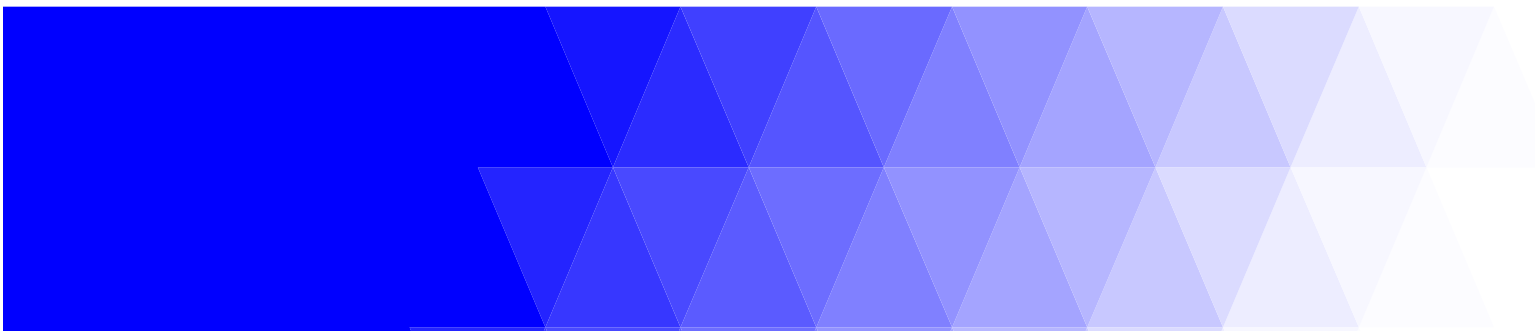


LIIKENTEEN AUTOMAATION LAIN- SÄÄDÄNTÖ- JA AVAINTOIMENPIDE- SUUNNITELMA

Luonnos 2.12.2020



Sisällys

1	TIIVISTELMÄ	8
1.1	Johdanto	11
1.2	Tausta.....	12
1.3	Valmistelu	12
2	VISIO: AUTOMAATTINEN JA VERKOTTUNUT LIIKENNE ON TURVALLISEMPAA, TEHOKKAAMPAA JA KESTÄVÄMPÄÄ KUIN NYKYINEN LIIKENNE	14
3	HORISONTAAISET TAVOITTEET	15
4	LIIKENNEMUOTOKOHTAISET TAVOITTEET JA KESKEISET TOIMENPITEET	19
4.1	Tavoitteet tieliikenteen automaatiassa	19
	Suotuisan sääntely-ympäristön luominen	20
	Digitaalisen infrastruktuurin ja tiedonjaon edistäminen	21
	Älykäs väylien luokittelu ja palvelutasovaatimusten määrittely	22
	Testaaminen, kokeileva testaaminen ja pilotointi	23
4.2	Tavoitteet meriliikenteen automaatiassa.....	24
4.3	Tavoitteet raideliikenteen automaatiassa	27
	Kehitys- ja verifiointivaihe 2020-2026	28
	Säädöksiin vaikuttaminen	29
	Rautatieliikenteen automaation edistämisen toimenpiteitä	30
	Kaupunkiraideliikenne	31
4.4	Tavoitteet miehittämättömän ilmailun automaatiassa.....	32
5	YHTENNVETO HORISONTAAAISISTA TOIMENPIDEKOKONAISUUKSISTA	35
6	HORISONTAALINEN KATSAUS LIIKENTEEN AUTOMAATION SÄÄNTELYN KEHITYSTARPEISIIN	38
6.1	Tekoäly liikenteen automaatiassa ja eettisten periaatteiden kehittyminen	38
6.2	Liikenteen automaation kannalta keskeiset eettiset periaatteet	38
6.3	Tekoälytoimijat ja vastuullisuus (accountability)	39
6.4	Läpinäkyvyys (transparency)	40
6.5	Tekoälyyn liittyvät vastuukysymykset (liability).....	40
	6.5.1 Tuoteturvallisuus	40
	6.5.2 Tuotevastuudirektiivi	42
7	HORISONTAALINEN DIGITAALISEEN INFRASTRUKTUURIIN KOHDISTUVIEN TARPEIDEN TARKASTELU	44
7.1	Tietoliikenneverkon fyysiset osat väyläalueilla.....	46
7.2	Kyberturvallisuus.....	47

8	HORISONTAALINEN TIEDONVAIHDON KEHITTÄMISEEN KOHDISTUVIEN TARPEIDEN TARKASTELU	49
8.1	Tiedonvaihdon yhteentoimivuuden peruselementit.....	49
8.2	Eurooppalaisen datan hallintamallin kehittäminen.....	49
8.3	Trafic Management Finlandin rooli tiedonvaihdon edistäjänä.....	50
8.4	Liikenteen automaation tarvitsema staattinen ja dynaaminen tieto	51
8.5	Paikantaminen ja kartat	52
9	TIELIIKENNE	54
9.1	Tieliikenteen automaation kehitys	54
9.1.1	Yleiskuva tieliikenteen automaation tilasta	54
9.1.2	Ajoneuvojen automaatiokehitys	55
9.1.3	Automaatiojärjestelmien suunniteltu toiminta-alue, ODD	56
9.1.4	Muita tärkeitä määritelmiä	57
9.2	Tieliikenteen automaatioon liittyvä sääntely ja sen kehitystarpeet.....	57
9.2.1	Tekoälyn sääntelykehikko tieliikenteen automaatiassa	58
9.2.2	Tieliikenneturvallisuuden parantaminen	59
9.2.3	Tekoälytoimijat tieliikenteessä; roolit ja niihin liittyvien velvollisuuksien ja oikeuksien määrittely	61
9.2.4	Vastuullisuuden painopisteen siirtyminen kuljettajalta ajoneuvonvalmistajalle	62
9.2.5	Automaattisten ajoneuvojen teknisen sääntelyn ensimmäiset askeleet	63
9.2.6	Algoritminen läpinäkyvyys ja yleisöläpinäkyvyys tieliikenteen automaatiassa	65
9.2.7	Kyberturvallisuus ja ohjelmistopäivitykset	66
9.2.8	Tyyppihyväksyntä ja poikkeusmenettelyt	68
9.2.9	Arviointi ja testaaminen	69
9.2.10	Vastuusääntely (liability) ja vakuutukset tieliikenteessä	69
9.2.11	Rikosvastuu	70
9.3	Tieliikenteen ohjaus ja hallinta	70
9.3.1	Tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden kehittyminen	71
9.4	Tieliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri	72
9.4.1	Kiinteät valokuituyhteydet ja sähköverkot tieverkolla	72
9.4.2	Mobiilit tietoliikenneyhteydet tieverkolla	73
9.5	Tiedon hyödyntäminen ja tieliikenteen automaation tarvitsema tiedonjakoinfrastruktuuri .	76
9.5.1	Staattiset tiedot	76
9.5.2	Dynaamiset tiedot	77
9.5.3	Tietosuoja	78
9.5.4	ITS-direktiivi ja sen täytäntöönpanoasetukset	80
9.6	Tieliikenteen automaation tarvitsema fyysinen infrastruktuuri.....	83
9.6.1	Teiden kunnossapito	84
9.6.2	Tulevaisuuden älykäs väylien luokittelu ja palvelutasojen määrittely	85
9.7	Kokeilut ja testaaminen	86

9.7.1	Kotimaassa ja EU:ssa käynnissä olevat kokeilut	86
9.7.2	CCAM Platform ja Partnership	87
9.7.3	Testaamisen sääntely ja muutostarpeet	87
	Yleisessä liikenteessä testaamisen nykytila	87
	Automaattiajamisen testaamisen sääntelyn muutostarpeet	88
10	VESILIIKENNE	90
10.1	Yleiskatsaus vesiliikenteen automaation tilaan	90
10.1.1	Suomen asema kansainvälisessä kehityksessä	91
10.2	Sääntely.....	92
10.2.1	Tarve sääntelyn viitekehykselle	92
10.2.2	Määritelmät ja automaatiotasot sekä toiminnot, toimijat ja näitä koskevat vastuut	93
	Määritelmät	93
	Toiminnot, toimijat ja vastuut	96
10.2.3	UNCLOS	97
10.2.4	IMO-sääntely	97
10.2.5	Tekoälyn etiikka ja läpinäkyvyys	99
10.2.6	Aluksen päällikkö	99
10.2.7	Miehistöä vaativat toiminnot tai toimenpiteet	100
10.2.8	Todistuskirjat ja muut dokumentit aluksella	100
10.2.9	MSC-komitean alaisia sopimuksia koskevat havainnot	100
10.2.10	LEG-komitean alaiset sopimukset, oikeudelliset vastuut ja ankaran vastuun käsite merenkulussa	101
10.2.11	FAL-komitean alaisia sopimuksia koskevat havainnot	103
10.2.12	Suorituskykyvaatimukset, verifiointi, validointi ja sertifiointi	103
10.2.13	Kyberturvallisuusvaatimukset ja sertifiointi, turvallisuuskulttuuri	104
10.2.14	Riskien hallinta ja turvallisten toiminnallisten olosuhteiden määrittely merenkulussa	106
10.2.15	Automaation kannalta välttämättömät tiedot ja digitaalinen infrastruktuuri	107
10.2.16	EU-lainsäädännön nykytila ja kehittämistarpeet	107
10.2.17	Kansallisen lainsäädännön tarkastelu	109
10.2.18	Kyberturvallisuus	113
10.2.19	Etäluotsaus	113
10.3	Meriliikenteen ohjaus	114
10.3.1	Toimijoiden muuttuvat roolit automaation edetessä	116
10.4	Meriliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri	118
10.4.1	Yleistä	118
10.4.2	Merenkulun radioviestintäjärjestelmien nykytila	119
10.4.3	4G- ja 5G-teknologioiden tuomat mahdollisuudet	120
10.4.4	5G:n käyttöönotto	121

10.4.5	Satelliittipaikantaminen	121
10.4.6	Kehitys	122
10.5	Tiedon jakaminen ja sen edellytykset meriliikenteen automaation näkökulmasta	123
	Tausta	123
10.5.1	Merenkulun staattisten ja dynaamisten tietojen nykytila	123
	Merikartta	123
	Logistiset tiedot	125
	Laivojen keräämät tiedot	125
	VDR (Voyage Data Recorder)	126
	AIS (Automatic Identifications System)	127
	Olosuhdetiedot	127
	Tilannekuva	128
10.5.2	Merenkulun tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen	129
10.6	Meriliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri	131
10.6.1	Nykytila	131
10.6.2	Energiaratkaisut	132
10.6.3	Kehitys	133
10.6.4	Epävarmuustekijät	133
10.6.5	Talviolosuhteet haasteena ja mahdollisuutena	134
10.7	Satamat	134
10.7.1	Satamaekosysteemi, toimijoiden roolit ja tiedonvaihdon merkitys automaatiolle	134
10.7.2	Satamien digitaalinen infrastruktuuri	135
10.7.3	Aikatieto	135
10.7.4	Vaikuttaminen kansainvälisessä yhteistyössä	136
10.7.5	Älykäs satama ja standardointi	136
10.7.6	MASSPorts-edelläkävijäverkosto: vaikuttaminen edellytyksiin ja pilotteihin	137
10.8	Kokeilut ja pilotointi	137
10.8.1	Kokeiluohjeistukset	138
10.8.2	Yhteistyö	140
11	RAIDELIIKENNE	142
11.1	Yleiskatsaus raideliikenteen automaation tilaan	142
11.1.1	Raideliikenteen automaation neliporrasmalli	143
11.2	Rautatieliikenteen lainsäädäntö	143
11.2.1	Komission strategisen linjaukset rautatieliikenteen digitalisoinnille	144
11.2.2	Rautatieliikenteen automaation kannalta keskeisimmät yhteentoimivuuden tekniset eritelmät 146	
11.2.3	Suomen rataverkko on osa eurooppalaista rautatiealuetta	147
11.2.4	Rautatieyritysten ja rataverkon haltijan roolit	147

11.2.5	Turvallisuusjohtamisjärjestelmien keskeinen merkitys	148
11.2.6	Datan jakaminen rautatieliikenteen automaatiokehityksessä	148
11.2.7	Kyberturvallisuus eurooppalaisessa rautatieliikenteessä	149
	Kyberturvallisuus ja lainsäädäntö:	150
11.3	Raideliikenteen liikenteenohjaus eli ERTMS.....	150
11.3.1	Modulaarinen liikenteen ohjauksen konsepti	151
11.3.2	Paikantaminen	151
11.4	Kiinteät ja mobiiliverkot.....	152
11.4.1	Raideliikenteen viestintäyhteydet	153
11.5	Tiedon hyödyntäminen ja jakaminen rautatieliikenteessä.....	154
11.5.1	Raideliikenteen staattinen ja dynaaminen tieto	154
11.5.2	EU ja raideliikennedata	155
11.6	Raideliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri.....	156
11.7	Kaupunkiraideliikenne	156
11.7.1	Automaation hyödyt kaupunkiraideliikenteessä	156
11.7.2	Kaupunkiraideliikenne - kokeilut ja pilotointi	157
11.7.3	Tietoliikenneverkot ja 5G kaupunkiraideliikenteessä	158
11.7.4	Kaupunkiraideliikenteen lainsäädäntö	158
12	MIEHITTÄMÄTÖN ILMAILU	160
12.1	Yleiskatsaus miehittämättömän ilmailun automaation tilaan.....	160
12.2	Miehittämättömän ilmailun sääntely	162
12.3	Droneliikenteen edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri	164
12.4	Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen droneliikenteessä	164
12.4.1	Yleistä	164
12.4.2	Miehittämättömien ilma-alusten automaation vaatiman tiedon jakaminen	165
12.4.3	Tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen	165
12.5	Droneliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri.....	166
12.5.1	Yleistä	166
12.5.2	Laskeutumispaidat	167
12.5.3	Akut	168
13	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	169
13.1	Turvallisuus	169
13.2	Tehokkuus.....	170
13.3	Kestävyys.....	170
13.3.1	Ekologinen kestävyys	170
13.3.2	Sosiaalinen kestävyys	172
13.4	Yhteenveto automaatiovaikutusten arvioinnin kehikosta (tavoitteet/arvioitavat vaikutukset)	173
13.5	Mittarit ja indikaattorit	173
13.5.1	Tieliikenteen mittarit	174

13.5.2	Meriliikenteen mittarit	174
13.5.3	Raidetieliikenteen mittarit	175
13.5.4	Miehittämättömän ilmailun mittarit	176

1 Tiivistelmä

Suunnitelman vision mukaan automaattinen liikenne on nykyistä liikennettä turvallisempaa, tehokkaampaa ja kestävämpää. Yleisesti odotetaan, että näin tulee tapahtumaan, mutta samalla on aktiivisin toimin varmistettava, että odotukset myös muuttuvat todellisuudeksi. Vaikka liikenteen automaatiokehitys on ollut hitaampaa kuin muutama vuosi sitten arvioitiin, ja vaikka siihen liittyy edelleen runsaasti epävarmuuksia, on kehitys jo käynnissä, ja vaatii toimia niin päätöksenteossa kuin ruohonjuuritasollakin toimijoiden laajan yhteistyön muodossa.

Suunnitelmassa asetetaan liikenteen automaation kehittämiseksi ja hyödyntämiseksi kolme kaikki liikennemuodot kattavaa tavoitetta:

- 1) Liikenteen automaatiota kehitetään ja hyödynnetään siten, että keskiössä on yksilöiden ja yhteiskuntien etu (ihmiskeskeisyys),
- 2) Liikenteeseen liittyvän tiedon vaihtamista tehostetaan merkittävästi, ja
- 3) Liikenteen automaation sääntelykehikkoa kehitetään kokonaisvaltaisesti.

Tavoite kääntää huomion keskipiste teknologioista ja yritystoimijoista ja niiden sääntelystä ihmisten tarpeisiin on ollut Suomen tavoitteena jo useita vuosia. Sama lähtökohta oli jo ”liikenne palveluna” (Mobility as a Service, MaaS) –ajattelussa sekä datatalouden edistämässä. Datan paremman hyödyntämisen avulla puolestaan voidaan puolestaan päästä jo pitkälle turvallisuuden, tehokkuuden ja kestävyuden edistämässä. Sääntelyn sektorilla tapahtuu tällä hetkellä paljon asioita etenkin tie- ja vesiliikenteessä, ja tarve saada sääntelyyn nykyistä kokonaisvaltaisempaa ajattelua erityisesti EU:ssa ja kansainvälisissä järjestöissä on suuri.

Kaikkien liikennemuotojen automaatiota voidaan edistää pääsääntöisesti samankaltaisin toimenpitein. Nämä toimenpiteet liittyvät sääntelyyn, digitaalisen ja fyysisen infrastruktuurin sekä tietojen vaihdon edistämiseen, kokeiluiden ja pilottien tukemiseen sekä laajan osapuolten välisen yhteistyön tekemiseen tähtävien rakenteiden vahvistamiseen.

Varsin keskeiseen rooliin nousevat sääntelykysymykset. Liikenteen automaatio perustuu lähtökohdaisesti datan hyödyntämiselle ja tekoälyjärjestelmien käytölle. Tekoälyn sääntely tavalla, joka varmistaa sen eettisen kehittämisen ja käytön, on liikenteen perinteisen varsin yksityiskohtiin menevän teknisen sääntelyn näkökulmasta uudenlaista ja haastavaa. Keskeistä tekoälyjärjestelmien sääntelyssä on määritellä toimijoiden uudet roolit ja niihin liittyvät velvollisuudet ja oikeudet. Toinen keskeinen asia on varmistaa sääntelyllä algoritmisen läpinäkyvyys, joka mahdollistaa järjestelmien turvallisuuden (mukaan lukien kyberturvallisuus) arvioimisen. Kaikissa liikennemuodoissa vaikuttaminen EU:ssa ja kansainvälisissä järjestöissä tapahtuvaan sääntelytyöhön on keskeisessä roolissa.

Digitaalisen infrastruktuurin nykyinen kehitysvaihe riittää digitalisoituvan liikenteen tämänhetkisiin tarpeisiin. Seuraavan sukupolven 5 G –verkkojen rakentamiseen on kuitenkin jo kilpailukykyistä panostettava. Tie- ja raideliikenteessä pääväylillä on varsin kattava 4 G –verkko, jonka tukiasemien avulla voidaan saada aikaan niin sanottu 5 G –peruspeitto. Keski- ja ylätaajuuksia hyödyntävä suuremman kapasiteetin tarjoava 5 G –verkko on todennäköisesti tarpeen väylien ruuhkaisilla osuuk-silla (3,5 GHz) tai jopa pistemäisesti (26 GHz). Koska viestintäverkot rakennetaan Suomessa kaupallisesti etupäässä asutuskeskittymiä palvelemaan, kehitys tarvitsee tukea jopa tie- ja raideliikenteessä. Euroopan tasolla rahoitusta 5 G –verkkojen rakentamiseen kohdistetaan muun muassa CEF-rahoitusjärjestelmän kautta. Merenkulun väylien varrelle tarvittavat tietoliikenneyhteydet muodostavat jo suuremman haasteen. Ilmailussa erityisenä ratkaistavana kysymyksenä on verkkolaitteiden suuntaus.

Tietojenvaihdon osalta Suomi pyrkii edistämään eurooppalaisen datan hallintamallin syntymistä. Siinä tietojen käsittely on täysin hajautettua, mutta on tunnistettava ja mahdollistettava tiettyjen yhteentoimivuutta edistävien koordinaatiroolien tarve ja niitä hoitavat toimijat. Suomessa liikenteen automaation tarvitseman staattisen ja dynaamisen tiedon liikkumista tietoja tarvitsevien toimijoiden välillä voidaan vauhdittaa Traffic Management Finlandin (TMF) toiminnalla tiedonvaihdon solmupisteenä.

