jokainen loppukäyttäjä kykenee hyödyntämään ekosysteemiä. Ekosysteemin kilpailukyky ja toimintamahdollisuudet tulee varmistaa kansalaisten osaamisella, kyvykkäällä työvoimalla sekä kansanvälisillä alan huipposaajilla.



Ekosysteemissä panostetaan korkeatasoiseen osaamiseen ja koulutukseen. Tarpeiden mukaan on rakennettava monialaisia koulutusohjelmia, jotka perustuvat muun muassa tekoälyosaamiseen, palveluistamiseen sekä talous- ja markkinointiosaamiseen. Erityisesti älykkään



robotiikan, data-analytiikan ja automaation osalta osaamisen kasvattaminen edellyttää poikkitieteellisiä hankkeita ja koulutusta. Koulutuksen tulee palvella soveltavaa osaamista tiedon analysoinnin, käsittelyn ja hyödyntämisen puolella sekä avoimen lähdekoodin kehittämisessä. Koulutusohjelmien mukautumisen lisäksi jo ammatissa toimivien osaamista tulee kehittää muuttuvien tarpeiden mukaiseksi. Digitaalisuus ylipäättänsä on valtava koulutuksellinen haaste.

Ekosysteemin kyvykkyydet lisääntyvät, jos se onnistuu houkuttelemaan erilaisia tuotekehitysinvestointeja, innovatiivisia kasvuyrityksiä ja alan johtavia yrityksiä. Suomen tulee vastata globaaliin kilpailuun parhaista osaajista sekä avata ovet ja työskentelymahdollisuudet alan huippuosaajille joustavammin.

## Infrastruktuurin laatu varmistettava riittävällä rahoituksella

Liikenne- ja viestintäverkkoja tulee kehittää synkronoidusti kokonaishyötyjen saavuttamiseksi. Olemassa olevan liikenteen infrastruktuurin hyödyt tulevat ratkaisevasti riippumaan sitä tukevan viestintäverkon laadusta ja kapasiteetista.

Vision toteutuminen edellyttää, että liikenneinfrastruktuurin laadun kriteerit määritetään uudelleen. Siinä on otettava huomioon muun muassa saavutettavuus, järjestelmien yhteentoinivuus, matkaketjujen tehokkuus sekä liikenteen automaatio ja ympäristöystävällisyys. Yhtenä esimerkkinä tästä on raide- ja lentoliikenteen yhteensovittaminen, jolla on suora vaikutus kansainväliseen kilpailukykyyn ja kuluttajien palvelujen laatuun.

Infrastruktuurilla tulee olla elinkeinoelämän ja kansalaisten muuttuvia tarpeita palveleva kapasiteetti. Sen tulee olla energiatehokasta, vähäpäästöistä liikennettä tukevaa sekä automaation mahdollistavaa. Automaatio tulee ottaa huomioon olemassa olevan infrastruktuurin ylläpidossa ja kehittämisessä sekä uusien infrastruktuurihankkeiden suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa. Myös yhdyskuntasuunnittelun ja kaavoituksen pitää olla automaatiota edistävää.

Liikenneinfrastruktuurin perusrakenteesta huolehtiminen on yhteiskunnan vastuulla. Suomen tulee kehittää uusi toimintatapa, jolla perusinfrastruktuuria voidaan kehittää teknologian myötä nopeasti muuttuvissa olosuhteissa.

Liikenne- ja viestintäinfrastruktuurin kehittäminen tapahtuu ensisijaisesti kysyntäohjautuvasti. Yhteiskunta varmistaa kysyntäohjautuvan liikenne- ja viestintäjärjestelmän ulkopuolelle jäävistä osista, joita markkinaehtoinen toiminta ei palvele. Näitä osia ovat esimerkiksi 1) harvaan asuttujen alueiden liikennetarpeisiin vastaaminen, 2) vähäliikenteisten liikenneverkon osien ylläpito 3) viestintäkapasiteetin varmistaminen siellä, missä se ei muuten toteudu.

