

# **ARVIOMUISTIO; LIIKENTEEN AUTOMAATION LAINSÄÄDÄNTÖ- JA TOIMENPIDESUUNNI- TELMAN VALMISTELU**

- osat tiedon hyödyntäminen ja liikenteen automaation tarvitsema digitaalinen ja fyysinen infrastruktuuri

16.1.2020

## Sisällys

1 JOHDANTO	4
1.1 Tausta .....	4
2 ALUSTAVAT AJATUKSET KANTAVIKSI LÄPILEIKKAAVIKSI PERIAATTEIKSI	5
3 ALUSTAVAT AUTOMAATIOLE ASETETTAVAT TAVOITTEET LIIKENTEEN AUTOMAATIOSSA	8
3.1 Tavoitteet tieliikenteen automaatioissa.....	8
3.2 Tavoitteet meriliikenteen automaatioissa .....	9
3.3 Tavoitteet raideliikenteen automaatioissa .....	10
3.4 Tavoitteet drooniliikenteen automaatioissa .....	12
4 ALUSTAVAT YHTEISET TOIMENPIDEKOKONAISUUDET TAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI	12
5 TIEDON JAKAMINEN JA SEN EDELLYTYKSET LIIKENTEEN AUTOMAATION NÄKÖKULMASTA (KAIKKI LIIKENNEMUODOT)	15
6 LIIKENTEEN AUTOMAATIO JA DIGITAALINEN INFRASTRUKTUURI (KAIKKI LIIKENNEMUODOT)	19
LIIKENNEMUOTOKOHTAINEN TARKEMPI TARKASTELU	21
7 TIELIIKENNE	21
7.1 Yleiskatsaus tieliikenteen automaation tilaan.....	21
7.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen tieliikenteessä.....	22
7.3 Tieliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri .....	25
7.4 Tieliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri .....	28
8 MERILIIKENNE	29
8.1 Yleiskatsaus meriliikenteen automaation tilaan .....	29
8.2 Tiedon jakaminen ja sen edellytykset meriliikenteen automaation näkökulmasta.....	33
8.2.1 Tausta	33
8.2.2 Merenkulun staattisten ja dynaamisten tietojen nykytila	33
8.2.3 Merenkulun tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen	38
8.3 Meriliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri .....	40
8.3.1 Yleistä	40
8.3.2 Merenkulun radioviestintäjärjestelmien nykytila	40
8.3.3 4G ja 5G-teknologioiden tuomat mahdollisuudet	41
8.3.4 5G:n käyttöönotto	42
8.3.5 Satelliittipaikantaminen	42

8.3.6 Kehitys	43
8.4 Meriliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri .....	44
8.4.1 Nykytila	44
8.4.2 Energiaratkaisut	45
8.4.3 Kehitys	45
8.4.4 Epävarmuustekijät	45
9 RAIDELIIKENNE	46
9.1 Yleiskatsaus raideliikenteen automaation tilaan.....	46
9.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen raideliikenteessä ...	48
9.3 Raideliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri.....	50
9.4 Raideliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri .....	54
10 ILMALIIKENNE (MIEHITTÄMÄTÖN ILMAILU/DRONET)	55
10.1 Yleiskatsaus droneliikenteen automaation tilaan .....	55
10.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen droneliikenteessä	57
10.3 Droneliikenteen edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri .....	59
10.4 Droneliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri .....	60
11 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	61
11.1 Tieliikenne .....	62
11.2 Meriliikenne.....	62
11.3 Raidetieliikenne .....	63
11.4 Ilmaliikenne (dronet).....	63

## 1 Johdanto

Liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti 8.10.2019 hankkeen liikenteen automaation toimenpide- ja lainsäädäntösuunnitelman valmistelemiseksi. Tavoitteena on suunnitelman valmistuminen kesällä 2020. Työssä laaditaan kaikki liikennemuodot kattava suunnitelma, jonka avulla pyritään luomaan kokonaisvaltainen käsitys niistä kysymyksistä, joihin kansallisessa ja kansainvälisessä päätöksenteossa on lähitulevaisuudessa vastattava. Asioita tarkastellaan lähtökohtaisesti liikennemuotokohtaisesti, koska työ on kansainvälisesti ja EU:ssa edelleen hajautunut perinteisellä tavalla. Suomessa tavoitteena on kuitenkin myös muodostaa työn kuluessa kaikki liikennemuodot kattavaa laajempaa näkemystä, jota pyritään viemään tehokkaasti myös kansainvälisiin elimiin ja EU:hun sitä mukaa kuin näkemystä kertyy. Työ palvelee myös samalla aikaa tekeillä olevaa 12-vuotisen valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelua.

Hankkeessa tarkasteltavat osa-alueet ovat tiedon hyödyntäminen, automaation vaatima digitaalinen ja fyysinen liikenneinfrastruktuuri, liikennevälineiden tekninen automaatiokehitys, liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden sekä muiden liikenteen solmupisteiden kasvava merkitys, oikeudelliset kysymykset ja sääntely sekä kokeilujen ja pilotoitintien tukeminen.

Hankkeen osa-alueista tiedon hyödyntämistä sekä automaation vaatimaa digitaalista ja fyysistä liikenneinfrastruktuuria on alustavasti pohdittu hallinnonalan sisäisessä esivalmistelutyössä vuoden 2019 aikana. Esivalmistelun pohjalta on laadittu nyt käsillä oleva arviomuistio, jonka avulla pyritään luomaan pohjaa yhteisen tilannekuvan kehitykselle ja ylläpidolle. Arviomuistiosta pyydetävillä lausunnoilla pyritään kartoittamaan, vastaavatko toimijoiden näkemykset näiden osa-alueiden osalta esitettyjä lähtökohtia. Arviomuistiossa esitetään luvuissa 2 alustavia hahmotelmia yleisiksi, kaikki liikennemuodot läpileikkaaviksi peruserämuutoksiksi sekä luvussa 3 automaatiokehitykselle eri liikennemuodoissa asetettaviksi tavoitteiksi. Arviomuistio sisältää edelleen luvussa 4 alustavia hahmotelmia toimenpidekokonaisuuksista, joita tavoitteisiin pääsemisen oletetaan edellyttävän. Lausuntokierroksella pyydetään toimijoiden näkemyksiä myös näistä alustavista hahmotelmista, jotta jatkovalmistelu olisi mahdollisimman tehokasta. Luvut 5 ja 6 sisältävät kaikkia liikennemuotoja koskevaa taustaa tiedon hyödyntämisestä ja digitaalisesta infrastruktuurista. Luvut 7-10 sisältävät liikennemuotokohtaisen katsauksen automaation tilaan ja näköpiirissä oleviin kehityskuluihin. Luku 11 koskee vaikutusten arvioinnin kehittämistä.

Suunnitelman vuorovaikutteinen valmistelutyö käynnistyy arviomuistioon annettavista lausunnoista ja jatkuu tiiviissä yhteistyössä sidosryhmien kanssa. Sidoryhmille järjestetään muun muassa avoimia tilaisuuksia, jotka voidaan olla työpajatyypisiä ja tarvittaessa teemoitettuja.

### 1.1 Tausta

Hallitusohjelmaa läpileikkaava pyrkimys ihmiskeskeisyyteen on asia, joka on asetettava myös liikenteen automaatiokehityksen keskiöön. Suomella voi olla merkittävä rooli tämän läpileikkaavan näkökulman saamiseksi EU:ssa ja kansainvälisissä elimissä tehtävän automaatioon liittyvän lainsäädäntö- ja muun kehitystyön kulmakiveksi.

Hanke toteuttaa erityisesti seuraavia hallitusohjelman kohtia:

- Suomi tunnetaan teknologisen kehityksen, innovatiivisten hankintojen ja kokeilukulttuurin edelläkävijänä muun muassa kehittämällä säädösympäristöä ja hallintoa siten, että ne mahdollistavat digitalisaation ja kestäväen kehityksen sekä laajan kokeilukulttuurin.

- Hallitus edistää liikenteen ja logistiikan digitalisoitumista ja automatisaatiota kohdentamalla rahoitusta kokeiluille ja vaikuttamalla alan EU- ja kansalliseen sääntelyyn.
- Suomeen luodaan ohjeistus tekoälyn eettisestä käytöstä.
- Vauhditetaan toimialojen kasvuhakuisuutta ja tulevaisuuden haasteisiin vastaava rohkeaa uudistumista muun muassa ottamalla huomioon digitalisaation edistämässä ja tietopolitiikassa pk-yritysten kyky tarttua uusiin mahdollisuuksiin avoimien rajapintojen kautta.
- Suomi kehittää säädösympäristöä ja hallintoa siten, että ne mahdollistavat digitalisaation ja kestäväen kehityksen sekä laajan kokeilukulttuurin.
- Liikenteen digitalisaation, palveluistumisen ja yhteiskäytön mahdollisuudet käytetään täysimittaisesti järjestelmän kehittämiseksi, päästöjen vähentämiseksi ja saavutettavuuden parantamiseksi.
- Laaditaan yhteistyössä alan toimijoiden kanssa toimialakohtaiset tiekartat vähähiilisyteen, jotka sovitetaan yhteen uusien ilmastotoimien kanssa.
- Kaupunkiympäristöjen ja maaseutualueiden erityispiirteet sekä eri liikennemuodot ja mahdollisuudet älykkäisiin väyläratkaisuihin maalla, merellä, sisävesillä ja ilmassa otetaan huomioon.

Hanke on myös jatkumoa aikaisemmille strategisen tason automaatiokehityksen tarkasteluille ja tiekartoille. Samalla se tarkentaa ja syventää liikennemuotokohtaista liikenteen automaatiokehitystyötä. Liikenteen automaatio on kansainvälinen kehityskulku, joka muokkaa voimakkaasti yhteiskuntaa, ja sen etenemistä on tarpeen tarkastella parin vuoden välein.

Liikenteen automaatio ja tiedon hyödyntäminen voivat merkittävästi edistää muun muassa liikennesektorin palveluistumista ja ympäristöpäästöjen vähentämistä. Liikenteen automaatio vaikuttaa myös sekä välittömästi että välillisesti yhteiskuntarakenteisiin. Kehitystä ohjaamalla voidaan varmistaa, että se menee suuntaan, joka edistää hyvinvointia.

Suunnitelmalla ja sen valmistelun yhteydessä muodostetuilla näkemyksillä vaikutetaan automaation kehitystyöhön EU:ssa ja kansainvälisissä järjestöissä tehtävään työhön. Suunnitelma on myös kytköksissä valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmisteluun.

## **2 Alustavat ajatukset kantaviksi läpileikkaaviksi periaatteiksi**

Tässä luvussa hahmoteltavat läpileikkaavat periaatteet koskevat kaikkia liikennemuotoja, ellei erikseen toisin todeta. Niiden avulla muodostetaan isoa tavoitetilakuvaa, jota vasten erillisiä toimenpiteitä tulee arvioida. Näitä periaatteita pyritään aktiivisesti edistämään myös EU:ssa ja kansainvälisellä tasolla. Lisäksi pyritään siihen, että periaatteiden avulla erityisesti EU-työhön saatettiin muodostettua automaation edistämistä kokonaisvaltainen näkemys, jota vasten yksittäisiä toimenpiteitä tulisi tarkastella jo niiden valmisteluvaiheissa eri pääosastoissa.

### **Linjaus 1: Lähtökohtana on oltava ihmiskeskeisyys**

Liikenteen automaatiota kehitettäessä on asetettava teknologian asemesta keskiöön ihmisten tarpeet. Automaattisia järjestelmiä kehitettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, että ne edistävät kansainvälisesti sovittujen ihmisoikeuksien toteutumista. Tavoitteena on aina oltava, että ihmisten ja yhteiskuntien hyvinvointi lisääntyy niiden avulla. Mikäli automaattiset järjestelmät käsittelevät henkilötietoja, ihmisille on annettava työkalut, joiden avulla he voivat helposti ja turvallisesti hallita omien tietojensa käyttämistä. Tähän pyritään erityisesti maailmanlaajuisen niin sanotun omadata (MyData) –työn avulla.

Ihmiskeskeisyys edellyttää myös sitä, että ihmiset voivat ymmärtää koneiden tekemien päätösten perusteita. Edelleen automaattisia järjestelmien kehitystyössä olisi muistettava myös ihmisten erilaiset kyvyt ja mahdollisuudet hyötyä automaatiosta.

**Linjaus 2: Automaattiset ja verkottuneet liikennevälineet liikkuvat turvallisemmin, tehokkaammin ja ympäristöystävällisemmin kuin nykyiset/manuaalisesti operoidut**

Liikennemuodoista meriliikenteessä, rautatieliikenteessä ja lentoliikenteessä turvallisuustaso on etenkin länsimaissa jo nykyään korkealla tasolla. Tieliikenteessä sen sijaan kuolee ja loukkaantuu maailmalaajuisesti erittäin suuri määrä ihmisiä vuosittain. Suurin osa tapaturmista ja onnettomuuksista on seurausta inhimillisestä virheestä, tieliikenteessä jopa yli 90 % onnettomuuksista johtuu ainakin osittain tästä. Vaikka on todennäköistä, että onnettomuuksia tapahtuu jatkossakin, liikenneturvallisuuden odotetaan kuitenkin automaation myötä selvästi parantuvan.

Liikenteen sujuvuuden ja kestävyuden parantuminen liittyy erityisesti automaation kanssa käsi kädessä etenevään liikennevälineiden verkottumiseen (connectivity) ja mahdollisuuteen hyödyntää tietoa huomattavasti nykyistä paremmin. Tiedon hyödyntämisen avulla voidaan muun muassa optimoida reittejä ja kapasiteetteja, ja erityisesti tätä kautta voidaan vaikuttaa liikenteen ympäristölle haitallisten päästöjen vähenemiseen. Sujuvuutta puolestaan parantaa erityisesti mahdollisuus vältellä ruuhkia ja liikenteen häiriötilanteita ja valita kulloinkin parhaalla tavalla liikennöitävä reitti. Automaatio myös mahdollistaa kustannustehokkaiden uusien liikennepalveluiden tarjoamisen, muun muassa haja-asutusalueilla. Samoin erityisryhmille tarjottavien erityispalveluiden tarjoaminen kustannustehokkaasti mahdollistuu nykyistä helpommin.

**Linjaus 3: Automaation yleistymisen edellyttää luottamusta, joka puolestaan edellyttää läpinäkyvyyttä**

Ihmisten luottamus automaatioon on edellytys yleisen hyväksynnän saavuttamiselle. Luottamuksen syntymisen kannalta olennaista on, että ihmiset voivat ymmärtää koneiden tekemien päätösten perusteita ja että he voivat luottaa järjestelmien tietoturvaluuteen. Keskeinen tekijä on algoritmien läpinäkyvyys. Se tarkoittaa muun muassa juuri mahdollisuutta päätöksenteon selitettävyyteen sekä jälkikäteen tapahtuvaa mahdollisuutta jäljittää muun muassa lokitietojen pohjalta, kuinka tapahtumat ja päätöksenteko etenivät. Algoritmien läpinäkyvyyden avulla riippumattomat kolmannet osapuolet, kuten tarkastuslaitokset, voivat myös arvioida järjestelmien tietoturvaluuden tasoa.

**Linjaus 4: Automaation ei tarvitse aina ja kaikkialla toimia, silti liikennevälineen on mahdollistettava liikkuminen lähtöpaikasta määränpäähän ("automaatiohybridi")**

Automaation hyödyntäminen ei ole joko-tai-ilmio. Liikenteessä on voitava hyödyntää eritasoista automaatiota erilaisissa tilanteissa ja liikkumisympäristöissä. Tärkeintä on varmistaa, että ihmiset ja tavarat voivat siirtyä tavoiteltuun päämäärään mahdollisimman turvallisesti, tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. Automaattinen liikenneväline ei voi pysähtyä joutuessaan automaatiotoiminnoille määritellyn toimintaympäristön ulkopuolelle. Matkan on voitava jatkaa ihmisen toimiessa kuljettajana.

**Linjaus 5: Turvallinen, tehokas ja kestävä liikenteen automaatio edellyttää liikennevälineiden kytkeytymistä tietoliikenneverkkoihin**

Liikenteen automaatio etenee käsi kädessä tietoliikenneyhteyksiin kytkeytymisen (connectivity) kanssa. Korkean automaation liikennevälineiden on oltava kytkeytyneitä toisiinsa ja liikenneinfrastruktuuriin (kuten liikenteen ohjaus- ja hallintatoimintojen) tietoliikenneyhteyksien välityksellä. Tietoliikenneyhteyksiin kytkeytyminen lisää turvallisuutta etenkin vilkkaasti liikennöidyissä liikenneympäristöissä. Autonomia, eli liikennevälineen liikkuminen pelkästään omien havaintolaitteiden valossa tulisi olla mahdollista vain poikkeuksena pääsääntöön. (Esimerkkinä liikenneympäristöt, joissa on vähän muuta liikennettä, kuten avomerellä tai vähäliikenteisillä yksityisteillä).

### **Linjaus 6: Digitaalinen tieto ja sen jakaminen eri osapuolten välillä on liikenteen automaation kehityksen kannalta keskeistä**

Liikenteen automaation tarvitsemaa hajautettua tiedonjaon infrastruktuuria on kehitettävä. Fyysisestä liikenneinfrastruktuurista on tarve luoda digitaalinen malli, jonka tiedot päivittyvät mahdollisimman reaaliaikaisesti. Liikenteeseen liittyvän staattisen ja dynaamisen tiedon on oltava nykyistä paremmin sitä tarvitsevien toimijoiden, kuten viranomaisten, liikenteen hallinta- ja ohjauspalveluita tarjoavien ja kuljetusketjujen osapuolten saatavilla. Tiedon saaminen laadukkaaseen digitaaliseen muotoon ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin yhteentoimivuuden elementtien rakentamiseen panostaminen vaativat investointeja, jotka kuitenkin ovat huomattavan maltillisia verrattuna esimerkiksi fyysisen liikenneinfrastruktuurin rakentamisen ja ylläpidon kustannuksiin.

### **Linjaus 7: Teknologianeutraalisuuden ja yleiskäyttöisten teknologioiden hyödyntämisen on oltava peruslähtökohtia**

Liikenteen automaation on oltava teknologianeutraalia. Säädöksissä on huomioitava myös tulevaisuuden tarpeet ja tulevat teknologiat. Teknologian valinnan pitää perustua siihen, miten saadaan aikaan parhaat palvelut kustannustehokkaalla tavalla. Teknologioiden valintaa ei tule tehdä säännöksissä, vaan toimijan on voitava lähtökohtaisesti valita omiin järjestelmiinsä parhaiten sopivat.

Automaation on voitava esimerkiksi hyödyntää yleisiä viestintäverkkoja (tällä hetkellä 4G/LTE – verkkoja, jatkossa 5 G –verkkoja) ja satelliittipaikannusta. Näyttää siltä, että esimerkiksi tieliikenteessä viestintä tulee pohjautumaan sekä lyhyen että pitkän kantaman tiedonvaihtoon (ns. hybridi-ratkaisu). Myös Euroopan digitaalinen kilpailukyky edellyttää kaikkia yhteiskunnan sektoreita palvelevien nopeiden ja luotettavien 5 G –verkkojen mahdollisimman nopeaa rakentamista. Nämä verkot rakennetaan usein markkinaehtoisesti yksityisten yritysten toimesta, niin myös Suomessa. Rakentamista jarruttaa huippunopeiden etenkin korkeilla taajuuksilla toimivien viestintäverkkojen rakentamisen kalleus ja tällaisia yhteyksiä tarvitsevien palveluiden puute. Kehittyvillä liikenteen palveluilla voi olla suuri merkitys 5 G –verkkojen rakentumisen vauhdittajana.

### **Linjaus 8: Liikenteen automaatio edellyttää sääntelyn lähtökohtien uudistamista**

Liikenteen automaatio tarvitsee tuekseen kansainvälisesti laadittua sääntelyä sekä kansainvälisesti sovittuja menettelytapoja ja standardeja. Sääntelyn on oltava suoritus- ja riskiperusteista sääntelyä, ei yksityiskohtiin menevää teknistä sääntelyä, kuten nykyään on usein tilanne. Suoritus- ja riskiperusteinen sääntely tarkoittaa sitä, että sääntelyssä asetetaan tavoite, johon pääsemiseksi toimija voi määrittää sille parhaiten sopivat keinot. Usein tarpeen eivät niinkään ole uudet säännökset vaan olemassa olevien esteiden purkaminen. Sääntelyn on myös mahdollistettava edelläkävijyys ja uudet toimintamallit.

Liikenteen automaation mukanaan tuomat uudet haasteet tarvitsevat uudenlaisia ratkaisumalleja. Joissakin tilanteissa voi olla tarve luopua vanhoista käsitteistä ja luoda niiden tilalle uusia. Automaattisten liikennevälineiden käytön sääntelyssä keskeinen kysymys ei tulisi olla se, ohjaako liikennevälinettä ihminen vai kone. Sen sijaan tulee keskittyä siihen, että liikennevälineen on noudatettava liikennesääntöjä tai kansainvälisiä sopimuksia riippumatta siitä, miten sitä ohjataan. Tarvittaessa liikennesääntöjä tai sopimuksia on uudistettava niin, että niiden (poikkeukseton) noudattaminen on mahdollista.

**Linjaus 9: Liikenteen automaation on mahdollistettava liiketoimintaa ja taloudellista tuottavuutta yhteiskuntien hyvinvoinnin edistämiseksi.**

Automaattista liikennettä on kehitettävä yritysvoitosta ja kestävästä kehityksen periaatteiden mukaisesti. Ihmisten tarpeisiin vastataan elinkeinoelämän tuottamalla palveluilla. Elinkeinoelämän tarpeiden huomioiminen auttaa tuottamaan hyviä palveluita. On syytä tarkasti miettiä, mitkä tehtävät ovat sellaisia, että niitä voi hoitaa vain viranomaisena. Pääsääntöisesti viranomaisen keskeisinä rooleina tulisi olla mahdollistaja ja valvoja. Etenkin uusien liiketoimintamallien ja toimintatapojen sekä hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentuessa viranomaisella on uudenlainen rooli ekosysteemien synnyn fasilitoijana ja yhteentoimivuuden elementtien syntymisen edistäjänä.

**Linjaus 10: Automaation tulon on ryhdyttävä varautumaan välittömästi**

Liikenteen automaation etenemiseen liittyy erittäin paljon epävarmuuksia. Esimerkiksi mittavien infrainvestointien aika ei näytä olevan aivan lähitulevaisuudessa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että asia voitaisiin asettaa toistaiseksi syrjään. Automaatio etenee vääjäämättä, ja sen aiheuttamiin muutoksiin on ryhdyttävä varautumaan muun muassa suunnittelussa. Tämä koskee sekä fyysistä infrastruktuuria (muun muassa väylät) ja digitaalista infrastruktuuria (infrastruktuurin digitaalinen malli ja liikenteen tieto) myös kaupungeissa ja liikenteen solmupisteissä, kuten satamissa. Varautumisessa keskeisessä roolissa on yksityisten ja julkisten toimijoiden tiivis yhteistyö, jonka mekaniikka on tarve kehittää.

[Kysymys 1: Pidätkö linjauksia tärkeinä? Puuttuuko niistä jotain?](#)

[Kysymys 2: Miten linjauksia voitaisiin konkreettisesti parhaiten edistää?](#)

### **3 Alustavat automaatiolle asetettavat tavoitteet liikenteen automaatiossa**

#### **3.1 Tavoitteet tieliikenteen automaatiossa**

Automaattiliikenteen potentiaalia olla nykyistä turvallisempaa, tehokkaampaa ja ympäristöystävällisempää ei saada toteutumaan ilman aktiivisia toimia. Esimerkiksi liikenteen päästöjen vähentämistavoitteen saavuttaminen edellyttää, että digitalisaation mahdollisuudet hyödynnetään täysimääräisesti. Suomi on myös korkean teknologian maa, jonka tulee voida olla tieliikenteen automaation kehityksen edelläkävijöitä. Automaatiokehitykseen liittyy edelleen huomattavasti epävarmuuksia, ja olennaista on edetä pienin askelin, jolloin saatuja kokemuksia voidaan hyödyntää seuraavissa vaiheissa. Automaatiokokeilujen ja –testausten sekä erilaisten pilottien merkitys ei ole vähenemässä, vaan todennäköisesti päinvastoin.



Tieliikenteen automaatiassa Suomen tavoitteena on muodostaa toimintaympäristö, jossa automaattisia ajoneuvoja otetaan mahdollisimman laajassa mittakaavassa käyttöön sitä mukaa kuin niitä tuodaan markkinoille. Automaation keihäänkärkien etenemistä pyritään tukemaan niin, että Suomi olisi niiden käyttämisessä edelläkävijöiden joukossa. Tämä tarkoittaa ensivaiheissa sitä, että kehittyneillä automaattiajoneuvoilla on mahdollista ajaa Suomessa moottoriteillä hyvissä olosuhteissa ja että etäohjatuilla pienlinja-autoilla tarjottavia liikennepalveluita otetaan tuotantokäyttöön kaupungeissamme mahdollisimman nopeasti.

### 3.2 Tavoitteet meriliikenteen automaatiassa

Pitkän tähtäimen (2025-2030) tavoitteena on tiedon vaihdon, digitaalisen infrastruktuurin ja fyysisen infrastruktuurin toimivuuden todentaminen liikennejärjestelmätasolla rannikkovaltioiden välillä Itämeren testialuetta hyödyntämällä.

Itämeren testialue mahdollistaisi pidemmällä tähtäimellä kokeilut liikennejärjestelmätasolla. Itämeren testialue toteutettaisiin osana Suomen meripolitiikan linjauksia ja EU:n Itämeristrategian päivitysheidotusta. Rahoitusta ollaan hakemassa erilaisista EU-instrumenteista (muun muassa CEF, MARE, Horisontti), ja lisäksi siihen suunnattaisiin kansallista rahoitusta (Business Finland) ja yhteistyötä (OneSea, Liikennelabra).

Turvallisuus on keskeistä varmistaa, sillä Itämeri on vilkkaasti liikennöity alue, paikoitellen vaikeasti navigoitavissa ja sillä liikkuu teknologialtaan hyvin eritasoisia aluksia. Hankkeessa tarvitaan viranomaisten, yritysten, kaupunkien ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyötä sekä rahoitusta erilaisista instrumenteista. Alue palvelee tarvittavan digitaalisen infrastruktuurin (sekä maanpäällinen että satelliittiyhteydet) ja turvalaitteiden digitalisuuden tarpeiden määrittystä ja testausta. Infrastruktuurin rakentaminen on kallista, joten todellinen tarve on varmistettava. Testialue palvelisi useita erilaisia käyttötapauksia, muun muassa tiedon jakamista ja siirtoa, yhteisen tilannekuvan kehittämistä, tiedon vaihdon testausta muun muassa aluksen ja mantereen, aluksen ja alusliikennepalvelun välillä, alusten välisen tiedonvaihdon testausta sekä reitin optimointia. Alue palvelisi myös toimijoiden roolien ja vastuiden määrittelyä niiden muuttuessa etenevän automaation myötä. Navigoinnin lisäksi on mahdollista testata myös automaatiota kuljetusketjuissa. Myös kyberturvallisuus- ja muiden riskien hallinta on keskeinen testauksen kohde. Alueella on mahdollista testata myös Kansainvälisen merenkulkujärjestön (International Maritime Organization IMO) väliaikaisen testausohjeistuksen sekä EU:n tulevan automaatiokokeiluja koskevan ohjeistuksen toimivuutta sekä IMO:n, EU:n ja kansallisen regulaation vaikutuksia ja muutostarpeita.

Keskipitkän tähtäimen (2022-2025) tavoitteena on kansallisen rahtiliikenteen, navigoinnin ja saaristoliikenteen automaation kehittyminen. Etäohjatun aluksen navigoinnissa satamaan ja kiinnittymisessä haasteita aiheuttavat erityisesti toimintojen vaatimien tietojen tarkkuus sekä sen määrittely, miten etäohjaus tapahtuu. On tarpeen todentaa se, miten ja missä kohtaa välittyy ajantasainen tieto ohjaukseen, hinaukseen ja laivan kiinnittymiseen. Suomessa testataan jo 5G-ratkaisuja ja kehitetään yhteistyötä satamien monitoimijaympäristössä.

Saaristoliikenteen kustannustehokkuutta pyritään edistämään kansallisella merialueella automaatiota ja autonomiaa hyödyntävällä kokeilulla. Tämä saattaa kuitenkin vaatia kansallisen merilain muuttamista kokeilujen osalta. Samalla on huomattava, että uusi vesiliikennelaki, joka tulee voimaan 1.6.2020, tulee jo silloin sallimaan automaation vapaa-ajan veneilyn osalta.

Lyhyen tähtäimen (2020-2021) tavoitteena on kehittää merenkulun digitaalista väyläinfrastruktuuria (älyväylä), varmistaa etäluotsauksen edellytykset sekä käynnistää kokeilut ja ensimmäiset palvelut kansallisessa ja yksinkertaisessa toimintaympäristössä.

Älyväylän ja sen konseptin kehittämistä jatkettaisiin erityisesti sellaisilla väylillä, joilla on kokeilu- ja tunnistettuja elinkeinoelämän tarpeita ja missä etenevä automaatio on mahdollista toteuttaa nopeimmin turvallisuusnäkökohdat huomioiden. Lyhemmällä tähtämellä on tarkoituksenmukaista jatkaa älyväylän toteuttamista niillä alueilla, mihin sitä on jo osin toteutettu (Rauma, Pietarsaari, Uusikaukipunkki, Sköldvik) tai sellaisilla alueilla, mihin on tunnistettu halukkuus rakentaa 5G-verkko. Kehittämiskohteina olisivat muun muassa automaatiotason nostoa edistävät palvelut, muun muassa mobiilitukiasemien sijoittelu turvalaitteisiin, olosuhteisiin ja liikenteen tarpeisiin mukautuvat turvalaitteet, ajantasaiset vedenkorkeustiedot ja –ennusteet sekä navigointijärjestelmien tekoäly ja analytiikka. Väylän käyttöä voitaisiin optimoida laajentamalla väylä- ja olosuhdetietojen käyttöä siten että väylällä kulkevan aluksen asema suhteessa toisiin aluksiin pysyisi tietyn turvamarginaalin puitteissa täysin ajantasaisesti.

Etäluotsauksen toteuttaminen sisältyy hallitusohjelmaan. Luotsauslain muutoksella (2019/15) sallitaan Finnpiilotille etäluotsaus Suomen vesialueella ja Saimaan kanavan vuokra-alueella luotsattaviksi väliksi määritellyillä yleisillä kulkuväylillä Liikenne- ja viestintäviraston myöntämällä määräaikaikaisella luvalla. Älyväylähankkeessa jo tähän mennessä toteutetut tietomallit tukevat osaltaan etäluotsauksen käynnistämistä joillain väylillä ja käynnissä ja suunnitteilla on hankkeita, jotka tukevat etäluotsauksen toteutumista. Esimerkiksi sää- ja AIS (alusten tunnistamisen ja sijainnin järjestelmä) -tiedot ovat jo saatavilla.

Etäluotsauksen voi ennakoida olevan mahdollista aivan lähivuosina, mutta se vaatii vielä tarkempaa määrittelyä, rahoitusta ja tarkemmista käytötapausten sopimista. Etäluotsaus soveltuu alkuvaiheessa erityisesti sellaiselle varustamolle, jolla on varaa vielä kalliiseen laivateknologiaan sekä vahvaa nykyaikaista osaamista. Luotsaus on neuvoa antavaa toimintaa navigoinnin kannalta haastavissa paikoissa. Siksi tietojen on oltava varsin tarkkoja. Luotsaukseen tarvittavan tiedon osalta haasteena on etenkin se, miten seurataan aluksen dynaamista tilaa. Yhteinen tilannekuva toimijoiden välillä puuttuu vielä. Etäluotsaajalla tulisi olla sama kuva liiketilän hallinnasta kuin laivan komentosillalla. Etäluotsaus on myös haaste tiedon siirron kannalta, sillä se vaatii videokuvan siirtoa. Rannikon läheisyydet tiedonsiirtoratkaisut ovat kehittyneitä, mutta 5G on ensimmäisenä käytössä satamassa. Väylän ulkopäässä nykyiset tietoliikenneyhteydet eivät kuitenkaan vielä riitä ja se vaatii määrittelyä ja investointeja.