Fyysisen infrastruktuurin osalta on toistaiseksi vielä varsin epävarmaa, mitkä ominaisuudet ovat tarpeen liikenteen automaation kannalta. Fyysiseen infrastruktuuriin tehtävät muutokset ovat usein varsin kalliita, ja siksi näyttää siltä, että merkittävien infrainvestointien aika ei ole ainakaan vielä. Kokeilujen ja pilotointien kautta eteneminen ja niiden avulla saatava näkemys tarvittavista toimenpiteistä on tarpeen.

Liikenteen automaation kenttä on varsin laaja, ja kykymme nähdä tulevaisuuteen on rajallinen. Siksi on tärkeää luoda kattava tilannekuva liikenteen automaation nykytilasta ja niistä tarpeista ja toimenpiteistä, jotka voivat ohjata kehitystä toivottuun suuntaan. Tällaisen tilannekuvan luominen ja ylläpitäminen edellyttävät laajaa yksityisen ja julkisen sektorin yhteistyötä kaikissa liikennemuodoissa.

Tieliikenteessä merkittävässä roolissa on erityisesti YK:n Euroopan talouskomissio (UNECE), jossa on otettu ensimmäiset askelet automaattisten ajoneuvojen teknisen sääntelyn saralla. Samaan aikaan liikennesääntöjen osalta käynnissä on sopimusmuutos, joka mahdollistaa merkittävän kansallisen liikkumavaran. Myös kokonaan uuden automaattisia ajoneuvoja sääntelevän kansainvälisen sopimuksen valmistelun aloittamiseen tähtäävä työ on käynnissä.

Tieliikenteen automaatiossa Suomi pyrkii muuttamaan ajattelua siten, että automaatiokehityksestä saataisiin irti ihmisten kannalta mahdollisimman suuri hyöty sen kulloisessakin kehitysvaiheessa. Ei siis aseteta tavoitteita kaikkialla itsestään liikkuviin ajoneuvoihin, vaan pyritään Suomen oloissa realistiseen tavoitteeseen mahdollistaa ajoneuvon automaattiajaminen laajenevasti kaikilla tieosuuksilla, joilla ajoneuvon automaatio-ominaisuudet ovat valmistajan mukaan käytettävissä. Muun muassa sääntelyn ja väylänpitoon liittyvin keinoin pyritään siihen, että ihmiset voisivat irtaantua ajoneuvon liikkumiseen liittyvästä tarkkailusta ja tehdä täysin muita asioita (kuten työskennellä tai käyttää viihdepalveluista) merkityksellisen ajanjakson ajan (tunnista ylöspäin). Tällä hetkellä näyttää siltä, että kaikkialla itsestään liikkuvat ajoneuvot ovat vielä varsin kaukaista tulevaisuutta, mutta automaattiajo moottoritieolosuhteissa on todennäköisesti mahdollista jo varsin pian.

Tieliikenteen automaatiossa Suomen vahvuuksina ovat jo nykyään edistyksellinen sääntely-ympäristö, kehittynyt digitaalinen infrastruktuuri ja laajat digitaaliset taidot. Näitä vahvuuksia pyritään jatkossa yhä vahvistamaan. Lisäksi jatketaan toimenpiteitä tehokkaamman datanvaihdon infrastruktuurin kehittämiseksi. Edelleen fyysisen infrastruktuurin osalta pyritään luomaan edelläkävijyyttä älykkään, automaatiota tukevan väylien luokittelun ja palvelutasojen määrittelyn kautta.

Vesiliikenteen automaatio tulee pitkään olemaan ihmisen päätöksentekoa tukevaa, eikä täysin miehittämätöntä alusta nähdä realistiseksi. Merenkulun automaation kehityksen kannalta keskeisimpiä ovat kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n sopimukset, joita koskeva laaja automaation sääntelyesteiden kartoitus on hiljattain valmistunut. Vaikka säädöskartoituksen käsittely on kesken IMO:ssa, Suomessa on syytä muodostaa näkemys siitä, miten tulee edetä säädösviitekehyksen ja havaittujen esteiden ja aukkojen suhteen, sillä tarpeellisten muutosten tekeminen vie aikaa kansainväli-

sessä päätöksenteossa. Keskeisiä kysymyksiä liittyy esimerkiksi päällikön asemaan ja tehtäviin, tähytykseen, törmäyksen estämiseen, turvalliseen navigointiin, tilannekuvan muodostamiseen sekä aluksen ja maatoimijoiden vuorovaikutukseen.

Suomen meriteollisuus on yksi edelläkävijöitä merenkulun automaatioissa ja ICT-toimiala puolestaan on edelläkävijä esimerkiksi 5G:n, tekoälyn ja sensorifuusion saralla. Suomen vahvuutena on kokeiluja tukeva lainsäädäntö, joka sallii poikkeukset miehistön määrästä ja vahdinpidosta pienimuotoisissa kokeiluissa ja etäluotsauksen. Suomen sisäisessä liikenteessä on jatkossakin enemmän liikkuvaraa, jota on syytä hyödyntää. IMO:n väliaikainen kokeiluohjeistus sallii kokeilut, jos ne noudattavat lainsäädännön tarkoitusta. Suomessa onkin jo tehty haastavia merenkulun automaatiokokeiluja ja käynnissä on useita hankkeita, jotka tukevat esimerkiksi etäluotsauksen ja eVäylän määrittelyä.

Merenkulun merkittäviä solmukohtia ovat alusliikennepalvelut (VTS), satamat ja etäluotsaus. Automaation edetessä tulee uusia toimijoita kuten etäohjauskeskukset. Keskeistä on tiedon vaihdon ja sen yhteentoimivuuden kehittäminen osapuolten välillä. Tavoitteena on että Suomella on standardoinnin osalta kansainvälinen edelläkävijyys. Suomen tavoitteena yhteistyössä on erityisesti korostaa pieniä satamia pilottien alustana sekä autonomista alusta tukevaa älyväylää ja sujuvia logistisia ketjuja kuljetuskäytävillä hyödyntäen muun muassa MASSPorts yhteistyötä.

Rautatieliikenteen automaation edistämisen ja mahdollistamisen kannalta merkittävin säädöshanke on EU:n komission ohjaama ja Euroopan rautatievirasto ERA:n koordinoima yhteentoimivuuden teknisten eritelmien tarkastaminen ja uudistaminen (YTE Revision 2022). Suomen tavoitteena on pyrkiä vaikuttamaan tähän säädöskokonaisuuteen niin, että se mahdollistaa rautatieliikenteen teknologia-neutraalin kehittämisen ja jättää aidosti tilaa innovaatioille turvallisuutta ja eurooppalaista yhteentoimivuutta unohtamatta.

Komissio on linjannut yhteentoimivuuden eritelmien uudistamisen pääperiaatteiksi ja painopisteiksi automaattisen junakulun operoinnin (ATO), satelliittiteknologioiden hyödyntämisen, 5G –verkkojen kehityksen ja kyberturvallisuuden. Näitä kaikkia uusia teknologioita testataan ja pilotoidaan liikenne- ja viestintäministeriön johtamassa ja Väyläviraston ja Finrailin projektijohdolla tehtävässä Digirata-hankkeessa. Tavoitteena on luoda kokeiluiden avulla vahva ymmärrys rautatieliikenteen liikenteen-ohjauksen digitalisoinnille ja samalla automaatiota edistävälle digitaalisen infrastruktuurin rakentamiselle.

Miehittämättömän ilmailun automaatiokehityksessä lainsäädäntötasolla keskeistä on osallistua ja vaikuttaa toimialaa koskevan harmonisoidun EU-säätelyn valmisteluun. Merkittäviä säädöshankkeita ovat muun muassa komission ehdotukset täytäntöönpanoasetuksiksi miehittämättömän ilmailun U-space-järjestelmästä ja miehitetyn ilmailun toiminnasta siellä sekä yhtenäistä eurooppalaista ilmatilaa koskevat Single European Sky 2+-säädösehdotukset. Tutkimus- ja kokeiluhankkeita mahdollistamalla ja tukemalla edistetään automaatioteknologian ja siihen liittyvien liiketoimintamahdollisuuksien kehitystä Suomessa. Merkittävimmät automaatiokehityksen haasteet liittyvät miehitettyjen ilma-alusten toiminnan turvalliseen mahdollistamiseen ilmatilassa. Miehittämättömien ilma-alusten automatisoitu toiminta edellyttää, että laitteiden saatavilla olisi nykyistä kattavammin tietoja ilmatilasta ja muista ilmatilan käyttäjistä sekä tietoja esimerkiksi sääolosuhteista ja lentoesteistä. Tietojen vaihto edellyttää ilmassa toimivaa jatkuvaa viestintäyhteyttä, mihin olemassa olevia mobiiliverkkoja ei ole suunniteltu. Keskeistä on mahdollistaa miehitettyjen ja miehittämättömien ilma-alusten toiminnan turvallinen yhteensovittaminen ilmatilassa, jolloin tiedon ilma-alusten sijainnista pitää olla saatavilla muille ilma-aluksille esimerkiksi jonkin palveluntarjoajan kautta.

1.1 Johdanto

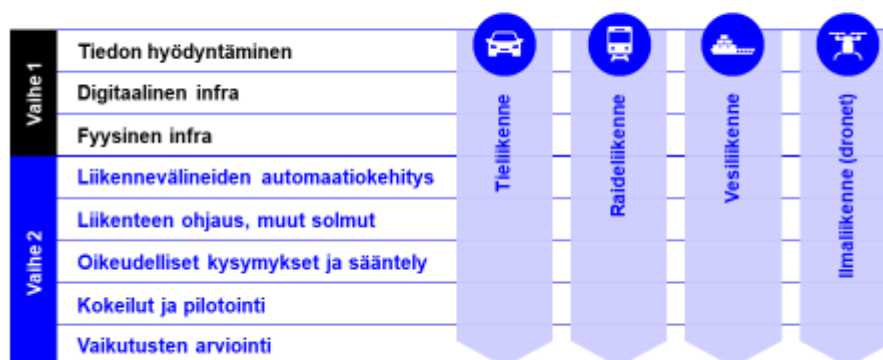
Liikenteen automaation avaintoimenpide- ja lainsäädäntösuunnitelmalla pyritään luomaan kokonaisvaltainen käsitys niistä kysymyksistä, joihin kansallisessa ja kansainvälisessä päätöksenteossa on lähitulevaisuudessa vastattava. Samalla on pyritty hahmottelemaan suuntia, joihin Suomen tulisi tämänhetkisen käsityksen mukaan pyrkiä suuntaamaan, mikäli tämä on ollut mahdollista. Tarkemmat toimenpiteet voivat kuitenkin hahmottua vasta jatkotyössä.

Hankkeessa on tarkasteltu automaatiokehityksen tämän hetkistä tilaa, liikennevälineiden teknistä kehitystä, oikeudellisia kysymyksiä ja sääntelykehikon kehittämistarpeita, liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden kehittämistä, liikenteen automaation tarvitsemää digitaalista infrastruktuuria, tiedon hyödyntäminen edistämistä nimenomaan liikenteen automaation tarpeisiin, automaation tarvitsemää fyysistä infrastruktuuria, satamien merkitystä vesiliikenteen automaation kannalta sekä kokeiluja ja pilotointia ja niiden tukemista.

Asioita on tarkasteltu pääosin liikennemuotokohtaisesti, koska työ on kansainvälisesti ja EU:ssa edelleen hajautunut perinteisellä tavalla, ja koska liikennemuotojen automaatiokehityksessä on niiden ominaisuuksista johtuvia suuriakin eroja. Visiossa, tavoitteissa ja isoissa toimenpidekokonaisuuksissa on kuitenkin ollut mahdollista muodostaa myös horisontaalista näkemystä, jota pyritään viemään tehokkaasti myös kansainvälisissä elimissä ja EU:ssa tapahtuvaan valmisteluun.

Ilmailun osalta suunnitelmassa tarkastellaan vain miehittämätöntä ilmailua. Miehittämätön ilmailu on viime vuosina yleistynyt merkittävästi ja teknologisen sekä lainsäädännöllisen kehityksen myötä sen ennustetaan kasvavan entisestään. Miehittämätön ilmailu ja sitä hyödyntävien palveluiden yleistyminen tuo ilmailun piiriin uudenlaisia toimijoita ja uudenlaisia tarpeita. Miehittämättömän ilmailutoiminnan kustannusten ollessa lähtökohtaisesti merkittävästi perinteistä ilmailua matalammat, ovat miehittämättömän ilmailun harrastusmäärät ja -mahdollisuudetkin kasvussa. Miehitettyssä ilmailussa automaatio on edennyt jo pitkälle ja automaation teknologista- ja sääntelykehitystä tehdään kansainvälisesti laajassa asiantuntijayhteistyössä. Rakenteet ja sääntely ovat lähtökohtaisesti jo olemassa. On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi eräät ilmailun digitaalista infrastruktuuria koskevat huomiot pätevät todennäköisesti myös miehitettyyn ilmailuun.

Liikenteen automaation avaintoimenpide- ja lainsäädäntösuunnitelman sisältö



1.2 Tausta

Pääministeri Sanna Marinin 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 vähähiilisyyteen, 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.

Suunnitelmaa on valmisteltu samaan aikaan Liikenne 12 –suunnitelman kanssa, jossa on huomioitu keskeisiä etenkin rahoitustarpeisiin liittyviä asioita liikenteen automaatiosta. Samoin automaatiotulokulma on huomioitu logistiikan digitalisaatiostrategian, Fossiilittoman liikenteen tiekartan ja Meripolitiikkaohjelman toimenpidesuunnitelman valmistelussa.

1.3 Valmistelu

Liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti hankkeen 8.10.2019. Suunnitelman valmistelu jakautui kahteen osaan siten, että ensimmäisessä vaiheessa laadittiin hankkeen osa-alueista tiedon hyödyntämistä sekä automaation tarvitsemää digitaalista ja fyysistä liikenneinfrastruktuuria koskeva arviomuistio, joka oli lausuttavana alkuvuodesta 2020.

Lausunnon antoi 64 toimijaa. Yleisesti ottaen arviomuistiossa esitetty esitetyt päälinjaukset saivat vahvistusta sidosryhmien näkemyksistä. Lausunnoista hahmottuu hyvin se, kuinka suuri koko yhteiskuntaan vaikuttava muutos liikenteen automaatio on. Se on kytköksissä eri sektoreilla tapahtuvaan digitalisaatiokehitykseen. Kehityksen vaikutusten arviointi ja ohjaaminen haluttuun suuntaan on valtava haaste, joka vaatii laaja-alaista yhteistyötä. Arviomuistiossa esitettiin 10 läpileikkaavaa linjausta, joista jatkotyössä on syntynyt kolme horisontaalista tavoitetta. Linjauksiin ja niiden kattavuuteen suhtauduttiin kautta linjan varsin myönteisesti. Erityisen tärkeänä pidettiin ihmiskeskeisyyden nostamista keskiöön. Lisäksi korostettiin teknologianeutraaliuden ja markkinoiden toimivuuden sekä hajautetun tiedonjaon infrastruktuurin rakentamisen merkitystä. Muutamissa lausunnoissa nostettiin esille tarve käsitellä henkilötietojen suojaa ja tietoturvaa tarkemmin kuin arviomuistiossa oli tehty. Näitä osuuksia onkin syvennetty käsillä olevassa suunnitelmassa. Edelleen muutamissa lausunnoissa korostettiin automaation globaalia luonnetta, mikä vaikuttaa muun muassa tarpeeseen kehittää sääntelyä kansainvälisesti ja EU-tasolla. Joissakin lausunnoissa kiitettiin sitä, että linjauksissa oli nostettu esille eettisen näkökulman tarve ja korostettiin sitä seikkaa, että liikenteen automaation edistämiseen liittyvien toimien ja automaatiotarkaisujen ei tulisi loukata perus- ja ihmisoikeuksia. Muutamit lausunnonantajat vahvistivat arviomuistiossa esitetyn väitteen siitä, että liikenteen digitalisatiossa ja automaatiiossa keskeisessä merkityksessä on data. Edelleen korostettiin muun muassa kokeilujen ja testaamisen merkitystä. Automaation kehittämistä nimenomaan turvallisuusnäkökulma edellä korostettiin.

Toisessa vaiheessa on työstetty erityisesti sääntelykysymyksiä sekä liikennevälineiden kehitykseen ja liikenteenhallintaan liittyviä asioita. Painotukset näiden kesken vaihtelevat eri liikennemuodoissa. Sääntelykysymykset korostuvat erityisesti tie- ja vesiliikenteessä. Sen sijaan miehittämättömässä ilmailussa keskiössä ovat ilmatilan hallintaan ja erilaisten ilmatilan käyttäjien tarpeiden yhteensovittamiseen liittyvät kysymykset. Raideliikenteessä merkittävää myös automaatiota edistävää kehitystä odotetaan tapahtuvan digirata –hankkeen myötä.

2 Visio: Automaattinen ja verkottunut liikenne on turvallisempaa, tehokkaampaa ja kestävämpää kuin nykyinen liikenne

Turvallisuus on ja sen on oltava keskeinen liikenteen automaation kehittämistä ja hyödyntämistä ohjaava periaate. Liikennemuodoista meriliikenteessä, rautatieliikenteessä ja lentoliikenteessä turvallisuus on etenkin länsimaissa jo nykyään korkealla tasolla. Tieliikenteessä sen sijaan kuolee ja loukkaantuu maailmalaaajuisesti erittäin suuri määrä ihmisiä vuosittain. Suurin osa tapaturmista ja onnettomuuksista on seurausta inhimillisestä virheestä, tieliikenteessä jopa yli 90 % onnettomuuksista johtuu ainakin osittain tästä. Automaatio edistää merkittävästi tieliikenteen niin sanottua nollavision tavoittelua.

Turvallisen automaation kehittämisessä ja käytössä on kolme keskeistä osa-aluetta: 1) automaatiojärjestelmän tavanomaisen toiminnan turvallisuuden varmistaminen, 2) automaatiojärjestelmän turvallinen toiminta yllättävissä vika- ja häiriötilanteissa (ns. ”fail safe” –toiminnot) ja 3) automaatiojärjestelmän kyberturvallisuuden varmistaminen.

Liikenteen sujuvuuden ja kestävyuden paraneminen liittyy erityisesti automaation kanssa käsi kädessä etenevään liikennevälineiden tietoliikenneyhteyksiin kytkeytymiseen (connectivity, jäljempänä verkottuminen) ja mahdollisuuteen hyödyntää tietoa huomattavasti nykyistä paremmin. Tiedon hyödyntämiseen liittyy keskeisesti mahdollisuus tehostaa liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden tarjontaa ja tällaisten palvelun tarjoajien toimintaa tiedonvaihdon solmupisteenä. Tiedon hyödyntämisen avulla voidaan muun muassa optimoida reittejä ja kapasiteetteja, ja vaikuttaa näin liikenteen ympäristölle haitallisten päästöjen vähenemiseen. Sujuvuutta puolestaan parantaa erityisesti mahdollisuus vältellä ruuhkia ja liikenteen häiriötilanteita ja valita kulloinkin parhaalla tavalla liikennöitävä reitti.

Automaatio mahdollistaa kustannustehokkaiden uusien liikennepalveluiden tarjoamisen, esimerkiksi kaupunkiseutujen syöttöliikenteessä ja haja-asutusalueilla. Tavoitteena on mahdollistaa niin hyvien liikkumisen palveluiden tarjonta, että ne muodostavat todellisen vaihtoehdon oman auton käytölle. Jaettujen automaattisten ajoneuvojen käyttö voi vähentää liikennemääriä ja vapauttaa muun muassa kaupunkitiloja pysäköintikäytöstä. Samoin erityisryhmille tarjottavien erityispalveluiden tarjoaminen kustannustehokkaasti mahdollistuu nykyistä helpommin.