Uudet rahoitusmallit tulee hyödyntää täysimääräisesti. Tulevaisuuden liikenneverkon rahoitus perustuu sekä julkiseen että yksityiseen rahoitukseen. Yksityinen rahoitus voi kohdistua niille verkon osille, joissa kysyntäohjautuva verkon kehittäminen on kannattavaa. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi uusia kehittämisinvestointeja raideliikenneverkkoon, jossa käyttäjä- tai liikennevolyymit ovat suuria tai vilkkaasti liikennöityjä tieverkon osia. Yksityiset investoinnit liikenneverkkoon voivat myös tulla kyseeseen tilanteessa, joissa vain yksi toimija hyötyy investoinnista. Tämä on niin sanottu hyötyjä maksaa – periaate.

Infrastruktuuri toimii alustana, joka voi sopeutua muuttuviin tilanteisiin ja uuteen teknologiaan. Infrastruktuuri on teknologiariippumaton, palvelulähtöinen, yksilön tarpeet huomioiva ja kaikkien käytössä yhtäläisillä ehdoilla.



## Hinnoittelu ja verotus tärkeitä ohjauskeinoja

Nykyinen liikenteen hinnoittelu ja verotus eivät ole kestävällä pohjalla. Tästä syystä hinnoittelussa ja verotuksessa tarvitaan suuria muutoksia, mutta ne tulee tehdä osana uutta toimintamallia. Liikenteen hinnoittelu ja verotus pitää nähdä yhtenä harvoista ja tehokkaista uuden ekosysteemin positiivisista kannustus- ja ohjauskeinoista.

Liikenteessä siirrytään standardijärjestelmästä kohti yksilöllisiä ratkaisuja. Tulevaisuuden järjestelmässä liikkumis- ja kuljetusvalintoja ohjataan älykkäiden, tietopohjaisten järjestelmien lisäksi aikaan ja paikkaan perustuvalla dynaamisella hinnoittelulla. Dynaamisella hinnoittelulla ja älykkäillä liikennepalveluilla liikenneverkon kapasiteettia on mahdollista hyödyntää tehokkaammin ja joustavammin, mikä vähentää verkolle kohdistuvia investointipaineita.

Dynaaminen hinnoittelu edellyttäisi kuitenkin liikenteen maksujen ja verotuksen kokonaistarkastelua, joka ottaa huomioon erityisesti ympäristövaatimukset, kannustaisi eri liikennemuotojen yhteistyöhön ja reagoisi nopeasti muuttuvaan palvelujen kysyntään. Dynaaminen hinnoittelu tulisi siksi ensivaiheessa ottaa käyttöön suurimmilla kaupunkiseuduilla.

Autovero, ajoneuvovero ja polttoainevero ovat hiilidioksidipäästöihin perustuvia veroja. Nykymuotoinen hiilidioksidipäästöihin perustuva liikenteen verotusjärjestelmä ei sellaisenaan toimi liikenteen uudessa toimintaympäristössä, kun kulkuvälineiden omistajuus ja käyttötavat muuttuvat tai kun markkinoilla on yhä enemmän vähäpäästöisiä ajoneuvoja (kuten sähkö-, kaasu- tai vetyautot). Tulevaisuuden autokanta ja muutokset ajoneuvojen omistajuudessa eivät siten ylläpidä nykymuotoista verotuloa liikenteestä.

## Älykäs ekosysteemi tarvitsee älykästä sääntelyä

Sääntely vaikuttaa ratkaisevasti siihen, kuinka ekosysteemissä voidaan toimia. Sääntelyllä ohjataan kehitystä yhteiskunnallisten tavoitteiden kannalta oikeaan suuntaan sekä varmistetaan toimintaympäristön tasapuolisuus, eri toimijoiden keskinäinen yhteistyö sekä uusien toimijoiden syntyminen.

Sääntelyn tulee olla toimijoille ennakoitavaa, mutta riittävän joustavaa tehokkaan toiminnan synnyttämiseksi. Sääntelyllä varmistetaan turvallinen toiminta ja mahdollistetaan uusien ratkaisujen markkinoillepääsy.

Sääntelyllä tulee turvata käyttäjien oikeuksia ja varmistaa, että järjestelmä toimii oikeudenmukaisesti. Yhteiskunnan tehtävä on mahdollistaa palveluiden ja markkinoiden kehitys ja koordinoita kokonaisarkkitehtuuria, mutta ei olla aktiivinen toimija palveluiden tuottamisessa.