Ensimmäisiä palveluja ja ainakin haastavia kokeiluja voidaan todennäköisesti toteuttaa kansallisesti lyhyillä vakioiteillä, vähäliikenteisillä alueilla ja vähäliikenteiseen aikaan, jos palveluille on kysyntää ja rahoitus. Joiltain osin tarvittaneen kansallisen lainsäädännön tarkentamista. Toteuttamiskelpoisimpia ovat autonominen lossi, autonominen tutkimusalus, joka navigoi emäaluksen kanssa yhteydessä ja joen ylitys kaupungissa korvaamalla siltaa.

### **3.3 Tavoitteet raideliikenteen automaatioissa**

Raideliikenne poikkeaa muista liikennemuodoista siten, että se on toimintaympäristöltään suljettu. Rataverkolla ei voi liikennöidä ilman asianmukaisia lupia, ja toimijoiden määrä on rajallinen. Junien liikkumisessa raiteilla erittäin suuri merkitys on kulunvalvonnalla ja –ohjauksella. Jo nykyisessä ju-

nanohjauksessa ja kulunvalvontalaitteissa on huomattava määrä automaatiikkaa ja automaattisia toimintoja. Onkin luontevaa, että raideliikenteessä automaatiolla ja datan hyödyntämisellä suurimmat hyödyt arvioidaan saavutettavan kulunvalvonnassa- ja ohjauksessa.

Raideliikenteen kulunvalvonnan- ja ohjaamisen Suomelle parasta ratkaisua ollaan selvittämässä liikenne- ja viestintäministeriön johtamassa ja Väyläviraston ja Finrailin projektoiman Digirata-hankkeessa, jonka loppuraportin ja toimenpidesuunnitelman on ennakoitu valmistuvan keväällä 2020. Hanke liittyy kiinteästi eurooppalaisen ERTMS/ETCS –järjestelmän (European Rail Traffic Management System/European Train Control System) käyttöönottoon Suomen rataverkolla.

Digiratahankeen tavoitteena on saada selkeä käsitys siitä, mikä on teknologisen elinkaarenhallinnan kannalta Suomelle paras kulunvalvonnan ratkaisu, jonka avulla voidaan hyödyntää digitalisaatiota. Alatavoitteina on, että tuleva kokonaisuus mahdollistaa muun muassa

- kulunvalvonnan optimoinnin tekoälyn avulla
- reaaliaikaisen tiedon jalostamisen
- jatkuvasti päivittyvät kapasiteetti- ja aikataulutiedot
- dynaamisen reagoinnin

Digiratahankeen muina tavoitteina on muun muassa varmistaa raideliikenteen ohjausjärjestelmän investointien maksimihyödynnettävyys erityisesti rataverkon kapasiteetin tehokkaammassa käytössä sekä ennakoivassa kunnossapidossa ja turvallisuuden lisäämisessä.

Matkustajille ja elinkeinoelämälle uuden automaation mahdollistavan kulunvalvontajärjestelmän on tarjottava täsmällisempiä ja turvallisempia matkoja sekä joustavampia kuljetuksia. Lisäksi kokonaisuuden on tarjottava yksilöityä matkustajainformaatiota, joka mahdollistaa muun muassa sujuvamat matkaketjut henkilöliikenteeseen sekä kasvualustaa ja edellytyksiä vastuullisempaan liiketoimintaan elinkeinoelämälle.

Raideliikenteen automaation kehityksen kannalta keskeistä on vaikuttaa erityisesti EU:n sääntelytyöhön niin, että EU:n raideliikenteen säädökset ovat mahdollisimman teknologianeutraaleja. Myös rautateillä käytettävien teknisten järjestelmien tulisi pääsääntöisesti perustua yleisesti käytössä oleviin teknologioihin, kuten yleisten viestintäverkkojen ja paikannusjärjestelmien käyttöön. Raideliikenteen investointisykliä vuoksi teknologiaavainten on oltava sellaisia, että niitä pystytään joustavasti päivittämään.

Tällä hetkellä Euroopan komissiolla ja Euroopan unionin rautatievirasto ERA:lla on käynnissä säädösvalmistelutyön uudistaminen. Komission uuden työohjelman mukaisesti raideliikenteen ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmää koskevat yhteentoimivuuden tekniset eritelmat (OHM YTE) uudistetaan vuoteen 2022 mennessä niin, että siinä nykyistä paremmin mahdollisistaan raideliikenteen digitalisointi (Digital Rail) ja ympäristöystävällinen rahtiliikenne (Green Freight). On keskeistä, että Suomi pystyy vaikuttamaan EU:ssa käynnissä olevaan säädöstyöhön ja muuhun kehittämistyöhön. Vaikuttamaan pystytään parhaiten kansallisten viranomaisten tiiviillä yhteistyöllä ERA:n ja Euroopan komission kanssa.

### *Digital Rail*

Komission tavoitteena on, että OHM YTE:ä päivitetäisiin niin, että se mahdollistaa digitalisaation ja uudet innovaatiot. Tulevien määrittelyjen tulee varmistaa muun muassa se, että

- raideliikenteestä tulee huomattavasti aikaisempaa kustannustehokkaampi järjestelmä
- ne mahdollistavat automaation
- ne tehostavat järjestelmän käyttöastetta
- ne pitävät sisällään uusia teknologioita, jotka muodostavat tulevaisuuden ERTMS:n (näitä ovat muun muassa ATO eli Automated train operation, FRMCS eli Future Rail Mobility Communication System, ERTMS L3 eli Kolmannen sukupolven junakulun ohjausjärjestelmä, junaliikenteen paikannus ja kyberturvallisuus).

Digital Rail kokonaisuuden tavoitteena on myös vahvistaa tiedon parempaa kulkua niin rahtiliikenteen toimijoille kuin henkilömatkustajille. Yhtenä osatekijänä tässä on kaikkien liikennemuotojen tietojen vaihdon ja reaaliaikaisen dataliikenteen edistäminen.

### 3.4 Tavoitteet droneliikenteen automaatiassa

Miehittämättömän ilmailun automaatiota kehitetään erilaisissa yksityisen ja julkisen sektorin kokeiluhankkeissa, ja keskeistä miehittämättömän ilmailun automaation edistämiseksi onkin erilaisten kokeilu- ja testihankkeiden jatkamisen mahdollistaminen. Testauksen kohteina ovat esimerkiksi itse laitteet ja niiden suorituskyky, erilaiset toimintaa ja tiedonsiirtoa tukevat verkkoratkaisut sekä lennonvarmistuspalvelujen luominen miehittämättömälle ilmailulle. Hankkeista saatavat tulokset vievät kehitystyötä jatkuvasti eteenpäin ja mahdollistavat erilaisten teknologisten ratkaisujen testaamisen käytännössä. Kokeilutoiminnan sujuvuuden varmistamisessa korostuu alan toimijoiden ja viranomaisen sujuva yhteistyö, sillä kokeilutoimintaa harjoitetaan pääasiassa erilaisilla toimintaa varten varatuilla kokeilualueilla, joita varten tulee hakea viranomaiselta lupa. Lupamenettelyn sujuvuus ja nopeat menettelyt ovat nousseet keskeisiksi tekijöiksi erityisesti nopeasti käynnistettävissä kokeiluhankkeissa. Lupakäytäntöjen tulisikin olla toimivia ja tukea tehtävää kehitystyötä. Suomen keskeisenä tavoitteena on olla houkutteleva ympäristö kokeilujen ja testien tekemiselle, ja sitä kautta olla yksi edelläkävijämaista, joissa miehittämättömän ilmailun palveluita otetaan käyttöön teknisen kehityksen sallimassa tahdissa.

Yhtenä tulevaisuuden tavoitteena voidaan miehittämättömässä ilmailussa pitää myös sen yhteiskunnallisen hyväksyttävyyden edistämistä. Yhteiskunnan suhtautuminen miehittämättömien ilma-alusten laaja-alaisempaan hyödyntämiseen voi muodostua tulevaisuuden haasteeksi. Tällä hetkellä miehittämättömien ilma-alusten käyttämiseen liittyy muun muassa pelkoja, jotka liittyvät kuvaamisen muodossa tapahtuvaan kotirauhan rikkomiseen ja salakuvaukseen. Miehittämättömän ilmailun hyötyjen täysimääräinen käyttöön ottaminen edellyttää sitä, että toiminta miehittämättömillä ilma-aluksilla koetaan turvalliseksi ja koko yhteiskuntaa hyödyttäväksi.

[Kysymys 3: Miten realistisina näette tässä esitetyt tavoitteet ja niiden aikataulun? Miten osallistutte tai haluatte osallistua tavoitteita toteuttaviin mahdollisiin hankkeisiin?](#)

## 4 Alustavat yhteiset toimenpidekokonaisuudet tavoitteiden saavuttamiseksi

1. Tiedon hyödyntämisen osalta tavoitteena on jatkaa ja tehostaa automaation dataekosysteemin ja hajautetun tiedonjakamisen infrastruktuurin rakentamista. Tämä työ on jo käynnistynyt, mutta toteutus edellyttää edelleen runsaasti toimenpiteitä.
  - Eri liikennemuodossa jatketaan työtä, jossa määritellään automaation kannalta olennaiset tiedot, jotka on saatava liikkumaan niitä tarvitsevien toimijoiden välillä. Määrittelytyötä

voidaan tehdä käyttötapausten pohjalta. Tässä arviointimuistiossa käydään eri liikenne-  
muotojen osalta läpi, mitkä staattiset ja dynaamiset tiedot arvioidaan ainakin alustavasti  
välttämättömiksi. Määrittelytyössä on kiinnitettävä huomioita tietojen laatuun, tuottamis-  
vastuisiin, käyttöoikeuksiin ja jakamiseen.

- Olennaisiksi määriteltyjen staattisten ja dynaamisten tietojen on liikuttava niitä tarvitse-  
vien toimijoiden välillä avointen ohjelmointirajapintojen kautta mahdollisimman reaaliai-  
kaisina. Staattisten tietojen kattavuutta ja laatua kehitetään huomioiden nimenomaan au-  
tomaattiliikenteen tarpeet. Tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman reaaliaikaisesti  
päivittyvä digitaalinen malli väylästöstämme. Dynaamisen tiedon jakamisen keskipis-  
teenä olevan liikenteen hallinta- ja ohjauspalvelun tarjoajan Traffic Management Finland  
Group:n (TMFG) palveluita kehitetään niin, että se voi toimia liikenteen liittyvän tiedon  
välitysalustana ja muutoinkin monipuolisesti tiedonjakoekosysteemien edistäjänä.
- Kehitetään julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä myös kaupunkien sekä liikenteen  
solmupisteiden hallussa olevaa fyysistä liikenneinfrastruktuuria koskevaa tietoa.
- Selvitetään, miten liikennevälineiden automaatiolle tarpeellinen sijaintitieto saadaan jaet-  
tua sitä tarvitsevien toimijoiden kesken.
- Selvitetään, miten liikennevälineiden keräämää muuta liikenteen turvallisuuteen ja suju-  
vuuteen liittyvää tietoa saataisiin jaettua toimijoiden kesken kaikkia hyödyntävällä tavalla.  
Hyödynnetään jo aikaisemmin tehtyä työtä. Etenkin tieliikenteessä huomioidaan myös yk-  
sityisyydensuojaan liittyvät kysymykset.
- Kehitetään absoluuttisen ja suhteellisen paikantamisen tarkkuutta.
- Tietojenvaihtoa kehitetään kansalliset erityispiirteet ja Suomen keskimääristä paremmat  
lähtökohdat huomioiden, mutta tavoitteena on kuitenkin se, että hajautettu tietojenvaihdon  
infrastruktuuri (ks. luku 4) muodostuu kansainväliseksi. Suomi vaikuttaa kaikilla mahdol-  
lisilla kansainvälisillä areenoilla siihen, että näin tapahtuisi.

2. Digitaalisen infrastruktuurin osalta tavoitteena on edistää liikenteen automaation tarvitsemien  
viestintäverkkojen ja niitä palvelevan sähkönsyötön rakentumista. Läpileikkaavien periaatteiden  
mukaisesti perusratkaisuna on oltava yleiskäyttöisten teknologioiden käyttö (esimerkiksi viestin-  
täratkaisuna 4G/5G -verkkojen käyttö) aina kun se on mahdollista. Sitä täydentäviä teknologioita,  
kuten esimerkiksi lyhyen kantaman viestintäratkaisuja, jotka palvelevat tiettyä liikennemuotoa,  
voidaan käyttää tarpeen vaatiessa.

- Määritellään tietoliikenneyhteyksien palvelutaso pääväylillä ja keskeisissä liikenteen sol-  
mupisteissä yhteistyössä väyläviranomaisten, kaupunkien, teleoperaattoreiden ja muiden  
tarpeellisten toimijoiden yhteistyössä.
- Laaditaan tarvittaessa liikennemuotokohtainen digitaalisen infrastruktuurin kehittämisoh-  
jelma.
- Digitaalisen infrastruktuurin kehitystä edistävän passiivi-infran rakentamiseen varaudu-  
taan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä muun muassa selvityksin ja kokeilu-  
in sekä tekemällä tarpeellisia varautumistoimia muun muassa suunnittelun yhteydessä.
- Systematisoidaan viranomaisten ja operaattoreiden välinen yhteistyö, jotta saadaan koot-  
tua ajankohtainen tieto väylien varsilla olevista tietoliikenneyhteyksistä. Yhteistyön  
avulla on edistettävä myös erilaisia yhteisrakentamishankkeita ja yhteisrakentamisen  
muotojen kehittymistä.
- Kehitetään Verkkotietopiste.fi –rekisterin tietojen laatua ja kattavuutta sekä tietoa tarjolla  
olevan tietoliikenneverkon palvelutasosta siten, että se palvelee myös liikenteen automaa-  
tiota hallituskauden kuluessa. Selvitetään mahdollisuus kehittää palveluita niin, että se  
kattaisi kaikki liikennemuodot.

- Sähkönsyötön ja -jakelun kehittämistä pääväylien varsilla selvitetään ja kehitetään niin, että muun muassa kehittyneen tietoliikenneverkon sähköntarpeisiin ja sähköisesti toimivien liikennevälineiden tarpeisiin voidaan vastata.
  - Edistetään digitaalisen infrastruktuurin yhteisrakentamista julkisten ja yksityisten toimijoiden tiivistetyn yhteistyön ja suunnittelun avulla. Joissakin kokonaisuuden ja yhteiskunnan edun kannalta merkittävässä, mutta toteutukseltaan haastavissa kohdissa, joissa digitaalista infrastruktuuria ei todennäköisesti synny markkinaehtoisesti, julkisen ja yksityisen sektorin roolia saatetaan joutua tarkastelemaan uudelleen.
3. Fyysisen infrastruktuurin osalta tavoitteena on muodostaa käsitys siitä, mitä automaation vaatimia muutoksia infrastruktuuriin ylipäätään tarvittaisiin eri liikennemuodoissa, missä aikataulussa, ja onko muutosten tekeminen järkevää erityisesti panos-tuotos –tarkastelussa. Toistaiseksi automaation liikenteen fyysiseen infrastruktuuriin kohdistamat vaatimukset ovat epäselviä. Kehitystä on seurattava jatkuvasti, ja kansainväliseen yhteistyöhön vaatimusten selkeyttämiseksi on osallistuttava tiiviisti ja vaikutettava työn suuntaan.
- Luodaan ja ylläpidetään ja jalkautetaan tilannekuvaa siitä, millaista automaatiota voidaan käyttää milläkin verkon osalla, aloittaen pääväylistä ja tunnistuen erityisesti ongelmakohdat.
  - Selvitetään väylien kunnossapidon ja sään vuorovaikutusta automaation kanssa selvitetään. Työssä hyödynnetään jo tehtyjä työkaluja, kuten Ilmatieteen laitoksen (ILL) olosuhdehavaintoja ja tietomallinnusta.
  - Määritellään kunnossapito- ja palvelutasot, tarvittaessa lainsäädännössä. Eri liikennemuodoissa käynnistyneeseen tai käynnistyvään kansainväliseen infrastruktuurin luokittelutyöhön osallistutaan aktiivisesti vaikuttaen.
  - Selvitetään mahdollisuutta kehittää turvalaitteita digitaaliseksi ja tietoa tuottaviksi (erityisesti merenkulku).
4. Toimijoiden yhteistyössä on luotava yhteisen automaatiokehityksen tilannekuva, jota on myös ylläpidettävä ja jalkautettava. Automaation tuloon on alettava valmistautua aktiivisesti muun muassa suunnittelussa. Eri osapuolten roolit ja vastuut on selkeytettävä ja yhteistyötä muun muassa suunnittelussa ja automaation tuloon varautumisessa on tehostettava ja systematisoitava. Kansainvälisissä ja EU-yhteistyössä tehtävää vaikuttamista tehostetaan ja vaikuttamistyötä koskevaa tietojenvaihtoa parannetaan.
- Valtion ja kuntien viranomaisten sekä yksityisten toimijoiden yhteistyöhön luodaan pysyvät rakenteet, jotta automaatioon voidaan varautua kaikilla suunnittelutasoilla. Lisäksi yhteistyöllä edistetään toimenpiteiden 1-3 toteutumista.
  - Yhtenä valtion ja kuntien viranomaisten sekä yksityisten toimijoiden yhteistyössä liikenteen automaation keihäänkärkien kehitystä Suomessa niin, että niiden saaminen markkinoille tai niiden käyttöön perustuvien palveluiden saaminen tuotantokäyttöön voisivat tapahtua Suomessa mahdollisimman pian.
  - Viranomaisten ja yksityisten toimijoiden roolit ja vastuut määritellään tukemaan tavoitteen toteutumista tarvittaessa lainsäädännöllä. Organisatoriset ja tekniset vastuut selvitetään ja niihin varaudutaan kansainvälisillä tavoitepohjaisilla teknisillä määräyksillä, suorituskykystandardeilla ja kokonaisvaltaisella riskien hallintasuunnitelmalla. Eri liikennemuodoissa kentällä on usein lukuisia eri toimijoita, ja tarve saattaa myös olla tarkastella perinteistä vastuunjakoja uudelleen.
  - Vaikutetaan kansainvälisessä yhteistyössä aktiivisesti niin, että Suomelle muodostuu eri järjestöissä tunnustettu edelläkävijän asema. Tunnistetaan Suomelle erityisen tärkeät kysymykset ja vaikutetaan niissä peräänantamattomasti. Säätelyuudistusten valmisteluun

vaikutetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, ja tarpeen mukaan osoitetaan resursseja kansainvälisen ja EU-sääntelytyön valmisteleviin toimiin (muun muassa säädöskartoitukset) eri järjestöissä ja toimielimissä.

- Osoitetaan tarvittavat resurssit ottaa vetovastuuta ja puheenjohtajuuksia EU:n piirissä ja kansainvälisesti käynnissä olevissa työryhmissä ja prosesseissa.

5. Automaatiokehityksen etenemiseen liittyy edelleen erittäin paljon epävarmuuksia. Tutkimus-, kehitys ja innovaatio –rahoitusta on suunnattava automaatiopilotteihin, tarvittaessa koalueisiin, kokeiluihin sekä tutkimuksen ja selvitysten tekemiseen, jotta epävarmuuksiin saataisiin askel kerrallaan lisää tietoa ja kokemuksia. Kansallisen ja EU-rahoituksen saamista näihin tarkoituksiin on tehostettava. Kansainvälisesti ja EU:ssa on vaikutettava myös siihen, mihin tutkimusta suunnataan. Kansallisesti tutkimuskysymyksiä on systematisoitava.

- Tietopohjaa vahvennetaan erilaisten selvitysten ja tutkimusten avulla. Toimenpiteiden mittaristoa kehitetään. Liikenne- ja viestintävirasto Traficomiin luodaan automaation tutkimusohjelma (myös muihin liikennemuotoihin kuin meriliikenteeseen), jonka tutkimuskysymyksiä kohdennetaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä. Traficomin resursseja tukea yrityksiä ja niiden konsortioita EU-tutkimushankkeiden hauissa tehostetaan.
- Systematisoidaan kokeilujen ja pilottien tekemistä esimerkiksi kokeiluohjeistuksia hyödyntämällä ja niistä saatujen hyvien kokemusten skaalaamista. Eri toimenpiteisiin ryhdytään ensin rajatuilla alueilla tai rajatussa määrässä käyttökohteita, jotta vaikutuksia pystytään arvioimaan sekä skaalautumista tehostamaan.
- Tehostetaan tietojenvaihtoa jo tehdyistä tutkimuksista ja piloteista & kokeiluista.
- Tuetaan haastavien liikenne- ja keliolosuhteiden testausekosysteemiä. Toimijoiden yhteistyötä parannetaan, jotta tiedonvaihto parane, ja muun muassa päällekkäistä tekemistä voidaan vähentää. Huolehditaan ekosysteemin yhteistyöstä tutkimusmaailman kanssa.
- Automaatiokehityksen kartoittamista ja seuraamista jatketaan muun muassa selvittämällä seuraavaksi oikeudellisia ja sääntelyyn liittyviä kysymyksiä sekä ajoneuvojen kehitykseen liittyviä kysymyksiä ja liikenteen ohjausta. Karttuvaa tietoa ja ymmärrystä käytetään vaikuttamalla aktiivisesti käynnissä olevaan erityisesti sääntelyyn tähtäävään tai sitä valmistelevaan työhön EU:ssa ja liikenteen kansainvälisissä järjestöissä.

[Kysymys 4: Puuttuuko toimenpiteistä mielestänne jotakin keskeistä?](#)

[Kysymys 5: Mitä konkreettista toimenpiteiden käynnistämiseksi/jatkamiseksi tulisi tehdä? Kenen toimesta?](#)

## **5 Tiedon jakaminen ja sen edellytykset liikenteen automaation näkökulmasta (kaikki liikennemuodot)**

Tiedon nykyistä huomattavasti parempi hyödyntäminen on kaiken digitalisaation – myös liikenteen automaation – kannalta keskeinen kysymys. Mikäli tiedonkulku eri toimijoiden kesken saadaan toimimaan, automaatiota voidaan edistää kohtuullisin investoinnein. Muutokset fyysiseen infrastruktuuriin vaatisivat paljon investointeja, ja kehityskulkujen ollessa vielä epävarmoja on suuri vaara, että tällaiset panostukset menisivät hukkaan. Tiedonjaon infrastruktuurin kehittämiseen kohdistuvat panostukset todennäköisesti hyödyttävät yhteiskunnan kaikkia sektoreita.

Hajautetun tiedonjakoinfratruktuurin lähtökohtana on se, että tieto tallennetaan vain yhteen järjestelmään, josta se on voitava hakea ajantasaisena aina tarvittaessa. Tiedonvaihto toimijoiden kesken tapahtuu avointen ja yhteentoimivien ohjelmointirajapintojen (API) kautta. Tämä ei luonnollisestikaan

tarkoita sitä, että kaikki tieto olisi kaikkien saatavilla, vaan voidaan erottaa erilaisia rooleja ja tietotarpeita (esimerkiksi viranomaiset – liikekumppanit – muut yksityiset toimijat – kaikille avoin tieto). Ajatuksena on se, että toimija (esim. yritys) asettaa tiedot saataville omaan ohjelmointirajapintaansa, ja hallitsee itse sitä, mitä tietoa muut toimijat (esim. viranomaiset tai sen yhteistyökumppanit) ovat oikeutettuja saamaan.

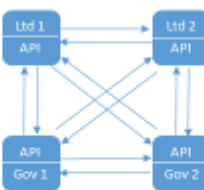
Ideaalitapauksessa tehokas tietojenvaihto voisi tapahtua vapaaehtoisesti, mutta joissain tapauksissa joudutaan asettamaan velvoitteita tiettyjen tietojen antamisesta tietyille toimijoille. Perinteisesti laissa on säädetty viranomaisten tiedonsaantioikeuksista, mutta liikenteen palveluista annetussa laissa (320/2017) on asetettu joitakin velvollisuuksia myös yksityisten toimijoiden väliseen tietojenvaihtoon tai yksityisiin toimijoihin kohdistuvia velvoitteita avata tiettyjä tietoja avoimeksi dataksi.

## Hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin elementit



### Data: Mitä jaetaan

- Jaetaan tietoa, ei asiakirjoja
- Tiedon tulee olla koneluettavassa muodossa, laadukasta ja mahdollisimman ajantasaista (pyrkimys reaaliaikaisuuteen)
- Pääpaino tiedon omistajuuden sijaan sen käyttöoikeuksissa



### API: Kuinka jaetaan

- Yksityiset ja julkiset toimijat jakavat tietoa oman ohjelmointirajapintansa (API) kautta
- ⇒ Mahdollista kontrolloida sitä, kenellä on pääsyoikeus tiettyyn dataan



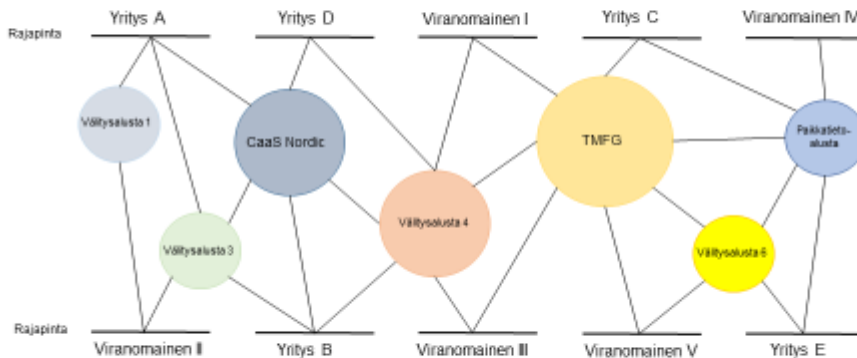
### Luottamus: Kuka voi jakaa

- Tiedonvaihto hoidetaan jaettujen luottamusverkostojen kautta (hallinnointimalli)
- ⇒ Yhteentoimivuuden elementit, kuten rajapintojen kokoelmat, mallisopimukset, standardit...
- ⇒ Lohkoketjuteknologia apuna?

Yhteentoimivuus tiedon vaihdossa edellyttää, että tietoelementit harmonisoidaan sekä sovitaan tarvittavista standardeista, vakiosopimusehdoista ja käytänneseännöistä. Lisäksi on voimakkaasti edistettävä uuden teknologian kuten esimerkiksi lohkoketjujen ja keinoälyn mahdollisuuksia yhteentoimivuuden kehittämisessä. Hajautetun tietojenvaihdon hallinnointimallien ja yhteentoimivuuden kehittäminen on vielä kesken. Näyttää siltä, että erilaisten ”välitysalustojen” (intermediary platforms) synty/synnyttäminen on tarpeen, jotta tehokas hajautettu tietojenvaihto voi toimia. Nämä alustat eroavat siis selkeästi alussa mainituista perinteisistä alustoista, joissa ideana on ollut tietojen kerääminen yhteen paikkaan. Välitysalustojen tavoitteena on hallinnoida rajapintojen yhteentoimivuutta ja edistää skaalautuvuutta.



## Välitysalustojen muodostuminen (ja niiden yhteentoimivuus)



2

### Staattinen ja dynaaminen tieto

Staattisella tiedolla tarkoitetaan tietoa, joka pysyy muuttumattomana tai muuttuu vain hitaasti. Tyypillisesti staattinen tieto liittyy etenkin fyysiseen liikenneinfrastruktuuriin. Tähän saakka liikenneinfrastruktuuriin liittyvä tieto on syntynyt muihin tarpeisiin kuin liikenteen automaatiota silmällä pitäen. Tyypillisesti nämä tarpeet ovat liittyneet liikenneväylien suunnitteluun ja kunnossapitoon. Jatkossa automaatio aiheuttaa omat tietotarpeensa, ja vieläpä tavalla, jossa tietoon todennäköisesti kohdistuu nykyistä korkeampia laatuvaatimuksia. Fyysisestä liikenneinfrastruktuurista olisi pystyttävä tuottamaan mahdollisimman reaaliaikaisesti päivittyvä malli automaation tarpeisiin. Lainsäädännössä (Liikennejärjestelmästä ja maanteistä annettu laki 503/2005, muutettu lailla 572/2018 sekä liikenteen palveluista annetussa laissa) väyliä koskevan tiedon ylläpitäminen on annettu Väyläviraston tehtäväksi väylänpitäjänä.

Dynaamisella tiedolla tarkoitetaan tietoja, jotka päivittyvät jatkuvasti. Niiden skaala vaihtelee varsin ongelmattomista tietolajeista, kuten sää- ja olosuhdetiedoista sijaintitietoihin, joihin liittyy merkittäviä yksityisyydensuoja- ja tietosuojaherkkyksiä. Automaation edellyttävät tiedot tarvitsevat erittäin harvoin tietoa siitä, kehen luonnolliseen henkilöön tieto liittyy. Tietosuojakysymysten käsittelyä on kuitenkin vaikea välttää, ja monet haasteet odottavat ratkaisuaan.

Suomessa on myös dynaamisen tiedon osalta otettu ensimmäisiä askelia sääntelyn saralla. Liikenteen palveluista annetun lain II A osan 2 luvussa säädetään liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan tiedonhallinnasta, ja sääntely koskee kaikkia liikennemuotoja. Sen 1 §:ssä annetaan viranomaisille oikeus luovuttaa myös salassapidettäviä tietoja liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden tarjoajille. Luvun 2 §:ssä säädetään siitä, millaisia tietoja ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajalla on oikeus saada yksityisiltä toimijoilta. Sen mukaan liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajalla on oikeus saada tietoja:

- 1) väyläverkon huolto- ja kunnossapitotoimia sekä rakennustöitä tekevilta julkisilta tai yksityisiltä toimijoilta;
- 2) viestintäverkkojen ylläpitäjiltä viestintäverkon häiriöistä;

- 3) luotsauspalvelun tarjoajilta ja satamanpitäjiltä;
- 4) muilta liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden tarjoajilta;
- 5) junien, alusten ja ilma-alusten omistajilta, liikennöitsijöiltä tai niiden edustajilta;
- 6) erillisestä pyynnöstä muilta toimijoilta, joiden toiminta vaikuttaa liikenneturvallisuuteen tai liikenteen sujuvuuteen.

Tiedonsaantioikeus koskee tietoja, jotka ovat välttämättömiä liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan laissa säädettyjen tehtävien hoitamiseksi. Tiedonsaantioikeus koskee tietoja liikenteen ohjauslaitteista ja niiden toimivuudesta, liikenteen vaaratilanteista ja onnettomuuksista, liikenteen ja viestintäverkkojen häiriöistä, liikennevälineiden sijainnista, sää- ja olosuhdetietoja sekä muita liikenteen tilannekuvan muodostamiseen ja liikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen liittyviä tietoja.

Luvun 3 ja 4 § koskevat tietojen luovuttamista liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan toimesta. Mainitun 3 §:n mukaan liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan on avattava avoimen rajapinnan kautta koneluettavassa muodossa vapaasti käytettäväksi seuraavat ajantasaiset tiedot:

- 1) liikenteen säätiedot ja -ennusteet;
- 2) liikenteen olosuhdetiedot;
- 3) liikennemäärien mittaustiedot;
- 4) sujuvuus- ja matka-aikatiedot;
- 5) häiriö- ja poikkeustilannetiedot;
- 6) tiedot vaihtuvista nopeusrajoituksista sekä muista vaihtuvista liikennesäännöistä;
- 7) tiedot liikennevälineiden sijainnista, jos tiedot ovat olemassa;
- 8) muut julkisin varoin tuotetut viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetussa laissa (621/1999) tarkoitetut julkiset tiedot, ellei tiedot luovuttanut viranomainen kiellä niiden avaamista avoimena datana.

Luvun 4 § taas koskee tietojen luovuttamista viranomaisille, ja se sisältää liikenteen palveluista annetulle laille tyypillisen säännöksen, jonka mukaan liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan on luovutettava viranomaisille sellaiset tiedot, jotka ovat välttämättömiä niiden laissa säädettyjen tehtävien hoitamiseksi.