VISIO: Automaattiliikenne on nykyistä turvallisempaa, tehokkaampaa ja kestävämpää



3 Horisontaaliset tavoitteet

Automaation avulla on mahdollista vauhdittaa laajempien yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamista, kuten tehokkaampien liikkumisen palveluiden tarjoamista julkisen liikenteen alku- ja loppukilometreille kaupunkialueilla sekä kehittää haja-asutusalueen palveluita ja tukea kestävyys-tavoitteiden saavuttamista. Liikennejärjestelmätasolla automaation avulla voidaan merkittävästi vaikuttaa siihen, millaisiksi ympäristöiksi esimerkiksi kaupunkien keskustat jatkossa muovautuvat liikennemäärien muutoksen myötä. Automaatiokehitys voi parhaimmillaan lisätä jaettujen kulkumuotojen osuutta esimerkiksi automaattisten pienlinja-autojen muodossa ja siten vähentää ruuhkia ja ajoneuvoista aiheutuvia päästöjä sekä vapauttaa kaupunkitilaa muihin käyttöihin pysäköintitarpeen vähenemisen myötä. Toisaalta on arvioitu, että automaatio voi pahimmillaan lisätä ajoneuvojen määrää mukavuuden lisääntyessä, kun ajoneuvoissa olevat ihmiset voivat käyttää aikansa ajamisen asemesta muihin toimiin. Toivottavat kehityskulut eivät tapahdu itsestään, vaan niiden aikaan saamiseksi on tehtävä määrätietoista politiikkaa muun muassa sääntelyn ja strategisen suunnittelun avulla. On pystyttävä muodostamaan kuva siitä, millaisia automaation vaikutuksia haluamme, ja miten niihin päästään.

Liikenteen automaation etenemiseen liittyy erittäin paljon epävarmuuksia. Kuten digitalisaatiokehityksessä yleisestikin, pystymme näkemään selvästi vain lähitulevaisuuteen. Tämän ilmiön johdosta on tärkeää, että etenemme pienin askelin, mutta kuitenkin etenemme. Esimerkiksi mittavien infrainvestointien aika ei näytä olevan aivan lähitulevaisuudessa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että automaation tuloon varautuminen voitaisiin siirtää myöhemmäksi. Merkittävien yhteiskunnallisten etujen saavuttaminen edellyttää, että varautumaan muun muassa sääntelyn luomissa, riittävien resurssien muodossa sekä yhteiskunnallisessa suunnittelussa. Varautumisessa keskeisessä roolissa on yksityisten ja julkisten toimijoiden tiivis yhteistyö, jonka mekanismeja on tarve kehittää.

Liikenteen automaatiossa on kolme keskeistä horisontaalista tavoitetta:

Liikenteen automaation kolme peruspilaria



Lähtökohtana ihmiskeisyyys

- Yksilöiden ja yhteiskuntien hyvinvointi tavoitteena
- Automaattisten järjestelmien eettinen kehittäminen ja hyödyntäminen
- Uusien toimijoiden ja vanhojen toimijoiden uusien roolien määrittäminen
- Rooleihin liittyvien vastuiden ja oikeuksien määrittäminen
- Yritysten vastuullisuuskuultuuri!
- Algoritminen ja ihmisiin suuntautuva läpinäkyvyys



Datan jakamisen edistämisen välttämättömyys

- Verkottuminen (connectivity) välttämätöntä
- Tietoliikenneyhteyksien kehittäminen
- EU:n datan hallintamallin kehittäminen
- Koordinaatoroolien määrittäminen
- Staattisen ja dynaamisen liikennedatan vaihtaminen
- MyDatamallin edistäminen



Tarve uudistaa kv- ja EU-sääntelyn lähtökohtia

- Kokonais kuvan hahmottaminen
- Sekä "alhaalta ylös" että "ylhäältä alas" tarkastelu tarpeen
- Sääntelyn oltava tavoite-, suoritus- ja riskiperustaista
- Ei enää teknisten yksityiskohtien sääntelyä
- Arviointi- ja testausmenettelyjen kehittäminen!
- Teknologianeutraalisuus myös käytännössä

LVV

Tavoite 1: Liikenteen automaatiota kehitetään ja hyödynnetään siten, että keskiössä on yksilöiden ja yhteiskuntien etu

Kuten liikenne palveluna (MaaS) –konseptissa ja datataloudessa, myös liikenteen automaatiassa keskiössä on jatkossa oltava teknologioiden ja organisaatioiden asemesta ihminen. Liikenteen automaatiota kehitettäessä ja käytettäessä on jatkuvasti asetettava tavoitteeksi yksilöiden ja yhteiskuntien hyvinvointi. Esimerkiksi perus- ja ihmisoikeuksien kunnioittamisen on oltava automaatiojärjestelmien kehittämisessä ja käytössä sisäänrakennettua (by design). Käytännössä tämä voi näkyä esimerkiksi tekoälyn opettamisessa käytettävälle datalle asetettavissa laatuksiteereissa, kuten kiellossa käyttää syrjivää dataa, sekä vaikutusten arvioinnin tekemiseen kohdistuvina vaatimuksina ja niiden tekemistä ohjaavina kriteereinä.

Ihmisten luottamus automaatioon on edellytys yleisen hyväksynnän saavuttamiselle. Luottamuksen syntymisen kannalta keskeinen tekijä on läpinäkyvyys. Algoritminen läpinäkyvyys tarkoittaa sitä, että riippumattomat kolmannet osapuolet, kuten viranomaiset tai tarkastuslaitokset voivat arvioida järjestelmien turvallisuutta (mukaan lukien kyberturvallisuus) sekä päätöksenteon perusteita ja selvittää jälkikäteen muun muassa lokitietojen pohjalta, kuinka tapahtumat ja päätöksenteo etenivät. Ihmisen ja koneen toimintaan liittyvän läpinäkyvyyden vaatimuksen avulla voidaan varmistaa, että ihmiset ymmärtävät riittävässä määrin, milloin ovat tekemisissä tekoälyjärjestelmän kanssa, mitä järjestelmä tekee ja mitä se ei tee, sekä mitä ihmisen toiminnalta kullakin hetkellä odotetaan.

Tavoite 2: Liikenteeseen liittyvän tiedon vaihtamista tehostetaan merkittävästi

Liikenteen automaatio etenee käsi kädessä verkottumisen kanssa. Korkean automaation liikennevälineiden on Suomen käsityksen mukaan oltava kytkeytyneitä toisiinsa ja liikenneinfrastruktuuriin (kuten liikenteen ohjaus- ja hallintatoimintoihin) tietoliikenneyhteyksien välityksellä, sillä vain verkottuminen mahdollistaa tiedon hyödyntämisen. Verkottumisen myötä tapahtuva tiedon vaihto lisää merkittävästi turvallisuutta etenkin vilkkaasti liikennöidyissä liikenneympäristöissä. Verkottuminen on myös keskeinen tekijä tehokkuuden ja kestävyuden vision toteutumiseksi. Autonomia, eli liikennevälineen liikkuminen pelkästään omien havaintolaitteiden varassa tulisi olla mahdollista vain poikkeuksena pääsääntöön (esimerkkinä liikenneympäristöt, joissa on vähän muuta liikennettä, kuten avomerellä tai vähäliikenteisillä yksityisteillä).¹ Samaan aikaan on luonnollisesti selvää, että liikennevälineen automaatiojärjestelmien on selviydyttävä turvallisesti myös tilanteista, joissa tietoliikenneyhteyksissä on häiriöitä tai katkoksia.

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 rakentamisen vauhdittajana.

¹ Tästä kappaleesta ilmenee keskeinen syy sille, että Suomi haluaa käyttää nimenomaan termiä ”automaatio” eikä ”autonomia”. Autonomisen liikennevälineen määrittelyssä on jonkin verran horjuvuutta, koska sillä saatetaan viitata myös tekoälyjärjestelmien ”itsenäiseen” päätöksentekoon, mutta aikaisemmin ja osittain myös nykyään tarkoitetaan liikennevälinettä, joka ei ole riippuvainen tietoliikenneyhteyksistä.

Liikenteen automaation tarvitsemaa tiedonjaon infrastruktuuria on kehitettävä. Fyysisestä liikenneinfrastruktuurista on tarve luoda digitaalinen malli, jonka tiedot päivittyvät mahdollisimman reaaliaikaisesti². 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 kehittyneen tiedonjakoinfrastruktuurin yhteentoimivuuden elementtien rakentamiseen panostaminen vaativat investointeja, jotka kuitenkin ovat huomattavan maltillisia verrattuna esimerkiksi fyysisen liikenneinfrastruktuurin rakentamiseen ja ylläpidon kustannuksiin.

Tavoite 3: Liikenteen automaation sääntelykehikkoa kehitetään kokonaisvaltaisesti

Liikenteen sääntely on vuosikymmenten saatossa muodostunut hyvin tekniseksi ja yksityiskoh- taiseksi. Järjestelmien tekninen kehitys on kuitenkin digitalisaation myötä kiihtynyt niin nope- aksi, että tällainen sääntelymalli on tullut tiensä päähän.

Liikenteen automaatio tarvitsee tuekseen kansainvälisesti laadittua sääntelyä sekä kansainvälisesti sovittuja menettelytapoja ja standardeja. Sääntelyn on oltava tavoite-, suoritus- ja riskiperusteista sääntelyä, ei yksityiskohtiin menevää teknistä sääntelyä. Tavoite-, suoritus- ja riskiperusteinen sääntely tarkoittaa sitä, että sääntelyssä asetetaan tavoite, johon pääsemiseksi toimija voi määrit- tää sille parhaiten sopivat keinot. Usein tarpeen eivät niinkään ole uudet säännökset vaan ole- massa 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. Auto- maattisten liikennevälineiden käytön sääntelyssä keskeinen kysymys ei tulisi olla se, ohjaako lii- kennevälinettä ihminen vai kone. Sen sijaan tulee keskittyä siihen, että liikennevälineen on nou- datettava liikennesääntöjä tai kansainvälisiä sopimuksia riippumatta siitä, miten sitä ohjataan. Tarvittaessa liikennesääntöjä tai sopimuksia on uudistettava niin, että niiden noudattaminen on mahdollista.

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

Yksittäisiä sääntelyhankkeita valmisteltaessa on peilattava niiden vaikutuksia siihen, edistävätkö ne isojen yhteiskunnallisten tavoitteiden ja visioiden saavuttamista. Tällainen ”ylhäältä alaspäin” tapahtuva tarkastelu on toistaiseksi ollut puutteellista. Vireillä on kansainvälisesti erittäin kiinnos- tavia ja merkittäviä sääntelyhankkeita, mutta kokonaisuuden hahmottamiseen ei juurikaan ole py- ritty. Vastaavasti ei ole pysähdetty miettimään sitä, millaisen kokonaiskuvan yksittäiset hankkeet muodostavat (alhaalta ylöspäin –tarkastelu). Molempia tarvitaan, jotta voidaan ohjata kehitystä haluttuun suuntaan.

² Monesti tästä digitaalisesta mallista käytetään termiä ”digitaalinen kaksonen”. Tässä suunnitelmassa tavoitteeksi on kuitenkin asetettu mahdollisimman reaaliaikaisesti päivittyvä digitaalinen malli, koska kaksonen pitäisi periaatteessa kullakin hetkellä vastata täsmälleen todellisuutta, ja niin pitkälle menevän reaaliaikaisuuden toteuttaminen on vähintään haastavaa.

Automaattista liikennettä on kehitettävä yritysvetoisesti ja kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti. Ihmisten tarpeisiin vastataan pääosin elinkeinoelämän tuottamilla palveluilla. On syytä tarkasti miettiä, mitkä tehtävät ovat sellaisia, että niitä voi hoitaa vain viranomainen. Pääsääntöisesti viranomaisen keskeisinä rooleina tulisi olla mahdollistaja ja valvoja. Etenkin uusien liiketoimintamallien ja toimintatapojen sekä hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentuessa julkisilla toimijoilla voi olla uudenlainen rooli ekosysteemien synnyn fasilitoijana ja yhteentoimivuuden elementtien syntymisen edistäjänä.

4 Liikennemuotokohtaiset tavoitteet ja keskeiset toimenpiteet

4.1 Tavoitteet tieliikenteen automaatiassa

Tieliikenteen automaatiassa Suomen tavoitteena on mahdollistaa ihmisten nykyliikennettä turvallisempi, tehokkaampi ja kestävämpi liikkuminen lähtöpaikasta suunniteltuun määränpäähän. Suomi on maantieteellisesti laaja maa, jossa tulee jatkossakin olemaan vaihtelevia liikenneympäristöjä ja olosuhteita. Automaattinen liikenneväline ei voi pysähtyä joutuessaan automaatiotoiminnoille määritellyn toimintaympäristön ulkopuolelle, vaan matkan on voitava jatkaa ihmisen toimiessa kuljettajana. Tällöin pitkälle näköpiirissä olevaan tulevaisuuteen saakka tilanne tulee olemaan sellainen, että dynaamisen ajotehtävän hoitaminen voi matkan varrella useaan kertaan vaihtua suunnitellusti ihmiseltä koneelle ja taas takaisin riippuen siitä, millaisissa liikenneympäristöissä ja olosuhteissa automatiikan on suunniteltu toimivan.

Ihmisten kannalta tärkeää on, että he voivat käyttää aikansa muihin toimintoihin kuin ajamiseen mahdollisimmin yhtäjaksoisesti siten, että heidän ei tarvitse tarkkailla liikenneympäristöä. Tämä yhtäjaksoinen aika voi lähitulevaisuudessa olla varsin lyhytkin, mutta automatiikan kehittyessä se pitenee, kun liikenneympäristöt ja olosuhteet, joissa automatiikan on suunniteltu toimivan, laajenevat. Suomen tavoitteena on, että tämän muuhun kuin ajamiseen käytettävän yhtäjaksoisen ajan piteneminen voi tapahtua mahdollisimman nopeasti. Ajanjakson pitenemiseen voidaan vaikuttaa muun muassa digitaalista ja fyysistä liikenneinfrastruktuuria sekä tiedonjakamista kehittämällä. Lisäksi tueksi tarvitaan sääntelyä. Suomen tavoitteena on muodostaa toimintaympäristö, jossa automaattisia ajoneuvoja ja kuljettajaa tukevia älykkäitä automaatiojärjestelmiä otetaan mahdollisimman laajassa mittakaavassa käyttöön niin henkilöautoissa kuin raskaassakin kalustossa sitä mukaa kuin niitä tuodaan markkinoille.

Lisäksi on huomioitava erilaiset tieliikenteen automaation ilmenemismuodot, kuten julkista liikennettä tukevien automaattisten pienlinja-autojen kehitys ja niiden suuri merkitys tulevaisuuden älykkäiden liikkumispalveluiden tarjonnassa. Tällaiset pienlinja-autot on suunniteltu käytettäväksi tietyillä alueilla tai reiteillä, ja niitä voidaan käyttää muun muassa ensimmäisen ja viimeisen kilometrin palveluiden tarjontaan taajama-alueilla sekä haja-asutusalueilla liikenneyhteyksien parantamiseen. Automaattiset pienlinja-autot muodostavat tieliikenteen automaatiassa yhden kehityksen kehän. Tavoitteena on tukea niiden avulla tarjottavien palveluiden kehittämistä ja käyttöä pyritään tavalla, joka mahdollistaa edelläkävijyyden tällaisten liikkumisen palveluiden markkinan luomisessa.

Vaiheistus

Pitkän tähtäimen (2030-2035) tavoitteena on, että kehittyneillä tai täysin automaattisilla ajoneuvoilla voitaisiin ajaa koneen hoitaessa dynaamista ajotehtävää mahdollisimman laajoilla alueilla Suomessa, mahdollisimman riippumattomasti sääolosuhteista. Tämä edellyttää muun muassa kehittyneitä sääntelyä, fyysisen infrastruktuurin älykästä luokittelua sekä väylien varsilla olevan digitaalisen infrastruktuurin kehittämistä.

Tietyillä reiteillä tai alueilla liikennöivien automaattisten pienbussien ja robottitaksien osalta tavoitteena on, että niiden avulla tuotettavat liikkumisen palvelut ovat täysin määräisesti tuotantokäytössä. Sekä kaupunkien syöttöliikenteessä että haja-asutusalueella

tarjottavien palveluiden on osaltaan mahdollistettava matkaketjujen kilpailukyky oman auton omistamisen kanssa.

Keskipitkän aikavälin (2025-2030) tavoitteena on, että kehittyneillä automaattisilla ajoneuvoilla voitaisiin ajaa koneen hoitaessa dynaamista ajotehtävää kaikilla Suomen moottoriteillä hyvissä olosuhteissa.

Tietyillä reiteillä liikkuvien automaattisten pienlinja-autojen osalta tavoitteena on, että niiden avulla voidaan toteuttaa laajamittaista palvelutuotantoa sekä kaupunkien syöttöliikenteessä että haja-asutusalueilla. Robottitaksien osalta tavoitteena on palvelutuotannon käynnistäminen.

Lyhyellä aikavälillä (2022-2025) tavoitteena on mahdollistaa ensimmäiset ajallisesti merkittävät (puolesta tunnista tuntiin) mahdollisuudet ajaa kehittyneillä automaattisilla ajoneuvoilla Suomen moottoritieverkostolla hyvissä olosuhteissa.

Lisäksi tavoitteena on edistää sitä, että etäohjatuilla pienlinja-autoilla tarjottavia liikennepalveluita otetaan tuotantokäyttöön kaupungeissamme mahdollisimman nopeasti.

Suotuisan sääntely-ympäristön luominen

Wienin kansainvälisen tieliikennesopimuksen käynnissä oleva muutos tulee merkitsemään sitä, että keskeisiä sääntelyn perusteita voidaan työstää kansallisesti. Myös muuta merkittävää sääntelyä (kuten vastuisiin liittyvää sääntelyä) on tieliikenteessä kansallisessa toimivallassa. Tämä antaa mahdollisuuden asettaa tavoitteeksi maailman edistyksellisimmän sääntely-ympäristön luomisen tieliikenteen automaatiota edistämään.

Samalla tarvitaan aktiivista vaikuttamista kansainvälisellä ja EU-tasolla. Tällä hetkellä käynnissä on huomattava määrä tieliikenteen automaation sääntelyyn vaikuttavia hankkeita, erityisesti UNECE:ssä ja EU:ssa. Lisäksi kansainvälisiä suuntaviivoja ja suosituksia pyritään laatimaan muun muassa ITF:ssä (OECD:n alainen International Transport Forum). Suomen tavoitteena on vaikuttaa aktiivisesti kaikissa keskeisissä hankkeissa, tuoda esille edistyksellisiä ja perusteltuja sääntelyyn liittyviä näkemyksiä ja pyrkii muun muassa vaikuttamaan siihen, että sääntelyssä huomioidaan kokonaiskuva ja isot tavoitteet.

Tavoitteiden saavuttamiseksi keskeiset toimenpiteet:

- Suomessa käynnistetään vuosille 2021-2023 laaja tieliikenteen automaatioon vaikuttavan sääntelyn tarkastelu ja valmisteluhanke, jossa työstetään ainakin seuraavia keskeisiä kysymyksiä:
 - Automaattisten ajojärjestelmien kehittämiseen, ylläpitoon, hyödyntämiseen ja käyttöön sekä käytöstä poistoon liittyvien toimijoiden roolien sekä niihin liittyvien velvollisuuksien ja oikeuksien määrittäminen,
 - Velvoitteiden ja vastuiden kohdistumisen selkeyttäminen uudessa toimintaympäristössä sekä vastuullisuuden kulttuurin syntymisen tukeminen sääntelyn keinoin,
 - Algoritmisen läpinäkyvyyden ja kyberturvallisuuden varmistamisen elementtien luominen,
 - ihmisen ja koneen väliseen vuorovaikutukseen liittyvän läpinäkyvyyden varmistamisen elementtien luominen,

- tarvittavan osaamisen kehittäminen
- tarvittavien testaus- ja hyväksyntämenettelyjen ja osaamisen kehittäminen.
- Vaikutetaan proaktiivisesti keskeisissä kansainvälisissä elimissä ja EU:ssa tehtävässä sääntelytyössä ja valmisteleavassa työssä.
- Sekä koti- että ulkomaisen työn valmistelun tueksi kootaan sidosryhmäverkosto. Samalla varmistetaan, että tieto käynnissä olevista hankkeista kulkee julkisen ja yksityisen sektorin välillä.