Suomen tulee vaikuttaa aktiivisesti EU- ja kansainväliseen sääntelyyn, jotta liikenteen ja viestinnän yhdentymistä olisi mahdollista syventää ja uudenlaista toimintaa kehittää. Kansainvälisellä ja EU-sääntelyllä on suuri merkitys vision toteuttamisen kannalta.

Suomella olisi mahdollisuus tiivistää pohjoismaista yhteistyötä ja kehittää esimerkiksi standardeja yhteistyössä muiden pohjoismaiden toimijoiden kanssa. Sääntelyn tulee myös tukea kokeilukulttuuria. Suomella on pienenä maana ja toimivien yhteistyöverkostojen myötä hyvät mahdollisuudet toimia edelläkävijänä sääntelyn kehittämisessä ja kokeilualustana uusille toimintatavoille ja teknologisille ratkaisuille.

## Liikenne- ja viestintäjärjestelmän turvallisuus on toimivan yhteiskunnan peruspilari

Liikenneturvallisuus voi parantua uuden teknologia ja automaation myötä. Perinteisen liikenneturvallisuuden rinnalle nousevat uudenlaiset turvallisuuskysymykset, jotka liittyvät koko järjestelmän ja yksittäisen toimijan tietoturvaan ja -suojaan. Liikenteen älykkyyden lisääntyessä arkkitehtuurin haavoittuvuus uudenlaisille häiriöille kasvaa.

Teollisen internetin kytkeytyneessä maailmassa liikenne ja kaupungit ovat erilaisten tekoälyjen ohjaamia. Tiedon solmukohtat ovat erityisen haavoittuvia tietoturvallisuuden kannalta. Tiedon solmukohtat ja rajapinnat tulee varmistaa syvimmällä mahdollisella tietoturvalla ja riskienhallinnalla yhteiskunnan turvallisen toiminnan varmistamiseksi. Olennaista on luoda kyky palauttaa järjestelmät normaalitilaan.

Turvallisuuden tulee olla järjestelmään sisäänrakennettu elementti, joka mahdollistaa tehokkaan suojautumisen kyberriskeiltä. Käyttäjillä tulee olla luottamus järjestelmän turvallisuuteen, jotta hyöty voidaan maksimoida. Täysin riskitöntä järjestelmää ei ole, mutta sen tulee olla riittävän turvallinen. Kyberturvallisuus on tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuus, josta voidaan jalostaa innovaatioita nopeasti erilaisiksi turvallisuustuotteiksi ja -palveluiksi.

Uusien turvallisuusuuhkien lisäksi myös perinteistä liikenneturvallisuutta on parannettava jatkuvasti.

## Saavutettavuus luo kilpailukykyä ja tasa-arvoa

Liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin tulee mahdollistaa kilpailukykyinen elinkeinotoiminta ja sujuva arki. Saavutettavuus on ekosysteemin laadun mittari. Ekosysteemin toteutuessa saavutettavuus paranee. Saavutettavuuden määritelmää voidaan tarkastella eri näkökulmista, mutta keskeisiä kriteereitä saavutettavuudelle ovat aika, tarjolla olevien yhteyksien määrä sekä liikkumisen ja kuljetusten hinta.

Liikenne- ja viestintäpalvelut tulee tuottaa lähtökohtaisesti markkinaehtoisesti ja palvelut räätälöidään asiakkaan tarpeita vastaaviksi. Liikennepalvelut muodostavat joustavia matka- ja kuljetusketjuja reaaliaikaisen ja avoimen tiedon avulla. Helppokäyttöisissä palvelupaketeissa yhdistetään eri kuljetusmuotoja ja teknologioita. Kohtuuhintaisten ja yksilöllisten liikkumis- ja kuljetuspalveluiden tuottamisesta vastaavat kilpailukykyisen operaattorit.

Liikenteen palveluita tulisi pääsääntöisesti tukea julkisin varoin vain niiltä osin, kuin ne eivät synny markkinaehtoisesti. Tukea on voitava käyttää joustavasti erilaisiin palveluihin siten, että saadaan aikaan käyttäjien tarpeisiin mahdollisimman hyvin vastaavia palveluita.