Kaikki tietojen vaihtaminen tapahtuu liikenteen palveluista annetun lain mukaan rajapintojen avulla koneluettavassa muodossa.

### Paikantaminen ja kartat

Turvallisen automaation ehdoton edellytys on, että liikennevälineen on voitava paikantaa sijaintinsa jatkuvasti. Tähän tarvitaan sekä absoluuttista että suhteellista paikantamista. Absoluuttinen paikantaminen tapahtuu – ja sen on syytä tapahtua – pääsääntöisesti satelliittipaikantamisen avulla, jonka perusmenetelmänä on GNSS-pohjainen satelliittinavigointi (Global Navigation Satellite System). Eniten käytettyjä kansainvälisiä GNSS-järjestelmiä ovat GPS (Global Positioning System) ja GLONASS (Globaljanaan Navigatsioonaja Sputnikovaja Sistema). Arvion mukaan vuoteen 2020 mennessä operatiivisessa käytössä ovat myös Galileo ja Beidou. Suhteellinen paikantaminen tarkoittaa sitä, että liikenneväline määrittää sijaintinsa väylällä ja sijaintinsa suhteessa muihin liikenteessä liikkujiin. Suhteelliseen paikantamiseen liikenneväline käyttää omia sensoreitaan, erityisesti erilaisia tutkia ja kameroita. Tarkkaan paikantamiseen tarvitaan molemmat toiminnot, eikä pelkästään satelliittipaikantamiseen voida luottaa.

Satelliittipaikantamisessa GPS-signaalin tarkkuudessa on tähän saakka ollut haasteita pohjoisilla alueilla maapallon muodosta johtuen. Paikantamisen tarkkuutta tulee jatkossa parantamaan eurooppalainen Galileo –satelliittijärjestelmä, jonka High Accuracy Service (HAS) tulee tarjoamaan noin kymmenen sentin paikannustarkkuuden ehkä jo vuonna 2020.

Lisäksi paikantamisen tarkkuutta voitaisiin parantaa kotimaisin toimin jatkuvan signaalinkorjauksen avulla, jonka Maanmittauslaitos voisi tarjota. Sen ylläpitämään kiintopisteverkkoon perustuva Finn-Ref-paikannuskorjauspalvelu voitaisiin ottaa laajasti ja avoimesti käyttöön kehitettäessä tulevaisuuden paikannus- ja logistiikkapalveluita muun muassa automaattiliikenteen käyttöön. Sen avulla voitaisiin päästä alle 10 cm:n paikannustarkkuuteen, jota automaattiliikenteen arvioidaan tarvitsevan etenkin tieliikenteessä. Tällä hetkellä yleinen arvio on, että GNSS-pohjaiset satelliittipaikannusratkaisut tarvitsevat muita paikannus- ja korjauspalveluita tarkan paikannuksen saavuttamiseksi (Paikakatietopoliittinen selonteko, Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 4A/2018, s. 24, ehdotettu toimenpide ”Tarjotaan tarkka paikannus kaikkien käyttöön”).

## **6 Liikenteen automaatio ja digitaalinen infrastruktuuri<sup>1</sup> (kaikki liikennemuodot)**

Liikenteen automaatio tarvitsee kehittyessään nopeita ja luotettavia tietoliikenneyhteyksiä väylien varten. Tämänhetkisen käsityksen mukaan nykyiset 4 G/LTE –verkot myös vastaavat liikenteen digitalisaation tämänhetkisiin vaatimuksiin.

Suomessa ja Euroopassa on yleisesti nähty, että mobiiliverkkojen seuraavan sukupolven 5 G verkkojen rakentaminen on keskeistä kansainvälisessä vauhdissa pysymiseksi. 5 G –verkot mahdollistavat edellisiin teknologiasukupolviin verrattuna huomattavasti suuremman tiedonsiirtonopeuden ja kapasiteetin, pienemmän tiedonsiirron viiveen sekä automaatiota ja sensoridataa tukevia ratkaisuja. Verkot palvelevat kaikkia yhteiskunnan sektoreita, ja liikenteen automaatio nähdään yhdeksi keskeiseksi sovellusalueeksi. Liikenne- ja viestintäministeriön Digitaalisen infrastruktuurin strategian 2025 mukaan Suomen tavoitteena on digitaalisen infrastruktuurin kehitys vähintään Euroopan unionin laajakaistatavoitteiden mukaisesti. Euroopan komission asettamien tavoitteiden mukaan jokaisessa jäsenvaltiossa suurimmat kaupungit ja niiden keskeisimmät liikenneväylät tulisi kattaa 5G-verkoilla vuoden 2025 loppuun mennessä. Digitaalisen infrastruktuurin strategiassa määritellään Suomelle teknologianeutraalit laajakaistatavoitteet vuodeksi 2025 sekä keinot näiden saavuttamiseksi. Strategia sisältää toimenpiteitä sekä 5G:n käyttöönoton edistämiseksi että valokuiturakentamisen tukemiseksi. Pääministeri Antti Rinteen hallitusohjelma nostaa niin ikään tavoitteeksi digitaalisen infrastruktuurin strategian toteutumisen edistämisen. Toistaiseksi ei kuitenkaan tiedetä, mitkä liikenteen automaation osa-alueet tai palvelut tarvitsevat 5 G –tasoista tiedonsiirtoa. On mahdollista, että etäohjaus on yksi tällainen toiminto.

Nykyisen käsityksen mukaan 5G –verkkojen rakentuminen perustuu ensivaiheessa 3,5 GHz taajuusalueeseen sekä myöhemmässä vaiheessa myös muun muassa 700 MHz ja 26 GHz taajuusalueisiin. 5G-verkkoja rakentavat kaupalliset yritykset, joille 700 MHz ja 3,5 GHz taajuusalueet on jo Suomessa huutokaupattu. Taajuusalueilla on erilaisia ominaisuuksia, ja 5G-verkkojen rakentamisen osalta on arvioitu, että 700 MHz-taajuusalueen avulla voitaisiin mahdollistaa kattava peitto sekä automaatiota ja sensoridataa tukevia ratkaisuja, ja 3,5 GHz taajuusalueen avulla tarjottaisiin verkko nopeampaa tiedonsiirtoa tarvitsevilla kohdilla. Erittäin suurta kapasiteettia tarvitsevat palvelut mutta peittoalueiltaan hyvin pienet alueet voidaan toteuttaa hyödyntäen 26 GHz taajuusaluetta

<sup>1</sup> Luvussa hyödynnetty Väyläviraston julkaisua 52/2019 ”5 G Väyläviraston toiminnassa”.

Operaattoreiden näkemysten mukaan 5G-verkon rakentaminen tulee seuraamaan asutusta. Ensimmäisinä alueina rakentuvat kaupunkien keskustat sekä isojen kaupunkien esikaupunkialueet. Pääväylien näkökulmasta tämä tarkoittaa, että mataliin ja niin sanottuihin keskitaajuuksiin perustuvat 5G-yhteydet ovat todennäköisesti hyödynnettävissä ensivaiheessa kaupunkien ympäristöissä eli merkittävillä kaupunkirakenteen sisäisillä sisääntuloväylillä, kehäteillä ja satamayhteyksissä. Kaupunkien ulkopuolelle 5G-verkko rakentuu seuraten ensisijaisesti asutuksen tarpeita.

Pelkästään liikenteen tarpeisiin tulevien tukiasemien toteuttamisen haasteena tulee helposti olemaan heikot liiketoiminnalliset edellytykset. Investoinnit uusien tukiasemien toteuttamiseen pelkästään kaupallisin perustein näyttävät epävarmalta, ellei liikenteeseen synny merkittävää tiedonsiirtokapasiteettia tai muita 5G-ominaisuuksia edellyttäviä käyttötapauksia sekä niihin toimivia liiketoimintamalleja.

### Tietoliikenneverkon fyysiset osat väyläalueilla

Passiivi-infrastruktuurin osat palvelevat sekä kiinteitä että mobiileja tietoliikenneverkkoja. Maanpäällinen passiivi-infra muodostuu kaapeista, jakamoista sekä erilaista muista tiloista, joissa verkon aktiivilaitteita voidaan sijoittaa. Kaapit ja jakamot ovat pieniä maanpäälle, ulko- ja sisätiloihin sijoitettavia kaapeleiden jatkamis- ja ristikytkentätiloja. Kaappeja ja jakamoita sijoitetaan tyypillisesti kohtiin, joissa isompia kaapeleita haaroitetaan useiksi pienimmiksi kaapeleiksi, kaapeleita jatketaan tai kaapeleiden tyyppiä on tarpeen vaihtaa.

Maanalaisella passiivi-infralla tarkoitetaan tietoliikenneverkon maanalaisia osia ja rakenteita, joiden tarkoituksena on mahdollistaa, suojata ja edesauttaa tietoliikenneverkon rakentumista. Keskeisiä maanalaisia passiivi-infran osia ovat suojaputket, kaapelikanavat ja kaapelikaivot.

Kaapelikanavat ovat kaapeleiden sijoitus- ja kiinnityspaikkoja. Niitä asennetaan paikkoihin, joissa on tarve suojata kaapeleita normaalia suuremmalta rasitukselta, kuten matala-asennuksissa tai teiden poikituksissa. Suojaputkilla suojataan kaapeleita, mutta niillä myös mahdollistetaan kaapeleiden sijoittaminen maanalaisiin rakenteisiin jälkikäteen maanpintaa, päällysteitä tai väylärakenteita. Kaapelikaivot mahdollistavat pääsyn maanalaisiin tai rakenteiden sisäisiin kaapelikanaviin.

Mobiili tietoliikenneverkko rakentuu tukiasemien varaan. Tukiasemapaikka valikoidaan yleensä maantieteellisen sijainnin ja käyttötarkoituksen mukaan. Tukiasemapaikkoja voivat olla esimerkiksi mastot ja pylvät, kiinteistöjen katot ja seinät, valaisinpylvät ja muutkin erityiskohteet tarpeen mukaan. Tukiasemia voidaan toteuttaa esimerkiksi tukiasemavaunujen avulla liikuteltaviksi esimerkiksi isoja tapahtumia tai työmaita varten. Tukiasemamastojen ja pylväiden korkeus vaihtelee tyypillisesti 30-150 metrin välillä riippuen tukiasemapaikasta ja käyttötarkoituksesta. Myös käytettävä taajuus vaikuttaa tukiasemapaikkaan ja toteutustavan valintaan.

Mobiilitukiasemat tarvitsevat jatkuvaa sähkönsyöttöä ja hyödyntävät paikallisia ja valtakunnallisia sähköverkkoja. Laajamittainen uusien piensolutukiasemien rakentaminen edellyttää todennäköisesti uusien liittymien ja sähkökeskusten rakentamista nykyisestä. Etenkin tulee varautua sähköverkon kapasiteetissa, sillä yhden 5G tukiaseman on arvioitu tarvitsevan 1-3 kW tehon, mutta tehontarve tulee olemaan riippuvainen tukiaseman tietoliikenteestä. Tukiasemilta edellytetään toimintavarmuutta, joten sähkönsyöttö tulee myös varmistaa myös sähköjakelun häiriötilanteissa.

## Liikennemuotokohtainen tarkempi tarkastelu

### 7 Tieliikenne

#### 7.1 Yleiskatsaus tieliikenteen automaation tilaan

Tieliikenteen automaatiotasojen kuvauksessa käytetään yleensä yhdysvaltalaisen autoalan Society of Automotive Engineers (SAE) International – standardointijärjestön kuusiportaista luokittelua. Taso 0 tarkoittaa, että automaatiota ei ole. Tasoilla 1-2 kuljettaja monitoroi ajoympäristöä ja on vastuussa suurimmasta osasta ajotehtäviä. Tasolla 3 ajoneuvo ryhtyy monitoroimaan ajoympäristöä ja suoriutuu tietyissä olosuhteissa kaikista ajotehtävistä itsenäisesti, mutta kuljettaja toimii kuitenkin varasuorittajana niissä tilanteissa ja olosuhteissa, joista järjestelmä ei selviydy. Tason 4 järjestelmässä automaatio hoitaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet myös silloin, kun ihminen ei ota autoa hallintaansa - olosuhteet ja toimintaympäristö ovat kuitenkin rajattuja. Viimeinen taso 5 on täyden automaation taso, joka kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet kaikissa tie- ja ympäristöolosuhteissa. Viime aikoina tason 5 automaatiotasoa saavuttaminen lähivuosisikymmeninä on asetettu kyseenalaiseksi.

Tällä hetkellä näyttää siltä, että tieliikenteessä automaatio ei ole edennyt niin nopeasti kuin muutama vuosi sitten ajateltiin. Kuvaan on astunut uudenlainen realismi, ja myös monet autovalmistajat ovat muuttaneet arvioitaan varovaisemmiksi. Monet sellaiset kysymykset, joita esitettiin jo useita vuosia sitten, näyttävät olevan yhä ratkaisematta. Osa toimijoista väittää tekniikan olevan valmista tasolle 4 saakka, mutta monet toiminnot aiheuttavat edelleen suuria haasteita, kuten esimerkiksi vastaantulevan ajoradan ylittävä kääntyminen risteyksessä. Sekaliikennettä, jossa on yhtä aikaa eri automaatiotasolle kykeneviä sekä täysin manuaalisesti ohjattavia ajoneuvoja pidetään erittäin haastavana tilanteena, samoin tason 3 edellyttämää nopeaa ajoneuvon haltuunottoa. Käytännössä liikenteessä on tason 2 automaatiota, kuten kuljettajaa avustavia tukijärjestelmiä (esimerkiksi mukautuvat vakionopeudensäätimet, kaistavahdit, pysäköintiavustimet). Lisäksi useat valmistajat ovat ilmoittaneet tuovansa tason 3 automaatioon pystyviä ajoneuvoja markkinoille vuosien 2020 ja 2021 aikana.

Kuitenkin erityisesti kansainvälisesti tekemisen määrä on viime aikoina lisääntynyt huomattavasti. YK:n talouskomissiossa UNECE:ssä sekä liikennesääntöjä käsittelevä työryhmä WP 1 että ajoneuvoteknistä sääntelyä käsittelevä WP 29 työskentelevät automaatioon liittyvien kysymysten parissa. WP1 (Global Forum for Road Safety) valmistelee parhaillaan vuoden 1968 kansainvälisen tieliikennesopimuksen muuttamista siten, että kansallisesti olisi mahdollista päättää, edellyttääkö ajoneuvolla ajaminen tai sen käyttäminen ihmiskuljettajaa vai ei. Työryhmä on myös tehnyt esityksen automaattista ajamista käsittelevän uuden kansainvälisen sopimuksen laatimiseksi. Näiden lisäksi WP1 on vuonna 2018 julkaissut resoluution automaation edistämiseksi tieliikenteessä. WP 29 on perustanut erityisen alatyöryhmän GRVA:n (Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles) juuri automaation vaatimuksiin liittyen. Samaan aikaan myös EU:ssa on käynnissä useita eri prosesseja, muun muassa kokeilukehikon kehittämiseen tähtäävän CCAM Single Platformin (Cooperative, Connected and Automated Mobility) työ sekä jäsenvaltiovetoinen HLM CAD –prosessi (High Level Meeting on Connected and Automated Driving). Lisäksi esimerkiksi tekoälyn käyttöä ja siihen liittyviä eettisiä kysymyksiä pohditaan useilla tahoilla. Näitä kysymyksiä selvitetään kuitenkin tarkemmin jatkotyössä.

Ajoneuvojen valmistajat määrittelevät ODD:n (Operational Design Domain) eli olosuhteet, joissa ajoneuvon automatiikka toimii turvallisesti. ODD:hen vaikuttavat sekä infrastruktuuriin liittyvät seikat että vaihtuvat olosuhteet (etenkin sää). Jos tilanne on sellainen, että ajoneuvo ei pysty turvallisesti operoimaan, se pudottaa riskiä eli vaihtaa tilan (ihmisen operoimaksi). Ajoneuvon kuljettajan kannalta on toivottavaa, että ajoneuvo pysyy mahdollisimman pitkään joko koneen tai ihmisen ohjastamien olosuhteiden piirissä. Tilanne, jossa ajoneuvo vaatii vähän väliä tarttumaan ohjaksiin vaikkapa puuttuvien tiemerkinntöjen tai pienen vesimäärän takia, ei ole ajoneuvon omistajan/haltijan kannalta toivottava. Tällä hetkellä näyttää silti, että autonvalmistajat eivät tavoittele haastavien keliolosuhteiden (kuten lumisade) kestävyyttä ainakaan kovin lyhyellä aikavälillä.

Fyysisellä liikenneinfrastruktuurilla on eri osissaan erilaisia ominaisuuksia, jotka mahdollistavat eri tasoista liikenteen automaatiota. Osa infraa voi olla erittäin hyvässä kunnossa, sen huolto on huippuluokkaa ja sen varrella on huippunopeat tietoliikenneyhteydet. Tällöin osassa infraa voisi korkean automaation käyttö olla mahdollista, osa mahdollistaisi alemman automaation tasojen käytön, kun taas osa infraa voisi olla sellaista, joissa vielä pitkälle tulevaisuuteen mentäisiin ihmisen ohjastamana.

Jo aikaisemmin oli nähtävissä, että kehityksessä tulee olemaan joitakin keihäänkärkiä, ja tämä näkyminen on edelleen vahvistunut. Tieliikenteessä nopeinta kehitystä odotetaan hitailla nopeuksilla liikuvissa etäohjatuissa ajoneuvoissa. Nopeimmin tulossa näyttävät oleva pikkubussit, jotka voisivat toimia esimerkiksi julkisen liikenteen runkolinjojen syöttöliikenteenä. Kokeiluja tällaisilla ajoneuvoilla on tehty jo runsaasti, myös Suomessa. Ns. robottitaksien tuloa povataan myös, mutta selvästi hitaammin ja tarkoitukseen valikoiduilla rajoitetuilla alueilla.

Toisena keihäänkärkenä on ajaminen hyvissä olosuhteissa moottoriteillä ramppien välissä. Lisäksi yhtenä mahdollisena keihäänkärkenä pidetään raskaan liikenteen letka-ajoa tai muuta pidemmälle viedyn automaation hyödyntämistä raskaassa liikenteessä. Automaatiokehitykselle on siellä selkeää liiketoimintapotentiaalia, minkä lisäksi lisääntyvä kuljettajapula ajaa etsimään uusia ratkaisuja.

Suomessa tieliikenteen automaation edistymistä saattaa hidasta ajoneuvojen varsin korkea käyttöikä. Lisäksi sääolosuhteet ovat suurella osalla tieverkkoa automaation kannalta ison osan vuodesta varsin haasteelliset. Suomessa on suuri määrä sorateitä, jotka ovat automaattiajamisen kannalta haastavia (muun muassa nouseva pöly, tiemerkinntöjen puute). Suomen lainsäädäntö on jo pitkälti mahdollistavaa, joten muun muassa automaation testaaminen olisi Suomessa mahdollista (etenkin haastavissa olosuhteissa). Lisäksi Suomessa on runsaasti osaamista automaation elementtien, kuten sensoritiedon yhdistelemisessä algoritmien avulla.

[Kysymys 6: Pidätkö nykytilan analyysia oikeaan osuneena? Onko siihen mielestänne jotakin lisätävää?](#)

[Kysymys 7: Näkemyksenne Suomen vahvuuksista ja heikkouksista tieliikenteen automaatiosta?](#)

## **7.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen tieliikenteessä**

Tieliikenteessä olennaiset staattiset tiedot, jotka on saatava digitaalisessa muodossa, ovat:

- 1) päällystetyyppi,
- 2) kaistojen leveydet,
- 3) siltojen alituskorkeudet ja painorajoitukset,
- 4) kaista- ja ajoratamerkinntät (kaista-, keski- ja sulkuviivat) sekä

5) pakottavat liikenteen ohjauslaitteet ja –merkit (liikennemerkkit ja liikennevalot).

Nykytilassa staattiset tiedot sisältyvät Tierekisteriin ja Digiroadiin, jotka ovat Väyläviraston ylläpitämiä. Niitä ei ole suunniteltu palvelemaan automaation tarpeita, vaan väylänpidon sekä navigoinnin ja reitinsuunnittelun tarpeisiin, joten niissä olevat tiedot ovat uusiin käyttötarpeisiin osittain puutteellisia., osittain automaation kannalta vääränlaisia. Väylävirastossa on käynnistynyt Velho –projekti, joka sisältää jatkossa uudistettuna tierekisterin tiedot. Lisäksi tavoitteena on tuoda siihen myös tie-, rata- ja vesiväyliä koskeva suunnittelu- ja toteumatieto. Pidemmän aikavälin tavoitteena on luoda tiestön ominaisuuksia ja tilaa kuvaava mahdollisimman reaaliaikaisesti päivittyvä digitaalinen malli, jonka on tarkoitus palvella erityisesti omaisuudenhallinnan tarpeita.

Valtion maanteiden sekä kuntien ja yksityisteiden infrastruktuuritiedot kokoavan Digiroad -palvelun kehittämistä paremmin automaattiliikenteen tarpeita palvelevaksi selvitetään. Digiroad -aineisto jaetaan avoimena datana ja sitä voidaan hyödyntää erilaisten jatkojalosteiden (muun muassa HD-kartat) tuottamisessa. Tieliikenteen automaation vaatiman digitaalisen tiedon olemassa olon ja saatavuuden kehittämiseksi ja varmistamiseksi onkin tärkeää, että Väylävirasto kehittää hallituskauden kuluessa maanteiden fyysistä infrastruktuuria kuvaavaa, mahdollisimman reaaliaikaisesti päivittyvää, digitaalista mallia (VELHO) sekä Digiroad-palvelua automaattiliikenteen vaatimukset huomioon ottaen. Kehittämistyö vaatii noin 10 miljoonan euron vuosittaiset panostukset.

Fyysistä liikenneinfrastruktuuria koskeva digitaalinen tieto on erittäin puutteellista kaupunkien ja kuntien osalta. Automaattiliikenteen edistäminen edellyttää tämän asiointilan korjaamista, sillä yksi liikenteen automaation keihäänkärjistä on nimenomaan taajama-alueilla hitailla nopeuksilla liikkuvat pienlinja-autot. Osana valtion ja kaupunkien viranomaisten aikaisempaa tiiviimpää yhteistyötä on keskeistä, että kuntien ja kaupunkien väyläverkkoja koskevaa staattista tietoa kehitetään suurimmista kaupungeista aloittaen. Väyläviraston ja kuntien on tehtävä yhteistyötä, jotta valtion ja kuntien infrastruktuureja koskevat tiedot ovat yhteismitallisia ja yhteentoimivia. Kehittämistyön kustannukset ovat noin 20 M €/vuosi.

Tieliikenteen dynaamisten tietojen osalta olennaisia ovat:

- 1) ajoneuvon OEM-järjestelmän keräämät tiedot jarrutuksista, luistonestosta, pyyhkimien käytöstä, tuulilasin lämmittimen toiminnasta sekä poikkeavista nopeuksista,
- 2) Ajoneuvon sijaintitieto,
- 3) Tieinfrastruktuurin huolto- ja kunnossapitotiedot (päällysteen kunto, lumenauraus- ja liukkaudenpoistotoimet sekä tietyöt),
- 4) Liikennetiedot (vika- ja häiriötiedot, sujuvuustiedot, (matka-aika), onnettomuustiedot, kapasiteettitiedot,
- 5) Olosuhdetiedot (säätiedot, liukkaustiedot, ennusteet)

Ajoneuvon keräämät tiedot kertyvät pääsääntöisesti autonvalmistajille (kohdat 1-2). Jo auton omistajan/haltijan mahdollisuus hallita ajoneuvonsa keräämiä tietoja on toistaiseksi järjestämättä. Lisäksi suuri kysymys on, kuinka ajoneuvojen keräämiä tietoja voitaisiin saada paremmin jaettua liikenteen ja jatkossa automaattiliikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden lisäämiseksi. Automaation näkökulmasta ajoneuvojen keräämä hyödynnettävä tieto voi hyvin olla anonymia. Ongelmana on se, että ajoneuvojen keräämään tietoon on tähän saakka liitetty kenttä (valmistusnumero), joka yhdistää tiedon väistämättä tiettyyn ajoneuvoon, ja siten tekee tiedosta henkilötietoa. Näitä kysymyksiä käsitellään parhaillaan tiiviisti muun muassa Euroopassa jäsenvaltiovetoisessa Data Task Forcessa, jossa pyritään käytännön tasolla edistämään turvallisuuteen liittyvän ns. Day 1 –tiedon jakamista, sekä

Suomessa Nordic Way –kokeilun yhteydessä. Kysymystä tullaan käsittelemään tarkemmin myös osana sääntelykysymyksiä tämän suunnitelman valmistelutyön seuraavassa vaiheessa.

Kohdissa 3-5 tarkoitettujen tietojen osalta niiden kertymisen ja jakamisen solmupisteenä on liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoaja TMFG. Onkin keskeistä, että TMFG jatkaa toimintansa ja palveluidensa kehittämistä niin, että se voi mahdollisimman nopeasti tuottaa lisäarvoa liikenteen ekosysteemeille toimimalla liikenteen automaatioon liittyvän tiedon välitysalustana. Ytimessä dynaaminen liikenne- ja olosuhdetieto, mutta TMFG voi toimia myös monipuolisemmin tiedonjakoekosysteemien edistäjänä.

Lisäksi tietoja kertyy Väylävirastolle, Ilmatieteen laitokselle, Hätäkeskuslaitokselle ja huolto- ja korjaustöitä koskevia tietoja ylläpitäville. Liikenteen palveluista annettu laki sisältää säännöksiä, joissa säädetään tiettyjen tietojen jakamisesta etenkin näiden toimijoiden ja TMFG:n välillä. Tarvetta tarkistaa ja tarkentaa näitä säännöksiä on seurattava jatkuvasti. Tällä hetkellä välitöntä tarvetta ryhtyä muutoksiin sääntelyssä ei ole.

Kysymys 8: Oletteko samaa mieltä siitä, että edellä on esitetty keskeiset tiedot, joiden jakaminen pitäisi saada aikaan? Tulisiko listaan lisätä joitakin tietoja?

Kysymys 9: Mitä muita toimenpiteitä voitaisiin tehdä tiedonjaon parantamiseksi?

#### HD-kartat

Absoluuttiseen paikannukseen käytetään tieliikenteessä pääsääntöisesti satelliittipohjaista paikannusta. Sen ongelmana on toistaiseksi ollut signaalin tarkkuus etenkin Pohjois-Suomessa. Tieinfrastruktuurin varustelua älylaittein testattiin VT 21:llä Aurora –hankkeen aikana. Osana kokeilua tehostettiin myös Maanmittauslaitoksen paikannuspalvelua siten, että paikannussignaalin tarkkuudeksi saatiin alle 10 cm.

Viranomaisen toimesta tieverkolta laserkeilausmenetelmin tuotettuja pistepilviaineistoja käytetään muun muassa tiesuunnitelmien ja tietomallien lähtöaineistoina sekä rakentamisen aikaisen laadunvalvonnan apuna. Pistepilvistä jalostetaan esimerkiksi mittatarkkoja 3D-malleja, joita voidaan edelleen hyödyntää erilaisissa visuaalisissa tarkasteluissa sekä koneellisissa analyyseissä. Tyypillistä tällaisille tiheille pistepilviaineistoille on se, että ne on tuotettu maantieteellisesti rajatuilta alueilta ja niitä ei luonteensa vuoksi juurikaan päivitetä.

Kansainväliset karttayritykset tuottavat tieverkon laserkeilausaineistoja myös omiin tarpeisiinsa, esimerkiksi HD (High Definition) -karttojen valmistusta varten. Suhteellista paikantamista liikenneväline tekee HD-karttojen avulla vertaamalla omien sensoreidensa avulla saatuja tietoja karttaan. Pistepilviaineistoihin perustuvien HD-karttojen tekeminen on varsin kallista. Kustannuksia aiheuttaa erityisesti karttojen jatkuva päivitystarve. Karttoja tarvitaan eri tarkoituksiin, eri alueista, erilaisilla päivitys-tyheyksillä ja erilaisiin tarpeisiin. Karttojen tuottaminen on yksityisten toimijoiden vastuulla. Niiden on voitava karttoja tehdessään hyödyntää viranomaisten aineistoja, kuten Väyläviraston Digiroadia ja sitä kehitettäessä syntyviä automaatiota palvelevia tietoja tai viranomaisen toiminnassa syntyneitä pistepilviaineistoja. Suomessa viranomaisten tiedon avaaminen avoimena datana on jo edistynyt erittäin pitkälle, mutta tätä politiikkaa on syytä jatkaa ja muun muassa jatkuvasti kehittää saatavilla olevan tietoaineiston laatua. Lisäksi on syytä selvittää, miten eri viranomaisen tarkoituksiin syntyviä pistepilviaineistoja voitaisiin hyödyntää liikenteen automaatioissa ja olisiko syytä avata aineistot avoimena datana.



## Kysymys 10: Näkemyksenne erityisesti viranomaisten pistepilviaineistojen mahdolliseen hyödyntämiseen muihin tarpeisiin?

### **7.3 Tieliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri<sup>2</sup>**

Maanteiden tietoliikenneyhteydet voidaan jakaa tienkäyttäjien tarvitsemiin tietoliikenneyhteyksiin ja liikenteen ohjauksen tarvitsemiin tietoliikenneyhteyksiin. Näihin hyödynnetään nykyisin kiinteitä yhteyksiä ja mobiiliyhteyksiä.

#### Kiinteät valokuituyhteydet ja sähköverkot tieverkolla

Operaattoreiden arvion mukaan tietoliikenteen runkoyhteyksien tilanne pääväylien varressa on keskimäärin hyvä, joten merkittävää väyläalueille kohdistuvaa tietoliikenneyhteyksien rakentamista ei välttämättä synny pohjoisen alueita lukuun ottamatta, jossa välttämättä tarvittavia runkoyhteyksiä ei ole.

Maantieliikenteessä kiinteitä yhteyksiä hyödynnetään pääosin liikenteen ohjauksen turvallisuuskriittisiin toimintoihin, kuten tunnelivalvontaan ja -ohjaukseen sekä muuttuvia nopeusrajoituksiin. Liikenteenohjauskeskusten yhtiöittämisen myötä kaikki tieliikenteen liikenteen ohjauksen tietoliikenneinfra siirtyi Intelligent Traffic Management Finland Oy:lle (ITMF), joten Väylävirasto ei omista tai hallinnoi tieliikenteessä käytettyjä tietoliikenneyhteyksiä. ITMF:n omistukseen kuuluvat telekaapelit, teletilat, laitekeskukset sekä erilaiset liikenteen ohjauksen päätelaitteet (kamerat, sensorit, LAM-silmukat, ohjauslaitteet). Kattavaa kuituverkkoa ITMF:llä ei ole, vaan tarvittavat tietoliikenneyhteydet on vuokrattu muilta toimijoilta. Telekaapeleiden keskeisiä omistajia maanteilla ovat kaupalliset toimijat. Lisäksi teialueilla toimii valtio-omisteinen Cinia sekä pienempiä alueellisia toimijoita, alueelliset puhelinyhtiöitä sekä Finnet-yhtiöt.

Myös kaupungeilla on kiinteitä yhteyksiä maanteilla tai näiden läheisyydessä, joita ne käyttävät muun muassa liikennevaloja ja muuta liikenteen ohjausta varten. Liikennevalojen käyttämät kiinteät yhteydet ovat osin kuntien omistamia ja osin operaattoreilta hankittuja. Tulevaisuudessa liikenteen operoinnissa saatetaan nähdä myös langattomia yhteyksiä.

Maantieliikenteessä hyödynnettävä valtion sähköverkon omistus on jakaantunut ITMF:n ja Väyläviraston välillä. Väyläviraston omistuksessa on pääosin tievalaistuksen hyödyntämä sähköverkko ja ITMF:llä omistuksessa on älyvalaistuksen tarpeisiin ja liikenteen ohjaukseen käytettävä sähköverkko. Pääosin ITMF hyödyntää muiden omistuksessa olevia sähköverkkoja.