Digitaalisen infrastruktuurin ja tiedonjaon edistäminen

Suomen tavoitteena on olla eturintamassa 5 G –teknologiaa hyödyntävien liikenteen automaatiolle perustuvien palveluiden syntymisessä. Suomen tulee voida käyttää vahvuutensa ja kyvykkyytensä digitalisaation sektorilla täysimääräisesti. Operaattoreiden yhteen lasketun 4G –verkon peitto Suomen pääteillä on varsin kattava, ja sen tukiasemia hyödyntämällä voidaan saada syntymään myös niin sanottu 5G –peruspeitto, joka palvelee myös liikenteen automaatiota. Suomen kilpailukyky edellyttää, että 5G –verkko saataisiin rakentumaan niin nopeasti kuin mahdollista etenkin pääteiden varsille, jotta verkkoa hyödyntävät liikenteen palvelut pääsevät syntymään ja kehittymään. Samalla tarvitaan toimenpiteitä yhteisen tietopohjan luomiseksi muun muassa siitä, minkä tyyppiset tietoliikenneyhteydet tukevat parhaiten erilaisia palveluita. Nämä päämäärät edellyttävät laajan toimijakentän yhteisiä toimenpiteitä.

Tiedonvaihdon edistämiseksi Suomi on ollut jo vuosia kansainvälisen edelläkävijän asemassa, ja sama on mahdollista toteuttaa myös automaatiossa. Suomessa on poikkeuksellisen hyvä käsitys siitä, mitä tiedonvaihdon edistäminen liikenteen automaation edistämiseksi tarvitsee.

Tieverkkoa koskeva luotettava ja ajantasainen tieto on välttämätön perusta sekä väyläpidolle että sujuvalle, turvalliselle ja ympäristöystävälliselle liikenteelle. Automatisoituva liikenne kohdistaa tiedolle vielä nykyistään suurempia vaatimuksia ja muun muassa tiedon reaaliaikaisuus nousee keskeiseksi vaatimukseksi. Staattisen tieliikenteen infrastruktuuriin liittyvän tiedon muuntaminen sellaiseen digitaaliseen muotoon, että se hyödyttää automaatiokehitystä, on valtion väyläverkon osalta jo käynnissä Väylävirastossa. Lisäksi kattavaa ja ajantasaista tietoa pitää kerätä ja ylläpitää myös kuntien hallinnassa olevalta katuverkolta. Tämän tiedon tuottaminen mahdollisimman yhdenmukaisessa ja helposti hyödynnettävässä muodossa on saatava käyntiin mahdollisimman pian.

Dynaaminen liikennetieto on pääosin ajoneuvojen keräämää. Kyse on tiedosta, joka voi kertoa muun muassa tarkasti paikallisista olosuhteista tai mahdollisista liikenteeseen liittyvistä häiriöistä. Sen saaminen automaattiliikenteen käyttöön erityisesti liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden kautta on Suomessa mahdollista, sillä sääntelyssä on huomioitu tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalveluita tarjoavan Intelligent Traffic Management Finlandin toiminta tiedon solmupisteenä. Tietojen saantiin ja niiden käyttöön liittyy kuitenkin haasteita, joiden ratkaisua voidaan pyrkiä edistämään EU-tasolla etenkin käynnissä olevien ITS-direktiivin tietoon liittyvien täytäntöönpanoasetusten uudelleen tarkastelun yhteydessä sekä tarvittaessa myös selvittämällä mahdollisuuksia kansalliseen sääntelyyn.

Tavoitteiden saavuttamiseksi keskeiset toimenpiteet:

- Kootaan yhteen joukko keskeisiä toimijoita (teleoperaattorit, TMFG, Traficom, Väylävirasto, jne) ja perustetaan yhteinen konsortio, jonka avulla a) tunnistetaan automaattiliikenteen mahdollisia uusia liiketoimintamalleja operaattoreille, b) selvitetään palvelutasovaatimukset, c) kehitetään vaihtoehtoisia etenemismalleja ja d) pilotoidaan toteutusvaihtoehtoja tiealueiden tietoliikenneyhteyksien osalta ajoneuvojen ja liikenteenohjauksen tarpeisiin liikenteen automaation mahdollistamiseksi. Haetaan työhön rahoitusta CEF Digital rahoitusvälineestä.
- Otetaan ensi vaiheessa kehittämisen ja pilotoinnin painopisteeksi liikenteen automaation osalta moottoritiet (Helsinki-Tampere), mahdollisesti kaupunkien kehäteitä (Kehä 3, Kehä 2 tai Kehä 1) tai osa pääväylistä. Tarkastellaan nykyistä palvelutasoa ja verkkojen kehitystä säännöllisesti toteutettavilla mittauksilla joillain keskeisillä moottoritieosuuksilla. Tutkitaan mitä eri taajuusalueita on mahdollista hyödyntää palvelujen toteuttamiseen ja mitä on mahdollista hyödyntää liikenteen tarpeisiin. Selvitetään ja tunnistetaan uusia liiketoimintamalleja yhteistyössä teleoperaattoreiden kanssa, jotka vastaavat uusiin automaattiliikenteen kysyntätarpeisiin liikenneväylien tietoliikenneyhteyksien osalta.
- Kehitetään dynaamisen liikennetiedon tiedonvaihtoa yhdessä markkinatoimijoiden ja liikenteenohjauksen kanssa siten, että ajoneuvojen välinen sekä ajoneuvojen ja infrastruktuurin välinen tietojen vaihto toimii tehokkaasti ja turvallisesti.
- Kehitetään maantie- ja katuverkon digitaalista mallia mahdollisimman reaaliaikaiseksi tavalla, joka sisältää automatisoituvan liikenteen kannalta tarpeelliset ja riittävän laadukkaat staattiset tiedot. Rahoitustarve 8 M € vuoteen 2026 mennessä.
- Selvitetään ja parannetaan automaation tarvitsema kyberturvallisuuden tilannekuva, yhteistyömallit ja osaaminen osana yleistä automaation tilannekuvakyvykkyyttä.

Älykäs väylien luokittelu ja palvelutasovaatimusten määrittely

Suomen tavoitteena on kehittää automaatiokehitystä tukeva malli älykkäälle väylien luokittelulle ja pyrkiä sen avulla vaikuttamaan kansainväliseen kehitykseen. Yleinen keskustelu automaattisten ajoneuvojen ja fyysisen väyläinfrastruktuurin välisistä yhteyksistä ja tarpeesta kehittää tätä yhteyttä on käynnistetty eri kansainvälisillä areenoilla, mutta tuotoksia asiaan liittyen toistaiseksi vähän. Tarvitaan lisää tietoa tieväyläverkoston soveltuvuudesta automaattiliikenteelle sekä mahdollisista väyliin kohdistuvista vaatimuksista. Tietojen pohjalta syntyy samalla näkemys infrastruktuurin automaatiovalmiuksista. Tällainen näkemys on tarpeen kotimaisia toimijoita varten, mutta herättää varmasti myös kansainvälistä kiinnostusta. Samalla mahdollistetaan väylien palvelutasojen määrittelyt automaatiotarpeiden näkökulmasta ja luodaan älykäs väylien luokittelun malli, joka yhdistää sekä digitaalista että fyysistä infrastruktuuria kuvaavat tiedot.

Lisäksi selvitetään vaikutusten arvioinnilla, tutkimuksilla ja piloteilla, millä tavoin tieinfrastruktuuria kehittämällä voitaisiin tukea automaatiokehitystä ja etenkin ODD-alueiden mahdollisimman nopeaa laajenemista. Ensivaiheissa tärkeää on huolehtia tiemerkintöjen ja päällysteiden hyvästä kunnosta sekä talvikunnossapidosta. Tutkimus- ja pilotointitoimintaa tekemään pyritään hankkimaan kumppaneita etenkin muista Pohjoismaista.

Tavoitteiden saavuttamiseksi keskeiset toimenpiteet:

- Selvitetään nykyisten moottoriteiden soveltuvuutta automaattiliikenteelle (2021-2022). Selvityksissä otetaan huomioon muun muassa ennakoitavissa olevat tieverkkoon kohdistuvat vaatimukset, paikannutarpeet, tietoliikennetarpeet, ajoneuvojen

teknologian kehittyminen sekä tiedonkeruuseen, -hallintaan ja -jakamiseen kohdistuvat vaatimukset. Samassa yhteydessä määritellään näihin kohdistuvat kehittämistoimet ja pilotoidaan niitä todellisella, noin 150 kilometriä pitkällä moottoritiejaksoilla (Helsinki-Tampere). Pilottivaiheen aikana toteutetaan myös päätieverkon luokittelu automaattiliikenteen palvelutasoihin ja määritellään eri palvelutasojen sisällöt. Rahoitustarve 5 M €.

- Mikäli ajoneuvojen teknologinen kehitys ja sääntelykehityksen luominen etenevät siten, että automaattiajon oletetaan olevan todellisuutta vuonna 2025, käynnistetään vaaditut kehittämistoimenpiteet kaikille yli 100 kilometriä pitkille moottoritiejaksoille vuonna 2023. Kehittämistoimenpiteet sisältävät tiehen kohdistuvia fyysisiä parannuksia, kunnossapitotoimenpiteiden kehittämistä, tiedonkeruuta ja –hallintaa sekä varmistuksen paikannus- ja tietoliikennepalvelujen riittävän korkeatasoisesta saataavuudesta. Rahoitustarve 10 M €.
- Vuoden 2025 jälkeen määritellään ja toteutetaan kehittämistoimenpiteet muulle automaattiliikenteen palvelutasoluokituksen ylemmän tason tieverkolle.
- Kehitetään (talvi)kunnossapitoa siten, että se tukee automaatiota myös pohjoisemmilla alueilla.

Testaaminen, kokeileva testaaminen ja pilotointi

Automaattisten ajoneuvojen kehittäminen ja liikelle laskeminen käyttöön tulee edellyttämään jatkossa monenlaista ja erilaisissa ympäristöissä tehtävää testaamista. Myös sääntely muuttuu tavalla, joka korostaa testaamisen merkitystä. On pystyttävä luomaan liikenneturvallisuuden ja kyberturvallisuuden varmistavat tavoite-, suoritus- ja riskiperusteiset kriteerit sekä tavat, joilla näiden tavoitteiden saavuttaminen voidaan osoittaa ja arvioida.

Samalla on huomattava, että automaatiokehitykseen liittyy edelleen huomattavasti epävarmuuksia. Automaatiokokeilujen ja erilaisten pilottien merkitys ei siten ole vähenemässä, vaan päinvastoin. On tärkeää, että liikenteen automaatiossa edetään, vaikka sitten edetä pienin askelin, jolloin saatuja kokemuksia voidaan hyödyntää seuraavissa vaiheissa. Niin digitaalisen kuin fyysisen infrastruktuurin kehittämistä sekä tietojenvaihdon edistämistä edistettäessä kokeilujen ja niistä saatavien tulosten skaalaamisen kautta eteneminen on järkevää.

Testaaminen ja kokeileva testaaminen on syytä erottaa toisistaan, mutta molempia voidaan edistää pääosin samoin toimenpitein, eli luomalla testaamiselle tarvittavat testausmahdollisuudet ja –ympäristöt sekä suotuisaa säädösympäristöä kehittämällä. Suomella on edellytyksiä kehittää testaamista esimerkiksi automaattisten ajoneuvojen kyberturvallisuuden parantamiseksi sekä tarjota testiympäristöjä ja –olosuhteita, jotka edistävät automaattisten ajonjärjestelmien kykyä selviytyä jatkossa myös haastavista olosuhteista ja tilanteista. Kansainvälistä edelläkävijyyttä voidaan saada luomalla Suomeen auditointiosaamista. Lisäksi Suomessa tarvitaan myös omaa tutkimusta, kokeilutoimintaa ja pilotointia, jotka voivat luoda ymmärrystä esimerkiksi ajoneuvon automaatioteknologian ja infrastruktuurin väliseen vuorovaikutukseen ja infrastruktuurin kehittämiseen liittyviin seikkoihin.

Kokeilu- ja pilotointitoiminnassa kohdistetaan rahallisia panostuksia erityisesti kaupungeissa ja taa-jamissa tehtäviin pilotointeihin siten, että tavoitteena on automaattisilla ajoneuvoilla (ensivaiheessa pieninja-autot) tarjottavien palveluiden kehittäminen tuotantokäytön asteelle mahdollisimman nopeasti ja skaalattavalla tavalla. Laajoilla kokeiluilla saadaan tietoa ja ymmärrystä siitä, miten automaatiolla voidaan tukea liikennejärjestelmän pitkäjänteistä kehittämistä.

Tavoitteiden saavuttamiseksi keskeiset toimenpiteet:

- Kokeillaan ja pilotoidaan automaation hyödyntämistä liikennejärjestelmässä laajoin kaupunki- ja taajamaympäristön kokeiluin henkilö- ja/tai tavarakuljetuksissa. Rahoitustarve 2 M €/v vuosina 2022-25, yhteensä 8 M €.
- Poistetaan ensi vaiheessa lainsäädännöstä esteet kokeilutoiminnalle. Tämän jälkeen kehitetään Suomen lainsäädäntöä siten, että eri hyväksyntämenettelyihin liittyvä testaaminen on Suomessa tasolla, joka varmistaa turvallisuuden ja kyberturvallisuuden toteutumisen ja on toimijoiden kannalta ennakoitavaa ja joustavaa.
- Selvitetään mahdollisuudet kehittää Suomeen auditointiosaamista, myös kyberturvallisuuden auditointiin.
- Kehitetään erityisesti Traficomien toimintaa ja resursseja testaamisen edistämiseksi Suomessa.

4.2 Tavoitteet meriliikenteen automaatiossa

Tavoitteena on luoda edellytykset tehokkaalle, turvalliselle ja kestäväälle merenkulun automaatiolle sekä ottaa se käyttöön suomalaisia ratkaisuja hyödyntäen liiketoiminta- ja palvelutarpeet huomioiden.

Pitkän tähtäimen (2026-2032) tavoitteena on se, että kansainvälinen lainsäädännön viitekehys tukee korkean tason automaation ja autonomisen merenkulun käyttöönottoa esimerkiksi tilannekuvan ja navigoinnin osalta. Haasteena on kansainvälisen lainsäädäntöprosessin hitaus. Tavoitteena on myös yhtenäiset käytännöt esimerkiksi VTS-toiminnassa ja etäluotsauksessa sekä selkeät toimijoiden roolit ja vastuut automaation edetessä.

Tavoitteena on, että globaalisti yhteentoimiva tiedon vaihto, digitaalinen infrastruktuuri ja fyysisen infrastruktuuri tukevat korkean tason automaatiota ja autonomista merenkulkua ja ensimmäisiä palveluja on käytössä ainakin edelläkävijämaiden välillä. Tavoitteena on, että Suomi on suunnannäyttävä globaalissa lainsäädännössä ja standardoinnissa ja suomalaista osaamista ja ratkaisuja hyödynnetään maailmanlaajuisesti.

Kansallisestikin erityisesti henkilöliikenteen automaatoratkaisut toteutunevat lainsäädännön syistä pitkällä tähtäimellä. Myös liiketoimintamallien puuttuminen haastaa automaation etenemistä, mutta pitkällä tähtäimellä liiketoimintamalleja löytynee, kun yhdistetään automaatio- ja energiateknologiaa sekä digitaalisen tiedon hyödyntämisen tuoma tehokkuus.

Keinoja saavuttaa tavoite ovat:

- määrätietoinen vaikuttaminen lainsäädännön viitekehysten syntyminen kansainvälisessä merenkulkujärjestö IMO:ssa ja EU:ssa sekä tarvittavat kansallisen lainsäädännön muutokset
- Vaikutetaan vakiintuneissa kansainvälisissä järjestöissä (mm. IALA, ITU, ISO, IMO) sekä ekosysteemeissä (OneSea) ja hankeyhteistyötä hyödyntäen siihen, että erilaisten toimijoiden näkemykset sovitetaan yhteen ja Suomesta tulisi suunnannäyttävä standardoinnissa, joka olisi globaalia, avointa ja teknologianeutraalia ja että kehitetyt standardit saataisiin käyttöön
- kansallisessa lainsäädännössä tarvitaan mahdollisesti roolien ja vastuiden täsmentämistä

- ekosysteemien ja kansainvälisen yhteistyön hyödyntäminen (esim. MASSPorts-verkosto) vaikuttamistyössä ja pilotoinnissa
- Toteutetaan merenkulun kokeiluja ja laajoja yritysveitoisia pilotteja. Kiinnitetään erityistä huomiota osaamisen vahvistamiseen ja hyödyntämiseen.
- Lähialueilla ja globaaleilla edelläkävijäalueilla rannikkovaltioiden välillä ja liikennejärjestelmätasolla toteutettavat haastavat pilotit tukevat ratkaisujen suorituskyvyn ja turvallisuuden, yhteentoimivuuden sekä uusien roolien, vastuiden ja menettelytapojen todentamista.

Keskipitkän tähtäimen (2022-2025) tavoitteena on, että käytössä on kansallisesti eVäylä-palvelut, infrastruktuuri ja hallinnointimalli, jotka tukevat pilotointia ja etenevää automaatiota. Tavoitteena on myös, että etäluotsaus voidaan ottaa käyttöön valikoiduilla alueilla ja liikenteen ohjaus kehittyä älykkääksi, millä tarkoitetaan sitä, että se hyödyntää digitaalista, ajantasaista tilannekuvatietoa, joka koostuu useista eri lähteistä ja jakaa tietoa eri käyttäjäryhmille. Pienillä satamilla on edellytykset vaihtaa tietoa autonomisten alusten kanssa. Varustamojen edellytykset ottaa käyttöön automaatio-tekniologiaa ovat parantuneet.

Vesiliikenteen eVäylä-käsitteellä tarkoitetaan digitaalisen tiedon ja sen hallinnointimallin sekä fyysisen ja digitaalisen infrastruktuurin yhdistävää kokonaisuutta, joka ulottuu väyliltä satamiin asti. Satamassa eVäylä laajenee eri liikennemuotoja yhdistäviksi kuljetuskäytäviksi, joten yhteydet laajempaan satamatiedon vaihtoon on tärkeää varmistaa. eVäylä mahdollistaa kokonaisuutena sujuvan, turvallisen ja kestävä navigoinnin, liitettävyyden, yhteentoimivuuden, yhteisen tilannekuvan ja olosuhdetiedon. eVäylää voidaan myös kuvata turvallisenä putkena mereltä satamaan. Etäluotsaus toimii ensimmäisenä toteutettavana käyttötapauksena, joka hyödyntää turvallista putkea.

eVäylä on laaja konsepti, joka edellyttää tiivistä yhteistyötä viranomaisten välillä, ekosysteemipohjaista yhteistyötä ja selkeää työnjakoa. Näitä toimijoita ovat mm. liikenne- ja viestintäministeriö, Liikenne- ja viestintävirasto, Väylävirasto, VTS-palveluntarjoaja ja Finnpilot, varustamot ja teollisuus. TMFG toimii neutraalina alustan ja tiedon hallinnointimallin tarjoajana.