Kaikki yhteiskunnan tukemat kuljetukset järjestetään tulevaisuudessa tehokkaasti tekoälyä ja avointa dataa hyödyntäen. Tuetut kuljetukset on avattava kaikille avoimeksi kuljetuspalveluksi. Optimoiduilla kuljetuksilla voidaan vähentää yhteiskunnan kustannuksia ja liikenteen päästöjä sekä parantaa kansalaisten palvelutasoa ja alueiden saavutettavuutta.

## Avoimet rajapinnat luovat uutta älykkyyttä ja kasvua

Uusien palveluiden ja uuden liiketoiminnan syntyminen edellyttää, että tieto ja sen siirron mahdollistavat rajapinnat on avattu maksimaalisesti. Siirtyminen kohti yksilöllisiä palveluja ja dynaamista liikenteen hintamekanismia vaatii toteutuakseen tiedon avaamisen. Avoin data

edellyttää, että yksityisyydensuojaa koskevat kysymykset on ratkaistu. Avoin data on tietovaranto, jota on mahdollista hyödyntää ja käyttää monipuoliseen liiketoimintaan. Julkisen sektorin tulee olla suunnannäyttäjä tietovarantojen avaamisessa. Avointa dataa on jo paljon saatavilla, mutta erityisesti tiedonhallinnassa ja hyödyntämisessä on vielä runsaasti kehittämispotentiaalia.

Reaaliaikaisella tiedolla on mahdollista kehittää liikennevälineiden, kuten joukkoliikenteen tai jaettujen kuljetusten ajantasaista seurantaa sekä parantaa sen myötä luotuja palveluja. Tieto toimii myös palvelujen suunnittelun ja tekoälypohjaisten ratkaisuiden pohjana. Sen hyödyntäminen myös mahdollistaa uusien liiketoimintamallien muodostumisen.

Omadata -periaatteella yksityisyydensuojaa koskevia ongelmia on mahdollista ratkaista siten, että yksilöillä on mahdollisuus hallita omaa dataansa ja määrittää, kuinka sitä jaetaan ja hyödynnetään.

## Public–Private–People-kumppanuudet tuovat yhteistyön uudelle tasolle

Tulevaisuuden liikenne- ja viestintämarkkinoilla toimii lukuisa määrä uusia, toistaiseksi tuntemattomia toimijoita. Toimijakentästä tulee yhä monimuotoisempi. Samalla kun toimijat kilpailevat keskenään, tekevät he yhä laajempaa yhteistyötä kilpailijoidensa kanssa. Jotta perinteiset toimijat säilyttävät tuottavuutensa, niiden on löydettävä uusia strategisia toimintamalleja sekä uusia tuotteita ja palveluita markkinoille.

Public–Private–People-kumppanuuksien kautta tulisi mahdollistaa uusien innovatiivisten palveluiden ja teknologioiden käyttöönotto sekä rohkeat testialustat niin kotimaisille kuin kansainvälisillekin kokeiluille. Suomessa on kokeiluun valmiita käyttäjiä, innovatiivisia yrityksiä ja mahdollistava julkinen sektori. Innovatiivisilla julkisilla hankinnoilla edistetään uusien toimintamallien markkinoille tuloa ja myös kohdistetummin hankintoja start up -sektorilta. Suomen tulee hyödyntää poikkeuksellisen hyvät edellytyksenä kehittyä nopeasti joustavaksi kokeilualustaksi.

Monimuotoisia yhteistyömalleja tulisi soveltaa myös liikenne- ja viestintäinfrastruktuurin investoinneissa ja palveluiden kehittämisessä. Yhteiskunnalla on vastuu kokonaisarkkitehtuurista, mutta toteutuksessa yksityisellä sektorilla on kasvava rooli. Yksityinen sektori voisi yhä laajemmin osallistua infrastruktuurin kehittämiseen ja rahoittamiseen julkisen sektorin kumppanina. Toisaalta käyttäjät voivat osallistua käyttämiensä palveluiden tuottamiseen esimerkiksi tarjoamallaan tietojaan palveluntarjoajan käyttöön. Yhteistyömalleista hyötyy siten jokainen osapuoli.