Mobiilitukiasemat tarvitsevat jatkuvaa sähkönsyöttöä ja hyödyntävät paikallisia ja valtakunnallisia sähköverkkoja. Laajamittainen uusien piensolutukiasemien rakentaminen edellyttää todennäköisesti uusien liittymien ja sähkökeskusten rakentamista nykyisestä. Etenkin tulee varautua sähköverkon kapasiteetissa, sillä yhden 5G tukiaseman on arvioitu tarvitsevan 1-3 kW tehon, mutta tehontarve tulee olemaan riippuvainen tukiaseman tietoliikenteestä. Tämä on merkittävästi enemmän kuin tievalaisimet, joiden kulutus on noin 100-500 W.

Jatkon kannalta on tärkeää, että sähkönsyöttöä kehitetään etenkin pääväylien varsilla niin, että muun muassa kehittyneen tietoliikenneverkon sähköntarpeisiin ja sähköisesti toimivien liikennevälineiden

<sup>2</sup> Luvussa hyödynnetty Väyläviraston julkaisua 52/2019 ”5 G Väyläviraston toiminnassa”.

tarpeisiin voidaan vastata. Asiaan liittyy vielä niin paljon epävarmuuksia, että liikkeelle on syytä lähteä selvittämällä tarkoituksenmukaisimpia toimenpiteitä ja kartoittamalla nykytila tarkasti.

Passiivisen tietoliikenneinfran osalta (suojaputket ja jakokaivot) omistus- ja hallintatilanne Väyläviraston ja ITMF välillä on osin epäselvä. Hallintavastuut vaihtelevat tapauskohtaisesti, eikä tarkkaa jakoa ja omaisuuden dokumentointia ole tehty.

Maantieympäristön haasteena on, että telekaapeleiden ja sähköverkkojen tarkasta sijainnista ja niiden omistajuudesta ei ole aina tarkkaa yhteistä tietoa. Maanteillä urakoitsijat eivät aina noudata tehtyä ohjeistusta, vaan kaapelit sijoitetaan välillä eri paikkaan kun sovittu. Myöskään sijoituksen jälkeistä dokumentointia ei ole systemaattisesti tehty. Traficom on jo kuitenkin ryhtynyt kehittämään verkkotietopiste.fi –rekisterin tietojen laatua ja kattavuutta sekä tietoa tarjolla olevan tietoliikenneverkon kapasiteetista. On erittäin tärkeää, että Traficom kehittää verkkotietopiste.fi –rekisterin tietojen laatua ja kattavuutta sekä tietoa tarjolla olevan tietoliikenneverkon kapasiteetista tasolle, joka palvelee myös liikenteen automaatiota. Jatkossa myös valvontaa on tehostettava, jotta kaapelit myös sijoitetaan lupien edellyttämällä tavalla, jotta niitä koskeva digitaalinen tieto on käyttökelpoista.

Tietoliikenne-rakentamisen edistämiseksi etenkin erityiskohteiden varautumisella voidaan merkittävästi pienentää rakentamisen kustannuksia. Esimerkiksi sillat, väylien alitukset, pohjavesialueet ja maaperän laatu on tärkeää huomioida, jotta kustannuksia osataan ennakoida riittävästi tai niitä pystytään jo etukäteen varautumalla pienentämään merkittävästi. Suojaputkitus on kustannustehokas keino pienentää kustannuksia. Mikäli esimerkiksi tieliittymän alle on rakennettu valmis tien alitusputkitus, jota voidaan hyödyntää, säästetään merkittävästi kuluissa, asennustyössä sekä rakentamisajassa. Väylillä pituussuuntaisia yhteyksiä varten tehtävällä suojaputkituksella ei kuitenkaan ole niin tärkeää roolia kuin kaupungeissa. Maanteiden pääväylät sijaitsevat pääosin alueella, joilla ei ole asutusta ja tiivistä rakentamista aivan väyläalueen välittömässä läheisyydessä, joten kaapeleita ei kannata sijoittaa tien alle vaan tien sivuun. Tämä tekee tietoliikenteen rakentamisesta nopeampaa ja edullisempaa, koska tierakennetta ei tarvitse rikkoa ja kattaa päällysteen uusimisen kustannuksia.

Jatkossa Väyläviraston, ELY-keskusten ja kaupunkien on tehtävä yhteistyötä keskenään ja teleoperaattoreiden kanssa, jotta tarpeet erityiskohteiden passiivirakenteiden huomioiseksi saadaan kartoitettua riittävän ajoissa ja huomioitua jo suunnitteluprosesseissa. Menettelyjä kehitetään muun muassa rajatuilla alueilla tehtävien pilottien ja kokeilujen avulla.

### Kysymys 11: Muita mahdollisia toimenpiteitä?

#### Mobiilit tietoliikenneyhteydet tieverkolla

Mobiiliyhteyksiä hyödynnetään puolestaan ei-kriittisiin liikenteen ohjaukseen tarpeisiin, kuten tiedostusopasteisiin, havainnointilaitteisiin ja kaistojen välisiin puomeihin sekä tienkäyttäjien ja urakoitsijoiden tiedonsiirtoon. Mobiiliyhteydet tuottavat pääosin kaupalliset palveluntarjoajat sekä Erilliset verkot Oy (viranomaisverkko Virve).

Nykyisellään 4G-yhteydet kattavat yli 99 prosenttia väestöstä eli suurimman osan Suomesta kaikista syrjäisimpiä alueita lukuun ottamatta. Taajamien läheisyydessä kulkevat pääväylien osuudet ovat kattavasti 4G-verkon piirissä. Teleoperaattoreiden 4G-verkot eivät vielä kuitenkaan täysin kata tieverkkoa Pohjois- ja Itä-Suomessa, minkä lisäksi taajamien välisillä osuuksilla löytyy katvealueita jopa keskeisiltä pääväyliltä. 4G-verkkojen toimilupaehdoissa on edellytetty, että verkko on rakennettava

siten, että se kattaa kaikki Manner-Suomen valtatie, kantatiet, seututiet ja yhdystiet sekä koko Suomen valtion omistaman rataverkon helmikuuhun 2020 mennessä. Toimilupaehdoissa käsitellään kuitenkin ainoastaan yhteyksien saatavuutta, mutta ei oteta kantaa toteutuviin tiedonsiirtonopeuksiin.

Useissa nykyisissä tukiasemissa on jo 5G-valmius, joka voidaan ottaa käyttöön ohjelmistojen päivityksellä sekä lisäämällä tiettyjä fyysisiä osia (tukiasemaradiot ja -antennit). Laajan, niin kutsutun 5G-peruspeiton odotetaan toteutuvan 700 MHz –taajuusalueen avulla, eikä sen oleteta vaativan ainakaan paljon uusia tukiasemia. Suuremman kapasiteetin 5G-verkkoja eli 3,5 GHz ja 26 GHz taajuusalueilla toimivat verkot tarvitsevat tiheimmän tukiasemaverkon taajuuksien lyhyemmän kantavuuden vuoksi. Näille verkoille ei siten ole mahdollista saada laajoja maankattavia yhtenäisiä peittoalueita nykyisillä tukiasemapaikoilla. Liikenteen automaatiossa tarvetta suuremmalle kapasiteetille voi jatkossa olla erityisesti pääväylillä. Kaupallisin ehdoin tapahtuvan suurikapasiteettisten 5G-verkkojen rakentamisen voidaan olettaa alkavan sellaisten pääväylien läheisyydessä, joissa samoilla tai osittain samoilla tukiasemilla voidaan palvella myös taajamien tarpeita. Esimerkiksi kaikki pääväylät kattavan suurkanasiteettisen 5G verkon rakentuminen saattaisi edellyttää joitakin tukitoimia tai esimerkiksi yhteisrakentamista. 26 GHz –taajuusaluetta hyödyntävä verkko tulee tarvitsemaan hyvinkin tiheää tukiasemaverkkoa, ja esillä on ollut esimerkiksi ajatus tukiasemien sijoittamisesta valopylväisiin. Tällainen verkko voi rakentua kohtiin, joissa käyttäjämäärät ovat erityisen runsaita (mahdollisesti esimerkiksi vilkasliikenteiset asemat, pääkaupunkiseudun kehäteiden osat, isot ramppi-liittymäkohdat).

Lähitulevaisuuden toinen selkeä kehityskulku 4G-yhteyksien parantumiselle ja katvealueiden kattamiselle on viranomaisverkko Virve 2.0 käyttöönotto 2020-luvun alkupuolella. Erillisverkkojen vastuulla oleva Virve-viestintäpalvelu tulee pääosin viranomaisten käyttöön ja sen toteuttajana toimii jokin kaupallinen operaattori. Tulevaisuudessa Virve-verkon toteutus tarkoittaa todennäköisesti uusien tukiasemapaikkojen toteuttamista pääväylien ja alemman tieverkon läheisyyteen, jotta Virve-verkko saadaan toimimaan kattavasti. Huomattavan paljon riippuu aikataulusta, toteutuksen vaatimustasosta sekä tavoitellusta laajuudesta.

Pääväylien tietoliikenneyhteydet ja niiden kehittyminen tulisi jatkossa kytkeä tiiviimmin osaksi väylien palvelutasotavoitteita sekä väylien kehittämistoimenpiteitä. Liikenteen tarpeet tietoliikenneyhteyksille riippuvat väylän liikennemäärästä sekä väylän käyttäjien hyödyntävistä palveluista, mikä tarkoittaa tulevaisuudessa, että eri väylillä ja jopa saman väylän eri osissa liikenteen tarpeet tietoliikenneyhteyksille voivat olla hyvin erilaisia. Väyläkohtaisissa palvelutasotavoitteissa tulisi nykyistä paremmin huomioida liikenne- ja käyttäjämäärien kehitys sekä liikennettä palvelevien tietoliikenneyhteyksien todelliset tarpeet. Pääväylien palvelusajattelua olisi siten hyvä laajentaa liikenteen ohjauksen lisäksi kattamaan myös liikenteen käyttäjien ja liikenteen automaation tarpeet tietoliikenneyhteyksille. Palvelutasotavoitteiden asettamisen ohella myös tietoliikenneyhteyksien todellista tilaa, riittävyttä sekä liikenteen palveluiden kehityspolkuja tulisi seurata eri väylän käyttäjien näkökulmasta. Tietoliikenneyhteyksien palvelutaso pääväylillä ja keskeisissä liikenteen solmupisteissä tuleekin määrittää yhteistyössä väyläviranomaisten, kaupunkien ja operaattoreiden kesken. Varautumistoimenpiteitä on syytä kohdentaa erityisesti kohtiin, jotka ovat liikenteen tarvitsemien tietoliikenneyhteyksien näkökulmasta ovat merkityksellisimpiä, kuten kaupunkirakenteen sisäisillä sisääntuloväylillä ja kehäteillä.

Lisäksi viranomaisten ja operaattoreiden välinen yhteistyö on systematisoitava, jotta saadaan koottua ajankohtainen tieto väylien varsilla olevien tietoliikenneyhteyksien laadusta. Yhteistyön avulla on edistettävä myös erilaisia yhteisrakentamishankkeita ja yhteisrakentamisen muotojen kehittymistä.

### Kysymys 12: Muita mahdollisia toimenpiteitä?

## 7.4 Tieliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri

Liikenteen automaation etenemiseen liittyy toistaiseksi erittäin paljon epävarmuuksia. Lisäksi automaattisten ajoneuvojen tuleminen mukaan liikenteen on ollut aikaisemmin arvioitua hitaampaa, kuten edellä on todettu. Olisi loogista olettaa, että fyysistä liikenneinfrastruktuuria kehittämällä voitaisiin tukea automaation etenemistä ja mahdollisesti kompensoida esimerkiksi haastavien keliolosuhteiden automaattiajoneuvoille aiheuttamia hankaluuksia. Autonvalmistajat ovat kuitenkin toistaiseksi esittäneet hyvin vähän tai ei lainkaan vaatimuksia, jotka kohdistuvat fyysiseen infrastruktuuriin. Keskustelu fyysisen infrastruktuurin luokittelemisesta automaation edellytysten näkökulmasta on kansainvälisesti käynnistynyt, mutta on kuitenkin vasta alkuvaiheissaan.

Tieinfrastruktuurin tilaa ja valmiutta tarjota tukea automaattiliikenteelle voidaan lähestyä ISAD-luokittelun kautta (Infrastructure Support levels for Automated Driving). ISAD:n on ajateltu toimivan tieviranomaisten vastineena autonvalmistajien ODD-luokitteluun ja se voisi sisältää esimerkiksi viisi tasoa A-E jakautuen fyysisen ja digitaalisen infrastruktuurin tarjoamaan tukeen. Alimmalla tasolla on normaali tieverkko ilman täydentävää digitaalista informaatiota, kun taas korkeimmalla tuen tasolla tieverkko pystyy reaaliaikaisesti ohjaamaan automaattisten ajoneuvojen tai ajoneuvoryhmien kulkua optimoidakseen liikennevirtoja.

Tällä hetkellä tiedämme melko suurella varmuudella, että tien päällysteen on oltava kunnossa, jotta automaattinen ajoneuvo voi liikkua sillä. Päällysteessä ei siten voi olla merkittävässä määrin kuoppia eikä uria, joihin vesi voi kertyä. Lisäksi tiedämme, että ajoratamerkkien ja liikennemerkkien (keski-, reuna-, ja sulkuviiva) on oltava helposti kameroilla luettavassa kunnossa.

Muiden investointien tekeminen ei näytä välittömästi ajankohtaiselta. Mahdollista voisi olla asentaa esimerkiksi heijastavia reunapaaluja, jotka auttavat ajoneuvoa navigoinnissa. Nämä voivat olla kustannuksiltaan kohtuullisia. Niiden käyttöä on kokeiltu muun muassa Aurora –hankkeessa, ja niiden on todettu auttavan navigoinnissa. Toistaiseksi emme kuitenkaan tiedä, pitävätkö autonvalmistajat niitä hyödyllisinä, ja millaisia niiden tulisi laajassa mittakaavassa käytettyinä olla. Myös muiden mahdollisten paikantamista hyödyttävien menettelyjen, kuten heijastavien maalausten tai teräskaapeleiden käyttöä, on seurattava.

Lisäksi pidemmällä aikavälillä myös muut investoinnit fyysiseen liikenneinfrastruktuuriin saattavat olla tarpeellisia. niiden kustannukset saattavat kuitenkin nousta varsin suuriksi. Esimerkiksi moottoriteillä saatetaan tarvita väistötiloja häiriötilanteissa. Vanhojen moottoriteiden leveät pientareet todennäköisesti vastaavatkin tähän tarpeeseen. Uusilla rakennettavilla keskikaistaisilla moottoriteillä kustannuksia säästetään kaventamalla ajokaistoja ja pientareita, jolloin väistötiloista saatetaan joutua huolehtimaan myöhemmin.

Lisäksi omien kaistojen varaaminen automaattisille ajoneuvoille saattaa lisätä turvallisuutta etenkin sekaliikenteessä. Taajamissa automaattisille pienlinja-autoille saattaa olla tarve osoittaa reitit tai toiminta-alueet, samoin robottitakseille. Kaupunkialueilla saatetaan niin ikään turvallisuussyistä tarvita järjestelyjä, joiden avulla erilaiset tienkäyttäjät joutuvat samaan liikennetilaa mahdollisimman vähän (omat kaistat, risteämien vähentäminen). Erityisesti kyse on kävelijöiden ja pyöräilijöiden suojelusta.

Koska fyysiseen liikenneinfrastruktuuriin tehtävät toimenpiteet ovat pääsääntöisesti kustannuksiltaan varsin suuria ja koska tieliikenteen automaation fyysiseen infrastruktuuriin kohdistamiin vaatimuk-

siin liittyy edelleen suuria epävarmuuksia, voidaan tieliikenteen automaation kehitykseen valmistautua fyysisen infrastruktuurin osalta lähinnä erilaisten selvitysten, testien ja pilottien avulla sekä vaikuttamalla aktiivisesti kansainvälisessä työssä. Valmistautumiseen on syytä panostaa huomioiden erityisesti myös EU-hankkeisiin osallistuminen ja valmistelu. Tavoitteita on kuitenkin terävöitettävä ja tilannekuvan yhteisen tilannekuvan luominen ja ylläpitäminen vaativat varsin paljon työtä. Valtion ja kuntien viranomaisten sekä yritysten yhteistyöhön on muodostettava pysyvät rakenteet, jotta automaation tuloon voidaan varautua suunnittelun avulla.

**Kysymys 13: Pidätkö edellä esitettyjä johtopäätöksiä oikeanlaisina? Olisiko toimenpiteisiin syytä lisätä jotain?**

**Teiden kunnossapito**

Tietoa ja digitaalisia työkaluja hyödyntämällä voidaan ennakoida fyysisen liikenneinfrastruktuurin kulumista ja vaurioiden syntyä/kehittymistä huomattavasti nykyistä paremmin. Lisäksi voidaan myös saada näkymää infran rakenteisiin, jolloin on mahdollista korjata vaurioiden syy niiden seurausten asemesta. Näistä toimenpiteistä aiheutuu kertaluontoisesti enemmän kustannuksia tai ne vaativat jonkin verran investointeja, mutta pidemmällä aikavälillä väylänpidossa syntyy säästöjä nykytilaan verrattuna, ja infrastruktuurin hyvä kunto tukee myös liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden varmistamista (jatkossa vähemmällä enemmän).

Tieverkon omaisuudenhallintaa ollaan kehittämässä määrätietoisesti. Käytössä on jo kunnossapitotoimenpiteiden reaaliaikainen seuranta ja raportointi sekä tienkäyttäjien havaintoja tiestöstä ja sen kunnossapitotarpeista keräävä palauteväylä. Tieomaisuuden ja sen tilan seurannan ja ennustamisen uudet työkalut valmistuvat lähivuosina. Kaikki kerätty tieto julkaistaan avoimena datana, ellei sen julkaisemista rajoita lainsäädäntö tai liikesalaisuudet.

Myös kunnossapidon ja sääolosuhteiden vaikutus automaatioon ja toisaalta automaation vaatimukseen suhteessa kunnossapitoon liittyy jatkoselvitettävä, esimerkkinä teiden suolauksen vaikutukset automaattiajoneuvojen käyttöön. Selvityksissä ja mahdollisissa kokeiluissa on syytä käyttää hyväksi jo olemassa olevaa tietämystä, kuten muun muassa Ilmatieteen laitoksen datamalleja. Tulevaisuutta kunnossapidon suhteen hahmotettaessa on myös syytä huomioida, että automaattiliikenne voi kohdistaa tieinfraan uudenlaista rasitetta, kun ajoneuvot ajavat lähes samassa kohti kaistaa.

**Kysymys 14: Mitä kehitystarpeita ja toisaalta mahdollisuuksia liikenteen digitalisaatio mielestänne kohdistaa teiden kunnossapitoon?**

## **8 Meriliikenne**

### **8.1 Yleiskatsaus meriliikenteen automaation tilaan**

Merenkulussa automaatiota tukevia ratkaisuja on käytössä ja teknologinen kehitys on jo niin pitkällä, että se mahdollistaa pitkälle menevän autonomisen merenkulun. Esimerkiksi automaatioteknologiaa hyödyntävä turvallinen navigointi ja kustannustehokas reitin optimointi ovat jo osin tätä päivää. Ympäristön osalta tavoitteet toteutuvat myöhemmin. Vuonna 2030 ennakoidaan hiilineutraalia, etäohjattua alusta.

Yksi haasteista on myös kansainvälisten lainsäädäntömuutosten hitaus. Kansainvälisessä merenkulun järjestössä IMO:ssa on parhaillaan käynnissä kartoitus lainsäädännön esteistä. Haasteita on tunnistettu erityisesti käsitteitä, tekoälyn ja ihmisen vastuunjakoa ja oikeuksia, osaamistarpeita ja koulutusvaatimuksia, aluksen omistajan mahdollisia vastuunrajoituksia, matkustajien, salamatkustajien ja mereltä pelastettujen turvallisuutta sekä tiedon vaihtoa ja laivalla säilytettäviä todistuksia ja käsikirjoja koskien.

Suurin haaste on se, että algoritmeja eikä niiden vastuita luonnollisesti ole huomioitu lainkaan säädöksissä, joten tarvitaan kokonaan uudenlaista näkökulmaa. Sopimusten läpileikkaava teemana on perinteinen käsitys ihmisestä päällikkönä ja vastuun kantajana, jota muu miehistö tukee sekä milloin kapteeni voi ohjata alusta etänä, paljonko ja millaista miehistöä tarvitaan. Autonomisten alusten tulee noudattaa samoja liikennesääntöjä kuin perinteisten. Siten liikennesääntöjä koskeva COLREG sopimus lienee sovellettavissa lähes sellaisenaan, mutta voi tarvita lisäyksiä esimerkiksi tilannekuvan sekä visuaalisten elementtien näkökulmasta. Navigoinnin apuvälineet ja tulevaisuuden turvalaitteet ovat keskeinen kysymys lainsäädännön näkökulmasta.

Kansallisen lainsäädännön osalta puolestaan muun muassa merilaki toimii vielä esteenä, sillä sen mukaan päällikön on oltava laivalla. Lakia voisi mahdollisesti muuttaa kokeilun osalta ennen IMO-lainsäädännön muutoksia.

Yleistä hyväksyntää pitkälle menevälle autonomialle ei vielä ole. Ratkaisut eivät ole vielä taloudellisesti kannattavia ja laivoilla, erityisesti suurilla kauppa-aluksilla, on pitkä elinkaari. Siksi sekaliikenteen järjestäminen on haasteena vielä pitkän aikaa. Kokeilut etenevät pienimuotoisista kokeiluista täysmittakaavan kokeiluihin ja niitä halutaan tehdä erityisesti liikenteen seassa. Kaupallinen meriliikenne siirtyy autonomiseksi hitaasti vaiheittain. Se kehittyy ensin lyhyille matkoille, vakioreiteille ja ympäristöihin, joilla tiedon siirto on helppo järjestää.

Merenkulun automaation ja digitalisaation kehityksen tutkimista varten on esitetty useita eri luokittelumenetelmiä. Tutkimuksessa Porathe, T., Hoem, Å. S., Rødseth, Ø. J., Fjørtoft, K. E., & Johnsen, S. O. (2018). At least as safe as manned shipping? Autonomous shipping, safety and “human error”. *Safety and Reliability—Safe Societies in a Changing World. Proceedings of ESREL 2018, June 17-21, 2018, Trondheim, Norway* on määritelty automaation tasoille taksonomia, joka perustuu kolmeen ulottuvuuteen: kompleksisuus, miehityksen taso ja autonomian taso. Kompleksisuus tarkoittaa aluksen toimintaympäristön kompleksisuutta, esimerkiksi liikkuko alus saaristossa, rannikolla vai avomerellä ja toisaalta, kuinka vilkasta on muu liikenne. Miehityksen kannalta aluksen komentosilta voi olla koko ajan miehitetty tai miehistö on aluksella mutta ei aina komentosillalla tai alus on kokonaan miehittämättä. Autonomian tasolla tarkoitetaan sitä, kuinka itsenäisesti aluksen automatiikka hoitaa aluksen toimintoja. Alimmalla autonomian tasolla miehistö tai etäoperaattori operoi koko ajan alusta, mutta automatiikka avustaa. Seuraavalla tasolla automaatio hoitaa pääasiassa navigoinnin ja miehistö puuttuu tarvittaessa toimintaan. Täyden autonomian tasolla automaatio hoitaa navigoinnin kokonaan ilman miehistön väliintuloa.

IMO on määritellyt neljä automaatiotasoa säädösesteiden arviointia varten seuraavasti:

Kuvaus	Operaattorin tehtävät
<b>T-1:</b> <i>Automaattitoiminnoilla sekä päätöksentekoa tukevilla toiminnolla varustettu alus</i>	Operaattori on aluksella, ja ohjaa alusta sekä kontrolloi sen toimintoja aluksella.
<b>T-2:</b> <i>Etäohjattava alus miehistöllä</i>	Operaattori on maissa, ja ohjaa alusta sekä kontrolloi sen toimintoja maista käsin. Aluksella oleva miehistö voi tarvittaessa ottaa aluksen hallintaansa.
<b>T-3:</b> <i>Etäohjattava alus ilman miehistöä</i>	Operaattori on maissa, ja ohjaa alusta sekä kontrolloi sen toimintoja maista käsin. Aluksella ei ole miehistöä apuna.
<b>T-4:</b> <i>Täysin automatisoitu alus</i>	Operaattorilla ei ole roolia tässä toimintamallissa, vaan alus toimii täysin itsenäisesti.

Useiden tutkimusten perusteella merenkulun automaatiotasot tulevat myös vaihtelevaan aluksen matkan eri vaiheissa ja poikkeustilanteissa. Tämä vastaa myös nykyisiä käytäntöjä, joissa aluksen satamaohjaus (manöveeraus) hoidetaan manuaalisesti ja navigointiosuudet aluksen eri automaatiotasojen hyödyntäen.

Alusten automaatiotasoa voidaan nostaa alustyyppistä riippumatta. Kustannus-hyöty analyysit ovat tässä yhteydessä kuitenkin tarpeen sopivan tason määrittämiseksi kullekin eri alustyyppille ja liiketointimallille. Alusten automaatiotasojen kehitys saattaa luoda uusia merenkulun turvallisuuskäsitteitä. Uuhkiin liittyvien riskien hallitsemiseksi on tarpeen harkita nykyistä tiukempia alusten turvallisuusvaatimuksia.

Autonomisia aluksia varten kehitetyt algoritmit ja päätöksentekoprosessit on määriteltävä huolella sekä tarkistettava ja testattava. Niiden suunnittelussa tulee huomioida myös mahdolliset yllätykset ja järjestelmän resilienssi niihin varautumiseksi. Muita tärkeitä seikkoja autonomisten alusten suunnittelussa ovat kehittyneet laitteistojen tallennetoiminnot, käyttäjänäkökulman huomioiminen laitteiden suunnittelussa ja äänisensorien käyttö visuaalisensorien ohella riittävän tilanne- ja automaatiotietoisuuden varmistamiseksi. Automaatiotasojen kasvaessa vaatimukset järjestelmien toimintavarmuudesta kiristyvät, mikä lisää merkittävästi kustannuksia.

Aluksella on useita teknisiä apuvälineitä, jotka tukevat päätöksentekoa (ARPA eli alusten automaattinen tutkaseuranta, ECDIS eli elektroninen merikartta, AIS, kallistuksen vakaus). Konehuoneet ovat pääsääntöisesti miehittämättömiä yöaikaan. Alusten automaatioteknologia on kypsää ja saatavilla on kehittyneitä apuvälineitä (kuten sensorien kokoamien tietojen yhdistäminen (sensor fusion), Intelligent Awareness tai Marine Pilot Control & Vision). Edistyksellisillä varustamoilla on jo tuki aluksille maa-aseilla. Kaikilla apuvälineillä ei ole vielä IMO-hyväksyntää virallisesti käytettäväksi.

Tulevaisuuden trendinä on, että autonomiset laitteet ovat korvaamassa automaattisia laitteita. Tavanomaisen automaattisen laitteen sijaan autonomiselle laitteelle on tyypillistä oppiminen hyödyntämällä datan varastoinnin hallintajärjestelmiä. Erityisesti avomerialueilla autonomiset laitteet yleistyvät ja niiden sähkön syöttöön on tulossa uudenlaisia ratkaisuja.

Teknologian näkökulmasta ensimmäiset operatiiviset autonomiset tai etäohjatut alukset voisivat olla mahdollisia jo lähiaikoina. Ne liikennöisivät todennäköisesti lyhyillä vakioiteillä, vähäliikenteisillä

alueilla ja vähäliikenteiseen aikaan. Kaiken kaikkiaan autonomia tulee kuitenkin olemaan pitkään valvottua automaatiota, jossa joko aluksen miehistö tai etäohjauskeskus valvoo toimintaa. Vastuukysymykset varustamojen ja teknologiatoimittajien välillä herättävät epävarmuutta ja vaativat selkeää vastuumäärittelyä sekä vakuutusten kehittämistä ennen kuin kokonaan autonominen alus voi saavuttaa hyväksynnän.

Yhteentörmäyksen välttämiseksi on kehitetty erilaisia algoritmeja kohteiden tunnistamiseen sekä mahdollisten väistöliikkeiden suorittamiseen (Collision awareness), jotka ovat osoittautuneet tietokonesimulaatioissa ja pienoismallikokeissa luotettaviksi. Ratkaistavia asioita ovat erityisesti tilanteet, joissa kohdattavan aluksen liikkeen havainnointi ei riitä vaan tarvitaan alusten välistä kommunikaatiota toisen aluksen aikeiden varmistamiseksi.

Lisäksi haasteellisia ovat autonomian edessä esimerkiksi pilvipalvelujen kyberturvallisuus, autonomisen aluksen tai etäohjatun aluksen vakava sulkua (black-out) tai tulipalo. Yhteen laivaan toimittavat laitteita ja ohjelmistoja lukuisat toimittajat ja niiden yhteentoimivuus pitäisi pystyä varmistamaan selkeillä vastuilla ja standardoinnilla. Autonomisten alusten tietojärjestelmiin ja järjestelmien validointiin liittyy useita epävarmuustekijöitä, joilla saattaa olla merkittäviä negatiivisia turvallisuusvaihtokutuksia. Niitä voidaan kuitenkin vähentää keräämällä ja analysoimalla dataa järjestelmien toimivuudesta. Turvallisuuden ja riskien arvioimiseksi tullaan tarvitsemaan uusia menetelmiä arvioida muun muassa järjestelmiä, yhteyksiä ja ohjauskeskuksia ja niitä operoivia organisaatioita kokonaisuutena.

Merenkulussa päätöksenteko on vahvasti kytköksissä ihmisen ja koneen väliseen kommunikaatioon, joten koneen tuottama tieto päätöksenteon tueksi tulee olla riittävän selvästi indikoitu, priorisoitu sekä standardoitu.

Etäohjauksessa hyvä laitesuunnittelu, suuret HR (High Resolution) -näytöt, loogiset symbolit ja äänimailmat auttavat oleellisen tiedon välittämisessä tukemaan päätöksentekoa. Vastuualueiden rajat voivat hämärtyä, kun ohjausta tehdään sekä laivalla että etäohjauskeskuksesta käsin. Tällöin myös järjestelmistä tulee yhä monimutkaisempia ja todellinen tuntuma laivaan heikkenee. Laivahenkilöstön, etäohjaajan ja automaation välinen työnjako on tulisi toteuttaa niin, että tilannetietoisuus on kollektiivinen ja systeemi on toimiva kokonaisuus. Peliefektin myötä haasteeksi nousee todellisuuden tajun säilyttäminen ja tylsistymisen välttäminen, mutta myös monimutkaisten systeemien kokonaisuuden hallinta. On tiedettävä, mikä on laitteiston vika, mikä sensoriongelma ja toimiiko automaatiikka tarkoituksenmukaisesti. Inhimillinen virhe siirtyy alukselta järjestelmäsuunnitteluun.

### Suomen asema kansainvälisessä kehityksessä

Suomen lähtökohdat menestyä merenkulun automaation osalta ovat hyvät:

- Suomen meriteollisuus on yksi edelläkävijöitä merenkulun automaatiassa.
- DIMECC (Digital, Internet, Materials & Engineering Co-Creation) Oy:n vetämä Suomen OneSea –ekosysteemiyhdistys kokoaa yhteen meriteollisuuden ja tietotekniikan yrityksiä sekä viranomaisia ja tukee siten luottamuksen syntymistä ja yhteistyötä Suomessa ja kansainvälisesti. VTT:n (Teknologian tutkimuskeskus) vetämä RAAS (Research Alliance of Autonomous Systems) on uusi ekosysteemi tutkimuksen ja kehityksen osalta.
- Suomen lainsäädäntö tukee kokeiluja.
- Suomi on yksi 5G –kehityksen kärkimaista. Suomen satamat ovat kärjessä ottamassa käyttöön 5G-tekniikkaa infrastruktuurissaan.