Merialueilla rannikon läheisyydessä ja sisävesillä digitaalinen infrastruktuuri on kehittynyttä. 5G on ensimmäisenä käytössä satamissa. Väylän ulkopäässä nykyiset tietoliikenneyhteydet eivät ole automaation näkökulmasta riittäviä vaan vaativat investointeja.

Tavoitteena on, että väylän käyttöä voitaisiin optimoida laajentamalla väylä- ja olosuhdetietojen käyttöä siten että väylällä kulkevan aluksen asema suhteessa toisiin aluksiin pysyisi tietyn turvamarginaalin puitteissa täysin ajantasaisesti.

Siirryttäessä etäluotsaukseen keskeisiä kysymyksiä liittyy datan hyödyntämisen ja yhteentoimivuuden lisäksi muun muassa toiminnan kustannuksiin ja liiketoimintalliin, toimijoiden rooleihin ja yhteistyöhön sekä lainsäädännön ja koulutusvaatimuksiin.

Lisäksi tavoitteena on kehittyneen automaation hyödyntäminen kansallisessa rahtiliikenteessä ja navigoinnissa sekä saaristoliikenteen automaation kokeilut. Saaristoliikenteen kauppamerenkulun henkilöliikenteen osalta on vielä lainsäädännön esteitä.

Suurimmat haasteet ovat navigoinnissa satamaan ja kiinnittymisessä. Haasteita aiheuttavat erityisesti toimintojen vaatimien tietojen tarkkuus sekä sen määrittely, miten etäohjaus tapahtuu. On tarpeen todentaa esimerkiksi se, miten ja missä kohtaa välittyy ajantasainen tieto ohjaukseen, hinaukseen ja laivan kiinnittymiseen.

Keinoja tavoitteen saavuttamiseksi:

- Vaikutetaan aktiivisesti kansainvälisessä yhteistyössä lainsäädäntöön ja rajapintojen harmonisointiin ja hyödynnetään toteutuksissa kansainvälistä standardointia, jotta alukset voivat hyödyntää tietoa kansainvälisesti.
- Investoinnit eVäylään ja laitteistoihin vaativat sekä kansallista että EU-rahoitusta. Investointitarve on yhteensä noin 90 miljoonaa euroa.
- Kustannustehokkuuden parantaminen infrastruktuurien kuten tutkaverkoston ja sensorien sekä simulaattorien yhteiskäytöllä.
- Tehostetaan kansallisen ja EU-rahoituksen hyödyntämistä tai perustetaan sellainen kansallinen vesiliikenteen kehittämisohjelma, joka tukee kaksoissiirtymää digitalisaatioon ja automaatioon sekä päästöjen vähentämiseen teknisten ratkaisujen ja tiedon hyödyntämistä edistävien toimintamallien käyttöönotolla, julkisilla hankinnoilla ja ekosysteemeillä, simulaattoreiden hankinnalla ja käytöllä, pilotoinnilla ja standardoinnilla sekä yhtenäisten rajapintojen käyttöönotolla. Investointitarve on yhteensä noin 50 miljoonaa euroa.
- Viranomaistiedon jakaminen entistä laajempaan käyttöön pois lukien sensitiivinen tieto
- Kehitetään kannusteita tiedon vaihtoon
- Jatketaan älykkäiden turvalaitteiden käyttöönottoa ja kehittämistä sekä digitaalisen infrastruktuurin rakentamista keskeisillä väylillä ensisijaisesti markkinaehtoisesti huomioiden pilotoinnin ja liiketoiminnan tarpeet ja hyödyntäen kehittämishankkeiden tuottamat määrätykset.
- Tarjotaan käyttöön dynaaminen väylätietomalli ja merikarttatiedot sekä meriliikenteen hallinnan digitaaliset tietopalvelut ja rajapinnat tiedon jakamiselle.
- Toteutetaan digitaalinen kaksonen väylä- ja satamainfrastruktuuria ja turvalaitteita kuvaaville staattisille digitaalisille tiedoille yhdistämällä tähän dynaaminen, muuttuvia olosuhteita ja tilannekuvaa koskeva tieto sekä ennustemallit. Toteutetaan tiedon ylläpidolle ja jakamiselle hallinnointimalli ja vastuun jako.
- Organisoidaan ja resursoidaan etäluotsauksen käyttöönotto valikoiduilla alueilla
- Tehdään kansallisen saaristoliikenteen kokeiluja sekä tarvittaessa muutoksia kokeiluja edistäviä kansallisen lainsäädännön muutoksia.
- Huomioidaan automaation tarpeet multimodaalissa kuljetuskäytävissä osana EMSW-hankeen arkkitehtuurikehitystä.
- Toteutetaan lisäksi merenkulun kokeiluja ja laajoja yritysveitoisia pilotteja. Kiinnitetään erityistä huomiota osaamisen vahvistamiseen ja hyödyntämiseen.
- Satamien välisiä kansainvälisiä pilotteja tehdään lähialueilla ja kansainvälisesti.

Lyhyen tähtäimen (2020-2021) tavoitteena on eVäylän tarkka määritelmä ja toteuttamisen käynnistäminen sekä etäluotsauksen määrittelyt ja niiden todentaminen. Lisäksi tavoitteena on toteutetut kokeilut ja ensimmäiset palvelut kansallisessa ja yksinkertaisessa toimintaympäristössä lyhyillä väkioireiteillä, vähäliikenteisillä alueilla ja vähäliikenteiseen aikaan, jos palveluille on kysyntää ja rahoitus. Toteuttamiskelpoisimpia ovat autonominen lossi, autonominen tutkimusalus, joka navigoi emäaluksen kanssa yhteydessä ja joen ylitys kaupungissa korvaamalla siltaa. Joiltain osin tarvittaneen kansallisen lainsäädännön tarkentamista.

Jatkotyössä eVäylän tarkemman määrittelyn yhteydessä on varmistettava, että toteutettavat toimet ovat kokonaisuuden kannalta tarpeellisia ottaen huomioon, että myös alus- ja tekoälyteknologiat, sensorifuusio ja reunalaskenta tulevat tukemaan esimerkiksi yhteisen tilannekuvan muodostamista ja tilannekuvatietoa. Samaan aikaan on huomioitava se, miten eVäylä voi tukea näiden teknologioiden hyödyntämistä. Myös vesiväylien ja satamien digitaalisen infrastruktuurin tilassa mukaan lukien satelliitti- ja kiinteät verkot sekä niiden vaatimukset automaation näkökulmasta on vielä selvitettävää. Haasteena ovat myös fyysisten turvalaitteiden asettamat rajoitteet jotka pääosin liittyvät virtalähteen riittävyteen sekä tietoliikenneverkon toimivuuteen. Tietojen luokittelu, luotettavuus ja ajantasaisuus vaihtelevat ja rajapinnat eivät ole yhtenäisiä.

Monet käynnissä olevat kehittämis- ja kokeiluhankkeet tukevat tavoitteen toteutumista tukevien edellytysten määrittelyä. Tuotteita ja palveluja kehittävät yritykset ovat jo keskittyneet tietojen tarkkuuden ja ajantasaisen tiedon välityksen haasteisiin ja ensimmäiset ratkaisut odottavat kaupallisia referenssejä. Suomessa testataan jo 5G-ratkaisuja erityisesti satamissa ja myös uusia tiedonvaihdon ratkaisuja ja alustoja ollaan ottamassa käyttöön. Väylien turvalaitteiden etähallinnan lisäämisellä on jo tehostettu kunnossapitotoimintaa ja ennakoitavuutta.

Keinot tavoitteiden saavuttamiseksi:

- Vaikutetaan kansainvälisessä yhteistyössä ja EU:ssa ripeään etenemiseen IMO:n automaation säädöskartoituksessa havaittujen esteiden ratkaisemiseen, yhtenäisten määritelmien syntyymiseen ja yhteentoimivuuteen.
- Tuotetaan kehittämissankkeissa määrittelyjä esimerkiksi etäluotsaukseen ja todennetaan niitä kokeiluissa ja demonstraatioissa.
- Parannetaan tiedon luotettavuutta ja ajantasaisuutta sekä verifiointia.
- Edistetään digitaalisen infrastruktuurin rakentaminen keskeisillä väylillä ensisijaisesti markkinaehtoisesti huomioiden pilotoinnin ja liiketoiminnan tarpeet.
- Toteutetaan meriliikenteen hallinnan digitaaliset tietopalvelut ja rajapinnat tiedon jakamiselle. Vaikutetaan aktiivisesti kansainvälisessä yhteistyössä rajapintojen harmonisointiin ja hyödynnetään kansainvälisiä suosituksia.
- Käynnistetään dynaamisen väylätietomallin ja merikarttatiedon kehittäminen siten että staattiseen tietoon yhdistetään dynaaminen tieto.
- Fyysisistä infrastruktuuria kehitetään ottamalla käyttöön ja kehittämällä älykkäitä, kiinteitä ja kelluvia turvalaitteita, jotka mahdollistavat laitteiden kaukohallinnan ja olosuhdetietojen keräämisen ja välittämisen. Turvalaitteiden rakennus- ja ylläpito-hankkeissa otetaan huomioon digitaalisen infrastruktuurin ja tiedon vaihdon tarpeet sekä hyödynnetään kokemuksia nykyisistä väylistä. Suomen edelläkävijyys muun muassa älypöijuteknologiassa.

4.3 Tavoitteet raideliikenteen automaatiassa

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 junanohjauksessa ja kulunvalvontalaitteissa on huomattava määrä automatiikkaa 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 loppuraportti ja toimenpidesuunnitelma luovutettiin liikenne- ja viestintäministeriölle helmikuussa 2020. Loppuraportissa on rautatieliikenteen liikenteenohjauksen digitalisoinnille ja samalla automaatiota edistävälle digitaalisen infrastruktuurin rakentamiselle asetettu aikataulu.

Rautatieliikenteen automaation mahdollistaminen kytkeytyy Digirata-projektin vaiheisiin.

Kehitys- ja verifiointivaihe 2020-2026

Vaiheen tavoitteena on hankkia tarvittava tieto ja ymmärrys, jotta rautatieliikenteen kulunvalvonnan 1,4 miljardin euron hankinnat voidaan tehdä mahdollisimman tehokkaasti sekä teknologisesti edistyskellisellä ja aikaa kestäväällä tavalla.

Päätavoitteet:

- Muodostaa tarvittava ymmärrys ja tieto, jotta Suomessa voidaan toteuttaa radiopohjainen rautatieliikenteen kommunikaatiojärjestelmä ETCS.
- Toteuttaa ja testata tätä järjestelmää tulevaisuuden rautatieliikenteen mobiilin tiedonsiirtojärjestelmän FRMCS:n määrittämisellä
- Toteuttaa ja testata FRMCS-konseptia yleisellä radioverkolla
- Käytettävä radioverkko on kaupallisten toimijoiden tarjoamalla LTE / 5G –verkko
- Luoda perusta kaupallisille ratkaisuille ja edistää suomalaisten yksityisten yritysten mahdollisuuksia kehittää ja skaalata innovatiivisia tuotteita kansainvälisille markkinoille
- Lisätä ymmärrystä ja kehittää käytännön ratkaisuja siitä, miten innovatiiviset ratkaisut mahduttavat EU:n ERTMS sääntelyn kehikseen.
- Hyödyntää kokeiluissa saatua tietoa rautatieliikenteen automaatioon liittyvässä eurooppalaisessa ja globaalissa standardisointityössä

Tarpeen mukaan kehitystyön jatkuu vielä vuoden 2027 erillisessä toiminnossa. Näin varmistetaan, että käyttöönoton aikana (v.2028-2040) kehittyvät automaatio- ja muut teknologiat pystytään ottamaan käyttöön mahdollisimman joustavasti ja varhaisessa vaiheessa.

Kotka-Kouvola-Hamina –testirata 2020- :

Digiradan kehitys- ja verifiointivaiheen ja koko rautatieliikenteen automaation edistämisen kannalta merkittävin hanke on Kouvola-Kotka-Hamina –koerata, joka muodostaa Digirata-hankkeen kokeilu ympäristön ja siten myös rautatieliikenteen automaation kokeilujen edistämisen kannalta välttämättömän testausalueen.

Hankkeessa rakennetaan Kouvola-Kotka/Hamina-rataosuudelle ETCS-testirata (European Train Control System) sekä myöhemmin päätettävään kohteeseen ETCS-laboratorio. Testirata tullaan rakentamaan Kouvola-Kotka/Hamina radan parantamishankkeen yhteydessä, jossa uusitaan rataosan turvalaitejärjestelmät.

Hankkeen tavoitteena on rakentaa testirata, jossa voidaan pilotoida kaupallisten radioverkkojen käyttämistä ETCS:n tiedonsiirtoon. Moderni radioverkkopohjainen ETCS vaatii toimiakseen radioverkon, jota Suomessa ei rautateiden käytössä vielä ole.

Tuleva rautatieliikenteen kulunvalvontajärjestelmän viestintä tulee perustumaan 5G-teknologiaan. Tämän teknologian osaamista on Suomessa runsaasti. Testiradan avulla on mahdollista avata radioverkko-osaamisen kautta uusia vientikanavia niin asiantuntijuuden kuin teknologian osalta. Radioverkkopohjainen järjestelmä tarvitaan, jotta rautatieliikenteessä päästään käynnistämään digitalisaation hyödyntäminen. Se mahdollistaa automaattiset junatoiminnot (ATO) ja Euroopan laajuisen kehityksen hyödyntämisen esimerkiksi tulevaisuuden joustavissa henkilö- ja tavaraliikenteen ratkaisuissa sekä mm. junien ajamisen entistä lähempänä toisiaan turvallisesti (junan muodostama turva-alue ”moving block” ja junista muodostettu ryhmä ”platooning”). Hankkeen kokonaiskustannusarvio 11M€:a, josta 10M€:a on testiradan osuus ja 1M€:a on laboratorion perustamiskustannuksen osuus.

Pilottirata 2025-2026 (Tampere-Pori-Rauma)

Digiradan kehitys- ja verifiointivaiheen toisessa osassa varmistetaan se, että pilottiympäristössä testatut ratkaisut voidaan toteuttaa liikennöitävällä rataosuudella. Tämän pilottiradan osatavoitteena on tarjota, mahdollisuuksien rajoissa, myös automaation ja datan paremman hyödyntämisen sekä matkustajien digitaalisten tarpeiden paremman palvelemisen testausmahdollisuuden.

Pilottirata perustuu testiradasta saatuihin kokemuksiin ja osaamiseen. Siinä testataan myös, miten pilottirata täyttää EU:n teknisten eritelmien vaatimukset täysin myös radioverkkoratkaisujen osalta (ETCS/FRMCS). Lisäksi varmistetaan rataverkon ja liikkuvan kaluston yhteen toimivuus.

Tavoitteena varmistaa se, että tilattava ratkaisuiden kokonaisuus on kansallisesti paras mahdollinen ja kansallisen käyttöönnoton onnistumisen optimointi.

Hankinta- ja toteutusvaihe 2027-2040.

Toteutusvaihe toteuttaa mitä kehitysvaiheessa on kehitetty ja toteutuksessa pyritään käyttämään mahdollisimman allianssi-mallista lähestymistapaa.

Tavoitteena on, että kehitykseen voidaan palauttaa asioita mahdollisimman joustavasti niin, että ne eivät häiritse toteutusta. Erityisinä painopisteinä arvioidaan olevan automaattinen liikenteen opeointi eli ATO sekä satelliittipaikannukseen perustuva kolmannen sukupolven ERTMS-ratkaisu.

Säädöksiin vaikuttaminen

Rautatieliikenteen automaatio liittyy kiinteästi eurooppalaisen ERTMS/ETCS –järjestelmän (European Rail Traffic Management System/European Train Control System) käyttöönottoon Suomen rataverkolla.

Suomen tavoitteena eurooppalaisessa säädösympäristössä on, että se mahdollistaa mm.

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

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 sujuvammat 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 teknologiavalintojen on oltava sellaisia, että niitä pystytään joustavasti päivittämään.

2020-2022 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 eritelmät (OHM YTE) uudistetaan vuoteen 2022 mennessä niin, että siinä nykyistä paremmin mahdollisesta 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 ja toimimalla aktiivisesti 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.

Rautatieliikenteen automaation edistämisen toimenpiteitä

Rautatieliikenteen toimijoiden koordinoitua kansainvälisessä vaikuttamisessa yhtenäistetään toimijoiden ja viranomaisten yhteistyötä lisäämällä. Tämä työ on käynnistetty keväällä 2020 Digirata-projektin alatyöryhmässä. Yhtenä alatyöryhmänä Digirata-kokonaisuudessa on rahoitusinstrumenttien kartoitus ja aktiivinen hyödyntäminen raideliikenteen automaation edistämiseksi. Näistä tärkeimmät ovat CEF (Connecting European Facility), EU:n elpymisrahoituskokonaisuus eli RRF (Resilience and Recovery and Resilience Facility) ja Shift2Rail-tutkimus ja kehityskokonaisuus. Elpymisrahoitukseen on Digiradan kehitys- ja verifiointivaiheeseen on haettu EU:n elpymisrahoitusta.

Koordinaatiota syvennetään ja Suomen näkemyksiä rautatieliikenteen digitalisaation ja automaation teknologisista ja ekosysteemisistä toimintamalleista edistetään laajasti niin koti-kuin ulkomaisissa yhteyksissä. Hallinnon erityinen painopiste on EU:n toimielimissä (komissio, ERA, ENISA jne.). Keskeiset päätökset tehdään EU:ssa vuonna 2022. Vaikuttaminen edellyttää riittävää teknistä tietopohjaa kokeiluista.

Rautatien automaatio-osaamisen kehittäminen: Rautatieliikenteen toimijoiden yhteisenä haasteena on rautatieliikenteen uusien teknologioiden hyödyntämisen osaamisvajae. Suomessa ei ole yliopistoissa tai ammattikorkeakouluissa rautatieliikenteen automaatioon erikoistunutta koulutusta.

Digirata-projektissa on osaaminen-työryhmä, jonka puitteissa on aloitettu yhteistyö opetusviranomaisten (OKM/Opetushallitus/oppilaitosten) kanssa. Käynnistetään keskustelu teknillisten yliopistojen kanssa nykyisten automaatiotekniikan opintojen mahdollisesti laajentamisesta liikenteen suuntaan. Kartoitetaan LVM:n hallinnonalan ja verkostojen mahdollisuutta koulutusyhteistyön edistämiseksi ja harjoittelumahdollisuuksien tarjoamiseksi mm. kyberturvallisuuden ja verkkoteknologia-osaamisen integroimiseksi rautatieliikenteen digitalisoinnissa. Kartoitetaan myös kansainvälisen koulutus- sekä virkamiesvaihdon edistäminen automaation edistämiseksi.

Datan hyödyntäminen ja ekosysteemit: Datan jakamisen edistäminen kokeiluilla edistää raideliikenteen automaatiota. Ekosysteemihankkeet tuovat lisäymmärrystä myös kehittyvien ja automaation mahdollistavien teknologioiden standardointiin.

Varmistetaan rataverkon ja liikenteenohjauksen automaation mahdollistamisen kannalta välttämättömän tiedon mahdollisimman reaaliaikainen saatavuus infrastruktuurista ja olosuhdetekijöistä (digitaalisen kaksonen).

Edistetään raideliikenteen kokeilujen ja pilottien yhteistyötä ja ekosysteemistä kehitystä. Tavoitteena luoda digitaalisen raideliikenteen suomalaista vientiosaamista, jossa hyödynnetään automaatiota ja dataa sekä varmistetaan kyberturvallisuus. Työssä hyödynnetään Digirata-projektin yhteydessä koottua työryhmää ekosysteemin rakentamiseksi. Työn tavoitteena on muodostaa uusia teknologioita kehittävä PPP-kokonaisuus rautatieliikenteelle.