## Riskinotto ja markkinoiden edelläkävijyys

Ekosysteemin tulee kannustaa käyttäjiä ja yrityksiä uusien ratkaisujen kokeiluun ja käyttöönottoon. Riskinotto kannattaa, jos sillä on mahdollista saavuttaa edelläkävijyys markkinoilla, parantaa ja nopeuttaa liiketoiminnan skaalautuvuutta ja yrityksen menestystä. Riskinotto tarkoittaa myös epäonnistumisen mahdollisuutta. Ekosysteemissä epäonnistumisen tulee olla sallittua, siksi ekosysteemiä tuleekin kehittää teknologianeutraalisti. Samalla ekosysteemissä sääntelyn tulisi kuitenkin mahdollistaa esimerkiksi uusien liiketoimintamallien kehittämisen.

Riskiä on kuitenkin mahdollista jakaa eri toimijoiden kesken, mikä voi tarkoittaa kohdistettuja eri toimijoiden tuettuja yhteisiä tutkimus- ja kehityshankkeita, tai alan globaalien johtavien yritysten laajempien investointien hakemista Suomeen. Samoin esimerkiksi kansainvälistyvien kasvuyritysten alku- tai kasvuvaiheen pääomasijoituksia sekä muita rahoitusmekanismeja ja ulkopuolisia resursseja voitaisiin kehittää visiota tukeviksi. Verotus on tärkeä kannustin yritysten rohkeisiin valintoihin ja hankintoihin. Myös julkinen sektori voi ottaa hankinnoissaan harkittuja ja perusteltuja riskejä muutoksen edistämiseksi.

## Strateginen päätöksenteko osana liikenne- ja viestintäarkkitehtuuria

Ekosysteemiä tulee johtaa hallinnonalojen rajat ylittävästi kokonaisvaikutusten ymmärtämiseksi. Vastuu liikenne- ja viestintäarkkitehtuurin kokonaisvaltaisesta kehittämisestä ja toimeenpanosta tulee olla strategisella päätöksentekoeurolimellä. Päätöksentekoeurolimellä tulee olla kuva tulevaisuuden kehityssuunnista sekä arkkitehtuurin kehittämistarpeista. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri tarvitsee onnistuakseen kokonaisvaltaista johtamista eli kapellimestaria.



Kuva 7. Liikenne- ja viestintäarkkitehtuuri tarvitsee kokonaisvaltaista johtamista.

## 8. Visiotyön johtopäätökset

### Visio 2030 ja 2050

1. Globaalisti on syntymässä vallankumouksellisia uusia teknologisia läpimurtoja, jotka mullistavat nykyiset liikenne- ja viestintäjärjestelmät.
2. Perinteinen liikenne ja digitaaliset ratkaisut sulautuvat.
3. Tiedosta tulee kriittisin tuotannontekijä.
4. Suomen suurimmat mahdollisuudet ovat globaalisti syntyvien teknologisten ratkaisujen nopeassa ja laajamittaisessa hyödyntämisessä.
5. Mahdollisuuteen on tartuttava, koska näin voidaan kestävästi ratkaista Suomen erityiset sisäiset ja ulkoiset saavutettavuushaasteet.
6. Suomen on pakko radikaalisti uudistaa olemassa olevia rakenteita ja toimintamalleja sekä päätöksentekoa.
7. Tavoitteeksi tulee asettaa, että Suomen tulee olla globaalisti johtava älykkään liikenteen ekosysteemi.
8. Edellyttää investointeja, muutosvalmiutta, riskinottoa, uutta osaamista ja kokeilemisen kulttuuria.
9. Jos tässä onnistutaan, syntyy kestävää taloudellista kasvua, luodaan uutta liiketoimintaa sekä mahdollistetaan laadukkaat kansalaisten liikenne- ja viestintäpalvelut.
10. Muutos tehtävä niin, että se hyödyttää jokaista suomalaista.

Työryhmä haluaa nostaa esille muutamia tärkeitä tekijöitä, joihin pitäisi kiinnittää erityistä huomiota, kun vision mukaista strategiaa kehitetään.