- Viranomaiset ovat avanneet dataa laajasti. Esimerkiksi vuonna 2019 perustettu liikenteen ohjausyhtiö (TMFG), johon VTS Finland kuuluu, välittää avointa dataa liikennepalvelulain perusteella avoimesti. Liikenteen ohjauksen lainsäädäntö ja uusi organisointi tukee automaatiota edistämällä tiedon jakamista ja mahdollistamalla aluspalveluille VTS:lle uuden roolin.
- Suomen vesillä on jo toteutettu kunnianhimoista automaatiotestausta.
- Suomessa on maailman ensimmäinen testausalue, Jaakon meri, joka on avoin kaikille.
- Suomi on ollut erittäin aloitteellinen IMO:ssa ja EU:ssa automaation edistämisessä esimerkiksi tarvittavan lainsäädännön viitekehyksen, koealueohjeistusten sekä teknologisesti kehittyneiden ratkaisujen aikaansaamiseksi.

## 8.2 Tiedon jakaminen ja sen edellytykset meriliikenteen automaation näkökulmasta

### 8.2.1 Tausta

Tässä selvityksessä tiedot on jaettu laivojen joko omaa käyttöään varten keräämiin ja viranomaisille lainsäädännön pohjalta toimittamiin tietoihin, merenmittaukseen perustuviin, viranomaisen ylläpitämiin merikartan tietoihin, logistiikkatietoihin sekä olosuhdetietoihin. Muistion liitteenä on tietokartta, johon on koottu tarkemmin kerättäviä tietoja, niiden tarpeita, tietoa niiden jakamisesta sekä tietoihin liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia.

### 8.2.2 Merenkulun staattisten ja dynaamisten tietojen nykytila

#### *Merikartta*

Alusten reitin- ja matkan suunnittelussa ja reaaliaikaisessa navigoinnissa tarvitsema tieto navigointiympäristöstä esitetään ja jaetaan merenkululle merikartan sekä navigointia tukevien julkaisujen avulla. Elektroninen merikartta sisältää muun muassa seuraavat tiedot, joita myös automaatio tarvitsee:

- vedenpäällisestä maastosta (mukaan lukien merenkululle oleelliset rantarakenteet, satama- ja laiturirakenteet)
- vesisyvyyksistä (muun muassa syvyysalueet, matalikkojen syvyydet, reittien minimisyvyydet, väyliä sekä satama-aldaiden varmistetut syvyydet)
- reititysjärjestelmistä (muun muassa suositellut reitit, liikennejakoalueet, deep water alueet)
- vesiväylistä ja niihin liittyvistä turvalaitteista (muun muassa navigointilinjat, väyläalueet, kelluvat ja kiinteät turvalaitteet sekä niiden valotunnukset sekä muut navigointitekniset yiedot) sekä muut merenkulun turvalaitteet (muun muassa majakat, tutkamerkit)
- aluevesien ja talousvyöhykkeiden rajoista
- ankkurointi- ja rajoitusalueista (muun muassa luonnonsuojelualueet, ampuma-alueet)
- vedenalaisista putkista ja kaapeleista

Merenpohjan syvyydet on yleistetty ja yksityiskohtaiset tiedot on saatavilla aluevesiltä maanpuolustukseen liittyvistä syistä ainoastaan kaupparenkulun väyliä osalta. Ne osoittavat liikkumiselle turvallisen alueen.

Elektronisen merikartan ja ECDIS:n (Electronic Chart Display Information) käyttö on pakollista kaikissa SOLAS-sopimuksen (Kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä, International Convention for the Safety of Life at Sea) mukaisissa aluksissa. Se ei ole pakollinen muissa

aluksessa, mikä rajoittaa sen käyttöä. Se on saatavilla lähes kaikilta kansainvälisen kauppamerenkulun käyttämiltä reiteiltä ja alueilta kattaen lähes kaikki meri- ja valtamerialueet. Suomessa merikarttoitustoiminnasta ja merikarttatietojen ja -tuotteiden julkaisusta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto. Väylien väylätietoja ylläpidetään Väyläviraston rekistereissä, josta niitä hyödynnetään suoraan muun muassa merikartoissa. Merikartta päivitystietoineen jaetaan aluksille ja muille meriliikenteessä toimiville tahoille kansainvälisen palvelun kautta 24/7.

Nykyiset merikarttatiedot ovat saatavilla koneluettavassa kansainvälisesti standardoidussa muodossa ja reaaliaikaiset tiedot vallitsevista meri- ja sääolosuhteista ovat tulossa navigointijärjestelmiin. Tietojärjestelmiä maissa (muun muassa VTS) on tarpeen kehittää, jotta ne pystyvät hyödyntämään tiedonvaihdon rajapintoja.

Syvyysmallien käyttöönotto alusten navigointijärjestelmissä edellyttää jakelun järjestämistä ja alueellisen (esimerkiksi Itämeren valtiot) palvelujen harmonisointia, laitevalmistajilta niiden huomiointia ECDIS-laitteissa ja asian käsittelyn IMO:ssa, jotta näitä uusia tietotuotteita ja palveluja voidaan hyödyntää SOLAS-määräysten alaisilla aluksilla.

Tieto saadaan siirrettyä merikartan tuottajalta alukselle muutamassa tunnissa, mutta keskimäärin karttapäivitysten välittämiseen kuluu muutama päivä. Syynä viiveisiin ovat pääasiassa heikot tietoliikenneyhteydet. Kriittisimmät muutokset navigointiympäristössä voidaan kuitenkin viestiä aluksille merivaroituksina muun muassa Turvallisuusradiopalvelun kautta.

Syvyystietoon pohjautuen on rakennettu valmiudet tuottaa väylätilaa ja syvyysuhteita kuvaava kolmiulotteinen tarkka maastomalli. Näitä syvyysmalleja hyödynnetään merenkulun simulaattoreissa ja lähitulevaisuudessa etäluotsauskokeiluissa ja myös luotsien omissa järjestelmissä.

Merikartan dynaamisuuden kehittämistä on kokeiltu ”Merenkulun älyväylä” hankkeessa, jossa elektroniseen merikarttaan (ENC) yhdistettiin syvyysmalli ja tieto reaaliaikaisesta vedenkorkeudesta. Kokeilulla simuloitiin tilanteita jossa vedenkorkeuden muuttuessa myös aluksen käytettävissä olevat turvavesirajat muuttuvat.

Traficom, Väyläviraston, Ilmatieteen laitoksen käynnissä olevassa väylä- ja merikarttauudistuksessa syvyys- ja väylätiedot saatetaan Itämeren yhtenäiseen korkeusjärjestelmään asteittain kaikilla meriväylillä vuoteen 2026 mennessä. Tämä mahdollistaa osaltaan merikarttatiedon yhdistämisen reaaliaikaiseen olosuhdetietoon.

Reaaliaikaisesti muuttuvan dynaamisen merikartan toteuttaminen mahdollistaisi vesialueen hyödyntämisen olosuhdetiedot huomioiden eli dynaamisen väylän, mutta haasteena on toteutuksen ja ylläpidon organisointi ja sen mahdollinen kalleus sekä miten reaaliaikaiset tiedot saadaan käytännössä siirrettyä laivalle. Toteutus edellyttäisi myös laivoilta olosuhdetietojen jakamista. Tiedon siirtoa helpottaisi se, että paketit ovat pieniä. Avomerellä ratkaisu voisivat olla tiedonsiirtolinkit (hotspot), joiden kautta tieto latautuisi laivalle.

### *Logistiset tiedot*

Laivojen reaaliaikaiset lähtö- ja tuloajat ovat keskeinen tietoelementti, mutta ne eivät ole toistaiseksi riittävän tarkkoja. Multimodaalisti ajatellen tärkeätä olisi tieto siitä, milloin lasti on purettu/lastattu esim. luotsauksen tarpeisiin. Ilmatieteen laitos jakaa melko tarkkoja vedenkorkeusennusteita kahden vuorokauden päähän.

Satamatoimintojen ennakoitavuus ja optimointi tarjoavat merkittävän kehityspotentiaalin. Reaaliaikaista tiedon välitystä satamatoimijoiden välillä on kokeiltu muun muassa EU:n Efficient flow –hankkeessa.

### *Laivojen keräämät tiedot*

Laivojen anturit keräävät tilannekuvatietoa. Ne keräävät tietoa 1) tehokkuuteen liittyvät päivittäisistä toiminnoista, 2) olosuhdetietoa 3) paikkatietoa eli tietoa matkasta sekä alusten tunnistamiseen liittyvää tietoa, jota toimitetaan pakollisiin merenkulun tietojärjestelmiin. Osa antureista on pakollisia, säädöksiin pohjautuvia, osa uutta teknologiaa, jonka käyttö perustuu vapaaehtoisuuteen. Osaa laivojen antureiden keräämistä tiedoista ei ole saatavilla ainakaan dynaamisina tietoina mistään muualta ja niitä voitaisiin hyödyntää nykyistä käyttötarkoitusta laajemmin.

Tilannekuvan parantamiseksi tulisi edistää alusten välistä tiedon jakamista ja harkita myös viranomaisten omaa tilannekuvaansa varten tietojen jakamista autonomisten alusten käyttöön, jos se on turvallisuusnäkökulmista mahdollista.

Ennakkotieto reitistä ja dynaamiset, ajantasaisesti matkan varrella muuttuvat reittitiedot ovat hyvä esimerkki kaikkien toimijoiden, muun muassa laivojen, etäohjauksen ja –luotsauksen sekä VTS:n tarvitsemista tiedoista. Tietojen ei tarvitse olla metrilleen tarkkaa muualla kuin erityisen vaativissa paikoissa, esimerkiksi Kustaan Miekka tai laiturialue.

EU –rahoitteisessa Meriliikenteen hallinnan (STM) validointi -projektissa on kehitetty ja testattu teknologiaa reittisuunnitelman vaihtoon alusten välillä sekä alusten ja maa-asemien (mukaan lukien VTS-keskukset) välillä. ECDIS:een on kehitetty rajapinta, jonka kautta tietoa voidaan jakaa sieltä eteenpäin. Joillakin laitevalmistajilla on jo toiminnot reittisuunnitelman jakoon omissa ECDIS-järjestelmissään. HELCOM (Baltic Marine Environment Protection Commission) suosittelee jäsenmaita edistämään teknologiakokeiluja mahdollisimman laajasti, jotta todelliset hyödyt meriliikenteelle tulisivat esiin.

### *VDR (Voyage Data Recorder)*

SOLAS – yleissopimus edellyttää matkatietojen tallentimen (VDR), asentamista kaikkiin kansainvälisen liikenteen matkustaja-aluksiin sekä kaikkiin lastialuksiin jotka ovat vähintään 3000Gt ja rakennettu 1.7.2002 jälkeen. VDR laitteen ensisijainen tarkoitus on tallentaa aluksen matkatietoja mahdollisen onnettomuuden tutkintaa varten. VDR tallentaa myös komentosillalla käytyä puhetta, ja tästä syystä tallenteiden käyttö on tarkoin rajattua. VDR laite tallentaa IMO:n minimivaatimusten mukaisesti muun muassa aikaan, sijaintiin, nopeuteen, syvyyteen ja komentoihin liittyviä tietoja. Kallistuskulmatiedon pakollisuus on käsittelyssä IMO:ssa.

Lisäksi tulee tallentaa sähköisen laivapäiväkirjan tiedot, jos sellainen on asennettu. Sähköisen laivapäiväkirjan, joka sisältää muun muassa olosuhdetietoja ja laivalla tehtyjä toimenpiteitä tulee olla hallinnon hyväksymiä. Sähköisten laivapäiväkirjojen osalta kansainvälisiä sääntöjä työestetään parhailaan IMO:ssa. Siksi kerätyt tiedot voivat vaihdella lippuvaltiosta toiseen.

Radiopäiväkirjaan tulee merkitä muun muassa tietoja radiotoimintaan liittyvistä tapahtumista ja ko-keiluista ja toimintakunnosta sekä hätä-, pika- ja varoitusliikenteestä.

VDR-tietojen käyttö on tarkoin rajattu, mutta edellä mainittu listaus kertoo mitä tietoa on saatavilla aluksella digitaalisessa muodossa ja sitä voidaan myös huomioiden yksilön tietoturva oikeudet hyödyntää myös muihin tarkoituksiin. Aluksissa jossa tekniikka on rajoitetumpi, on mahdollistettu myös S-VDR, jonka tietojen keruuvaatimukset ovat rajoitetumpia.

Uudet VDR-laitteet mahdollistavat VDR-tiedon keruun ja analysoinnin. Tällaisia kaupallisia palveluja on tarjolla, mutta laivanisäntä voi päättää, hyödyntääkö palvelua.

Laivan omistajan, etäohjauskeskuksen tulee pystyä valvomaan esimerkiksi konetehon riittävyyttä ja säätämään sitä, jotta reservi voidaan ottaa vaaratilanteessa käyttöön. VDR:stä ei ole saatavilla riittävän tarkkaa tietoa, mutta tietoa keräävät myös kaupalliset koneoptimointijärjestelmät.

### *AIS Automatic Identifications System*

SOLAS –yleissopimus edellyttää kaikkien kansainvälisen liikenteen matkustaja-alusten sekä lastialusten, jotka ovat vähintään 300GT sekä kotimaan liikenteessä alusten, jotka ovat vähintään 500GT varustelua automaattisella tunnistusjärjestelmällä (Automatic Identifications System – AIS). Järjestelmän tarkoitus on lähettää ja vastaanottaa tietoa aluksesta, sen tyypistä, paikasta, nopeudesta, tilasta sekä muusta turvallisuuteen liittyvästä tiedosta. Se on pidettävä toiminnassa ellei muu ole tarpeen aluksen turvallisuuden varmistamiseksi. Alusten on kuitenkin helppoa panna laite pois päältä.

AIS laitteen asennus edellyttää tiettyjen aluksen aikaa, tilaa ja paikkaa koskevien staattisten tietojen ohjelmoimista laitteeseen aluksen tunnistamista varten ja turhan radioliikenteen vähentämiseksi aluksen ja rannikkoasemien välillä.

Sijainti- ja ilmoitustietojen välittämisestä EU-tasolla on säädetty seurantadirektiivissä (VTMIS) (2002/59/EY). Seurantadirektiivissä on säädetty alusliikenteen pakollisesta ilmoitusjärjestelmästä (MRS), joita ovat esim. Suomen lahden raportointijärjestelmä GOFREP, alusliikennepalvelu VTS, alusten automaattinen liike seuranta AIS ja alusten kaukovalvontailmoitusjärjestelmä LRIT. Näistä AIS on automaation kannalta keskeisin, sillä muihin järjestelmiin tiedot kirjautuvat tuntien viiveellä.

AIS-järjestelmää on COLREG-määräysten mukaan tarkoitus käyttää ensisijaisesti tähyystysapukeinona ja yhteentörmäysriskin määrittämiseen. Laitetta ei voi käyttää yhteentörmäyksen välttämiseen, koska tiedot kerätään aluksen laitteista ja/tai ne lisätään manuaalisesti ja voivat siksi olla virheellisiä. Kaikkia aluksia ei ole myöskään varustettu AIS:llä.

Tällä hetkellä alusten sijaintitiedot (T-AIS, maatukiasemaverkostoon pohjautuva AIS) lähetetään 6 minuutin välein Euroopan meriturvallisuusvirasto EMSA:n meriliikenteen tiedonhallintajärjestelmään (Safeseanet SSN). Muutama jäsenmaa, mukaan lukien Suomi, on avannut omat AIS-tiedot avoimen datan rajapintaan. VTS Finland tarjoaa lain liikenteen palveluista mukaisesti avoimena datana keräämiään alusten lähes ajantasaisia sijaintitietoja. Osalla viestejä suoritetaan suodatusta ja alustyyppin muunnosta.

Komissio selvittää parhaillaan sitä, voiko EMSA jakaa näitä tietoja kaikkien jäsenmaiden tietojen osalta. Täysin reaaliaikaiset AIS-tiedot pohjautuvat oman AIS-tukiasemaverkon keräämiin strategisesti tärkeisiin alusten liiketietoihin, joita käytetään lähtökohtaisesti vain operatiiviseen liikenteenohjaukseen ja merivalvontaan.

AIS-tiedot ovat saatavilla kaupallisten yritysten kokoamana tietona lähes reaaliaikaisena ja maailmanlaajuisena internetistä, muun muassa Marinetraffic.com:sta. Kattavuus ei välttämättä ole sama kuin viranomaisten keräämässä tiedossa ja ajantasaisuus vaihtelee sen mukaan, onko tieto maksullista vai ei.

Komissio selvittää 6 minuutin AIS-tietojen avoimuutta parhaillaan ”Ship to shore –reporting” -hankkeessa, jossa pilotoidaan tietojen uusiokäyttöä laivan ja rannikon välillä. AIS-tiedon osalta tultaneen myös lisäämään uusi tietoelementti autonomista alusta osoittamaan.

Koska AIS viestit lähetetään aluksilta VHF taajuuksilla, tiedon ajantasaisuus riippuu alueen AIS viestien määrästä. Niillä alueilla missä alusliikennettä (lähettäviä laitteita) on paljon, voi AIS maalitieto olla useita minuuttejakin vanhaa, mutta esimerkiksi Suomenlahdella AIS tiedon viive ei normaalioloissa aiheuta ongelmia aluksille, eikä alusliikennepalvelulle. Internetpohjaisten AIS palveluiden maalitiedon viive riippuu palveluntarjoajasta, yleensä se on minuuttien luokkaa. Nämä palvelut eivät ole tarkoitettu merenkulun turvallisuuden apuvälineiksi

Alusten keräämä tieto ei ole välttämättä ehdottomasti luotettavaa. Eri sensorilähteillä, muun muassa tutkatiedolla voidaan verifioida paikkatieto ja varmistaa siten tiedon paikkansapitävyys.

#### *Olosuhdetiedot*

Tieto tuulesta, jäätämisestä, aallokosta, merivedenkorkeudesta ja jäättilanteesta ovat perustavaa laatua olevia olosuhdetietoja merenkulussa. Sensorien tuottama tieto säästä tai meren tilasta alukselta ja/tai satamasta asettaa tietyt vaatimukset tietoliikenneyhteyksien nopeudelle ja vasteajalle aluksella tai aluksen ja sataman välillä. Tällä hetkellä esimerkiksi satamista ei saada reaaliaikaista WMO:n (Maailman ilmatieteen järjestö, World Meteorological Organisation) standardien mukaista säähavaintodataa meriliikenteen tarpeisiin, kuten lentokentiltä saadaan ilmailun edellytyksiin. Havaintodatan puuttuminen sään tai meren tilasta voidaan osittain korvata mallilaskelmilla, mutta tämä kasvattaa entisestään tietoliikenneyhteyksien kapasiteettivaatimuksia.

Joillain aluksilla on WMO:n olosuhdetietoja kokoava laitteisto, joka mahdollistaa standardoidun tiedon jakamisen, mutta laite ei ole pakollinen.

Merialueilla tarkkuusvaatimukset eivät ole yhtä suuret kuin tieliikenteessä, mutta sitä vastoin sää aiheuttaa haasteita sekä tarkkuuteen että toimintavarmuuteen. Merenkulussa lisäksi paikanmäärityksen tukeminen on hankalampaa epävarmojen tiedonsiirtoyhteyksien vuoksi. Sekä viranomaisen että alusten (muun muassa aallokko, jäättilanne, sumu, näkyvyys) kokoamien tietojen entistä avoimempaa jakamista edistettävä. Sekä säähavainnot että olosuhde-ennusteet ovat tärkeitä autonomiselle liikenteelle.

#### *Tilannekuva*

Viranomaisten kesken jaetaan meriliikenteen isoa tilannekuvaa ohjaus- ja valvontatarkoituksiin. VTS-valvontajärjestelmän tiedot ovat tilannekuvan kannalta varsin kattavia, sillä merivalvontatutkalla katetaan koko rannikko. Euroopan meriturvallisuusvirasto EMSA on kehittämässä järjestelmiä automaattiseen käyttäytymisen seurantaan koskien esimerkiksi aluetta aluksen ympärillä ja matkatie-toseurantaan.

### 8.2.3 Merenkulun tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen

Tietojen vaihto ja viestintäratkaisut eivät riitä tulevaisuuden automaatiotarpeisiin eivätkä tarpeetkaan vielä ole kaikilta osin tiedossa. Automatisoituva meriliikenne tarvitsee erityisesti dynaamista tietoa, reaaliaikaista olosuhde- ja reittitietoa, yhteisen tilannekuvan ohjaukseen ja valvontaan, samalla merialueella kulkevien välille sekä etäohjaajan ja –luotsaajan ja laivan välille. Siksi on tarpeen selvittää käyttötapausten pohjalta automaation kannalta olennaiset tiedot sekä niiltä vaadittava tarkkuustaso ja reaaliaikaisuus.

Selvitetään mahdollisuudet jakaa alusten keräämää tietoa yhteiskunnallisesti merkittäviin, turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä parantaviin tarkoituksiin sekä reiluin käyttöehdoin tekoälyn raaka-aineeksi ensisijaisesti itsesääntelyllä.

Tässä selvityksessä tuli esiin seuraavien olennaisten tietojen saatavuuden tarpeet:

- Selvitetään mahdollisuus edellyttää elektronisen merikartan pakollisuuden laajentamista
- Vaikutetaan kansainvälisessä merikartoitusjärjestö IHO:ssa siten että olemassaolevat elektronisen merikartan syvyysmallit saadaan käyttöön.
- Selvitetään miten ja missä määrin merikartan ja muita navigointitietoja voidaan kehittää dynaamisemmiksi.
- Merenkulun turvalaitteita ja väylän syväystä koskevien tietojen tarkkuutta kehitetään. Turvalaitteita kehitetään digitaalisiksi.
- Selvitetään mahdollisuudet laajentaa sellaisten laivojen pakollisten antureiden keräämien dynaamisten tietojen käytön laajentamista, jotka laivat toimittavat viiveellä pakollisiin merenkulun tietojärjestelmiin. Tällaista tietoa ovat 1) tehokkuuteen (muun muassa konetehto, koneen toiminta) liittyvät toiminnot, 2) sää- ja olosuhdetietoa (muun muassa tuulen suunta ja nopeus) ja 3) tietoa aluksesta ja sen sijainnista (muun muassa aluksen sijainti, nopeus ja keulasuunta, syvyysluotaimen sensoritieto).
- Ennakoitu ja ajantasainen reittitieto (muun muassa reitti- ja käännöspisteet, kompassisuunnat, välimatkat, sallittu poikkeama) on saatava käyttöön tukemalla teknologiakokeiluja ja pilotteja, joilla STM-hankkeessa kehitetyt rajapinnat saadaan alusten käyttöön ja liikenteen ohjaukseen ja etäohjaukseen/-luotsaukseen. On tarpeen selvittää EMSA:n kehittämän reittitietopalvelun käyttöönottoa suhteessa kansallisiin ratkaisuihin. Vaikutetaan IMO-lainsäädäntöön ja EU:n VTMISS-direktiivin kehitykseen siten että ajantasaisten reittitietojen jakamisesta tulee pakollista.
- Yhteinen tilannekuva: Selvitetään, miten ajantasainen, visuaalinen laivan liiketilatieto (liike, suunta, nopeus, vastatuuli, aallokko, kallistuskulma) tuotetaan etäohjauksen ja –luotsauksen tarpeisiin ja muille aluksille samalla alueella.
- Selvitetään, miten satamien infrastruktuuria (muun muassa tarkat tiedot laituripaikasta, laiturin vapautumisaika) ja sääolosuhteita (WMO-standardin mukaisessa muodossa) koskevat tiedot saadaan laivojen, hinauksen ja ohjauksen käyttöön.
- Selvitetään, miten sijaintitieto (AIS) saadaan riittävän ajantasaisena ja luotettavana käyttöön. AIS:iin lisätään MASS-tietokenttä, joka viestii sekaliikenteessä ja muun muassa liikenteen ohjaukseen, että kyseessä on autonominen alus. Edellyttää standardointia IALA:ssa ja Kansainvälisessä televiestintäliitossa ITU:ssa.
- Selvitetään mahdollisuudet laivojen vapaaehtoisilla antureilla keräämien sää- ja olosuhdetietojen (muun muassa aallokko, jäättilanne, sumu, näkyvyys) jakamiseen ja viranomaisen keräämän tiedon laadun parantamiseen.
- Selvitetään mahdollisuudet edistää uusien algoritmien ja ohjelmistojen käyttöönottoa, muun muassa kaupallistamista ja hyväksymistä IMO:ssa

Tiedon vaihtoa kehitetään huomioiden:

- IMO:ssa hyväksytyt merenkulun palvelujen (muun muassa aluspalvelut, navigoinnin avustaminen, liikenteen organisointi, merenkulun turvallisuustieto, luotsaus, hinaus, aluksen ja rannan välinen raportointi, satamatieto, merikarttatieto, jäissä navigointi, sää- ja ympäristötiedot, etsintä- ja pelastuspalvelut sekä muut mahdollisesti tulevaisuudessa kehitettävät palvelut) tiedonvaihtoa koskeva resoluutio (MSC.467(101) 14.6.2019)
- merenkulun sujuvoittamisen tiedot ja navigointitiedot
- tiedon vaihdon ja tiedon harmonisointi (tietomallit, tiedonsiirto, tietotuotteet)
- tiedon vaihdon vaatimukset laivojen ja ympäröivän infrastruktuurin välillä ja laivojen välillä
- keräämisen, validoinnin ja jakamisen vastuut ja organisointi sekä käyttöoikeudet (ml. avoin data).
- mahdollisuudet toteuttaa ja ylläpitää dynaaminen merikartta ja sen tietojen jakaminen laivoille.
- tiedon välityksen standardointi, validointi sekä vaihtoehtoiset paikannustavat eli tarvittavat ja mahdollisesti myöhemmin vaadittavat laitteet ja referenssipisteet, mitkä mahdollistavat riittävän tarkan ja luotettavan paikannuksen ja varajärjestelmän
- tiedon oikeellisuuden ja eheyden varmistaminen sekä tietojen yhdistelyn asettamat haasteet salassapitoon ja kyberturvallisuuteen

Yhteistyö merenkulun navigaation apuvälineiden ja majakkaviranomaisten järjestössä (IALA), merikartoitusjärjestössä (IHO) ja maailman ilmatieteen järjestössä (WMO) on oleellista yhteentoimivuuden kannalta. Kansallisen selvityksen tulokset esitellään kansainvälisessä merenkulun organisaatiossa (IMO) säädöskartoituksen tulosten esittelyn yhteydessä keväällä 2020, jolloin se voi mahdollistaa tiedonvaihdon osalta tulevaan säädöskehikseen.

EU:ssa on tarpeen huolehtia siitä että muun muassa EU-lainsäädännön ja ohjeistusten sisältö on linjassa globaalin kehityksen kanssa ja suhteellisuusperiaatteen mukaista siten ettei se tuota tarpeettomia esteitä kokeiluille, algoritmien kaupallistamiselle ja hajautetun tiedon vaihdon kehitykselle vaan tukee niitä. Komission digitaalisten palvelujen ja tietojärjestelmien ohjausryhmä on keskeinen tässä.

On tarpeen selvittää alusliikennepalvelujen (VTS) rooli merenkulun automaatiiossa, mukaan lukien mahdollisuudet toimia tiedonvaihdon solmukohtana. Alusliikennepalvelun (VTS) tehtävänä on varmistaa alusliikenteen turvallisuus. IALA on luovuttanut 15.10.2019 IMO:n hyväksyttäväksi alusliikennepalveluja koskevan päätöslauselman (Res.A857(20)) uudistamisesityksensä. Alueellisella tasolla EMSA selvittää VTMS-direktiivin mahdollisen uudistamisen tarvetta. Rannikkovaltioiden yhteistyö tulee entisestään korostumaan automaation myötä mahdollisesti yhteisinä VTS-palveluina, mikä tulee vaatimaan harmonisoitua tiedon vaihtoa ja automaattista raportointia.

VTS hoitaa liikenteen hallintaa ja ohjausta automaatiotasosta riippumatta viranomaisen toimeksiantosta ja alusliikennepalvelulaissa annetuilla toimivaltuuksilla. Turvallisuus edellyttää liikennetilanteiden ennakoimista, vuorovaikutusta sekä perinteisten että etäohjausta hoitavan varustamon ja/tai etäluotsaajan ja tulevaisuudessa kokonaan autonomisen aluksen kanssa sekä vaikutusmahdollisuutta häiriötilanteissa. Siksi koneluettavan tiedon vaihto on ehdoton edellytys. Suomessa on tähän hyvät edellytykset, sillä lainsäädäntö edellyttää jo nyt VTS Finlandilta toiminnassaan kokoamiensa tietojen välitystä viranomaisille, avoimen datan välitystä sekä lisäarvopalvelujen kehittämistä. Olennaista tietoa keräävät myös muut toimijat ja tulee selvittää ja pilotoida, millainen kaikkien toimijoiden yhteinen meritilannekuva on ja miten se voidaan luoda. VTS palveluntarjoaja voi tarjota välitysalustan yhteen toimivuuden mahdollistavine rajapintakirjastoineen, tietoelementteineen ja sopimusmalleineen sekä

toimia tiedon kerääjänä, koostajana ja jakelijana (esimerkkinä reittitieto). Reittitiedon osalta kokeillaan Helcom-suosituksen mukaisesti reittitiedon jakoon tarkoitettua teknologiaa ja STM-projektissa kehitettyä rajapintaratkaisua sekä aluksen ja VTS:n välistä raportointia koneluettavassa muodossa. Se voi palvella etäohjausta ja etäluotsausta sekä suoraan autonomisia aluksia, mutta myös hyödyntää näiden tietoja. On tarpeen myös selvittää, miten ilmoitusmuodollisuustiedot (EMSW) eli Portnetin uudistaminen kytketään tähän niin, että dynaamisten ja staattisten tietojen vaihto muodostaa toimivan kokonaisuuden, esimerkiksi mahdollistettava rantautumisen tuki aluksen ja sataman välisessä tiedonvaihdossa.

Kysymys 15: Mitä ovat sellaiset 1) turvallisuuden 2) ympäristön 3) tehokkaan toiminnan kannalta olennaiset tiedot, joita ei vielä ole saatavilla, mutta tulisi jakaa 1) viranomaisille 2) kaikkien toimijoiden käyttöön? Olisitko itse halukas jakamaan kyseisiä tietoja ja miten tiedon jakaminen tapahtuisi?

Kysymys 16: Miten tarkkoja ja ajantasaisia tietojen tulisi olla? Valaiskaa asiaa käyttötapauksella.

Kysymys 17: Miten hajautettu tiedonjaon infrastruktuuri tulisi käytännössä toteuttaa?

Kysymys 18: Miten ja missä määrin merikartan ja muita navigointitietoja voidaan kehittää dynaamisemmiksi. Olisitko itse halukas osallistumaan dynaamisuutta lisääviin toimiin ja miten?

### **8.3 Meriliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri**

#### *8.3.1 Yleistä*

Meriliikenteen automaation laajentuminen kasvattaa viestintäyhteyksien merkitystä merialueilla. Autonomisen merenkulun ja navigoinnin edellytykset vaihtelevat riippuen siitä liikkuuko alus avomerellä, meriväylillä, rannikolla vai satamassa. Näissä jokaisessa on omat tarpeensa viestintäyhteyksille ja tarkoituksenmukaiset ratkaisut vaihtelevat.

Avomerialueilla perinteisten maanpäällisten verkkojen kantama ei mahdollista yhteyksien tarjoamista, vaan satelliittijärjestelmät ovat keskeisin tapa tarjota yhteyksiä näillä alueilla. Satelliittiyhteydet ovat kuitenkin vielä kalliita ja tiedonsiirtokapasiteetiltaan rajoittuneita. Meriväylillä lähestyttäessä rannikkoa tiedonsiirto voi perustua satelliittijärjestelmiin ja mahdollisesti maanpäällisiin verkkoihin, mikäli niiden kuuluvuus ja saatava suorituskyky on riittävä. Tulevaisuudessa meriväylille ollaan tutkimassa ja mahdollisesti kehittämässä uudenlaisia tapoja toteuttaa peittoa. Satama-alueilla maanpäälliset verkot tarjoavat yhteydet alusten ja satamatoimintojen tarpeisiin.