Ratalain arviointi: Voimassa oleva ratalaki on vuodelta 2007. Lakia on täydennetty teknisesti muuttaman kerran, mutta sisällöllisesti se on pysynyt lähes samana. Ratainfrastruktuuri muodostaa digitalisaatio edistämisen kannalta merkittävän kokonaisuuden ja verkon kehittäminen myös automaation ja datan paremman hyödyntämisen näkökulmasta on huomioitava.

Arvioidaan ratalain sisältö automaation ja digitalisaation mahdollistamisen näkökulmasta sekä valmistellaan tarvittavat muutosehdotukset rautatieliikenteen automaation edistämiseksi.

Kaupunkiraideliikenne

Suomessa kaupunkiraideliikenne keskittyy tällä hetkellä pääkaupunkiseudulle. Metro kuljettaa noin 10 000 matkustajaa tunnissa kaupunkien eri osien välillä. Raitiotieverkolla taas tehdään noin 60 miljoonaa matkaa joka vuosi. Yhdessä nämä tekevät noin 150 miljoonaa matkaa vuosittain.

Kaupunkiympäristöt tähtäävät kestävään, käyttäjäkeskeiseen ja kilpailukykyiseen liikennejärjestelmään. Kaupunkiraideliikenne on merkittävä väline tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Automaation taso kaupunkiraideliikenteessä on tällä hetkellä kuitenkin erittäin alhainen, osin olematon. Automaation tasoa nostamalla nähdäänkin huikea potentiaali toiminnan tehostamisessa ja täsmällisemmin toimivassa kaupunkiraideliikenteessä.

Termi kaupunkiraideliikenne on epäselvä, sillä kaupunkiraideliikenteen kahdella päämuodolla eli metro- ja raitiovaunuliikenteellä on täysin erilainen liikenneympäristö. Raitiovaunuliikenne toimii sekaliikenteessä muiden liikennemuotojen (autot, polkupyörät, jalankulkijat, kevytmootorilaitteet

jne.) kanssa, kun taas metron toimintaympäristö on suljettu. Kaupunkiraideliikenteessä luonnollisempi jako automaation kannalta on se, että onko kysessä muusta liikenteestä eriytetty vai muun liikenteen joukossa kulkeva liikenne. Kaupunkiraideliikenteen automaatio toteutuu myös mm. liikenteen ohjauksessa.

Selvitetään voimassaolevan kaupunkiraideliikennettä koskevan lainsäädännön tilannetta automaation mahdollistamisen näkökulmasta erityisesti sekaliikenteessä (v. 2021). Selvitetään automaation mahdollistavien tietojärjestelmien yhteen toimivuuden edistämisen edellytyksiä ja tiedon jakamisen pelisääntöjä.

Selvitetään vastuiden jako eri toimijoiden kesken osana edellä mainittua kaupunkiraideliikenteen lainsäädännön tarkastelua. Selvitetään toimintamalleja, joilla varmistetaan kokeiluiden turvallisuus (v.2021-22)

Raitiotieliikenteen toimijoiden toiminnan kannalta voimassaolevan lainsäädännön selkeyttäminen edistää valmiutta uusien automaattisten ratkaisuiden kehittämiseen ja käyttöönottoon. Tieliikennelain määrittämässä sekaliikenteessä raitiotievaunun operoinnissa on sama asetelma kuin autoilla, kun automaation taso nousee ja lähestytään autonomista kulkuyksikköä.

Edistetään raideliikenteen kokeilujen ja pilottien yhteistyötä ja ekosysteemistä kehitystä (v. 2021-).

Määritellä automaation edellyttämän tiedon hallinnan rakenteet: Tahokuka kerää tiedot, mikä on säädöspohja tälle koonnille, mitkä ovat operaattorin ja viranomaisten vastuut ja roolit digitaalisen taustamateriaalin keräämisessä, tuottamisessa ja ylläpidossa sekä teknisen järjestelmän järjestämisen tahok ja kustannukset sekä niiden jakaminen. Sama määrittäystyö koskee koko liikennejärjestelmää liikennemuodosta riippumatta.

4.4 Tavoitteet miehittämättömän ilmailun automaatiossa

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. Julkisen sektorin toiminnan keskiössä on oltava teknologisen kehityksen mahdollistaminen.

Miehittämättömän ilmailua koskevaa sääntelyä valmistellaan kansainvälisessä yhteistyössä. Kokonaisuudessaan sääntelyllinen kehitys on vasta kehityksessä niin globaalisti ICAO:n standardien tasolla

kuin myös eurooppalaisen sääntelyn osalta. Myöskin laitteiden tekninen standardointi on vasta muotoutumassa. Sääntelyn osalta on keskeistä vaikuttaa erityisesti EU:n sääntelyn kehitykseen tavalla, joka edistää mahdollisuuksia hyödyntää ja kehittää uusia toimintatapoja miehittämättömän ilmailun automaatioissa. Eurooppalaisessa ilmailusääntelyssä omaksutun riskiperusteisen lähestymistavan lisäksi tulisi huomioida erilaisten toimijoiden toimintaedellytykset ja –mahdollisuudet luottaessa markkinoita koskevaa sääntelyä. Keskeistä on, että sääntely ei aseta estettä uusien sovellusten ja palveluiden joustavalle ja turvalliselle kehittämiselle, testaukselle ja käyttöönotolle. Lainsäädännön tulisi mahdollistaa uusien liiketoimintallien syntyminen alalle ja varmistaa ilmailun turvallisuus. Nämä pyrkimykset edellyttävät aktiivista roolia kansainvälisen säädösperustan valmistelussa.

Miehittämättömällä ilmailulla on tunnistettu olevan jatkossa merkittävästi nykyistä laajemmin kaupallista potentiaalia. Valtaosa miehittämättömän ilmailun toiminnan markkinapotentiaalista kohdistuu kauko-ohjaajan tai lentoa valvovan operaattorin näköyhteyden ulkopuolella tapahtuviin lentoihin. Haasteena on mahdollistaa turvallisesti tällainen näköyhteyden ulkopuolella toiminta laajamittaisesti niin, että operointi voidaan sovittaa turvallisesti ja hallitusti yhteen muiden ilmatilan käyttäjien sekä olemassa olevan infrastruktuurin kanssa. Tämä edellyttää muun muassa nykyistä kattavampia ja luotettavia digitaalisessa muodossa olevia reaaliaikaisia tietoja ilmatilasta ja sen käyttäjistä sekä tietoa matalilla lentokorkeuksilla ja kaupunkialueilla olevista lentoesteistä.

Nykyisin miehittämättömän ilmailun toiminta ilman näköyhteyttä vaatii erillisen ilmatilan perustamista, esimerkiksi vaara-alueen. Vaara-alueelle lentämistä ei ole muilta rajoitettu, mutta käytännössä muu ilmailu välttää aluetta, koska siellä harjoitettaisiin muulle ilmailulle vaarallista toimintaa eli tässä tapauksessa miehittämättömän ilmailutoimintaa ilman näköyhteyttä. Nykymenettelyillä vaara-alueelle lentävä ilma-alus ei saisi tietoa miehittämättömän ilma-aluksen sijainnista ja kohtaisi aivan erilaisen riskin kuin tilanteessa, jossa muun ilmaliikenteen sijaintitiedot olisivat ajantasaisesti tiedossa ja alukset voisivat väistää toisiaan turvallisesti ennalta säädettyjen sääntöjen mukaisesti. Myöskään esimerkiksi kahden erillisen miehittämättömän ilmailun toimijan samanaikainen ilman näköyhteyttä lennättäminen samalla alueella olisi varsin riskialtista, mikäli niillä ei olisi tietoa toistensa sijainnista. Luonnollisesti nykyinen menettely, jossa perustetaan muiden käytännössä välttämisiä alueita, ei ole kovin dynaaminen eikä ilmatilan käyttö ole tällöin tehokasta. Keskeistä onkin ilmatilan dynaaminen hallinta, mikä tarkoittaa sitä, että nykyisten erilaisten ”varattujen” ilmatilavyöhykkeiden tai –alueiden perustamisen sijaan ilmatilaa saataisiin käytettyä entistä tehokkaammin.

Tämän toteuttamiseksi on tarpeen ilma-aluksien kyvykkyys jakaa hajautetusti tietoa sijainneistaan ja havainnoinneistaan. Miehittämättömän ilmailun rekistereiltä vaaditaan automatisoidussa U-space-toimintaympäristössä suurta luotettavuutta ja ajantasaisuutta. Haasteena on toisaalta miehitetyn ja miehittämättömän ilma-alustoiminnan turvallinen ja joustava yhteensovittaminen sekä toisaalta miehittämättömään ilma-alustoiminnan ja kiinteän fyysisen infrastruktuurin (kuten kaupunkialueella korkeiden rakennelmien) yhteensovittaminen matalalla lentokorkeudella toimittaessa. Ilmatilan hallinnassa tulisi tavoitella dynaamista toimintatapaa, jolla erilaisten ilmatilan käyttäjien tarpeet voidaan yhteensovittaa mahdollisimman joustavasti ja tehokkaasti.

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 tunnistettuja huolenaiheita, jotka liittyvät kuvaamisen muodossa tapahtuvaan kotirauhan rikkomiseen ja salakuvaukseen. Uhkakuvia saat-

taa herätä myös miehittämättömän ilmailun hyödyntämisestä esimerkiksi rikollisessa tai jopa terroristisessa toiminnassa. Miehittämättömiä ilma-aluksia on kritisoitu myös niiden aiheuttaman melun vuoksi. Miehittämättömän ilmailun hyötyjen täysimääräinen käyttöön ottaminen edellyttää sitä, että riskit on tunnistettu ja niiden on varauduttu riittävästi sekä sitä, että toiminta miehittämättömillä ilma-aluksilla koetaan turvalliseksi ja koko yhteiskuntaa hyödyttäväksi.

Digitaalisen infrastruktuurin osalta miehittämättömän ilmailun automaatiokehityksen tarpeet tulevat kohdistumaan viestintäverkkoihin. Miehittämättömän ilmailun automaatiokehitys edellyttää ilma-alusten kykyä lähettää ja vastaanottaa dataa lennon aikana, mikä puolestaan edellyttää tämän mahdollistavaa verkkoratkaisua. Vastaavasti tietoa edellytetään siitä, millä alueilla ilmassa nämä viestintäratkaisut toimivat luotettavasti. Mobiiliviestiverkkoja ei ole lähtökohtaisesti suunniteltu ilmasta käytettäväksi matalillakaan lentokorkeuksilla. Soveltuvan viestintäratkaisun ja tiedon jakamisen edistäminen on tavoiteltavaa automaatiokehityksen mahdollistamiseksi. Fyysisen infrastruktuurin osalta miehittämättömän ilmailun automaation tarpeet on otettava huomioon kaupunkisuunnittelussa. Perinteiset lentopaikat eivät riitä vastaamaan siihen lentoonlähtö- ja laskeutumispaikkojen tarpeeseen, jota automaattisesti toimivien miehittämättömien ilma-alusten potentiaaliset käyttötarpeet edellyttävät.

Ilmailun automaatiota käsitellään tässä lainsäädäntö- ja toimenpidesuunnitelmassa vain miehittämättömän ilmailun näkökulmasta. Koko ilmailujärjestelmän kannalta on merkillepantavaa, että miehityssä ilmailussa automaatiokehitys ja sen hyödyntäminen ovat edenneet pitkälle ja kehitystyötä jatketaan edelleen laaja-alaisessa yhteistyössä. Suuntaviivoja, turvallisuusvaatimuksia ja eri toimintojen saumatonta yhteensopivuutta ohjaavat Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) standardit ja suositellut käytännöt. Euroopassa sääntely toteutetaan pääasiallisesti EU-normeilla ja automaation kehitystyö mittavana yhteistyönä EU:n, Eurocontrolin ja ilmailuteollisuuden yhteenliittymien toimesta.

5 Yhteenveto horisontaalisista toimenpidekokonaisuuksista

- a) Sääntelyn osalta tavoitteena on luoda maailman edistyksellisintä säädösympäristöä myös liikenteen automaation saralla. Samalla tavoitteena on vaikuttaa merkittävästi EU:ssa ja kansainvälisissä järjestöissä tapahtuvaan sääntelytyöhön ja tarvittavien standardien laatimistyöhön.
- Kartoitetaan sääntelytarpeet niin kansallisella kuin kansainvälisellä tasolla. Käynnistetään tarvittavat sääntelyhankkeet.
 - Huolehditaan yhdessä sidosryhmien kanssa siitä, että Suomi on edustettuna tarvittavissa sääntely- ja standardointihankkeissa.
 - Huolehditaan yhdessä sidosryhmien kanssa siitä, että saadaan muodostettua yhteinen tilannekuva tarvittavista sääntely- ja standardointitoimista.
 - Selvitetään ja tutkitaan 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.
- b) Digitaalisen infrastruktuurin osalta tavoitteena on edistää liikenteen automaation tarvitsemien viestintäverkkojen ja niitä palvelevan sähkönsyötön rakentumista väylien varsille. Perusratkaisuna on oltava yleiskäyttöisten teknologioiden käyttö (esimerkiksi viestintäratkaisuna 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. Näiden yhdistelmästä syntyy hybridiratkaisu, jonka voidaan olettaa olevan todennäköisin vaihtoehto. Toistaiseksi digitalisoituvan liikenteen tarpeet voidaan täyttää nykyisillä 4G/LTE –verkoilla, mutta seuraavan sukupolven mahdollisimman nopeaan rakentumiseen on syytä pyrkiä vaikuttamaan.
- Määritellään tietoliikenneyhteyksien palvelutaso pääväylillä ja keskeisissä liikenteen solmupisteissä yhteistyössä väyläviranomaisten, kaupunkien, teleoperaattoreiden ja muiden tarpeellisten toimijoiden yhteistyössä.
 - Laaditaan tarvittaessa liikennemuotokohtainen digitaalisen infrastruktuurin kehittämisohjelma yhteistyössä sidosryhmien kanssa.
 - Digitaalisen infrastruktuurin kehitystä edistävän passiivi-infran rakentamiseen varaudutaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä muun muassa selvityksin ja kokeiluin sekä tekemällä tarpeellisia varautumistoimia muun muassa suunnittelun yhteydessä.
 - Systematisoidaan viranomaisten ja operaattoreiden välinen yhteistyö, jotta saadaan koottua 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 automaatiota 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.

- c) 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. Määrittelytyössä on kiinnitettävä huomioita tietojen laatuun, tuottamisvastuisiin, käyttöoikeuksiin ja jakamiseen.
 - Olennaisiksi määriteltyjen staattisten ja dynaamisten tietojen on liikuttava niitä tarvitsevien toimijoiden välillä avointen ohjelmointirajapintojen kautta mahdollisimman reaaliaikaisina. Staattisten tietojen kattavuutta ja laatua kehitetään huomioiden nimenomaan automaattiliikenteen tarpeet. Tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman reaaliaikaisesti päivittyvä digitaalinen malli väylästöstämme.
 - Dynaamisen tiedon jakamisen solmupisteenä olevan liikenteen hallinta- ja ohjauspalvelun tarjoajan Traffic Management Finlandin palveluita kehitetään niin, että se voi toimia liikenteen liittyvän tiedon välitysalustana ja muutoinkin monipuolisesti tiedonjakoekosysteemien edistäjänä. Samalla ympärille muodostuvaa ekosysteemiä kehitetään. Rahoitustarve 25 M € vuoteen 2025 mennessä.
 - Selvitetään, miten liikennevälineiden keräämää muuta liikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen liittyvää tietoa saataisiin jaettua toimijoiden kesken kaikkia hyödyntävällä tavalla. Hyödynnetään jo aikaisemmin tehtyä työtä. Huomioidaan myös yksityisyydensuojaan ja tietosuojaan liittyvät kysymykset.
 - Kehitetään absoluuttisen ja suhteellisen paikantamisen tarkkuutta.
 - Tietojenvaihtoa kehitetään kansalliset erityispiirteet ja Suomen keskimääristä paremmat lähtökohdat huomioiden, mutta tavoitteena on kuitenkin se, että tehostetun tietojen vaihdon infrastruktuuri (ks. luku 8) muodostuu kansainväliseksi. Suomi vaikuttaa kaikilla mahdollisilla kansainvälisillä areenoilla siihen, että näin tapahtuisi.
- d) Fyysisen infrastruktuurin osalta tavoitteena on muodostaa käsitys siitä, mitä automaation vaatimia muutoksia infrastruktuuriin ylipäättään 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 tunnistaen 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 palvelutasotasot, tarvittaessa lainsäädännössä. Eri liikennemuodoissa käynnistyneeseen tai käynnistyyvään kansainväliseen infrastruktuurin luokittelutyöhön osallistutaan aktiivisesti vaikuttaen.
 - Selvitetään mahdollisuutta kehittää turvalaitteita digitaaliseksi ja tietoa tuottaviksi (erityisesti merenkulku).
 - Selvitetään miehittämättömän ilmailun lentoonlähtö- ja laskeutumispaikkojen yhteensovittamista maankäytön suunnittelussa.

- e) Toimijoiden yhteistyössä on luotava yhteisen automaatiokehityksen tilannekuva, jota on myös ylläpidettävä ja jalkautettava. Automaation tuloon on valmistauduttava 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.
 - 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 vastuunjakoa uudelleen.
 - Vaikutetaan kansainvälisessä yhteistyössä aktiivisesti niin, että Suomelle muodostuu eri järjestöissä tunnustettu edelläkävijän asema. Tunnistetaan Suomelle erityisen tärkeät kysymykset ja vaikutetaan niissä peräänantamattomasti. Sääntelyuudistusten valmisteluun vaikutetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, ja tarpeen mukaan osoitetaan resursseja kansainvälisen ja EU-sääntelytyön valmisteleviin toimiin (muun muassa säädöskartoitukset) eri järjestöissä ja toimitelmissä.
- f) Automaatiokehityksen etenemiseen liittyy edelleen erittäin paljon epävarmuuksia. Tutkimus-, kehitys- ja innovaatio –rahoitusta on suunnattava automaatiokokeiluihin ja -pilotteihin 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 vaikutusten arvioinnin mittaristoa kehitetään. Liikenne- ja viestintävirasto Traficomiin luodaan automaation tutkimusohjelma (myös muihin liikennemuotoihin kuin meriliikenteeseen), jonka tutkimuskysymyksiä kohdennetaan julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyössä. Traficomien 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.
 - Luodaan edellytykset kyberturvallisuuden integroinnille osaksi kokeiluiden toimintatapoja, jotta mahdollistetaan kokeiluiden turvallinen toteutus ja kokeiluissa tuotettujen digitaalisen infrastruktuurin, tuotteiden, palveluiden ja prosessien tehokas hyödyntäminen.

6 Horisontaalinen katsaus liikenteen automaation sääntelyn kehitystarpeisiin

6.1 Tekoäly liikenteen automaatiassa ja eettisten periaatteiden kehittyminen

Tekoälyn yleisiä eettisiä raameja on pohdittu parin viime vuoden aikana useissa kansainvälisissä järjestöissä sekä EU:ssa.³ Tekoälyä (artificial intelligence, AI) ei ole pyritty näissä asiakirjoissa määrittelemään, koska tekninen kehitys on niin nopeaa, että määritelmästä saattaisi hyvinkin nopeasti tulla kehityksen este. Myös itse käytettävä termi vaihtelee. Euroopan neuvoston suositus käyttää termiä ”algoritmiset järjestelmät” ja IEEE:n visioasiakirja termiä ”autonomiset ja älykkäät järjestelmät. Kuitenkin EU:ssa ja tuoreimmassa Unescossa tekeillä olevassa suosituksessa käytetään (itsessään hieman epämääräistä) termiä ”tekoäly” (Artificial Intelligence, AI), joten sitä käytetään myös tässä. Unesco toteaa suositusluonnoksessa, että tekoälyjärjestelmillä tarkoitetaan teknisiä järjestelmiä, joilla on kyky käsitellä informaatiota niin, että sen toiminta muistuttaa älykästä toimintaa ja tyypillisesti sisältää esimerkiksi oppimista, ennustamista, suunnittelua ja valvontaa. Tekoälyjärjestelmien todetaan käyttävän malleja ja algoritmeja⁴, jotka tuottavat mahdollisuuksia oppia ja suorittaa kognitiivisia tehtäviä, kuten ennustamista ja päätöksentekoa virtuaalisissa ja todellisissa ympäristöissä. Käytännössä tekoälyllä tarkoitetaan varsin laajaa kirjoa teknisiä järjestelmiä esimerkiksi konenäöstä aina itseoppiviin järjestelmiin. Tällä hetkellä käytössä on järjestelmiä, joissa on tekoälyn piirteitä, kuten erilaista analytiikkaa ja konenäköä, mutta itseoppiviin järjestelmiin on vielä matkaa. Lyhyenä yleistyksenä voi todeta, että tekoälyä käyttävät järjestelmät pohjautuvat algoritmien ja datan käyttöön. Vastaavasti voidaan todeta, että liikenteen automaatio perustuu datan hyödyntämiseen ja tekoälyjärjestelmien käyttöön.