### Tieto – kriittinen tuotannon- ja kilpailutekijä

1. Tieto hallitsee tulevaisuuden liikenne- ja viestintäarkkitehtuuria. Siitä tulee kriittinen tuotannon- ja kilpailutekijä sekä automaation ja palveluiden mahdollistaja. Vuonna 2050 tieto toimii samaan tapaan vaihdon välineenä, kuin raha nyt. Voittajia ovat ne, jotka ovat onnistuneet tiedon keruussa, omistajuudessa ja sen jalostamisessa palveluihin ja hyödykkeisiin.
2. Tiedon lisääntyminen mullistaa käsityksemme liikenneturvallisuudesta. Perinteiset turvallisuusriskit radikaalisti pienenevät uuden teknologian ansiosta. Digitaalisten järjestelmien turvallisuuteen, luotettavuuteen ja tietosuojaan sen sijaan kohdistuu valtavia haasteita sekä järjestelmätasolla että loppukäyttäjäympäristössä.

3. On määritettävä selkeät pelisäännöt, joilla tietoa kerätään, omistetaan, hallitaan, jaetaan, kaupallistetaan ja hyödynnetään. Näin varmistaa järjestelmän luotettavuus, ekosysteemin toimivuus ja sen edellyttämä yksityisyydensuoja.

## Verkot ja verkostot kasvun alustana

4. Liikenne- ja viestintäverkkoja tulee kehittää synkronoidusti kokonaishyötyjen saavuttamiseksi.
5. Vision saavuttaminen edellyttää, että viestintäverkon kapasiteetti, nopeus ja luotettavuus ovat Suomessa nyt ja tulevaisuudessa maailman johtavaa tasoa.
6. Vision toteutuminen edellyttää, että liikenneinfrastruktuurin laadun kriteerit määritetään uudelleen. Määrityksessä on otettava huomioon muun muassa saavutettavuus, järjestelmien yhteentoimivuus, matkaketjujen tehokkuus sekä liikenteen automaatio ja ympäristöystävällisyys.
7. Liikenne- ja viestintäinfrastruktuurin kehittäminen tapahtuu ensisijaisesti kysyntäohjautuvasti. Yhteiskunta vastaa kysyntäohjautuvan liikenne- ja viestintäjärjestelmän ulkopuolelle jäävistä osista. Liikenneverkon rahoitusjärjestelmä koostuu yhä enemmän sekä julkisesta että yksityisestä rahoituksesta. Yksityinen rahoitus voi kohdistua niille verkon osille, joissa kysyntäohjautuva verkon kehittäminen on kannattavaa.
8. Liikkumis- ja kuljetusvalintoja ohjataan älykkäiden järjestelmien lisäksi aikaan ja paikkaan perustuvalla dynaamisella hinnoittelulla.

## Palvelut asiakaslähtöisesti

9. Liikenne- ja viestintäpalvelut tuotetaan mahdollisimman pitkälle markkinaehtoisesti. Palvelut räätälöidään asiakkaan tarpeita vastaaviksi.
10. Palvelut tuotetaan tietoa ja avoimia rajapintoja hyödyntäen. Helppokäyttöisissä palvelupaketeissa yhdistetään eri kuljetusmuotoja ja teknologioita. Palveluiden toteutuksesta vastaavat kilpailukyiset operaattorit.
11. Suomen tulee olla sääntelyn edelläkävijä tietopohjaisten, elinkeinoelämää ja kansalaisia hyödyttävien liikennepalveluiden mahdollistajana.

## Verotus positiivinen mahdollistaja

12. Nykyistä perusinfrastruktuurin korjaus- ja kehitystarvetta ei tulevaisuudessa kateta hiilidioksidipäästömalliin pohjautuvalla liikenteen verotuksella. Ajoneuvojen sähköistyessä, polttoaineiden monipuolistuessa ja jaettujen omistusmuotojen lisääntyessä nykyinen liikenteen verotus- ja hinnoittelujärjestelmä tulee uudistaa vastaamaan paremmin tulevaisuuden liikenteen tarpeita. Kokonaisvaikutuksia tulee arvioida erityisesti ympäristövaatimuksiin ja liikenteen kysyntään.