Dynaamisen tiedon määrä lisääntyy satamia lähestyttäessä verkkoyhteyksien parantuessa, mitä kauemmas avomerelle mennään, sitä vähemmän tietoa on käytettävissä ulkoisista lähteistä ja sitä staattisempaa käytettävissä oleva tieto on. Tietoliikenteen katkokset asettavat haasteita toimintavarmuudelle ja siten tiedon luotettavalla saatavuudelle. Siksi jatkuvuus varmistetaan tarjoamalla vaihtoehtoisia yhteyksiä, esim. säilyttämällä vanha järjestelmä varajärjestelmänä ja mahdollistettavana joustavuus yhteyden valinnassa.

#### *8.3.2 Merenkulun radioviestintäjärjestelmien nykytila*

Aluksilla on edelleen 1990 –luvulla käyttöön otettua, tosin vaatimuksiin perustuvaa viestilaitteistoa, joskin käyttöliittymät ovat nykyaikaistuneet. Tälläkin hetkellä alukset on varustettava radiomerialu-



eensa mukaisella kansainvälisen hätä- ja turvallisuusjärjestelmän (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS) radiovarustuksella, jonka päätarkoitus on hätäviestien lähettäminen ja vastaanottaminen, sekä hätä- ja turvallisuusradioviestintä. GMDSS on pakollinen SOLAS-yleissopimukseen kuuluvissa kansainvälisen liikenteen aluksissa. Kotimaanliikenteessä käytetään tästä mukailluita kansallisia määräyksiä.

GMDSS-järjestelmä koostuu merellä liikkuvista aluksista ja maissa olevista meripelastuskeskuksista, jotka kansainvälisellä sopimuksella pitävät yllä jatkuvaa turvallisuuteen liittyvää radiopäivystystä. GMDSS-järjestelmä koostuu VHF-, MF-, ja HF-taajuusalueilla toimivista radioista ja radioiden digitaalielektiivikutsu (DSC) ominaisuudesta, sekä GMDSS järjestelmään hyväksytyjen palveluntarjoajien satelliittiterminaaleista. Satelliittipohjaista hätä- ja turvallisuusviestintää käytetään muun muassa alueilla, joilla ei ole VHF-, MF-radiopeittoa. Kaikki alusten GMDSS -radiolaitteet sekä satelliittiterminaalit, joilla voidaan lähettää hätähälytys, on kytkettävä paikkatietoa tuottavaan laitteeseen (esimerkiksi satelliitti paikannuslaite - GNSS) tai siinä tulee olla sisäinen paikanmäärittäyslaite.

Satelliittiterminaaleja käytetään myös aluksen paikkatiedon lähetykseen alusten kaukotunnistus- ja seurantajärjestelmässä (LRIT) sekä turvahälytyksen (SSAS) lähettämiseen. Satelliittiterminaaleja voidaan käyttää aluksen muuhunkin viestintään, kuten esimerkiksi matkaan ja aikatauluihin liittyvä viestintään varustamon tai sataman kanssa. Lisäksi aluksella tulee olla riittävät radiolaitteet alusten väliseen viestintään sekä viestintään alusliikennepalvelun (VTS) kanssa.

Tällä hetkellä Inmarsat on ainoa Kansainvälisen merenkulkujärjestön (IMO) hyväksymä satelliittipalveluiden tarjoaja GMDSS-järjestelmässä, ja se tarjoaa globaalisti hätä- ja turvallisuusliikennepalveluja aluksille. Iridium on aloittanut hakemusprosessin GMDSS satelliittipalveluiden tarjoajaksi ja hyväksymisen tavoitevuosi on 2020.

Automatic Identification System (AIS) avulla välitetään muun muassa aluksen sijainti- ja liiketietoja. Alueilla missä liikennemäärät ovat suuria, AIS-kanavat ovat varsin ruuhkautuneita.

VHF Data Exchange VDES-järjestelmä välittää tietoa joitakin kertoja nopeammin tietoa kuin AIS-kanavat. Satelliitti-VDES tekisi VDES:stä myös avomerillä toimivan järjestelmän. Vuoden 2019 Maailman Radiokonferenssissa yritetään päästä sopimukseen Satelliitti-VDES:n käyttöönoton mahdollistamisesta.

### *8.3.3 4G ja 5G-tekniikoiden tuomat mahdollisuudet*

Alusten etäohjaus, etäoperointi ja -kunnossapito sekä etäluotsaus että näiden järjestelmien testaus vaativat riittäviä tietoliikenneyhteyksiä. Myös perinteiset alukset tulevat sisältämään yhä enemmän uutta tekniikkaa, esimerkiksi sensoreita, mikä lisää tiedonsiirtotarpeita. Vastaavasti satamien uudet toiminnot, esimerkiksi automatisaatio ja etävalvonta edellyttävät uusia ratkaisuja ja ominaisuuksia viestintäverkoilta. Nykyiset viestintäyhteydet eivät vielä yllä liikenteen ja viestinnän tulevaisuuden ratkaisujen edellyttämälle tasolle.

Avomerellä viestintäyhteydet ovat hitaammat, eivätkä ne riitä suurten tietomäärien siirtoon. Sen sijaan osin rannikolla ja satama-alueella 4G- ja tulevaisuudessa 5G-verkot voivat mahdollistaa jo suurempien tietomäärien siirron.

Traficom on arvioinut nykyisten matkaviestinverkkojen peittoa merialueilla perustuen operaattoreilta kerättyyn tietoon, joka varsinaisesti perustuu maa-alueilla olevan peiton arviointiin eikä siksi ole täysin luotettavaa tietoa.

Matkaviestinverkkojen laajakaistapeitto (30 & 100 Mbit/s) ulottuu laivaväylille rannikon välittömässä läheisyydessä, peruspeitto (~2 Mbit/s) ulottuu huomattavasti laajemmalle. Peittoaluearviot perustuvat kuitenkin vastaanottoon maa-alueilla, joten niissä ei ole otettu huomioon merialueiden erilaisia etenemisolosuhteita tai käyttötapauksia (kuten antennikorkeudet). Todellisissa peittoalueissa signaalin tasossa voi olla paikallisesti ja ajallisesti nopeita vaihteluja. Myös häiriötasot voivat merialueilla olla korkeammat, jolloin todellinen siirtonopeus voi olla pienempi kuin maa-alueilla. Lisäksi verkon kuormitus vaikuttaa palvelun saatavuuteen.

Teleoperaattoreille ei ole toimiluvissa asetettu peittoaluevelvoitteita merialueiden osalta. Lähitulevaisuudessakaan merialueiden peittoon ei ole odotettavissa merkittävää parannusta, mikäli verkkoja kehitetään ainoastaan kaupallisesta näkökulmasta.

#### *8.3.4 5G:n käyttöönotto*

Liikenne- ja viestintäviraston, Väyläviraston ja Ilmatieteen laitoksen 5G Momentum –ekosysteemi-hankkeessa tuetaan 5G kokeiluja kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Hankkeessa kartoitetaan myös käyttötapauksia muun muassa merenkulun ja satamien osalta sekä tutkitaan, miten 5G-teknologia voisi vastata merenkulun automaation, älymeriväylän sekä satamien tarpeisiin monitoimijaympäristössä logistiikan ja automaation osalta. Meriliikenteen tulevaisuuden tietoliikennetarkastelun näkökulmasta tarkastelun kohteena on tarvittava peitto, palvelun laatu ja toimintavarmuus, sekä toteutusmahdollisuudet maanpäällisen verkon ja satelliittiyhteyksien osalta.

Nykyisten 4G-verkkojen tarjoamasta peitosta ja palvelun laadusta merialueilla ja meriliikenteen tarpeisiin ei ole läheskään niin kattavaa käsitystä kuin 4G-verkkojen saatavuudesta maa-alueilla. Mitäkin voisi selvittää miten nykyiset 4G-verkot vastaavat merenkulun viestintätarpeisiin ja mitkä ovat tarpeet 5G verkoille tulevaisuudessa. Erilaisten merenkulun kokeiluiden ja tutkimushankkeiden toteuttamismahdollisuuksia kartoitetaan aktiivisesti 5G Momentum -ekosysteemin puitteissa.

#### *8.3.5 Satelliittipaikantaminen*

Satelliittipaikantaminen on merenkulussa paikantamisen perusmenetelmä. GNSS-pohjaisella satelliittinavigoinnilla on kasvava merkitys merenkulun automaatiolle, sillä tarkalla paikanmäärittämisellä on keskeinen rooli autonomisten järjestelmien päätöksenteossa. GPS on pääasiallinen paikannuksen väline ja mahdollistaa nopean ja sujuvan liikkumisen.

GPS:n häirintä- ja häiriöherkkyyden hallinta on haaste, joten tarvitaan myös varajärjestelmiä kuten tutkatietoa. Tiedon luotettavuuden varmistamiseksi tarvitaan myös tieto siitä, mistä tieto on saatu. Joilla alueilla koetaan riskiksi paikantamiseen perustuva merirosvous ja jopa häirinnästä mahdollisesti johtuvat onnettomuudet.

Satelliittipaikannusjärjestelmien tukena käytetään lisäksi usein avustejärjestelmiä, jotka parantavat paikannustiedon tarkkuutta ja luotettavuutta. Avustejärjestelmät lähettävät erillisen tiedonsiirtokanan kautta GNSS-järjestelmiä täydentävää tietoa. Merenkulussa laajimmin käytössä olevia järjestelmiä ovat satelliittipohjaiset avustejärjestelmät kuten EGNOS ja differentiaali-GPS-järjestelmä. Satelliittinavigoinnilla tuotettua paikannus- ja navigointitietoa varmennetaan aluksilla tutkatiedon ja muiden aluksen omien sensoreiden tuottaman tiedon avulla sekä ylläpitäen perinteistä visuaalista navigointia.

Kaikkien ammattimerenkulussa käytettävien alusten navigointilaitteiden pitää olla IMO:n hyväksymiä. Esimerkiksi monitaajuusvastaanottimella voi käyttää hyväkseen useita erilaisia ja eri periaatteella toimivia navigointijärjestelmiä erilaisissa kokoonpanoissa.

### 8.3.6 Kehitys

Merenkulun automaation lisääntyminen, etäohjattavien ja autonomisten laivojen tuleminen vaatii tulevaisuudessa erityistä luotettavuutta tiedonsiirtojärjestelmiltä. Laivojen ja satamien laitteet verkottuvat osana yleistä IOT-kehitystä, mikä edellyttää lisäkapasiteettia tiedonsiirtojärjestelmiin. Tiedonsiirtojärjestelmät välittävät pitkälle automaatiota ohjauksessa hyödyntävien sekä etäohjauksessa olevien laivojen paikka-, olosuhde- ja reittitietoja sekä välittävät maalta laivoihin niiden hallintaan ja ohjaukseen tarvittavia signaaleja. Etäohjattavien alusten tiedonsiirtojärjestelmien luotettavuus, kapasiteetin riittävyys, alueellinen kattavuus sekä kyberturvallisuus tulevat olemaan keskeisessä osassa tulevaisuudessa meriliikenteen riskien hallinnassa.

Satelliittinavigointijärjestelmien tueksi pystyttäisiin nykyteknologialla tuottamaan ns. vaihehavaintokorjauksia, jotka mahdollistavat reaaliaikaisen 3D-sijaintitiedon laskennan alusvastaanottimissa jopa desimetritarkkuudella, sisältäen siis myös aluksen tarkan sijaintitiedon korkeussunnassa. Aluksen tarkka 3D-sijaintitieto yhdistettynä tarkkaan tietoon väylän syvyysprofiilista taas mahdollistaisi aluksen kulkusyvyyksen reaaliaikaisen tarkastelun, kuljetettavan lastin maksimoinnin sekä syvien reittivaihtoehtojen käytön polttoainesäästöjen saavuttamiseksi. Palvelun haaste ja jatkokehitystä vaativa osa-alue on kuitenkin kapasiteetiltaan ja kattavuudeltaan riittävän, luotettavan, keskeytymättömän ja standardoidun tiedonsiirtoyhteyden järjestäminen alukselle.

Tällä vuosikymmenellä satelliittiala on nosteessa ja uudet toimijat pyrkivät mukaan satelliittitietoliikenteeseen uusilla konsepteilla. Satelliittitietoliikenteestä ja varsinkin satelliitti-5G:stä visioidaan rakennettavan jopa tuhansien satelliittien konstellaatioita (parvia) tarjoamaan maailmanlaajuisia internetyhteyttä. Täysimittaisesti toteutuessaan nämä konstellaatiot pystyisivät tarjoamaan internetyhteyden huomattavasti nykyisiä satelliittiyhteyksiä edullisemmin. Tällä hetkellä satelliittiyhteyksien varsin kallis hinta muodostaa esteen sen hyödyntämiselle erityisesti rahtiliikenteessä.

Alusten kanssa tulisi pystyä kommunikoimaan ja niille toimittamaan tietoa saumattomasti useiden eri taajuuksien/tiedonsiirtoteknologioiden kautta siten, että käytössä on aina tilanteeseen parhaiten soveltuva teknologia (ottaen huomioon tarvittava tiedonsiirtokapasiteetti ja järjestelmien toiminta-alue).

Parhaassa tapauksessa tiedonsiirtojärjestelmän valinta tapahtuisi aluksella automaattisesti ja käytössä olisi aina tarpeisiin juuri sillä hetkellä parhaiten optimoitu järjestelmä. Järjestelmän valintakriteereinä voisivat toimia esim. seuraavat:

- Tarve mahdollisimman tuoreeseen/reaaliaikaiseen tietoon (muun muassa navigointiturvallisuu-teen liittyvä tieto) vs. mahdollisuus lykätä tiedon lähettämistä (muun muassa hallinnolliset aluksen matkaan liittyvät tiedot)
- Hyväksyttävät tiedonsiirron kustannukset
- Tarvittava tiedonsiirron kapasiteetti

5G voisi olla käytössä siellä missä sen kuuluvuutta voidaan kohtuudella saada ylläpidettyä ja kauempana tyydyttäisiin joko hitaampaan ja halpaan järjestelmään (esim. VDES) tai tarvittaessa satelliittiyhteyksiin.

Kansainvälisen majakkaliiton (IALA) globaali ja teknologianeutraaliuden mahdollistava standardointi on tärkeää merenkulun viestintäjärjestelmien ja navigoinnin apuvälineiden yhteentoimivuuden kannalta.

Avomerellä viestintäyhteydet suurten tietomäärien siirtoon edellyttävät satelliittiyhteyttä, jotka ovat edelleen hintavia. Sen sijaan osin rannikolla ja satama-alueella 4G- ja tulevaisuudessa 5G-verkot voivat mahdollistaa jo riittävän suurien tietomäärien siirron. Merialueille ei liene lähitulevaisuudessa odotettavissa merkittävää parannusta peittoon markkinaehtoisesti, eikä teleoperaattoreilla ole peittovelvoitetta vesialueella.

Merenkulun automaation tarpeisiin on syytä laatia digitaalisen infrastruktuurin kehittämissuunnitelma. Siinä selvitetään olemassa olevan digitaalisen infrastruktuurin tila (muun muassa merenkulun radiojärjestelmät, matkaviestinverkot, satelliittitietoliikenne) laatimalla kartta nykytilasta. Se koskee avomerta, väyliä, rannikkoa ja satamia ja sisältää muun muassa tukiasemien sijainnin ja verkon palvelutason. Tarvekartoituksella selvitetään käyttäjien tarpeet digitaaliselle infrastruktuurille ja digitaalisen infrastruktuurin toteuttamis- ja rahoitusmahdollisuudet. Lisäksi testataan käyttötapauksia. Edellytyksenä on elinkeinoelämän mielenkiinto ja rahoituksen järjestäminen kokeiluille. Lisäksi selvitetään mahdollisuudet parantaa verkkojen kattavuutta ja palvelutasoa meriliikenteen tarpeisiin, mukaan lukien yritysten ja viranomaisten vastuut ja rahoitus.

Etäohjauksen ja muiden automaation tarpeiden vaatimuksessa suhteessa 4G:n ja 5G:n hyödyntämiseen ja 5G-tukiasemien sijoittamiseen tehdään myös selvitys. Markkinaehtoisilla (liiketoimintamallit) käyttötapauksilla testataan uudenlaisia toteutustapoja.

[Kysymys 19: Kertokaa käytännön esimerkkejä omista havainnoistanne, miten datan siirto toimii eri alueilla, erilaisilla viestintäratkaisuilla ja erilaisiin tarkoituksiin?](#)

[Kysymys 20: Miten edistyneiden ratkaisujen käyttöönotto ja rahoitus tulisi organisoida? Olisitteko itse halukkaita osallistumaan ja millaisia tarpeita/käyttötapauksia teillä on?](#)

## **8.4 Meriliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri**

### *8.4.1 Nykytila*

Väylä on päätepiteittänsä välille turvallista kulkua varten maastoon ja merikartalle merkitty yhtenäisen kulkureitti vesialueella. Merenkulun turvalaitteiden pääasiallinen tehtävä on merkitä väylä ja osoittaa sen sijainti, jotta alukset voivat navigoida sillä turvallisesti. Fyysiset turvalaitteet jaotellaan kiinteisiin sekä kelluviin turvalaitteisiin. Turvalaitteet ovat kehittyneet siten että niiden tilaa on mahdollista seurata ja ohjata jopa etänä. Ne myös raportoivat tilastaan ja mahdollisesti olosuhteista kuten aallokosta. Turvalaitteiden havainnointi on ollut visuaalista ja nyt muuttumassa koneiden väliseksi.

Elektronisten merikarttojen käyttöönoton myötä aluksen paikanmääritys suhteessa kartan esittämään virtuaaliseen väylätilaan suoritetaan yleensä automaattisesti elektronisten paikannusjärjestelmien avulla (nykyisin GNSS ja alueelliset ja paikalliset avustejärjestelmät), jotka tässä tarkoituksessa toimivat turvallisuuden varmistavina järjestelminä. Elektroniset paikannusjärjestelmät ja fyysiset turvalaitteet varmistavat yhdessä aluksen turvallisen paikanmäärityksen.

Turvalaitteiden toteutuksissa noudatetaan kansainvälisiä IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) -ohjeita.

### 8.4.2 Energiaratkaisut

Osa turvalaitteista on kytkettyinä valtakunnalliseen sähkönjakeluverkkoon mutta valtaosa turvalaitteista ovat pienen virrantarpeen vuoksi varustettuina muilla kustannustehokkaalla ratkaisulla. Nykyinen energiakulutus on niin pieni, että käytännössä kaikki kiinteät turvalaitteet on mahdollista toteuttaa aurinkoenergialla, joka on osoittautunut luotettavaksi. Kelluvissa turvalaitteissa käytetään vaihdettavia paristoja. Nykyisissä aurinkoenergiajärjestelmissä ei ole juuri ylimääräistä energiakapasiteettia. Lisälaitteita asennettaessa olisi suotavaa, että niillä on omat energialähteensä.

Verkkosähkö on käytössä lähinnä paikoissa, jossa se on helposti saatavilla. Merenkulun turvalaitteita on Suomessa nykypäivänä lähes 35 000 kpl joista valtakunnallisessa verkossa ainoastaan 455 kpl.

Maasähkö tulisi saada satamissa alusten saataville. Vaikutetaan IMO:ssa maasähkön käytön yleistymiseen satamissa. Maasähkön syöttö on asennettava ensisijaisesti TEN-T-ydinverkon satamiin ja muihin satamiin viimeistään 31. päivänä joulukuuta 2025, paitsi jos kysyntää ei ole tai kustannukset ovat suhteettomia hyötyihin nähden, ympäristöhyödyt mukaan luettuina. Kansallisesti kannustetaan satamien, teollisuuden ja varustamojen yhteistyötä ja yhteisrakentamista maasähkön saamiseksi laivojen käyttöön.

### 8.4.3 Kehitys

Liikenteen automaatiotason noustessa turvalaitteiden merkitys muuttuu. Koneellisen paikanmäärityksen luotettavuus ja suositellun kulkureitin osoittaminen korostuu tulevaisuudessa. Paikannuksessa tulee korostumaan useamman vaihtoehdoisen paikannusmenetelmän hyödyntäminen ja mahdollisten ensisijaisten navigaatiojärjestelmien häiriötilanteisiin varautuminen.

Huomioitavana on, että automaatiotason noustessa turvalaitteiden tulee samanaikaisesti täyttää myös alemman automaatiotason olevien väylänkäyttäjien tarpeet ja vaatimukset. Turvalaitteiden monikäyttöisyys korostuu.

Turvalaitteisiin liitetään lisätoiminnallisuuksia tukemaan digitaalisia väyläratkaisuja, ns. älykkäät turvalaitteet. Turvalaitteita hyödynnetään tiedon keräämiseen, esim. olosuhdetiedot, ja tiedonsiirtoratkaisuihin. Kelluvien turvalaitteiden osalta tarpeet on huomioitava jo valmistusvaiheissa. Jälkiasenteiset ratkaisut ovat vaikeita tai lähes mahdottomia ja energiaratkaisut rajatut.

Mitä laajempi älykkäiden turvalaitteiden verkosto on, sen tarkempaa olosuhdetilannekuvaa tai kattavampaa tiedonsiirtoverkkoa on mahdollista muodostaa. Älykkäät turvalaitteet ovat perinteisiä turvalaitteita huomattavasti kalliimpia, minkä vuoksi tarpeet tulee olla selvillä.

### 8.4.4 Epävarmuustekijät

Suuri haaste nykytilassa on tunnistaa automaation asettamat tulevat tarpeet väylän infrastruktuurille. Tarvitaan aktiivista keskustelua viranomaisten ja teollisuuden välillä tavoitteista. Tarpeisiin liittyviä muutoksia on käsiteltävä IMO tasolla koska voivat edellyttää IMO-regulaation muutoksia. Turvalaitteiden nykytoiminnallisuuksien osalta digitaalisuutta lisättäneen paikannuksessa hyödynnettävien digitaalisten signaalien muodossa, esimerkiksi jonkinasteinen digitaalinen linjataulu tai majakka.

## Talviolosuhteet haasteena ja mahdollisuutena

Talvimerenkulku vaatii jäänmurtaajia. Osa nykyisistä jäänmurtaajista on tullut tiensä päähän ja loput tarvitsevat investointeja elinkaaren pidentämiseen. Jäänmurtaajien hankinnassa tulisi huomioida mahdollisuuksien mukaan automaatioteknologian mahdollisuudet.

## Sataman fyysinen infrastruktuuri automaation kannalta

Satamien tehtävänä on tarjota fyysinen infrastruktuuri. Näitä ovat fyysinen satama-alue, kentät ja laiturit (laiturit ovat käytännössä sataman kallein infrastruktuuri), sataman osuus meri- ja maakuljetusväylästä, rakennukset kuten varastot ja terminaalit ja laitteet (esim. nosturit). Tarkat tiedot sataman infrastruktuurista ovat oleellista tietoa autonomisille aluksille ja tämän tiedon saatavuutta on parannettava.

## **9 Raideliikenne**

### **9.1 Yleiskatsaus raideliikenteen automaation tilaan**

Raideliikenteen suhteellinen kilpailukyky, ja sitä kautta markkina-asema verrattuna muihin kuljetusmuotoihin, on ollut pitkään heikko. Raideliikenteen vahvin kilpailuvaltti on ollut yleisimmän käyttövoiman eli sähkön ympäristöystävällisyys.

Raideliikenteen toimijat ovat havahtuneet viime aikoina liikkumisen ja liikenteen digitalisaation tuomaan muutokseen. Alan toimijat ovat nostaneet esille automaation merkityksen niin kapasiteetin lisäämisen, täsmällisyyden parantamisen, yhteentoimivuuden edistämisen, turvallisuuden parantamisen kuin tuottavuuden noston kannalta.

Viime vuosien aikana Euroopan raideliikenteen päätoimijat ovat julkaisseet omat digitaaliset julkilausumansa. EU-toimijoiden analyysi on, että raideliikenneala on isossa globaalissa muutoksessa: Aasian uudet kilpailijat haastavat eurooppalaisten toimijoiden johtajuutta ja tämän vuoksi raideliikennealan on Euroopassa otettava edistysaskelia parantaakseen kilpailukykyään. Myös kansalaisten matkustustarpeet ovat voimakkaassa muutoksessa. Raideliikenteen olisi pystyttävä vastamaan myös maantieliikenteen automaation ja robotisaation nopean kehittymisen mukanaan tuomaan tehokkuuden lisääntymiseen.

Raideliikenteen kehitystyössä on myös huomioitava kytkentä isojen tietomassojen hyödyntämiseen ja tekoälyyn, asioiden internet (IoT)-kehitykseen ja yleiseen teolliseen murrokseen (Industry 4.0) ja robotiikan kehitykseen. Näiden avulla pystytään muun muassa edistämään kulunvalvonnan, kalustokierron ja junaliikenteen operoinnin digitalisoitumista ja sitä kautta tehostamaan ratakapasiteetin käyttöä sekä kehittämään infrastruktuurin ennakoivaa huoltamista.

Suomessa raideliikenteen toimintakenttä muuttui 2019 alusta, kun Liikenneviraston vastuulla aiemmin olleet rautatieliikenteen ohjaukseen ja hallintaan keskeisesti liittyvät tieto- ja hallintajärjestelmät sekä infrastruktuuri yhtiöitettiin osana laajempaa Liikenneviraston liikenteenohjaus- ja hallintapalvelujen yhtiöittämisshanketta. Myös raideliikenteen ohjaus- ja hallinta keskitettiin liikenteenohjauskonserniin (Traffic Management Finland Group) kuuluvaan Finrailiin. Uudelleen organisoinnilla tavoitellaan myös raideliikenteen automaatio edistämistä muun muassa ekosysteemeillä ja avoimemmalla datan jakamisella ja käytöstä sopimisella.

Automaatio on raideliikenteessä edennyt kulunvalvonta- ja ohjauslaitteissa jo varsin pitkälle. Nykyiset automaatiojärjestelmät perustuvat kuitenkin vanhentumassa olevaan teknologiaan ja niiden digitoiminen on seuraava iso automaation mahdollista askel.

Rautatieliikenteessä junien kulunvalvonta Suomessa on automatisoitu, mutta sen digitalisaation hyödyntämisessä on vielä runsaasti mahdollisuuksia. Nykyinen järjestelmä pysäyttää junan tarvittaessa automaattisesti esimerkiksi ylinopeuden yhteydessä tai punaista päin ajettaessa.

Junien automaattiajaminen eli ATO (Automatic Train Operation) itsessään ei ole turvallisuuskriittinen järjestelmä, vaan turvallisuuden kannalta kriittiset toiminnot määritellään muissa turvallisuuskriittisissä järjestelmissä. Näitä ovat erityisesti ERTMS/ETCS. ATO-ratkaisut eivät mahdollista junien liikkumista itsenäisesti ilman sitä tukevaa automaattista junien kulunvalvontajärjestelmää eli ATP-järjestelmää.

Raideliikenteen automaatiotasot ja toiminnallisuudet niissä on esitetty seuraavassa taulukossa.

### Raideliikenteen automaatio neliporrasmalli:

Automaation taso	Junan operointi	Laittaa junan liikkeelle	Ajaa ja pysäyttää junan	Avaa ja sulkee ovet	Häiriötilanteessa operointi
1	ATP ja kuljettaja	Kuljettaja	Kuljettaja	Kuljettaja	Kuljettaja
2	ATP ja ATO Kuljettajan kanssa	Kuljettaja tai automaatio	Automaatio	Kuljettaja	Kuljettaja
3	Ilman kuljettajaa	Automaatio	Automaatio	Automaatio tai avustaja	Avustaja
4	Ilman avustajaa	Automaatio	Automaatio	Automaatio	Automaatio

ATP- Automaattinen junan suojaus  
ATO-Automaattinen junan operointi

ATO:n käyttöönotossa varsinaiseen rautatieliikenteeseen on monia ulottuvuuksia. Rautatieympäristön moninaisuus ja rautateillä liikennöintitarpeiden erilaisuus tekevät ATO:n kehittämisestä vaativaa.

Kysymys 21: Miten ja missä Suomen tulisi edistää raideliikenteen sääntelyä ja kehittämistä niin, että digitalisaation ja automaation hyödyt voitaisiin mahdollisimman täysimääräisesti ottaa käyttöön?

*Kaupunkiraideliikenne*

Kaupunkiraideliikenteeseen kuuluvat metro- ja raitioliikenne. Raitioliikenteen perustavanlaatuinen ero junaan verrattuna on se, että raitiovaunua ajetaan kokonaan kuljettajan varassa, kun taas junaan ajetaan liikenteenohjauksen antamien määräysten eli opasteiden mukaan kullekin junalle erikseen turvatulla kulkutieosuudella.

Käytännössä siis raitioliikenteessä kuljettaja kääntää itse vaihteen ja huolehtii vaunujen pitämisestä turvallisen etäisyyden päässä toisistaan. Junissa tehtävää hoitaa turvalaitejärjestelmä, joka liikenteenohjauksen komentojen mukaan asettaa turvalliset reitit ja kuljettaja ajaa opasteiden mukaisesti.

Tämä tekee raitiovaunulla tapahtuvan liikennöinnin raskasta raideliikennettä huomattavasti joustavammaksi ja vähemmän alttiiksi liikennehäiriöille. Toisaalta raskaan raideliikenteen etuna on suurempi linjanopeus ja suurempi kuljetuskapasiteetti.

Automaation kannalta kulunvalvonnan puuttuminen tuo raideliikenteeseen verrattuna erilaisen haasteen. Automaattiautojen yleistyessä myös kaupunkiliikenteessä on myös raitiovaunujen oltava mukana verkottuneessa liikkumisessa.

Kaupunkiraideliikenteen automaation lisääntyminen vähentää ympäristön kuormitusta. Myös suuren kuljetuskapasiteetin vuoksi liikennöintikustannukset alenevat. Tätä voidaan myös tehostaa automaatiolla ja data-analyysillä.

Kysymys 22: Miten kaupunkiraideliikenteen ja pikaraitioteiden automaatio tulisi tässä työssä huomioida?

**9.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen raideliikenteessä**

Raideliikenne on liikkumismuoto, joka tuottaa jo nyt huomattavan suuren määrän dataa. Raideliikennejärjestelmässä on useita dataa tuottavia toimijoita: matkustajat, junankuljettajat, lipun tarkastajat ja myyjät, lippuautomaatit, rataverkon ylläpitäjät. Lisäksi dataa kertyy muun muassa voimantuottamisjärjestelmistä, energian jakamisjärjestelmistä ja kulunvalvontainfrastruktuurista.

Digitraffic on Traffic Management Finlandin ylläpitämä rajapintapalvelukokonaisuus, jonka kautta jaetaan ajantasaista liikenne- ja olosuhdetietoa Suomen liikenneväyliltä. Tämän avoimen rajapinnan yhtenä tarkoituksena on jakaa tietoa Suomen rataverkolla kulkevien junien aikatauluista, sijainneista, kokoonpanoista sekä täsmällisyystiedoista. Palvelun omistaa Traffic Management Finland ja tietolähteenä toimii Traffic Management Finlandin ratakapasiteetin ja liikenteenohjauksen Liike-perheen sovellukset sekä matkustajainformaatiojärjestelmä MIKU.

Kaikki Digitraffic -palvelun kautta jaettava tieto on koneluettavaa avointa dataa ja on käytettävissä Creative Commons 4.0 Nimeä -käyttöluvalla, mikä mahdollistaa uusien palveluiden ja ohjelmistojen kehittämisen.

Automaattinen liikenne asettaa suuria vaatimuksia tekoälyn kehitykselle, reaaliajassa välitettävälle tiedolle sekä langattomalle verkolle. Kehitys edellyttää laadukasta tietoa raideliikenneympäristöstä,



muista liikkujista, infrastruktuurista ja olosuhteista (kuten säästä). Raideliikenteen automaatiassa ja datan hyödyntämisessä ollaan edetty toimialan eri lohkoilla eritahtisesti. Samalla kun raideliikenteen liikkuvasta kalustosta kerätään jo runsaasti dataa ja sitä analysoidaan muun muassa ennakoivan kunnossapidon tarpeisiin, kulunvalvonnan- ja ohjaamisen automatisoinnissa on vielä huomattavan paljon mahdollisuuksia.