6.2 Liikenteen automaation kannalta keskeiset eettiset periaatteet

Unescon tekeillä olevat suositukset edustavat selkeydessään kenties pisimmälle menevää ajattelua. Ne lähtevät liikkeille keskeisistä arvoista, joista ensimmäisenä on ihmisen arvokkuuden sekä ihmisoikeuksien ja perusvapauksien kunnioittaminen ja suojeleminen. Ihmistä ei saa vahingoittaa fyysisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti, poliittisesti tai henkisesti missään vaiheessa tekoälyjärjestelmien elinkaarta. Suosituksen periaatteet lähtevät liikkeelle vastaavasti ”ei saa tehdä vahinkoa” –periaatteesta, jota jo myös EU:n korkean tason asiantuntijaryhmän suuntaviivoissa korostettiin. Liikenteen automaatiassa tämä periaate näkyy turvallisuustavoitteen korostumisena. Onkin huomattava, että sääntelykehikkoja luotaessa liikenteen automaatiassa muun muassa tehokkuus- ja kestävyystavoitteet huomioidaan, mutta yleisesti tärkeimpänä tavoitteena pidetään liikenneturvallisuuden toteutumista. Lähtökohtaisesti liikennemuodoissa, joissa turvallisuustaso on jo nykyisin erittäin korkea (kuten merenkulussa) vertailukohtana pidetään vähintään saman turvallisuustason toteutumista, mutta tie-

³ - High-Level Expert Group on Artificial Intelligence set up by the European Commission in June 2018: Ethics Guidelines for Trustworthy AI, White Paper on Artificial Intelligence – An European approach to excellence and Trust (COM(2020) 65 final,

- Council of Europe: Recommendation CM/Rec(2020)1 of the Committee of Ministers to member States on the human rights impacts of algorithmic systems (April 2020),

- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE): Ethically Aligned Design – A Vision for Prioritising Human WellBeing with Autonomous and Intelligent Systems,

- Unesco: First Draft of the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence (SHB/BIO/AHEG-AI/2020/4 REV.2)

⁴ Algoritmi on alkuperältään matemaattinen termi, joka vapaamuotoisesti voidaan selittää joukoksi ohjeita, jotka ohjaavat tehtävän suorittamista.

liikenteessä odotukset kohdistuvat turvallisuustason kohentumiseen nykyisestä. Myös kyberturvallisuus huomioidaan suosituksissa ja edellytetään, että mahdollisiin hyökkäyksiin tai muihin riskeihin varaudutaan koko järjestelmien elinkaaren ajan.

On selvää, että näihin periaatteisiin sisältyy samalla kielto kehittää ja käyttää tekoälyjärjestelmiä niin, että perus- ja ihmisoikeuksia loukattaisiin. Toisinaan mahdollisesti aiheutuvia ihmisoikeusloukkauksia voi olla vaikea etukäteen arvioida. Esimerkiksi käytetty data saattaa olla jollakin tapaa vinoutunut, jolloin tuloksena saattaisi olla esimerkiksi tiettyä ihmisryhmää syrjivä järjestelmä. Tämän johdosta Euroopan neuvoston ja Unescon suositukset kehottavat erityisesti julkista sektoria luomaan prosesseja, joiden avulla suorittaa järjestelmien eettinen vaikutusten arviointi (ethical impact assessment, koskee erityisesti julkisen sektorin käyttämiä tekoälyjärjestelmiä). Julkisen sektorin toimijoihin kohdistettu algoritmisen vaikutustenarvioinnin tekeminen on asetettu Kanadassa lain tasolla edellytykseksi⁵. Arvioinnin tekemistä tukemaan on laadittu lomakkeen muodossa oleva arviointityökalu, joka on toistaiseksi edelleen kehitysvaiheessa.

6.3 Tekoälytoimijat ja vastuullisuus (accountability)

Unescon suositusluonnoksessa tekoälytoimijoilla tarkoitetaan mitä tahansa luonnollista henkilöä tai oikeushenkilöä, joka on jollakin tavalla tekemisissä tekoälyjärjestelmän kanssa jossakin sen elinkaaren vaiheessa. EU:n korkean tason asiantuntijaryhmä puolestaan ryhmittelee tekoälytoimijat kehittäjiin (developers), hyödyntäjiin (deployers), loppukäyttäjiin (end-users) ja laajemmin yhteiskuntaan. Erilaiset velvoitteet liittyvät näihin toimijaryhmiin. Voitaneen todeta, että tekoälyä kehittävät ja käyttävät toimijat ovat tyypillisesti yrityksiä ja loppukäyttäjät luonnollisia henkilöitä. Yhteiskunnallisista toimijoista keskeisiä ovat toimijat, joilla on sääntelytoimivaltaa, ja joiden rooli kehitystä ohjaavina tahoina on siten olennainen.

Tekoälyjärjestelmien käytön myötä toimijoiden määrä kasvaa. Samalla yhdellä toimijalla voi olla useita erilaisia rooleja. Roolien ja niihin liittyvien velvollisuuksien ja oikeuksien määrittely on tärkeää selkeän ja kokonaiskuvan hahmottavan sääntely-ympäristön luomiseksi. Tämä auttaa merkittävästi myös vastuukysymysten ratkaisemisessa. Unescon suositusluonnoksessa ja EU:n korkean tason asiantuntijaryhmän suuntaviivoissa korostetaan asian merkitystä. Unescon mukaan jäsenvaltioiden tulisi kehittää sääntelykehikko, joka mahdollistaa velvollisuuksien ja vastuullisuuden (responsibility and accountability⁶) määrittelyn tekoälyjärjestelmien koko elinkaaren ajan. Suositusluonnoksessa myös selkeästi todetaan, että näiden tulee aina kohdistua joko luonnollisiin tai oikeushenkilöihin, eikä tekoälyjärjestelmille tule antaa oikeushenkilöllisyyttä.

Liikenteessä luonnollinen henkilö on tähän saakka ollut keskeinen toimija, johon myös velvollisuudet ja oikeudet ovat kohdistuneet. Jatkossa oikeushenkilöiden eli yritysten merkitys tekoälyjärjestelmien kehittäjinä ja hyödyntäjinä muodostuu keskeiseksi. Yritysten on välttämätöntä luoda sisäinen vastuullisuuden kulttuuri (culture of accountability), jonka avulla ne voivat varmistaa velvollisuuksiensa huolellisen hoitamisen tekoälyjärjestelmiä kehitettäessä ja käytettäessä. Tässä ne tarvitsevat tukea sekä sääntelykehikon että käytännön työkalujen muodossa. Euroopan neuvoston suosituksissa käytännön työkaluista mainitaan muun muassa mekanismit, joiden avulla voidaan tehdä vaikutusten jatkuvaa seuranta, henkilöstön osaamisesta huolehtiminen, ajantasaisten vastuuhenkilöiden yhteis-

⁵ Directive on Automated Decision-making 2019, <https://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-eng.aspx?id=32592>

⁶ Accountabilityn merkitys korostuu kansainvälisissä asiakirjoissa. Valitettavasti sille ei ole erityisen hyvää suomennosta. Vastuullisuus tarkoittaa tässä kytköstä nimenomaan velvollisuuksiin (responsibility), ei vastuuseen (liability).

tietojen pitäminen saatavilla, mahdollisten korjaavien toimenpiteiden (remedy) tekeminen tarvittaessa sekä järjestelmien käytön lopettaminen, mikäli niistä aiheutuu huomattavia negatiivisia vaikutuksia.

6.4 Läpinäkyvyys (transparency)

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 kyberturvallisuuteen ja muuhun turvallisuuteen. Keskeinen tekijä luottamuksen syntymisessä on läpinäkyvyys. Läpinäkyvyydellä on kaksi ulottuvuutta. Algoritminen läpinäkyvyyden avulla riippumattomat kolmannet osapuolet, kuten viranomaiset ja tarkastuslaitokset, voivat arvioida erityisesti järjestelmien kyberturvallisuuden tasoa sekä päätöksenteon perusteita (selitettävyyden eli explainability). On huomattava, että läpinäkyvyydellä ei tarkoiteta avoimuutta, eli liike- ja ammattisalaisuuksien suoja luonnollisesti pätee. Algoritminen läpinäkyvyys edellyttää asiantuntijuutta. Läpinäkyvyys tekoälyjärjestelmien loppukäyttäjien suuntaan on yhtä keskeistä. Esimerkiksi liikenteen automaatiossa ihmisten on välttämätöntä ymmärtää, mitä järjestelmä tekee tai mitä se ei tee, ja mitä ihmiseltä kulloinkin odotetaan, eli mitä oikeuksia ja velvollisuuksia hänellä tietyssä roolissa toimiessaan on. Lisäksi liikenteen automaatiossa tarvitaan läpinäkyvyyttä suhteessa muihin liikenteessä liikkuviin, esimerkiksi tieliikenteessä erityisesti niin sanottujen haavoittuvien tienkäyttäjien eli jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden suuntaan. Järjestelmien käytöstä tapahtuvaan riittävään informointiin on kiinnitetty huomiota muun muassa Euroopan neuvoston suosituksessa.

Kaikissa kansainvälisissä eettisten pelisääntöjen luomiseen tähtäävissä asiakirjoissa korostetaan läpinäkyvyyden merkitystä. Unescon suositusluonnoksessa edellytetään, että jäsenvaltiot asettavat selkeät vaatimukset tekoälyjärjestelmien läpinäkyvyydelle ja selitettävyydelle, jotta niiden luotettavuus voidaan varmistaa. Kansainvälisesti tulisi luoda standardit, jotka mahdollistavat mitattavissa ja testattavissa olevat läpinäkyvyyden tasot. Euroopan neuvoston suosituksessa puolestaan painotetaan erityisesti järjestelmien jatkuvan dokumentoinnin merkitystä. Dokumentointi mahdollistaa järjestelmien tarkastettavuuden (auditability) sekä tapahtumien jälkikäteisen tarkastelun (traceability) ja mahdollisten virheiden selvittelyn.

6.5 Tekoälyyn liittyvät vastuukysymykset (liability)

6.5.1 Tuoteturvallisuus

Lähtökohtaisesti EU:ssa on varsin hyvin kehittynyt ja kattava tuotteiden turvallisuutta ja tuotevastuuta koskeva sääntelykehikko, jota täydentää kansallinen ei-harmonisoitu vastuusäännöstö. Voidaan katsoa, että periaatteessa tämä kokonaisuus vastaa melko hyvin myös uusien teknologioiden mukanaan tuomiin haasteisiin, mutta jonkin verran on myös epävarmuutta aiheuttavia seikkoja. EU:n komissio julkaisi keväällä 2020 raportin tekoälyn, esineiden internetin ja robotiikan vaikutuksista turvallisuuteen ja vastuuvollisuuteen⁷, jossa tätä kokonaisuutta on tarkasteltu varsin kattavasti.

⁷ Komission kertomus Euroopan parlamentille, neuvostolle ja Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle tekoälyn, esineiden internetin ja robotiikan vaikutuksista turvallisuuteen ja vastuuvollisuuteen, KOM(2020) 64 lopullinen.

Tuoteturvallisuus muodostuu yleisen tuoteturvallisuusdirektiivin⁸ ja sektorikohtaisen EU-sääntelyn kokonaisuudesta. Lisäksi eurooppalainen standardointijärjestelmä täydentää sääntelyä. Sektorikohtainen sääntely on ensisijainen, mikäli sellainen on olemassa, mutta yleisen tuoteturvallisuusdirektiivin 1 artiklan 2 kohdan mukaan sitä voitaisiin soveltaa seikkoihin, joita sektorikohtaisessa sääntelyssä ei käsitellä. Tieliikenteessä kuitenkin on niin ikään kattava sektorikohtainen sääntely, jonka muodostavat tyyppihyväksyntävaatimuksia koskeva yleinen turvallisuusasetus 2019/2144⁹ ja tyyppihyväksynnän hallinnollisia menettelyjä koskeva asetus 2018/858¹⁰.

Komission yllä mainittu raportti sisältää kuitenkin kiinnostavaa pohdintaa uusien teknologioiden turvallisuussääntelyä sisältävään lainsäädäntökehikkoon kohdistamista haasteista, joita vasten kehityksessä olevaa sektorikohtaista sääntelyäkin on hyvä peilata. Yleinen huomio on, että vaikka turvallisuusvaatimuksia koskeva sääntely olisi ajalta ennen uusia teknologioita, se on teknologia-neutraalia ja koskee myös tuotteita, joissa hyödynnetään kehityksen uusimpiakin tuotteita.

Yhteys tietoliikenneverkkoihin (verkottuminen, connectivity) on keskeinen piirre uusissa tuotteissa ja palveluissa. Tämä saattaa olla turvallisuuden kannalta haastavaa, koska verkottumisella voi olla suoria turvallisuutta heikentäviä seurauksia esimerkiksi kyberturvallisuusloukkausten kautta. Myös se, että verkottunut laite menettää yhteyden verkkoon, voi olla turvallisuushaaste. Komission raportissa todetaan, että suora näiden seikkojen sääntely voi olla tarpeen, vaikka tulkinnalla voitaisiin katsoa niiden tulevan katetuiksi.

Tietyn tasoinen autonomia saattaa aiheuttaa myös ennakoimattomia ja tarkoittamattomia seurauksia tuotteen tai palvelun toiminnassa. Vaikka niiden käytön turvallisuutta elinkaaren myöhemmässä vaiheessa on saatettu edellyttää, uudelleen arviointi tilanteissa, joissa myöhemmin tapahtuvat muutokset ovat merkittäviä, saattaa hyvinkin olla tarpeen.

Edelleen tekoälyjärjestelmien keskeinen piirre on se, että ne perustuvat datan hyödyntämiseen. EU:n tuoteturvallisuutta koskeva sääntelykehikko ei nykyisellään sisällä säännöksiä, jotka koskisivat heikkolaatuisen datan hyödyntämisestä johtuvia turvallisuusriskejä. Läpinäkymättömyys (opacity) saattaa puolestaan johtaa siihen, että järjestelmän toiminnan perusteita on vaikea arvioida. Ratkaisu tähän on läpinäkyvyys (transparency), jota on käsitelty edellä.

Ohjelmistot muodostavat niin ikään olennaisen osan tekoälyjärjestelmistä. Niiden suhteen keskeinen kysymys ovat päivitykset, jotka tapahtuvat liikkeelle laskemisen jälkeen. Päivitykset ovat välttämättömiä, eikä niiden osalta voida asettaa sen tyyppisiä rajoituksia, etteivät ne saisi muuttaa tuo-

⁸ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2001/95/EY yleisestä tuoteturvallisuudesta.

⁹ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/2144 moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä näihin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, komponenttien ja erillisten teknisten yksiköiden tyyppihyväksyntävaatimuksista niiden yleisen turvallisuuden ja ajoneuvon matkustajien ja loukkaantumiselle alttiiden tienkäyttäjien suojelun osalta, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2018/858 muuttamisesta ja Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusten (EY) N:o 78/2009, (EY) N:o 79/2009 ja (EY) N:o 661/2009 sekä komission asetusten (EY) N:o 631/2009, (EU) N:o 406/2010, (EU) N:o 672/2010, (EU) N:o 1003/2010, (EU) N:o 1005/2010, (EU) N:o 1008/2010, (EU) N:o 1009/2010, (EU) N:o 19/2011, (EU) N:o 109/2011, (EU) N:o 458/2011, (EU) N:o 65/2012, (EU) N:o 130/2012, (EU) N:o 347/2012, (EU) N:o 351/2012, (EU) N:o 1230/2012 ja (EU) 2015/166 kumoamisesta.

¹⁰ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/858 moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä tällaisiin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, komponenttien ja erillisten teknisten yksiköiden hyväksynnästä ja markkinavalvonnasta, asetusten (EY) N:o 715/2007 ja (EY) N:o 595/2009 muuttamisesta sekä direktiivin 2007/46/EY kumoamisesta.

tetta olennaisesti. Tällöin saattaa kuitenkin käydä niin, että tuote muodostaa kokonaan uuden tuotteen, jolloin myös turvallisuus olisi arvioitava uudestaan. Komissio katsoo, että myös säännöksiä, jotka estävät turvallisuutta heikentävien ohjelmistojen lataamisen, olisi syytä harkita.

Vielä yksi uusiin teknologioihin liittyvä piirre on arvoketjujen monimutkaisuus. EU:n tuoteturvallisuussäätelyssä tämä asia on hallittu siten, että viime kädessä velvollisuus varmistaa tuotteen turvallisuus on sillä toimijalla, joka laskee tuotteen markkinoille. Valmistajilla on vastuu kokonaisuudesta, vaikka tuotteessa olisi useita eri komponentteja, kuten ohjelmistoja. Samalla kuitenkin sääntely kohdistaa velvollisuuksia useille toimijoille siten, että jaettu vastuu voi toteutua viime kädessä toimijoiden kesken. Komissio katsoo, että sääntelyä voisi mahdollisesti täydentää siten, että se sisältäisi tuoteketjun toimijoille selkeitä yhteistoimintavelvollisuuksia, muun muassa tarpeellisten tietojen antamiseen liittyen.

6.5.2 Tuotevastuudirektiivi

Vaikka turvallisuutta koskevat vaatimukset ovat korkeita, onnettomuuksia saattaa silti tapahtua, jolloin tarvitaan säännöksiä, jotka varmistavat, että vahingon kärsineet saavat siitä hyvityksen ja että toimijoille syntyy riittävät taloudelliset kannusteet pyrkiä vahinkojen välttämiseen. Tärkeää on myös, että vastuusäännökset löytävät oikean tasapainon ihmisten suojelun ja innovaatioiden mahdollistamisen välillä. Vastuusäätelykehikko EU:ssa koostuu harmonisoivasta tuotevastuudirektiivistä¹¹ ja harmonisoimattomasta kansallisesta vastuusäätelystä. Tämä kehikko on edelleen varsin toimiva, vaikka tuotevastuudirektiivi on peräisin jo vuodelta 1985.

Tuotevastuudirektiivi perustuu tuotteessa olevaan virheeseen liittyvään ankaraan vastuuseen, joka on riippumaton huolimattomuudesta. Henkilö on oikeutettu kompensatioon aineellisesta tai aineettomasta vahingosta, jos hän voi osoittaa vahingon syntyneen, tuotteessa olevan virheen ja syy-yhteyden vahingon ja virheen välillä. Kansalliset vahingonkorvausjärjestelmät puolestaan perustuvat yleensä tuottamuksellisuuteen, eli vahingon kärsinyt joutuu osoittamaan myös tahallisuuden tai huolimattomuuden taholla, jolta vaatii vahingonkorvauksia. Eri regiimit kohdistuvat eri toimijoihin ja saattavat täydentää myös osittain toisiaan. Tuotevastuudirektiivi ei velvoita toimijoita ottamaan vakuutuksia mahdollisten vahinkojen kattamiseksi.