## 9. Lähteet

Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2016.  
[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts\\_2016-41\\_automaatio\\_digitalisaatio\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-41_automaatio_digitalisaatio_web.pdf)

Digitaaliset sisämarkkinat. Euroopan parlamentti 12/2016.  
[http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/fi/displayFtu.html?ftuld=FTU\\_5.9.4.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/fi/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.9.4.html)

ITF Transport Outlook 2017. OECE. International Transport Forum 2017.  
<http://www.oecd.org/about/publishing/itf-transport-outlook-2017-9789282108000-en.htm>

Liikenteen markkinat Suomessa. Trafín tutkimuksia 16/2015.  
[https://www.trafi.fi/filebank/a/1452675021/34e771ac250db32ab331b2d71ae92ffc/19497-Liikennemarkkinat\\_raportti\\_2015-12-10.pdf](https://www.trafi.fi/filebank/a/1452675021/34e771ac250db32ab331b2d71ae92ffc/19497-Liikennemarkkinat_raportti_2015-12-10.pdf)

Liikenteen visiotyö 2050 – tulevaisuuden toimintaympäristön muutostekijöiden arviointia. WSP Finland Oy 2017. Julkaistaan liikenne- ja viestintäministeriön verkkosivuilla [www.lvm.fi](http://www.lvm.fi)

Logistiikkaselvitys 2016. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja, sarja E-1:2016.  
<http://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2016/11/Logistiikkaselvitys202016.pdf>

McKinsey & Company (2016). Automotive revolution – perspective towards 2030. How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry.  
<http://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/high%20tech/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.ashx>

McKinsey & Company (2017). A Future that works: Automation, employment and productivity.  
<http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>

Northwestern University Transportation Center: Mobility 2050 – a Vision for Transportation Infrastructure (2016):  
[http://www.transportation.northwestern.edu/docs/2016/2016.06.13\\_AEM-MobilityReport-ALL-Web\\_2-ISBN.pdf](http://www.transportation.northwestern.edu/docs/2016/2016.06.13_AEM-MobilityReport-ALL-Web_2-ISBN.pdf)

Robotit maalla, merellä ja ilmassa Liikenteen älykkään automaation edistämissuunnitelma. LVM:n julkaisuja 7/2015. <https://www.lvm.fi/documents/20181/514467/Julkaisuja+7-2015/1d7f13f3-409b-4957-8023-85d227b8585b?version=1.0>

The future of mobility: What's next? Tomorrow's mobility ecosystem—and how to succeed in it. Deloitte series on the future of mobility.  
<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/future-of-mobility/roadmap-for-future-of-urban-mobility.html>

The Impact of New Mobility Services on the Automotive Industry. Center for Automotive Research. August 2016.  
<http://www.cargroup.org/wp-content/uploads/2017/02/New-Mobility-Services-White-Paper.pdf>

Työryhmän ehdotus liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkon suunnitelmaksi. Liikenne- ja viestintäministeriön raportit ja selvitykset 1/2016.  
<https://www.lvm.fi/documents/20181/880507/Raportit+ja+selvitykset+1-2016.pdf/1f35531d-789c-4295-ba6b-17097f2baeab>

Urban mobility in a Digital Age. This transportation technology strategy for Los Angeles August 2016.  
[https://static1.squarespace.com/static/57c864609f74567457be9b71/t/57c9059b9de4bb1598eeee49/1472793280502/Transportation+Technology+Strategy\\_2016.pdf](https://static1.squarespace.com/static/57c864609f74567457be9b71/t/57c9059b9de4bb1598eeee49/1472793280502/Transportation+Technology+Strategy_2016.pdf)

Uusiutumiskykyinen ja mahdollistava Suomi. Aluerakenteen ja liikennejärjestelmän kehityskuva 2050.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155054/ALLI\\_Uusiutumiskykyinen%20ja%20mahdollista-va%20Suomi\\_Aluerakenteen%20ja%20liikennej%c3%a4rjestelm%c3%a4n%20kehityskuva%202050.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/155054/ALLI_Uusiutumiskykyinen%20ja%20mahdollista-va%20Suomi_Aluerakenteen%20ja%20liikennej%c3%a4rjestelm%c3%a4n%20kehityskuva%202050.pdf?sequence=1)

Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017.  
[http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul\\_4\\_2017\\_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1)