#### *Raideliikenteen staattinen ja dynaaminen tieto*

Raideliikenteen infrastruktuuria koskevia staattisia tietoja ovat:

- kiskoja, pölkkyjä ja tukikerrosta koskevat tiedot,
- turvalaitteita koskevat tiedot,
- sähkörataan liittyviä varusteita ja laitteita koskevat tiedot.

Lisäksi käsitellään kunnossapitoa koskevia tietoja, jotka ovat kunnossapitourakoitsijan ja rataisen-  
nöitsijän saatavilla.

Näitä tietoja hallinnoi Väylävirasto RATKO, RAIKU, RYHTI ja GeoViite –järjestelmien avulla. RATKO:n (tiedonhallinnan perustaksi rakennettu ratakohteiden hallintasovellus) ja RAIKU:n (ratakohteiden kunnossapidon sovellus) vaiheittainen käyttöönotto on alkanut jo viime vuonna ja se jatkuu vuoden 2020 puoliväliin asti. Rataverkolla tehtävien toimenpiteiden ohjelmointia varten on kehitteillä RYHTI. Rataverkon geometriaa ja osoitejärjestelmää hallitaan GeoViite-palvelun avulla.

Dynaamisten tietojen osalta vastuu siirtyi pääosin Finrailille vuoden vaihteessa. ENNE-järjestelmä on rautatieliikenteen hallinnan tulevaisuuden ydin, jonka tarjoaman datan päälle automaatiota kehitetään. ENNE-järjestelmä huomioi koko reaaliaikaisen liikennetilanteen häiriöineen. Tavoitteena on mahdollisimman automaattisesti reitittää eri junat ja tarjota ensi vaiheessa toimenpide-ehdotuksia liikenneohjaajalle. Myöhemmin tulevaisuudessa tarkoitus toteuttaa suuri osa päätöksistä autonomisesti.

Jatkossa automaation kehityksen kannalta erityisen tärkeää on saada jaettua liikennöitsijöiden tiedot kaluston reaaliaikaisesta liikkumisesta raideliikenteen optimoinnissa ja automatisoinnissa. Liikenteen palveluista annettu laki sisältää jo säännökset, joilla tämän tiedon saatavuus pyritään aikaan saamaan, mutta käytännön toteutuksessa tiedonjaossa on edelleen tehtävää.

Automaation kehityksen kannalta liikennöitsijöiden tiedot ovat hyvä apu ja liikenteenohjaajan järjestelmät (ei turvakriittiset) voivat hyödyntää tätä tietoa. Mikäli tähdätään automaatiassa liikenteen optimointiin/kapasiteetin kasvattamiseen ja jopa autonomiseen ajamiseen (ohjeistava tai ilman kuljettajaa) on myös perusjärjestelmän tuettava tätä toiminnallisuutta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kaluston luotettava ja reaaliaikainen sijainti täytyy saada turvajärjestelmistä asti. Tulevaisuudessa tämä voisi tapahtua esimerkiksi satelliittipaikannukseen tai kaluston omaan paikannukseen perustuen.

Automaatiokattason nostamiseen vaaditaan myös dynaamisen liikkumisen salliva järjestelmä, jolloin käytännössä opastimet katoavat radan varresta ja liikkumisluvat annetaan radiolla (vrt ETCS L2 ja 3). Tämä mahdollistaa kaluston reaaliaikaisen paikantamisen ja järjestelmä on huomattavasti joustavampi kuin nykyiset pistemäiset järjestelmät (JKV ja ETCS1).

Jatkossa myös rautateillä tarvittaisiin lisäksi HD-karttoja ja mahdollisimman reaaliaikaista mallia raideoperoinnista (Smart Railway 4.0). Myös rautateillä on siten jatkettava hajautetun tiedonjaon infrastruktuurin ja ekosysteemin rakentamista.

### *EU ja raideliikennedata*

Euroopan raideliikenteen turvallisuusviranomaisen ERA määrittelee raideliikenteen automaation vaatimat datan yhteentoimivuuden tekniset eritelvät. Näiden nk. TAF TAP-YTE:n (rahti- / matkustajapalvelujen telemaattisten sovellusten yhteentoimivuuden tekninen eritelmä) tarkoituksena on määrittellä tietojenvaihto tavat yksittäisten infrastruktuurin haltijoiden sekä infrastruktuurin haltijoiden ja rautatieyhteyksien välillä.

Tietojenvaihdon lisäksi TAF-YTE:ssä kuvataan sellaisia liiketoimintaprosesseja, joihin osallistuvat infrastruktuurin haltijat ja rautatieyhteykset. Tästä syystä TAF-YTE vaikuttaa voimakkaasti kansainvälisiin rautatieinfrastruktuurin liiketoimintaprosesseihin.

TAF-YTE: n toiminnot määrittelevät tietojen käsittelyn seuraavien muuttujien suhteen:

- Milloin (minä ajankohtana)
- Mihin tieto on lähetettävä
- Kenelle tieto on lähetettävä ja
- Missä muodossa tietoja on vaihdettava.

Yleistavoite on, että raideliikennesektorin toimijat rakentavat itse järjestelmät, joilla TAF YTE:n vaatimukset täytetään.

### **9.3 Raideliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri**

Rautatieliikenteeseen kohdistuu tulevina vuosina muutospainetta, joilla on osin vaikutusta myös tietoliikenneyhteyksien kehittämistarpeisiin. Rataverkon näkökulmasta tietoliikenneyhteydet tuovat mahdollisuuksia. Suomen rataverkon keskeisiä ominaispiirteitä on rataverkon yksiraiteisuus (noin 90 %), mikä aiheuttaa erityistarpeita rautatieliikenteen ohjaukselle ja hallinnalle. Lisäksi talviolosuhteet vaikuttavat liikennöintiin, ohjaukseen sekä rataverkon kunnossapitoon. Liikenteenohjauksen näkökulmasta riittävien tietoliikenneyhteyksien tulee kattaa koko rataverkko, jolloin vähemmän liikennöidyille rataosuuksille tulee löytää kustannustehokkaita ratkaisuja, jos tietoliikenneyhteyksiä uusitaan.

Rautatieliikenteen tietoliikenneyhteyksien keskeisiä hyödyntäjiä ovat tällä hetkellä Väylävirasto, Finrail, rautatieliikenteen harjoittajat, matkustajat ja rautatiealueella toimivat urakoitsijat. Väylävirasto vastaa valtion rataverkosta, rataverkon kunnossapidosta ja laiturialueista. Väyläviraston vastuulla ovat myös rautatieliikenteen keskeiset tietoliikennejärjestelmät, kuten junien kulunvalvonnan (JKV) ja turvalaitteiden järjestelmät. Liikenteenohjauksyhtiö Finrail vastaa liikenteenohjauksen järjestelmistä, liikenteen ohjauksen palveluista, liikennesuunnittelusta ratatyön ja liikenteen yhteen sovittamiseksi, käyttökeskustoiminnasta sekä junamatkustukseen liittyvistä matkustajainformaatiopalveluista. Rautatieliikenteen harjoittajia ovat rautatieyhteykset, radan kunnossapitoyhteykset, rataverkolla liikennöivät rataverkon haltijat sekä museoliikenteen harjoittajat, jotka tarvitsevat tietoliikenneyhteyksiä omaan operointiinsa. Näiden lisäksi rataverkolla liikkuu paljon matkustajia, jotka tarvitsevat tietoliikenneyhteyksiä matkustuksensa tueksi.

### *ERTMS*

Viimeisten komission ja ERA:n linjausten mukaan, raideliikenteen kulunohjauksessa Euroopassa ollaan luopumassa ERTMS/ETCS-tasojen määrittelystä. Tasot voidaan korvata määrittelyillä:

- pistemäinen junankulunvalvonta

- jatkuva junankulunvalvonta

Suomalaisen junien kulunvalvonnan (JKV) elinkaari on päättymässä, ja Suomessa ollaan tulevaisuudessa siirtymässä eurooppalaiseen ERTMS/ETCS-järjestelmään. ERTMS-järjestelmän tarpeisiin tietoliikenneyhteyksien näkökulmasta vaikuttaa merkittävästi taso, joka Suomessa tullaan toteuttamaan. ERTMS voidaan toteuttaa kolmella eri tasolla:

- Tasolla 1 junien kulunvalvontajärjestelmä toteutetaan pistemäisenä. Se vastaa toteutukseltaan läheisimmin nykyisin käytössä olevaa JKV-toteutusta, jossa tieto radanvarren ja junan välillä välitetään pistemäisesti baliisien avulla. *Taso 1 yksi ei mahdollista automaation käyttöönottoa.*
- Tasolla 2 junien kulunvalvonta toteutetaan jatkuvana, jolloin saadaan parempi näkyvyys rataverkon kapasiteettiin. Tasolla 2 asetinlaite varmistaa kulkutiet, mutta ajolupa välitetään veturilaitteille ja kuljettajalle langattoman radiosuojastuskeskuksen (RBC) kautta. Taso 2 mahdollistaa automaation tehokkaan käyttöönoton.
- Tasolla 3 junien kulunvalvonta toteutetaan jatkuvana ja juna ilmoittaa sijaintinsa langattomasti radiosuojastuskeskukselle. Tasolla 3 radanvarsilaitteistoa ei hyödynnetä junan sijainnin määrittämiseen, vaan junan sijainnin määrittäminen perustuu pyörän pyörimistä laskevaan takometriin, gyroskoopilla ja kiihtyvyyssanturilla suoritettavaan hitausmittaukseen, satelliittipaikannukseen tai näiden yhdistelmiin. Junan paikantaminen määritetään langattoman verkon kautta kuten tasolla 2. Taso 3 ei tällä hetkellä ole käytössä, mutta EU:n rahoittamassa ja monen eri eurooppalaisen raideliikennetoimijan yhteistyöhankkeessa ERSAT GGC on testattu satelliitteja raideliikenteen kulunohjauksessa.

Tasojen 2 ja 3 keskeinen komponentti on Radiosuojastuskeskus (RBC, engl. Radio Block Centre), joka laskee ajolupatiedot ja välittää ne veturilaitteille. Radiosuojastuskeskus liitetään asetinlaitteeseen ja tiedonkulku tapahtuu jatkuvatoimisesti langattoman verkon kautta. Suomessa suurimpaan osaan nykyisin käytössä olevista asetinlaitteista ei ole mahdollista rakentaa kustannustehokkaasti rajapintaa radiosuojastuskeskukselle, joten jo tasolla 2 joudutaan uusimaan myös asetinlaite.

Turvallisuuden vaatima tiedonsiirto edellyttää varmaa radioyhteyttä. ERTMS tasolla 2 ja 3 tiedonsiirtoyhteydet ja komponentit on oltava varmistettu ja/tai kahdennettu. Jokaiselle junalle on oltava koko ajan varmistettu riittävä kapasiteetti, vaikka kaikki junat olisivat samaan aikaan yhteydessä radiosuojastuskeskukseen.

#### *Modulaarinen liikenteen ohjauksen konsepti*

RCA (Reference CCS Architecture) on konsepti, joka määrittelee sekä jaottelee uudelleen nykyisten rautatiejärjestelmien toimintoja sekä standardoi puuttuvat rajapinnat näiden osien välillä. Esimerkiksi nykyisen asetinlaitteen toiminnat on RCA:ssa määritelty erillisiin osiin, joissa on selkeät rajapinnat. Toiminnallisuudet voidaan sijoittaa suhteellisen vapaasti erilaisiin laitteistokokonaisuuksiin ja niiden selkeä jakaminen auttaa muun muassa turvatoimintojen parempaan ja selkeämpään määrittelyyn.

RCA konseptina käsittää asioita suhteellisen laajasti aina liikenteenohjauksen järjestelmistä ja radioverkkopohjaisesta ohjauksesta (ETCS L2/3) ATO:n saakka. Liikkuvan kaluston laitteisto ei ole konseptissa mukana. Konseptiin kuuluu myös standardoidut määrittelytyökalut, joita käyttämällä voidaan välttää iso osa testauksesta ja näin saavuttaa tehokkuutta ja kustannusten alenemista.

Isoin muutos nykyisiin kokonaisuuksiin on tarkkaan määritellyt rajapinnat. RCA kokonaisuudessa käytetään olemassa olevia speksejä, kuten ETCS, EULYNX, ja määritellään puuttuvat. Tämä lisää kilpailua ja sitä kautta odotetaan myös ketterämpiä toimintamalleja.

Viimeisen tiedon mukaan konseptia aletaan testaamaan 2021 ja ensimmäinen käyttöönotto liikenteelliseen toimintaan olisi 2023 (Sveitsissä). Kehitys on nopeaa, jos sitä vertaa siihen mihin rautatiemaailmassa on totuttu ja tämä on yksi kehittäjien tavoitteista. Tällä hetkellä käydään myös ERA:n kanssa keskustelu siitä, miten konsepti saadaan osaksi nykyisiä ETCS:n speksejä.

### Kysymys 23: Minkälaisia mahdollisuuksia näette kehitteillä olevan modulaarisen RCA-mallin tarjoavan Suomen raideliikenteen automaation edistämiseksi?

#### *Paikantaminen*

Raideliikenteen operaattorit ovat käynnistäneet kokeiluita, joilla kehitetään satelliittiteknologiaa hyödyntäviä liikenteenohjausjärjestelmiä. Vaikka EU:n satelliittijärjestelmä Galileo on avoin lähtökohdiltaan, on siinä niin kutsuttu PRS (Public Regulated Service) eli julkisesti säännelty palvelu. Se on varattu julkishallinnon valtuuttamille käyttäjille. Palvelussa tarjotaan vahvasti salattuja signaaleja sovelluksille, jotka edellyttävät palvelun jatkuvuutta normaalioloissa ja niiden häiriötilanteissa sekä poikkeusoloissa.

PRS-palvelun saatavuutta ohjaavat Euroopan unionin tasolla määritellyt viranomaiset. Laitteiden jakelusta vastaavat EU:n jäsenvaltioiden viranomaiset. Käyttöoikeudet myöntää kansallinen PRS-viranomainen, joka Suomessa on ollut 1.1.2019 alkaen Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Tämän hetken arvion on, että PRS on käytettävissä 2022-2023.

Galileon PRS-palvelun toteutusmallia mietitään paraikaa käynnissä olevassa valtioneuvoston periaatepäätöstyössä. On todennäköistä, että rautatieliikenteen turvallisuutta voitaisiin parantaa PRS-palvelun tarjoaman lisävarmuuden kautta.

#### *Kiinteät ja mobiiliverkot*

Rautatieliikenteessä hyödynnetään mobiiliyhteyksiä ja kiinteitä yhteyksiä. Kaupalliset palveluntarjoajat tuottavat pääosin mobiiliyhteydet, joita hyödynnetään muun muassa kuljettajien päätelaitteisiin, urakoitsijoiden mobiiliyhteyksiin sekä matkustajien tiedonsiirtoon. Kaupallisten mobiiliyhteyksien lisäksi rautatieliikenteen käytössä on Erillisverkkojen tuottama viranomaisverkko Virve, jota käytetään puheviestintään viranomaisten kesken sekä viranomaisten ja raideliikenteen välillä.

Rautatieliikenteen keskeisimmät tietoliikenneyhteydet, kuten turvalaitteiden yhteydet, on toteutettu kiinteinä yhteyksinä. Kiinteitä yhteyksiä on toteutettu perustuen kupariin ja valokuituun. Rautatieliikennettä palvelevat telekaapelit omistaa osin Väylävirasto ja osin Cinia, jolle rautatieliikenteen telekaapelien omistajuus on päätyntä historiallisista syistä. Telekaapeleiden tarkasta sijainnista ja niiden omistajuudesta ei ole aina tarkkaa yhteistä tietoa ja investoinnit uusiin kaapeleihin toteutetaan tarpeen mukaan.

Finrail omistaa pääosin kiinteät yhteydet asemilla (liittyen muun muassa asemien ja ratapihojen kameravalvontaan sekä matkustajainformaatio- ja kuulutuspalveluiden laitteisiin). Yhteydet asemille Finrail hankkii kaupallisilta operaattoreilta. Finrail ei itse omista ohjausjärjestelmissä tarvitsemiaan

kuituja. Kaikki rautatiealueella sijaitsevat kaapelit eivät palvele vain rautatieliikennettä, vaan rautatiealueilla on operaattorien telekaapeleita, joita käytetään myös muihin tarkoituksiin.

Väyläviraston rautatieliikennettä palveleva sähköverkko on toteutettu pääosin ratojen sähköistyksen (ratajohto) sekä muiden radan käyttöä palvelevien toimintojen tarpeisiin (esimerkiksi valaistus, vaihteenlämmitys ja rakennukset). Sähkökaapelointi on toteutettu vaihtelevasti maahan, kaapelikanaviin sekä ilmajohtoina. Rata-alueiden sähköliittymät ovat pääosin Väyläviraston hallinnassa, mutta osa on myös yhteisomistuksessa.

Rautatiealueilla kiinteät tietoliikenneyhteydet on sijoitettu hyvin vaihtelevasti. Nykyisen ohjeistuksen mukaan uusissa ratahankkeissa ja vanhojen ratojen parannuksissa radan viereen toteutetaan betonisia kaapelikanavia, joihin tele- ja sähkökaapelit voidaan sijoittaa. Tätä pidetään yleisesti ottaen hyvänä käytäntönä. Osa nykyisistä kaapelikanavista on täynnä, joten uusien kaapelien sijoittaminen ja vanhojen kaapeleiden jatkaminen on hankalaa. Jatkossa kaapelikanavien mitoituksessa tulee kiinnittää erityistä huomioita myös tulevaisuuden tarpeisiin. Vanhoilla rataosuuksilla telekaapeleita kulkee myös aurattuna sepelin joukkoon sekä ilmajohtoina. Yksittäistapauksissa kaapeleita voi kulkea myös kuormitetussa rakenteessa kiskojen alla, jolloin käytännössä niiden ylläpito on mahdotonta uusiminen edellyttää lähes poikkeuksetta uusien kiinteiden yhteyksien toteuttamista.

Raideliikenteen operoinnin näkökulmasta tietoliikenneyhteyksien tilanne on hyvä suhteessa nykyisten ja tulevaisuuden palveluiden tarpeisiin. Rautatieympäristössä on paljon kiinteitä yhteyksiä, jotka on toteutettu raideliikenteen ohjauksen tarpeisiin ja siten tarjoavat riittävät tietoliikenneyhteydet. Turvalaitejärjestelmään liittyvät tietoliikenneyhteydet on niiltä vaaditun turvallisuustason vuoksi pidettävä erillään muusta tietoliikenneverkosta.

Toisaalta tällä hetkellä käytävä keskustelu uusien tiedosiirtoteknologioiden vaikutuksesta turvajärjestelmien kehittämisessä. Esimerkiksi TRMCS-työn yhteydessä on kartoitettu vaihtoehtoa, että IP-pohjaiset rataaiteet kytketään keskitettyyn asetinlaitteeseen radioverkon kautta. Tämä mahdollisuus toisi merkittäviä kustannussäästöjä.

Nykytilanteessa keskeiset kehittämistarpeet kohdistuvat vanhojen kaapeleiden uusimiseen sekä langattomien yhteyksien parantamiseen syrjäisimmillä rataosuuksilla. Langattomien yhteyksien parantumisesta hyötyisivät rautatieliikenteessä erityisesti matkustajat, urakoitsijat liikenteenohjaajat sekä junankuljettajat (päätelaitteiden käyttö ja puheviestintäyhteydet). Tarkkaa tietoa käytössä olevista tietoliikenneyhteyksistä, niiden laadusta, omistajuudesta ja sijainnista on myös tarve kehittää.

#### *Raideliikenteen viestintäyhteydet*

Raideliikenteen puheviestintä perustuu nykyisin Väyläviraston tuottamaan liikenteenohjaajien viestintäverkkoon (LOV) sekä Erillisverkot Oy:n tuottamaan Virve (1.0) viranomaisverkkoon. Liikenteenohjaajien viestintäverkko yhdistää liikenteen ohjauskeskukset toisiinsa kiinteällä valokuitu- ja kupariyhteydellä, jotka ovat osin Väyläviraston ja osin niistä vastaavana palveluntuottajana toimivan Cinian omistamia. Liikenteen ohjaus on yhteydessä junien kuljettajiin Virve-verkon (1.0) kautta. Virve (1.0) - verkko on tarkoitettu pääasiassa puheviestintään eikä tue tiedonsiirtotarpeita, kuten nykyiset kaupalliset mobiiliyhteydet. Virve 1.0 tullaan asteittain korvaamaan 2020-luvun alussa toteutettavalla Virve 2.0- viestintäpalvelulla jonka käyttöönotto raideliikenteessä selvitetään vielä erikseen. Nykyisten suunnitelmien mukaan nykyinen Virve-verkko säilyy käytettävissä vähintään 2020-luvun loppupuolelle asti.

Raideliikenteen viestintäjärjestelmän seuraavan sukupolven standardointia tehdään tällä hetkellä Kansainvälisessä rautatieliitossa UIC:ssä. Tämä niin kutsuttu FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) tulee perustumaan 5G standardeille ja se rakennetaan niin, että sitä voidaan jatkossa päivittää seuraavien sukupolvien teknologisilla ratkaisuilla. Tavoitteena on, että uutta datayhteysrakennetta aloitetaan kokeilla 2022 ja tuotantoon se saataisiin 2025.

Kansainvälisesti ja EU:ssa tulee huolehtia siitä, että toiminta raideliikenteen automaation hyväksi perustuu teknologianeutraaliin toimintamalliin, jossa kaikkia tarjolla olevia teknologioita on mahdollista hyödyntää tasapuolisesti. Kehitystyössä tulee myös huomioida laajempi kaupunkien ja liikennejärjestelmän teknologia-, digitalisaatio- ja automaatiokehitys. Tämä koskettaa raideliikennettä erityisesti radio- ja viestintäverkkoteknologian osalta.

Teknologianeutraalisuus on välttämätöntä, mikäli rajat ylittävien raideliikenteen kulunvalvontapalvelujen tarjontaa halutaan parantaa koko EU:n alueella ja turvata eurooppalaisen teollisuuden kilpailukyky suhteessa Euroopan ulkopuolisiin markkinoihin.

Kehitystyössä tulee mahdollistaa olemassa olevien matka- ja hybridiviestintätekniikoiden hyödyntäminen, joka osaltaan luo edellytykset 5G-teknologian kehitykselle ja vauhdittaa käyttöönottoa.

Tällä hetkellä EU:ssa tulee käyttää vain raideliikenteen käyttöön dedikoitua radioverkkoa GSM-R:ää. Suomella on poikkeuslupa käyttää viranomaisverkko VIRVE:ä raideliikenteessä. Tämän poikkeusluvan myötä on ollut mahdollista koko maan kattava GSM-R –verkon purkaminen ja tätä kautta on saavutettu huomattavia kustannussäästöjä.

### *Kehitystarpeita*

Raideliikenteestä ei ole toistaiseksi tunnistettu ERTMS-kehitystä (tasot 2 ja 3) lukuun ottamatta sellaisia merkittäviä käyttötapauksia, jotka nimenomaisesti edellyttäisivät ylempien taajuuksien 5G-verkon toteutumista. Aikataulullisesti ERTMS-toteutus näyttää sijoittuvan aikaisintaan 2020-luvun loppupuolelle, joten lähitulevaisuudessa ei ole tunnistettavissa siihen liittyviä toteutustarpeita.

Raideliikenteessä tarvittavan tehokkaan viestintäinfrastruktuurin (kiinteät ja mobiiliverkot) kehittämiseksi tehtävät toimenpiteet ovat hyvin samankaltaisia kuin tieliikenteessä. Keskeistä on julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden yhteistyön tiivistäminen ja systematisointi. Myös sähkönsyötön kehittämistä ja passiivirakenteiden suunnittelua tarvitaan rautateilläkin.

[Kysymys 24: Liikenteenohjauksen kehittämisen \(Digirata/ERTMS-kehitystyö\) lisäksi, mitä kehitystarpeita siirtyminen automaattiseen ja osin autonomiseen liikenteeseen edellyttäisi?](#)

## **9.4 Raideliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri**

Fyysiseen infrastruktuuriin liittyvät kysymykset raideliikenteessä liittyvät lähinnä infrastruktuurin kapasiteettiin ja kuntoon. Tällä hetkellä ei ole tiedossa, että automaatio kohdistaisi fyysiseen rautainfrastruktuuriin erityisiä vaatimuksia. Suurimmaksi osaksi automaatiojärjestelmissä kyse on kulunvalvonnasta ja –ohjauksesta sekä viestintäjärjestelmistä ja paikantamisesta, joita on jo käsitelty edellä digitaalisen infrastruktuurin ja tiedon hyödyntämisen yhteydessä.

Rataverkon kunto liittyy siihen, kuinka suuret hyödyt pitkälle automatisoidusta raideliikenteestä saadaan. Kulunvalvonnan ja –ohjauksen kehittyminen todennäköisesti mahdollistaisi suuremmat nopeudet ja kapasiteetin käyttöasteen noston, mutta kysymys on siitä, missä määrin rataverkon kunto antaa myöden. Myös jo aikaisemmin mainittu yksiraiteisuus saattaa aiheuttaa haasteita tehostuspyrkimyksille.

Lisäksi Digirata-hankkeen kapasiteettianalyysissä on huomattu pullonkaula-alueita, joihin voidaan kulunvalvonnan kehittämisellä vaikuttaa. Toisaalta nämä alueet vaatisivat kiinteitä infrastuktuuri-investointeja, jotta koko raideliikennejärjestelmän tehokkuutta voitaisiin nostaa ja automaatiota erityisesti kulunvalvonnassa voitaisiin mahdollisimman täysimääräisesti täydentää.

Raideliikenne on kokonaisuus, jossa eri toimijoiden yhteistyötä luo huomattavan paljon lisäarvoa kaikille osapuolille. Tämän vuoksi raideliikenteessä kaikkien toimijoiden avointa vuoropuhelua on syytä tehostaa muun muassa palvelutasotavoitteiden määrittelemisessä ja yleisen ymmärryksen lisäämisessä.

[Kysymys 25: Miten raideliikenteen fyysisen infrastruktuurin kehittymistä voitaisiin mielestänne parhaiten edistää?](#)

## **10 Ilmaliikenne (miehittämätön ilmailu/dronet)**

### **10.1 Yleiskatsaus droneliikenteen automaation tilaan**

#### *Yleistä*

Miehittämättömien ilma-alusten käyttö on lisääntynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana huomattavasti. Miehittämättömiin ilma-alusten tuotekehitys ja eri tarpeita palvelevien miehittämättömien ilma-alusten valmistuksen arvioidaan olevan tulevien vuosien suurimpia kasvualoja Euroopassa ja maailmanlaajuisesti. Jo lähivuosien markkinoiden arvon on eri muodoissaan esitetty kasvavan globaalisti kymmenien miljardien eurojen kokoluokkaan.

Miehittämättömässä ilmailussa kehitetään jatkuvasti erilaisia teknologisia ratkaisuja, joilla parannetaan muun muassa miehittämättömien ilma-alusten avulla tapahtuvaa tiedonsiirtoa, laitteiden kapasiteettia tavaroiden kuljettamiseksi sekä laitteiden toimintasädetä. Käytössä olevat miehittämättömän ilmailun automaatoratkaisut edustavat kuitenkin vielä miehittämättömän ilmailun kehityksen alkuvaihetta. Tällä hetkellä käytössä olevat ratkaisut edellyttävät esimerkiksi tiedonkäsittelyn suhteen paljon manuaalista työtä, eikä laitteiden kapasiteetti mahdollista pitkien matkojen tai painavien lastien kuljettamista. Myös erilaiset pidemmän toimintavälin ratkaisut odottavat vielä tehokkaampia verkkoratkaisuja muun muassa tiedonsiirron nopeuttamiseksi ja miehittämättömän ilmailun lennonvarmistusjärjestelmän luomiseksi. Miehittämättömän ilmailun automaation edistäminen edellyttääkin yleisesti ottaen alan teknologian kehittymistä ja tiedon hyödyntämisen keskitettyjä ratkaisuja.

Miehittämätön ilmailu on yleisesti ottaen aktiivisen kehitystyön kohteena ja myös automaatiokehityksen voidaan arvioida ottavan suuren kehitysaskelen vielä lähitulevaisuudessa. Ilmatila, lentosäänot ja lennonvarmistus (U-Space) näyttelevät myös isoa roolia miehittämättömän ilmailun integraatiossa muun liikenteen joukkoon.

Suomessa on ollut ja on tälläkin hetkellä käynnissä useita erilaisia kokeilu- ja pilottihankkeita, joissa selvitetään ja testataan miehittämättömien ilma-alusten käyttömahdollisuuksia laajasti eri toimialoilla. Miehittämättömien ilma-alusten hyödyntämistä testataan laajasti muun muassa metsien

hoidossa, säänseurannassa, ja teiden pintojen havainnoinnissa. Lisäksi miehittämättömien ilma-alusten hyödyntämistä selvitetään muun muassa ruokalähetysten kuljettamisessa, liikenteen valvomisessa, onnettomuuksien havaitsemisessa, tavaroiden ja ihmisten kuljetuksessa sekä vanhusten ja erityistarpeita omaavien ihmisten kotihoidossa. Lisäksi on tunnustettu, että miehittämättömästä ilmailusta voitaisiin hyödyntää logistiikan tehostamisessa ja uusissa multimodaaleissa palveluissa, kuten niin sanotussa first & last mile –toiminnassa. Tutkimus- ja kehittämishankkeissa ovat mukana sekä yksityinen että julkinen sektori.

Miehittämättömien ilma-alusten hyödyntäminen jakautuu monille eri toimialoille. Miehittämättömän ilmailun automaation laaja-alainen hyödyntäminen erilaisissa käyttötarkoituksissa on kuitenkin vielä kehityskaarensa alussa. Tällä hetkellä lähinnä pienten yritysten tarjoamat ilmakeinon palvelut muodostavat suurimman osan miehittämättömien ilma-alusten kaupallisesta toiminnasta. Muita tyypillisiä toimintoja ovat erilaiset rakennusten ja rakenteiden tarkistamiset sekä kartoitukset ilmasta käsin. Näitä palveluja tarjoavat suuremmatkin yritykset esimerkiksi kiinteistöhuollon ja rakentamistoiminnan aloilla. Uusia tutkimushankkeita ja miehittämättömästä ilmailusta hyödyntäviä kokeiluja tehdään kuitenkin jatkuvasti. Kokeiluja ja tutkimusta tehdään sekä julkisen että yksityisen sektorin puolella. Hankkeissa selvitetään monipuolisesti miehittämättömän ilmailun tarjoamia mahdollisuuksia ja hankkeiden avulla myös yksityiset palveluntarjoajat voivat kehittää ja kokeilla omien teknologisten ratkaisujensa toimivuutta.

Usean toimijan yhteishanke GOF U-Spacessa selvitettiin erilaisia miehittämättömän ilmailun lennonvarmistuspalveluita koskevia ratkaisuja ja tiedonsiirtoon liittyviä kysymyksiä. Hankkeessa testattiin eri lennonvarmistuspalvelua tarjoavien tahojen tiedonsiirtojärjestelmää, miehittämättömän ilmailun integraatiota sekä mobiiliverkkojen soveltuvuutta käytettäväksi ilmassa. Suomessa on myös erilaisia testiympäristöjä miehittämättömän ilmailun kehittämiseksi, kuten Pyhtään dronikeskus, Karstulan seudun kehittämissympäristö, Ouluzone-testiympäristö ja Arctic Drone Labs. Ilmatieteenlaitos on tutkinut miehittämättömien ilma-alusten käyttöä 3D-kuvien ottamisessa teiden pinnasta ja kunnosta sekä sään ja ilmansaasteiden mittauksessa. Ilmatieteenlaitos on myös kehittänyt niin sanottua säätietopalvelua miehittämättömille ilma-aluksille, jota eri tahot voisivat hyödyntää omassa toiminnassaan. Maanmittauslaitoksella on puolestaan tutkittu miehittämättömien ilma-alusten hyödyntämistä karttojen valmistuksessa, kuvamittauksessa ja lämpökuvauksessa. Miehittämättömiä ilma-aluksia hyödynnetään myös maataloudessa muun muassa rikkakasvien ja kasvisairauksien tunnistamisessa. Metsäkeskus tutkii miehittämättömien ilma-alusten hyödyntämistä metsiin kohdistuvissa maastotarkastuksissa ja metsätuhojen seurannassa.

Helsingin kaupungin innovaatioyhtiö Forum Virium tutkii miehittämättömän ilmailun hyödyntämismahdollisuuksia ja yhtenä näkökulmana on hiilineutraalien multikoptereiden käytön kehittäminen ja tukeminen. Wing Oy on puolestaan tuonut miehittämättömien ilma-alukset Helsinkiin päivittäistavaroiden kuljetuksiin. Vantaan kaupungin Aviapolis -hankkeessa yhtenä tavoitteena oli puolestaan dronilogistiikan avulla saavuttaa nopeammat toimitusajat, edullisemmat jakelukustannukset ja alhaisemmat päästöt.

Tampereen yliopiston ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteishankkeessa on puolestaan tutkittu miehittämättömien ilma-alusten käyttöä terveydenhuollossa, lääkkeiden kuljetuksissa, sekä erityistarpeita omaavien ihmisten avustamisessa. Myös Puolustusvoimilla, Rajavartiolaitoksella, poliisilla ja pelastuslaitoksilla on omia erityisesti niiden käyttötarkoituksiin kehitettyjä miehittämättömän ilmailun ratkaisuja, joissa hyödynnetään erilaisia kameravalvontaratkaisuja.



Suomessa miehittämättömän ilmailun tuotekehitystä on vielä vähän, eikä varsinaista laitevalmistusta juuri ole. Multikoptereita tuodaankin lähinnä ulkomailta. Maassa on muutamia multikoptereiden kokoonpanoon, huoltoon, tekniseen ja kaupalliseen tuotekehitykseen, ohjelmistojen kehittämiseen ja myyntiin erikoistuneita yrityksiä sekä myös tutkimuslaitosten ja oppilaitosten tutkimustoimintaa. VideoDrone on Suomen ensimmäinen ammattikäyttöön tarkoitettujen multikoptereiden valmistaja, joka tuottaa ratkaisuja tekniseen ilmakuvaukseen, kartoitukseen, tarkastukseen ja mittaustehtäviin. Rumble Tools valmistaa puolestaan autonomisesti toimivia robottikoptereita teollisuuden alan tehtaiden ja toimijoiden tarpeisiin. Laitteilla on omat telakka-asemansa, joissa laitteet lataavat itse itsensä, ja siten ne ovat toimintavalmiita vuorokauden ympäri. Robots Expert auttaa yhtiöitä ja eri toimijoita miehittämättömän ilmailun käyttöönotossa ja tarjoaa ohjeistusta ja verkostojaan miehittämättömän ilmailun toimijoille. Wuudis tarjoaa mobiililaitteilla toimivia käyttöliittymiä metsäomaisuuden hallintaan ja hyödyntää multikoptereita metsätiedon automaattiseen tuottamiseen. Miehittämättömän ilmailun kaukotoimintoalustoja kehittää taas Fleetonomy. Alustoilla ihmiset voivat ohjata automatisoituja ajoneuvoja ja kuljetuskalustoja etäisesti ja seurata muiden ajoneuvojen paikkatietoja.

Kysymys 26: Pitääkö yllä mainittu yleiskuvaus miehittämättömän ilmailun automaation nykytilasta paikkaansa? Mitä muuta yleiskuvauksessa tulisi tuoda esiin?

## **10.2 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen droneliikenteessä**

### *Yleistä*

Tiedon jakamisen näkökulmasta keskeinen kysymys on, millaista tietoa eri osapuolten pitäisi pystyä vaihtamaan, jotta miehittämättömien ilma-alusten liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta voitaisiin edistää. Tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen on merkittävässä asemassa pyrittäessä yhtäältä edistämään liikenteen automaatiota ja toisaalta ylläpitämään sen turvallisuuteen ja sujuvuuteen liittyviä osa-alueita.

Miehittämättömät ilma-alukset voivat kerätä ja jakaa tietoa myös itse. Miehittämättömien ilma-alusten avulla voidaan kerätä hyvin monenlaista tietoa tehokkaammin kuin muilla käytettävissä olevilla keinoilla. Kykeneväisyys tiedon keräämiseen ja jakamiseen perustuu muun muassa kameroihin, joiden avulla mahdollistetaan esimerkiksi liikennelaskennan toteuttaminen. Tietoa voidaan lisäksi kerätä esimerkiksi rekisteröinneistä, toimijoista, laitteista sekä pysyvistä tai tilapäisistä lentoesteistä. Erilaisissa pilottihankkeissa on myös onnistuneesti kerätty erilaisiin sääolosuhteisiin liittyvää tietoa kosteuden ja pilvien tutkimisen ja meteorologisen mittaamisen avulla. Tiedon tehokkaan keräämisen ja jakamisen näkökulmasta esimerkiksi taajuuksiin liittyvät kysymykset ajankohtaistuvat, kuten myös kaupunkiympäristöissä suunniteltavat kaupunkien HD-mallit.

### *Miehittämättömien ilma-alusten automaation vaatiman tiedon jakaminen*

Miehittämättömän ilmailun automaation edistämiseksi tietoa olisi saatava muun muassa sääolosuhteista, lentoesteistä sekä miehitettyjen että muiden miehittämättömien ilma-alusten sijainneista. Sää-tietojen olisi oltava tarkempia kuin keskimäärin, sillä sääolosuhteet olisi määriteltävä kerroksittain 20 metrin välein. Myös maanpinnan muodoista olisi kyettävä saamaan ja jakamaan tietoa. Tätä tietoa miehittämättömät ilma-alukset voisivat mitata itse.

Miehittämättömien ilma-alusten välillä tapahtuvan tiedon jakamisen lisäksi tietoa tultaisiin tuottamaan eri toimijoille ja vastaanottamaan näiltä toimijoilta. Ilmatieteen laitos on kehittänyt sääpalvelun

miehittämättömien ilma-alusten kulkureittien suunnitteluun. Palvelusta saa reaaliaikaista säätietoa valitsemaalleen reitille, ja se sisältää säätaulukon, josta näkee lyhyen ajan sääennusteen ja valitun reitin tuulitiedot, lämpötilan, pilvenkorkeuden, näkyvyyden ja sademäärän. Palvelun tarkoituksena on antaa säätietoa ihmiskäyttäjille, jotka voivat tiedon saatuaan suunnitella miehittämättömän ilma-aluksen reitin tai valita mahdollisesti käytössään olevista laitteista kyseiseen säätilaan sopivimman. Tulevaisuuden tavoitteena on, että miehittämätön ilma-alus, joka mittaa säätietoja välittää kyseiset tiedot suoraan niitä tarvitseville miehittämättömille ilma-aluksille siten, ettei ihmisen tarvitsisi enää käsitellä reittien säätietoja. Tekniikan kehittyessä on mahdollista saada kerättyä ja välitettyä satojenkin kilometrien pituisten reittien säätiedot. Olosuhdesäätä tullaan saamaan jatkossa myös yksittäisiltä toimijoilta, ja miehittämättömien ilma-alusten käyttäjien toivottaisiin jakavan säätietoa myös muille toimijoille. Tämä kehitys täydentäisi säätietopalvelua ”määrä korvaa laadun” -tyyppisesti. Kulkureitit kulkevat tällä hetkellä lähinnä vertikaalisesti, ja miehittämätön ilma-alus kerää tietoa alas tullessaan. Säättä mittaavat miehittämättömät ilma-alukset kulkevat tällä hetkellä lähinnä vertikaalisesti, ja keräävät tietoa alas tullessaan. Miehittämättömien ilma-alusten käyttö mahdollistaa tarkemman reitti-kohtaisen sään mittaamisen myös siksi, että sitä voidaan käyttää myös horisontaalisesti.

Säätietojen lisäksi miehittämättömien ilma-alusten olisi tulevaisuudessa pystyttävä vastaanottamaan ja jakamaan tietoa muun muassa lentoesteistä ja muiden ilma-alusten sijainneista, jotta alan automaation kehittyminen voitaisiin katsoa mahdolliseksi. Lentoesteiden osalta on syytä huomioida sekä pysyvät että tilapäiset esteet. Tällöin esteiden havaitsemisjärjestelmän täytyisi pohjautua reaaliaikaisiin tietoihin. Joissakin miehittämättömissä ilma-aluksissa on jo nyt toimintoja, joiden avulla ne pystyvät väistämään esteitä, mutta järjestelmää tulisi pyrkiä kehittämään kollektiivisemmaksi. Muiden lennokkien sijaintitietojen saatavuus perustuu tällä hetkellä myös hieman toisistaan poikkeaviin järjestelmiin.

### *Tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen*

Miehittämättömien ilma-alusten automaation kehittyminen vaatii tuekseen toimivan lennonvarmistusjärjestelmän, jonka kautta alusten olisi mahdollista saada lentoreittiensä kannalta oleellista tietoa. Eri toimijoiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella miehittämättömän ilmailun lennonvarmistusjärjestelmä U-space vastaisi alan tiedonjaon infrastruktuurin kehittämistarpeeseen parhaiten. Käytännön reittisuunnittelun kannalta kyse on siitä, että miehittämätön ilma-alus välittäisi U-space – palveluntarjoajalle tiedon suunnitellusta määränpäästään ja järjestelmä puolestaan välittäisi alukselle sähköisesti tiedon määränpäähän sopivasta reitistä. Skenaario perustuu oletukseen siitä, että alus halutaan lennättää pisteestä A pisteeseen B tai pisteestä A pisteeseen A, eikä sitä haluta ainoastaan lennättää ilmassa ilman tarkkaa määränpäättä. Oletuksena kaikki lennot tekevät määrämuotoisen lentosuunnitelman aiotusta reitistä.

Lennonvarmistusjärjestelmän hyödyntäminen miehittämättömän ilmailun automaatiassa perustuisi sen asemaan tiedon solmukohtana. Tämä tarkoittaa sitä, että erilaiset kansalliset toimijat voisivat välittää keräämänsä tietoa suoraan järjestelmään, jonka kautta relevantti tieto välitettäisiin sähköisesti ilma-alusten käyttöön. Toimitettava tieto voisi luonnollisesti tulla myös jo lennossa olevilta aluksilta, joiden kautta olisi mahdollista saada reaaliaikaista tietoa erilaisista niiden havaitsemista reittisuunnitteluun vaikuttavista seikoista.

Lennonvarmistusjärjestelmän lanseeraaminen voisi ratkaista useita alalla pinnalla olevia haasteita. Myös M2M-viestinnän mahdollistaminen helpottuisi. GOF U-Space -hankkeessa ollaan jo kokeiltu eri kokoluokkiin kuuluvien miehittämättömien ilma-alusten sisällyttämistä samaan liikenteenohjaus-

järjestelmään. Kyse on tällä hetkellä kuitenkin vielä pelkästään kokeiluiden asteella tapahtuvasta toiminnasta. Lennonvarmistusjärjestelmän kehittäminen yksittäisistä kokeiluista toimivaksi ekosysteemiksi tulee vaatimaan tietoa vastaanottavan ja sitä eri palveluntarjoajien kautta aluksille välittävän toimijan. Näin ollen lennonvarmistusjärjestelmän periaatteellinen toimintatapa ja sen potentiaaliset hyödyt ovat toimintakentällä melko hyvin tiedossa, mutta itse ekosysteemin kehittäminen vaatii vielä paljon konkreettisia toimenpiteitä.

Lennonvarmistusjärjestelmän kehittämisen kannalta merkittävää on se, minkä sisältöiseksi EU:n komission ja EASAn valmistelun alla olevan niin kutsutun miehittämättömän ilmailun lennonvarmistusjärjestelmän luomista koskevan U-Space – sääntelyn sisältö muodostuu. U-Space on konsepti, joka perustuu nimenomaan siihen, kuinka miehittämättömät ilma-alukset voivat kommunikoida keskenään alustana toimivan palvelun kautta. U-Space -konsepti perustuu kaiken turvalliseen lentämiseen tarvittavan tiedon välittämiseen ja tuottamiseen toimijoille. Tiedonvälityksessä pyritään hyödyntämään yleisiä viestintäverkkoja. Kaikkien ilma-alusten sijaintitiedot tulisi olla saatavilla järjestelmästä. Reaaliaikainen kuva ilmatilarakenteista on myös vaatimuksena järjestelmän toimivuudelle. Toimijoiden varmentaminen erilaisilla tunnistilla ja salausavaimilla vähentää tietoturvariskejä. Tiedon saaminen kaikista ilma-aluksista U-Space -järjestelmään vaatii käytännössä jonkinlaista signaalilähetintä miehittyissä ilma-aluksissa, jotka toimivat U-Space -alueiden sisällä. Myös erilaisten signaalilähettimien signaaleja vastaanottavia antennoja tarvittaisiin todennäköisesti lisää.

[Kysymys 27: Millaista automaation kannalta olennaista tietoa tulisi saada säätietojen, lentoesteiden ja muiden miehittämättömien ilma-alusten sijaintien ohella liikkumaan toimijoiden välillä?](#)

### **10.3 Droneliikenteen edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri**

Miehittämättömät ilma-alukset voivat hyödyntää useita eri radiojärjestelmiä ja taajuusalueita toiminnassaan. Nykyistä verkkoinfrastruktuuria ei ole suunniteltu palvelemaan ilmassa olevia käyttäjiä. Siksi digitaalinen infrastruktuuri edellyttää myös ilma-alusten tarpeiden huomioimisen jatkossa. Tilanteissa, joissa alusta lennätetään sen operoijan näköyhteyden sisällä, hyödynnetään yleisesti langatonta lähiverkkoa (WLAN) 2,4 GHz:n ja 5 GHz:n taajuusalueilla. Automaation kehityksen edistyessä matkaviestinverkkojen käyttämisen miehittämättömien ilma-alusten toiminnassa ja tiedonsiirrossa voidaan olettaa yleistyvän. Tällöin kysymykset 5G-verkon hyödyistä tiedonsiirrossa tulevat myös ajankohtaistumaan. Toimijoiden kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella 4G-teknologia riittää kuitenkin melko hyvin nykyisiin käyttötarpeisiin, vaikka 5G-yhteyksien avulla tiedonsiirron viivettä saadaankin pienennettyä. 4G- ja 5G-teknologioiden soveltuvuutta dronejen tietoliikenneyhteyksiksi on tutkittu ja tullaan edelleen tutkimaan useissa eri kokeiluhankkeissa. Esimerkiksi PRIORITY-projektissa<sup>3</sup> tutkitaan ja kokeillaan viranomaisille ja etäyrityksille suunnattuja kriittisiä viestintäratkaisuja. Näissä projekteissa pyritään myös löytämään uusia innovaatioita, joilla 4G- ja 5G-teknologioita pystytään hyödyntämään.

On tärkeää, että myös droneliikenteessä hyödynnetään perusratkaisuna yleisiä viestintäverkkoja ja paikantamisessa satelliittipohjaisia järjestelmiä. Toistaiseksi on vielä epäselvää, missä määrin nykyiset viestintäverkot, niiden tukiasemien sijoittelu ja suuntaaminen vastaavat droneliikenteen tarpeisiin. Digitaalisen infrastruktuurin kehittämisessä on tehtävä selvitys-, tutkimustyötä sekä kokeiluja, minkä lisäksi tarvitaan julkisen ja yksityisen sektorin välistä yhteistyötä tietämyksen lisäämiseksi ja verkkojen tarkoituksenmukaisen rakentumisen vauhdittamiseksi, kuten muissakin liikennemuodoissa.

<sup>3</sup> PRIORITY-konsortioon kuuluu neljä tutkimuskumppania (Oulun yliopisto, Centria-ammattikorkeakoulu, Turun ammattikorkeakoulu ja VTT) sekä 13 yritystä ja viranomaista.

## Kysymys 28: Miten uusilla verkkoratkaisuilla voitaisiin tukea miehittämättömän ilmailun automaation kehitystä?

### **10.4 Droneliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri**

#### *Yleistä*

Miehittämättömien ilma-alusten fyysisen infrastruktuurin kehitykseen liittyy keskeisenä kysymyksenä se, mitä fyysiseksi infrastruktuuriksi mielletäviä elementtejä miehittämättömien ilma-alusten liikenteen edistäminen vaatii. Tällä hetkellä miehittämättömän ilmailun hyödyntäminen ei edellytä erityisiä fyysisen infrastruktuurin ratkaisuja. Tällä hetkellä viranomaisten tai miehittämättömän ilmailua hyödyntävien tahojen keskuudessa ei ole myöskään selvää näkemystä siitä, millaiset fyysistä infrastruktuuria koskevat muutokset olisivat tarpeen miehittämättömän ilmailun automaation edistämiseksi. Esiin nousseet konkreettiset fyysisen infrastruktuurin kehittämistarpeet liittyvät erityisesti ihmisten kuljetukseen miehittämättömällä ilma-aluksilla sekä uusien verkkoratkaisujen luomiseen. Miehittämättömän ilmailun kulkureittien luominen liittyy puolestaan tiedon jakamista ja käytettävissä olevia verkkoja koskeviin kysymyksiin, eikä ole näin ollen riippuvainen fyysisen infrastruktuurin kehityksestä. Miehittämättömän ilmailun automaation välitön kehitys ei vaikuta olevan riippuvainen laajojen fyysisen infrastruktuuriratkaisujen luomisesta, vaan enemmänkin miehittämättömien ilma-alusten teknologian kehittymisestä sekä erilaisten tiedon jakamiseen (lennonvarmistuspalveluiden tuottaminen) liittyvien kysymysten ratkaisemisesta.

Miehittämättömän ilmailun piirissä ei ole selkeää kokonaiskuvaa myöskään siitä, millaisia fyysiseen infrastruktuuriin liittyviä tarpeita ala tarvitsee uusien automaatoratkaisuiden luomiseksi. Tätä tietoa tulisi kerätä erilaisista käynnissä olevista ja jo toteutetuista hankkeista.

#### *Laskeutumispaidat*

Arvioitaessa erilaisia miehittämättömän ilmailun fyysisen infrastruktuurin tarpeita, on esiin noussut tulevaisuuden tarve rakentaa miehittämättömälle ilmailulle tarkoitettuja laskeutumis- ja tavaroiden purkupaikkoja. Tarvittaviin tilaratkaisuihin vaikuttaa se, voitaisiinko esimerkiksi miehittämättömien ilma-alusten latauspaikkoja käyttää myös tavaroiden lastaus- tai purkupaikkoina ja ihmisiä kuljettaessa ilma-alusten pysähdyspaikkoina. Vaihtoehtoisesti miehittämättömän ilma-alus voisi viedä kuljettamansa kuorman tai ihmiset perille määränpäähensä. Siten ne toimisivat osana logistiikkaketjua.

Jos miehittämättömiä ilma-aluksia käytettäisiin suurissa määrin tavaroiden ja myös ihmisten kuljetukseen, laskeutumisalustoja olisi rakennettava ympäri kaupunkia ja taajamia. Niiden yhteyteen mahdollisesti rakennettavien tavaroiden purkamispaikkojen tai pysäkkien rakentaminen tulisi muuttamaan infrastruktuuria, ja näin suurten muutosten voidaan arvioida vaikuttavan myös kaupunkien kaavoitustyöhön. Laskeutumisalustojen rakentamiseen on tunnistettu vaikuttavan myös se, miten miehittämättömän ilma-alus liikkuu noustessaan. Tyypillisesti erityisesti pienikokoiset miehittämättömät ilma-alukset nousevat vertikaalisesti ylöspäin, ja niiden nousu- ja laskualustaksi riittää siten pienempi tila kuin isompia kuormia tai ihmisiä kuljettavalla koneella, joka voi tarvita jopa kiitoradan lentoonlähtöön. Arviotavaksi voisi tulla myös rakennusten kattojen hyödyntäminen esimerkiksi pienempien miehittämättömien ilma-alusten latauspisteinä. Latauspisteitä tuskin tullaan tarvitsemaan pienemmille ilma-aluksille, mutta sen sijaan voi syntyä tarve rakentaa riittävän suuria, turvallisia ja avoimia laskeutumispaidkoja, joihin paketteja voidaan jättää. On myös huomioitava, että tilan saaminen mie-

hittämättömän ilmailun käyttöön kaupunki- ja taajama-alueilta, joiden käyttö ja kaavoitus on suunniteltu tarkkaan ja vuosia etukäteen, voi olla haastavaa. Yhteistyöhön kaavoittajien kanssa tulisikin ryhtyä hyvissä ajoin.

### *Akut*

Miehittämättömän ilmailun automaatiokehityksen etenemisen on tunnistettu edellyttävän erityisesti akkuteknologian kehittymistä. Akkuteknologian kehitys mahdollistaisi sen, että miehittämättömät ilma-alukset pystyisivät kantamaan painavampia lasteja ja laitteiden kantosädettä saataisiin kasvatettua. Tällä hetkellä käytössä on sekä täysin akkukäyttöisiä laitteita sekä osittain polttomoottoriratkaisuja hyödyntäviä laitteita. Polttomoottoriratkaisuja käytetään erityisesti silloin, kun miehittämättömän ilma-aluksen kantosäteen tulee olla pidempi. Miehittämättömien ilma-alusten pidempiaikaista käyttöä tukevia ratkaisuja on jo kehitetty akkujen kestävyys jatkuvan kehittämisen lisäksi. Olemassa on esimerkiksi ratkaisu, jossa miehittämätön ilma-alus on ohjelmoitu palaamaan omaan säilytyspaikkaansa ja vaihtamaan akkunsaa tai lataamaan akkunsaa itsenäisesti. Hybriditeknikkaa (akku ja polttomoottori) käytetään myös useassa isommassa miehittämättömässä ilma-aluksessa akkujen riittämättömyyden takia. Vastaavanlaisten ratkaisujen yleistymisen voisi tehostaa miehittämättömiin ilma-aluksilla suoritettavia toimintoja.

Akkuteknologiaa on yleisesti ottaen pidetty ympäristöystävällisempänä ratkaisuna kuin polttomoottorien käyttämisestä miehittämättömässä ilmailussa. Erilaisten miehittämättömien ilma-alusmallien energiankulutusratkaisuja tarkastellaan esimerkiksi Forum Viriumin ”Vähähiilisyttä tukevat dronepalveluratkaisut -projektissa”. Hankkeessa pohditaan muun muassa sitä, olisiko pelkän hiilineutraaliuuden tutkimisen sijaan tutkittava myös sitä, millaisia ympäristövaikutuksia akkujen käyttämisestä aiheutuu. Hankkeessa tarkastellaan myös vetykennojen hyödyntämistä miehittämättömän ilmailun energianlähteenä.

Jotta ympäristönäkökulmalla olisi tosiasiallista vaikutusta miehittämättömän ilmailua koskevassa kehitystyössä, tulisi ympäristönäkökulma ottaa mukaan heti laitteiden valmistusvaiheessa. Ympäristövaikutuksista tulisi myös keskustella laajemmin viimeistään nyt, kun miehittämättömien ilma-alusten käyttö on yleistymässä huomattavasti. Yleisesti ottaen ympäristönäkökulma ja ekologisten ratkaisujen tuottaminen ei vaikuta olevan miehittämättömän ilmailun kehittämisessä keskeinen tekijä ja keskustelu aiheesta on vasta heräämässä toimijoiden keskuudessa. Lisäksi olisi hyödyllistä selvittää, onko miehittämättömien ilma-alusten käytöllä mahdollista korvata muita päästömuotoja ja minkälaisia hyötyjä tästä voisi seurata.

[Kysymys 29: Minkälaista fyysisen infrastruktuurin kehittämistä tarvitaan, jotta miehittämättömän ilmailun automaatio voi kehittyä?](#)

## **11 Vaikutusten arviointi**

Liikenteen automaation on tarkoitus vaikuttaa tulevaisuuden liikenteeseen siten, että se on turvallisempaa, tehokkaampaa ja kestävämpää. Näiden tavoitteiden etenemistä ja etenemisen vauhtia olisi pystyttävä seuraamaan ja mittaamaan. Toistaiseksi seuraaminen ja mittaaminen mahdollistavat indikaattorit ovat vasta kehittymässä niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Vaikutusten arvioinnin kehittäminen on asia, johon on kohdistettava aktiivisia toimenpiteitä jatkotyössä. Yksi tärkeä huomioitava indikaattori vaikutusten arvioinnissa liittyy ihmisten käyttäjäkokemuksiin ja odotuksiin automaattiliikenteessä. Tutkimuksessa on jo jonkin verran seurattu ihmisten turvallisuuskokemusta automaattiliikenteestä. Myös käyttäjäkokemuksiin liittyviä mittareita on syytä kehittää.

## 11.1 Tieliikenne<sup>4</sup>

Kuljettajaa avustavien järjestelmien ja ajoneuvoautomaation vaikutukset jaetaan tyypillisesti suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suorilla vaikutuksilla on suhteellisen selkeä syy-seuraussuhde järjestelmän toimintaan, ja niitä on täten helpompi mitata ja arvioida. Epäsuorat vaikutukset ilmenevät pidemmällä aikajänteellä ja ovat muutenkin hankalammin mitattavissa.

Suoria ovat esimerkiksi vaikutukset turvallisuuteen, henkilökohtaiseen liikkumiseen, ajoneuvon toimintaan ja päästöihin. Epäsuoria puolestaan ovat vaikutukset esimerkiksi väestön terveyteen, infrastruktuuriin ja maankäyttöön.

Erityisesti automaation näkökulmasta tärkeimmiksi turvallisuusvaikutusten indikaattoreiksi on asiantuntijaselvityksissä todettu seuraavat:

- Onnettomuudet (erikseen henkilövahingot ja omaisuusvahingot), yhteensä ja 100 miljoonaa kilometriä kohden
- Läheltä piti -tilanteet (aika törmäykseen pienempi kuin turvallisesti arvioitu aikamääre)
- Äkkijarrutukset / 1000 km.

Ajoneuvoautomaation käyttöön liittyvistä indikaattoreista tärkeimmiksi on puolestaan arvioitu seuraavat:

- Tilanteet joissa kuljettajan on pitänyt ottaa ajoneuvo hallintaansa, lukumäärä / 1000 km
- Automaattijärjestelmän käyttö, % kilometreistä kyseisen järjestelmän ODD:n puitteissa
- Käyttöliittymän ymmärrettävyys, subjektiivinen asteikko.

Ympäristövaikutusten osalta keskeiset indikaattorit ovat samoja kuin muutenkin, eli esimerkiksi ajoneuvon kuluttama energia sekä hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt. Automaatio voi vaikuttaa näihin indikaattoreihin nopeuden ja ajotyylin vaihtelun kautta.

## 11.2 Meriliikenne

Käytännössä vaikutukset tulevat näkymään ensin short sea shippingissä, sillä siinä automaatio tulee ensin käyttöön. Käytössä olevilla automaatoratkaisuilla ja kokeiluilla on todennettu, että automaatio parantaa turvallista navigointia sekä tehokkuutta reitin optimoinnilla. Satamakäyntien optimoinnin vaikutuksista tehokkuuteen on yksimielinen näkemys. Ympäristön näkökulmasta vaikutusten arviointi on haasteellisempaa, sillä ympäristöratkaisuja ei ole vielä riittävästi testattu ja käytössä. Ympäristövaikutuksilta puuttuu vielä indikaattorit. Ympäristöön liittyvät tiedot ovat yhä keskeisempiä. Esimerkiksi matkustaja-alusten päästöjen on todettu vähentyneen 30 prosenttia parantuneen datan hyödyntämisen ansiosta.

Tavoitteet saattavat olla myös osin ristiriitaisia keskenään, jos päästöjen vähentämiseksi laivoille asetetaan vaatimus pienentää konetehoa tai nopeutta, tämä saattaa haastaa tehokkuuden ja mahdollisesti myös turvallisuuden esimerkiksi haastavissa sääolosuhteissa.

---

<sup>4</sup> Ks. <https://www.cedr.eu/download/D3.1-Impacts-of-connected-and-automated-vehicles-State-of-the-art.pdf>

Kokeilut edistävät vaikuttavuustavoitteiden määrittelyä. Miten näet vaikutukset liikenneturvallisuuteen, liikenteen tehokkaaseen sujumiseen, ja ympäristövaikutuksiin? Vaikutusarviointia haastaa erilainen lainsäädäntö henkilö- ja rahtikuljetusten sekä vaarallisten aineiden kuljetusten näkökulmasta.

Tiedon hyödyntäminen parantaa kuljetusten ennakoitavuutta ja hallintaa sekä pienentää kuljetuskustannuksia. Haasteena ovat sopimukset, jotka määrittelevät sen että kuljetusten on oltava perillä juuri tiettyyn aikaan. Kapasiteetin hallinnalla nähdään suuria vaikutuksia.

Alusliikenteen kustannukset -selvitys osoittaa, että kaikilla alustyypeillä polttoainekustannukset ja pääomakustannukset ovat suuremmat kuin henkilöstökustannukset. (Alusliikenteen kustannukset. Liikennevirasto 41/2014) (selvitystä päivitetään parhaillaan)

### 11.3 Raidetieliikenne

Tulevaisuuden rautatiet tarvitsevat modernin digitaalisuuden ja automaation mahdollistavat ratkaisumallit, joilla turvataan liikennemuodon kilpailukyky.

*Yleisiä tavoitteita:*

- Vähemmän CO<sub>2</sub> -päästöjä
- Liikennettä raiteille muista liikennemuodoista
- Energiat ehokkuuden parantaminen optimoinnilla sekä taloudellisemmalla, energialla säästävällä ajamisella

*Suoria datan laajemman käytön ja automaation mukanaan tuomia hyötyjä:*

- Kapasiteetin kasvattaminen Etelä-Suomen kaupunkiraiteilla ja pääradalla 20%:lla. Kokonaisuutena tarkastelu niin, että otetaan huomioon uuden ratainfrastruktuurin rakentaminen vrs. kulunvalvonnan automaatioon ja teknologiaan tehtävät investoinnit.
- Mahdollistaa täsmällisyyden 95%+-tavoite
- Rautatieliikenteen toimintavarmuuden parantaminen
- Turvallisuustason parantaminen
- Selvitetään ATO:n mahdollisuus kaupunkiradoilla. Miten autonominen liikenne kaupunkirata-osuuksilla ja miten liikenteenohjausta optimoidaan tekoälyn avulla.
- Myös tulevaisuuden raideliikenteen palvelukokonaisuuden on mahdollistettava reaaliaikaisen tiedon jalostaminen, jatkuvasti päivittyvät kapasiteetti- ja aikataulutiedot ja dynaaminen reagoinnin.
- Tavoitteita peilataan raideliikenteen kulkutapatilastoihin sekä tavaraliikenteen tilastoihin.
- Lisäksi arvioidaan kokonaisinvestointien vaikutusta kapasiteettiin. Lisäksi arvioidaan uuden kulunvalvontakokonaisuuden vaikutusta edellä mainittuihin, mutta myös muihin, kuten täsmällisyys ja tätä kautta asiakastyytyväisyys mittareihin.

### 11.4 Ilmaliikenne (dronet)

Liikenne- ja viestintäministeriössä tai Liikenne- ja viestintävirastossa ei ole toteutettu aikaisempia miehittämättömän ilmailun automaatoratkaisuja koskevia tutkimuksia tai selvityksiä. Miehittämättömän ilmailun kentällä toimivat tahot kehittävät aktiivisesti toimintaansa ja miehittämättömän ilmailua koskevia uusia teknologisia ratkaisuja sekä toimivat tiiviissä vuoropuhelussa viranomaisten kanssa. Miehittämättömän ilmailua ja sen käyttömahdollisuuksia koskevaa julkaistua tutkimusmateriaalia ei

kuitenkaan ole tällä hetkellä käytössä. Automaatiotyön kehitys edellyttääkin jo käynnissä olevan eri toimijoiden välisen tiiviin yhteistyön ja vuoropuhelun syventämistä ja kehittämishankkeista saatujen tulosten jatkotyöstämistä eri toimijoiden ja viranomaisten kesken.

Kysymys 30: Onko tiedossanne koti- tai ulkomaisia indikaattoreita, joita voitaisiin hyödyntää automaation vaikutusten arvioinnissa? Entä parhaita käytäntöjä asiassa?

Kysymys 31: Miten vaikutusten arviointia voitaisiin kehittää?