Väestöennuste 2015–2065. Tilastokeskus.  
[http://www.stat.fi/til/vaenn/2015/vaenn\\_2015\\_2015-10-30\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/vaenn/2015/vaenn_2015_2015-10-30_fi.pdf)



# Liite 1. Työn aikana kuullut henkilöt

Selvityshenkilöt ovat kuulleet työnsä aikana laajasti eri toimijoita. Työn valmistelussa on kuultu seuraavia henkilöiltä:

- Jorma Mäntynen, WSP Finland
- Marko Forsblom, ITS Finland
- Mika Aaltola, Ulkopoliittinen instituutti
- Jussi Sarvikas, UPM
- Paavo Lipponen, Koillisväylän kaapelin selvitysmies
- Reijo Svento, Koillisväylän kaapelin selvitysmies
- Mika Pantzar, kuluttajatutkimuskeskus
- Nils-Olof Nylund, VTT
- Matti Pohjola, Aalto-yliopisto
- Jorma Ollila
- Vesa Vihriälä, ETLA
- Timo Aro
- Simo Pesu, Puolustusvoimat
- Tero Kiviniemi, YIT Oyj
- Tarmo Pipatti, Rakennusteollisuus RT
- Sami Pakarinen, Rakennusteollisuus RT
- Harri Kailasalo, Lemminkäinen Oyj Infraprojektit
- Andre Nakkurt, Connected Car SF & SV
- Raj Rao, Ford
- Garrett Brinker, City Innovate Foundation
- Dustin Earle, Lyft
- Chi Lee, Lyft
- Sarah Hunter, Google X
- Petri Talala, Idean
- Jesse Maula, Idean
- Reilly Brennan, Stanford
- Winston Choe, ReadWrite Labs
- Michael Chu, Mc Kinsey Global Institute
- Sven Beiker, Mc Kinsey Global Institute
- Sean Ness, Institute for the Future
- Mike Liebhold, Institute for the Future
- Victor Brilon, Renovo Motors
- Chris Heiser, Renovo Motors
- Jason Stinson, Renovo Motors
- Paula Salomaa, Nordic Innovation House
- Jason Raddison, Nauto
- Gabi Holzwarth, Nauto
- Ville Kyrki, Aalto-yliopisto
- Rauno Kuusisto, Puolustusvoimat
- Sampo Hietanen, Maas Finland
- Taneli Tikka, Tieto
- Miika Murremäki, Posti
- Pekka Vauramo, Finnair
- Kari Savolainen, Finavia
- Mikko Kiviharju, Puolustusvoimat
- Henrik Hololei, Euroopan Komissio
- Jyrki Katainen, Euroopan Komissio
- Matej Zakonjšek, liikennekomissaari Violeta Bulcin kabinetti
- Nikolaus Von Peter, liikennekomissaari Violeta Bulcin kabinetti
- Rami Metsäpelto, Liikennevirasto

- Kirsi Karlamaa, Viestintävirasto
- Kari Wihlman, Liikenteen turvallisuusvirasto

Työhön liittyen järjestettiin kuulemistilaisuus 15.2.2017. Seuraavat tahot kommentoivat työtä kuulemistilaisuudessa tai antoivat lausunnon kuulemisen jälkeen.

- Suomen yrittäjät
- ELY-keskusten liikenne ja infrastruktuuri – vastuualueiden johtajat
- Metsä Group
- Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry
- Metsäteollisuus ry
- Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry
- Pohjois-Karjalan Maakuntaliitto (EMMA-hanke)
- Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä
- Lauri Oinonen, maakuntavaltuutettu
- Veikko Hintsanen, merikapteeni
- Markku Eestilä, kansanedustaja
- Sauli Hievanen, SAK
- Mika Lautanala, Tekes
- Arto O. Salonen, Metropolia ammattikorkeakoulu
- Anna-Liisa Tarvainen, Liikenneturva
- Kaisa Saario, Keskuskauppakamari
- Suomen paikallisliikenneliitto
- Antti Vehviläinen, Liikennevirasto
- Timo Niemi, Kuluttajaliitto
- Tiina Lappalainen, Invalidiliitto
- Anna-Leena Mäkilä, Satamaliitto
- Markus Lassheikki, MTK