Edellä käsitellyt uusiin teknologioihin liittyvät erityispiirteet saattavat toisinaan tehdä vaikeaksi kohdistaa tuottamuvastuu johonkin tiettyyn toimijaan. Myös niin sanottuja harmaita alueita saattaa esiintyä, eli ei ole varmuutta siitä, kuinka olemassa oleva sääntelykehikko soveltuu uusien teknologioiden hyödyntämisessä. Vastuukysymykset saattavat muodostua epäselviksi myös siksi, että tuotteessa on useita digitaalisia järjestelmiä, jotka ovat useiden toimijoiden tuotoksia. Mikäli mahdollisten vahinkojen korvaaminen ei toimi kunnolla, saattaa tämä heikentää yleisön halukkuutta ottaa käyttöön tekoälypohjaisia järjestelmiä ja tuotteita. Samalla se vaikeuttaa yritysten mahdollisuutta suojautua riskejä vastaan.

Tuotevastuudirektiivi koskee nimensä mukaisesti ainoastaan tuotteita, mutta tuotteen ja palvelun raja saattaa olla hämärä joissakin tapauksissa. Myös ohjelmistojen tilanne saattaa olla epäselvä. Komission kertomuksessa katsotaan, että tuotevastuudirektiivin sinänsä jo nykyisellään laajaa määritelmää tuotteesta voitaisiin selkeyttää siten, että varmistettaisiin korvauksen saaminen vahingoista,

¹¹ Neuvoston direktiivi 85/374/ETY tuotevastuuta koskevien jäsenvaltioiden lakien, asetusten ja hallinnollisten määräysten lähentämisestä.

joissa ohjelmisto tai jokin muu digitaalinen elementti tekee tuotteesta virheellisen. Myös direktiivissä olevaa käsitettä tuotteen liikkeelle laskemisesta voitaisiin tarkastella uudestaan siten, että se huomioisi erityisesti uusiin teknologioihin liittyvän piirteen siitä, että esimerkiksi ohjelmistopäivitykset saattavat muuttaa tuotetta olennaisesti jälkikäteen.

Uusiin teknologioihin liittyviä vastuukysymyksiä pohtinut EU:n asiantuntijaryhmä päätyi raportissaan¹² toteamaan, että kansallisten vastuusäännösten muuttamista siten, että todistustaakkaa helpotettaisiin, olisi syytä tarkastella. Esimerkiksi todistustaakka voitaisiin kytkeä siihen, onko relevantti toimija noudattanut kyberturvallisuusvaatimuksia. Mikäli näin ei olisi, tuottamukseen liittyvään todistustaakkaan tulisi muutoksia. Tämä edellyttäisi selkeiden kyberturvallisuusvelvoitteiden asettamista sääntelyssä. Samalla vahingonkorvausvastuuseen voisi vaikuttaa alentavasti se, että vahinkoa kärsinyt ei suorittaisi asianmukaisia päivityksiä. Komission raportissa pyydetään näkemyksiä tähän liittyen sekä nostetaan esiin myös mahdollisuus helpottaa todistustaakkaa tuotteessa olevan virheen suhteen tuoteturvallisuudirektiivissä.

Kysymys mahdollisuudesta tai tarpeesta laajentaa ankaran vastuun soveltamista on läsnä varsin voimakkaasti liikenteen automaatiassa. Komission tekoälyn valkoisessa kirjassa liikennesektori mainitaan erityisen suuren riskin sovellusalueena. Suomi on suhtautunut tähän kategoriseen lähtökohtaan varauksellisesti¹³, sillä myös liikenteessä saattaa olla sovelluksia, jotka eivät muodosta suurta riskiä, ja toisaalta millä tahansa sektorilla saattaa olla sovelluksia, jotka muodostavat. Komission vastuukysymyksiä käsittelevässä tiedonannossa asiaa tarkastellaan nimenomaan sen kautta, olisiko vahinkojen korvaamisen varmistamiseksi syytä hyödyntää enemmän ankaraa vastuuta. Komissio pyytää näkemyksiä siitä, tulisiko ankara vastuu kytkeä vakuuttamisvelvollisuuteen noudattaen moottoriajoneuvojen vakuuttamisvelvollisuutta koskevan direktiivin esimerkkiä¹⁴. Euroopan parlamentti kehottaa myös robotiikkaa koskeviin yksityisoikeudellisiin sääntöihin liittyvässä päätöslauselmassaan¹⁵ komissiota selvittämään pakollisen, ajoneuvojen vakuuttamiseen verrattavan vakuutusjärjestelmän sekä sitä täydentävän rahaston oikeusvaikutuksia. Rahasto vertautuisi myös moottoriajoneuvojen osalta olemassa olevaan järjestelmään ja sen avulla varmistettaisiin vahingonkorvaukset myös tilanteissa, joissa vakuutusuojaa ei ole olemassa.

¹² Expert Group on Liability and New Technologies: Liability for artificial intelligence and other emerging digital technologies, <https://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupMeetingDoc&docid=36608>

¹³ Valtioneuvoston selvitys: Komission tiedonanto Euroopan digitaalisesta tulevaisuudesta, komission tiedonanto Euroopan datastrategiasta ja komission valkoinen kirja tekoälystä, E 24/2020 vp.

¹⁴ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/103/EY moottoriajoneuvojen käyttöön liittyvän vastuun varalta otettavasta vakuutuksesta ja vakuuttamisvelvollisuuden voimaansaattamisesta.

¹⁵ P8_TA (2017)0051; Robotiikkaa koskevat yksityisoikeudelliset säännöt; Euroopan parlamentin päätöslauselma 16. helmikuuta 2017 suosituksista komissiolle robotiikkaa koskevista yksityisoikeudellisista säännöistä (2015/2103(INL))

7 Horisontaalinen digitaaliseen infrastruktuuriin kohdistuvien tarpeiden tarkastelu¹⁶

Liikenteen automaatio ja erilaiset uudet liikenteen palvelut tulevat asettamaan uusia vaatimuksia liikenneväylien matkaviestinverkoille. Uudet palvelut asettavat vaatimuksia tietoliikenneyhteyksien ja matkaviestinverkkojen tarjoamalle kapasiteetille, nopeudelle, viiveelle sekä virheettömyydelle. Liikenteen tietoliikenneyhteystarpeet ja -vaatimukset tulevat todennäköisesti olemaan jatkossa erilaisia eri väylillä ja väyläverkkojen eri osissa, koska käyttäjien tarvitsemat palvelut ja käyttötapaukset eri verkon osissa ovat erilaisia. Esimerkiksi automaattiajamiseen liittyvät käyttötapaukset ovat erilaisia vähän liikennöidyillä maantiesuuksilla kuin vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkien sisään-tuloväylien risteysalueilla.

Toisaalta tietoliikenneyhteyksien kehitys ja käytettävissä olevat matkaviestinverkot tulevat vaikuttamaan palveluiden yleistymiseen sekä itse palveluiden ja tekniikan kehitykseen. Mikäli matkaviestinverkkojen kapasiteettia olisi jatkossa saatavissa ”rajoittamattomasti”, palvelut tulisivat hyödyntämään tätä mahdollisuutta. Mikäli saatava kapasiteetti on rajallinen, pakottaa se myös palvelukehitykseen palveluiden laadun ja sujuvuuden parantamiseksi. Esimerkiksi palvelun tarvitsemaa tietoa ei välitetä suurta kapasiteettia vaativana raakatatana, vaan kapasiteettitarvetta voidaan yrittää pienentää jalostamalla ja/tai analysoimalla kerättävää tietoa ja lähettämällä vain keskeinen tieto matkaviestinverkkoon. Etenkin tieliikenteessä palveluntuottajien arvioitavaksi jää, mikä osa palveluiden tarvitsemasta kapasiteetista voidaan siirtää suoraan ajoneuvojen välillä lyhyen kantaman viestintänä ja mikä pitkän kantaman viestintänä mobiiliverkon kautta.

Liikenteen palveluiden vaatimukset matkaviestinverkoille tulevat jatkossa muodostumaan liikenteen kaluston, liikenteen ohjauksen sekä liikenteen matkustajien tiedonsiirtotarpeiden yhteisvaikutuksena. Liikenteen tarvitseman kokonaistiedonsiirtokapasiteettitarpeen voidaan nähdä kehittyvän eri liikennemuodoissa eri tavalla. Rautatieliikenteessä junien ja junaliikenteen ohjaukseen liittyvä automaatio ja tiedonsiirtotarpeet kasvavat. Koska yhdessä junassa on suuri määrä samanaikaisia matkustajia, vaikuttaa matkustajien tietoliikenneyhteyksien käyttö erittäin merkittävästi yhden junan tarvitsemaan tietoliikenneyhteyksien samanaikaiseen kokonaistarpeeseen. Tieliikenteessä ajoneuvot jakaantuvat tieverkolle tasaisemmin, mikä pienentää väyläverkon yhdeltä osalta vaadittavaa tiedonsiirron samanaikaista kapasiteettitarvetta suhteessa rautatieliikenteeseen. Tieliikenteessä kuitenkin yhden ajoneuvon tarvitseman kokonaistiedonsiirtokapasiteetin nähdään kasvavan tulevaisuudessa automaation myötä.

Tämänhetkisen käsityksen mukaan nykyiset 4 G/LTE -verkot myös vastaavat liikenteen digitalisaation tämänhetkisiin vaatimuksiin. 4G-verkot toimivat 5G-verkkojen rinnalla ainakin kuluvan vuosikymmenen loppuun saakka. 4G-verkkojen suorituskyvyn voidaan odottaa entisestään parantuvan 4G-tekniologioiden elinkaaren viimeisinä vuosina 4G-standardin uusien julkaisuversioiden ominaisuuksien käyttöönoton myötä. Parannusta syntyy oletettavasti myös 4G-verkon kuormituksen keventyessä, verkkoliikenteen siirtyessä osittain 5G-verkkoon.

4G-verkossa saavutetaan melko yleisesti noin 30-50 Mbit/s latausnopeus. Pääsääntöisesti 100 Mbit/s tai sitä suuremmat keskimääräiset nopeudet saavutetaan tällä hetkellä ainoastaan tiheästi asutuilla alueilla, joissa peittoa on rakennettu alataajuuksien lisäksi keskitaajuuksilla. Tulevaisuuden 4G-verkot mahdollistavat alataajuuksilla toteutetun keskimääräisen perusnopeuden nostamisen 200-300 Mbit/s, kun useampaa alataajuutta käytetään rinnakkain. Operaattoreiden arvioiden mukaan

¹⁶ Tämän kappaleen teksti perustuu pääosin Sitowisen Traficomille tekemään konsulttityöhön ”Viestintäverkkojen kustannusselvitys” (11/2020).

tämä tulee tapahtumaan vuoden 2024 tai 2025 loppuun mennessä. 4G-verkot ovat tällä hetkellä merkittävässä asemassa matkaviestinverkkojen käyttöä ja yleisyyttä vertailtaessa. Tätä tukee myös vuonna 2019 DNA:n julkistama tieto, jossa kerrottiin noin 95 % matkaviestinverkkojen datasiirrosta tapahtuvan 4G-verkossa. 4G-verkkoja tullaan jatkossa hyödyntämään entistä tehokkaammin myös erilaisten uusien kehitettyjen ominaisuuksien ansiosta. Esimerkiksi dynaaminen spektrin jakaminen (Dynamic Spectrum Sharing) mahdollistaa jatkossa tietoliikenteen dynaamisen siirtämisen 4G- ja 5G –verkkojen välillä yhteystarpeen ja verkon kuormituksen mukaan siten, että verkkoja hyödynnetään mahdollisimman optimaalisesti.

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 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. Digitaalisen infrastruktuurin strategian¹⁷ 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 Sanna Marinin hallitusohjelma nostaa tavoitteeksi digitaalisen infrastruktuurin strategian toteutumisen edistämisen.

Suomessa kaikki kolme valtakunnallisesti toimivaa operaattoria (Elisa, DNA ja Telia) aloittivat 5G-verkkojen rakentamisen vuoden 2019 aikana ja täysimittaiseen rakentamisvaiheeseen operaattorit pääsivät vuoden 2019 loppupuolella. Vuoden 2020 rakentamishjelmissä 5G-verkkojen rakentamista on edelleen kiihdytetty. Operaattoreiden omien arvioiden mukaan rakentamista ei ole ollut yhtä kiivasta yhdenkään edeltävän verkkosukupolven kohdalla. Ensimmäisessä vaiheessa 5G-verkkoja on rakennettu ja otettu käyttöön 3,5 GHz taajuusalueella. Operaattorihaastatteluiden mukaan pääosa 5G-verkkojen tarjoamasta lisäkapasiteetista, verrattuna aiempiin verkkosukupolviin, tullaan toteuttamaan 3,5 GHz taajuusalueella. 3,5 GHz verkkojen on ennakoitu teoriassa mahdollistavan jopa 1 200 Mbit/s latausnopeudet ja 400 Mbit/s lähetysnopeudet. Käytännössä nopeudet tulevat jäämään näistä huomattavasti. 5G-verkkojen 26 GHz -taajuusalueet tulevat operaattori- ja asiantuntija-arvioiden mukaan alkuvaiheessa käyttöön pistemäisesti alueilla, joissa verkkoja käytettäviä päätelaitteita on määrällisesti paljon ja käyttäjät tarvitsevat suurta tiedonsiirtokapasiteettia. Lisäksi korkeampia taajuusalueita voidaan jatkossa hyödyntää myös täydentämään olemassa olevaa peruspeittoaluetta väliaikaisia käyttötapauksia, kuten tapahtuma-alueita varten. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi liikuteltavien mobiilitukiasemien avulla.

700 MHz taajuusalueelle rakennettava niin sanottu 5G -peruspeitto voisi mahdollistaa monia liikenteen sovelluksia laajalla alueella kustannustehokkaasti. Yksi keskeinen liikenteen käyttötapauksiin liitetty toive tietoliikenneyhteyksille on taattu palvelulaatu. Toisin sanoen yhteyden ei tarvitse olla huippunopea mutta palvelun pitäisi olla käytettävissä tietyllä maantieteellisellä alueella ja nopeuden

¹⁷ Suomi tietoliikenneverkkojen kärkimaaksi : – Digitaalisen infrastruktuurin strategia 2025. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 10/2018.

sekä muiden palvelulaatukriteerien pitää olla vakio ja ennakoitavissa. 5G:n mahdollistama verkko-viipalointi¹⁸ mahdollisesti yhdistettynä luotettavuuteen, lyhyeen viiveeseen sekä reunalaskentaan voisi vastata tulevaisuuden automatisoituvan ja digitalisoituvan liikenteen tarpeisiin. Nämä ominaisuudet voisivat olla käytössä myös laajan maantieteellisen kattavuuden mahdollistavissa 700 MHz hyödyntävissä 5G-verkoissa. Nykyisiin 4G-verkon tukiasemapaikkoihin tukeutuva 5G-verkko voisi tarjota riittävää kattavuutta erityisesti tieliikenteelle ja raideliikenteelle. Ilmailun ja meriliikenteen kannalta nykyisiin 4G-tukiasemapaikkoihin tukeutuva 5G-verkko sisältäisi edelleen merkittäviä katvealueita, sillä nykyisiä 4G-verkkoja ei ole suunniteltu palvelemaan ilmassa olevia käyttäjiä ja myös meriväylillä palvelussa on edelleen katveita.

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 keskitaajuuksiin perustuvat 5G-yhteydet ovat todennäköisesti hyödynnettävissä ensivaiheessa kaupunkien ympäristöissä eli merkittäville 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. Erityisiä haasteita kohdistuu ilmassa olevien verkon käyttäjiin.

Verkkojen Eurooppa –rahoitusta kohdennetaan tulevalla rahoituskaudella 2021-2027 5G-infrastruktuurin kehittymistä tukeviin toimenpiteisiin. Rahoituksen avulla on mahdollista toteuttaa viestintäverkkojen kehitystä pääväylillä tukevia investointeja. Tuki suunnitellaan kohdistuvaksi valokuituverkkojen sekä 5G-matkaviestinverkkojen tarpeisiin toteutettavien mastojen rakentamiskustannuksiin. Eri tukimuotoja (CEF Digital ja CEF Transport) yhdistelemällä Verkkojen Eurooppa –rahoitusta on mahdollista laajemminkin hyödyntää liikenteen automaatiota tukeviin toimenpiteisiin.

7.1 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. 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 rasiukselta, 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.

¹⁸ Verkon viipalointi (network slicing) 5G:ssä on tarkoitettu vastaamaan palveluihin, joilla on erityyppiset vaatimukset ja jotka samalla parantavat verkon tehokkuutta. Viipalointia hydyntäen operaattorit voivat tarjota esimerkiksi palvelua, jossa vaaditaan lyhyttä viivettä ja parempaa saatavuutta tai esimerkiksi palvelua, jossa suurempaa tiedonsiirtonopeutta ilman korostettua viivevaatimusta.

Mobiili tietoliikenneverkko rakentuu tukiasemien varaan. Tukiasemapaikka valikoidaan yleensä maantieteellisen sijainnin ja käyttötarkoituksen mukaan. Tukiasemapaikkoja voivat olla esimerkiksi mastot ja pylvää, kiinteistöjen katot ja seinät, valaisinpylväät 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 sähköverkoja. 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.

7.2 Kyberturvallisuus

Liikenteen automaation, digitalisaation ja tietojen hyödyntämisen myötä verkossa ja laitteissa tullaan keräämään ja käsittelemään nykyistä enemmän tietoa, tiedon kriittisyys tulee kasvamaan ja viestintäverkkojen, liikennejärjestelmän ja liikennevälineiden väliset riippuvuussuhteet tulevat lisääntymään. Liikenteen kyberturvallisuushaasteet ja -uhat tulevat lisääntymään ja monipuolistumaan muun muassa automaation vaatiessa saumatonta ja viiveetöntä viestintää sekä infrastruktuurin ja liikennevälineiden välistä laaja-alaista koordinaatiota, ohjelmistojen tullessa entistä enemmän keskiöön ja esineiden internetin (Internet of Things, IoT) levittäytyessä liikennevälineisiin ja infrastruktuuriin. Samalla liikenteen kyberturvallisuusriskit tulevat entistä lähemmäs ihmisen arkea ja voivat toteutuessaan johtaa myös liikenteessä tapahtuviin onnettomuuksiin. Tämä kasvattaa kyberturvallisuuden hallinnan merkitystä liikenteessä edellyttäen entistä vahvempaa tietoliikenteeseen ja -järjestelmiin kohdistuvilta uhilta suojautumista ja niihin liittyvien riskien hallintaa. Kyberturvallisuuden perustaso on varmistettava kaikessa automaatiassa. Automaation tason noustessa kyberturvallisuuden hallinnan ja riskienhallinnan merkitys kasvaa.

Liikenteen automaation edellytyksenä ja mahdollistajana toimivasta kyberturvallisuudesta huolehtiminen edellyttää riskienhallintaan perustuvaa koko liikennejärjestelmätason kyberturvallisuuden kehittämistä. Tämä edellyttää liikenteen automaation tarvitsemien liikenteen infrastruktuurin, liikennevälineiden ja palveluiden turvallisen tietojärjestelmäkehityksen varmistamista ja ylläpitämistä koko niiden elinkaaren ajan kyberturvallisuuden kansainvälisiä standardeja ja parhaita käytäntöjä hyödyntäen ja lainsäädännön velvoitteet täyttäen. Kyberturvallisuus tulee huomioida automaation kokeiluissa ja pilotoinnissa koko kehityksen ajan ja security by design –periaate tulee ottaa mukaan jo automaatiota ja sen kohdetta suunniteltaessa. Suomen on syytä osallistua aktiivisesti kansainvälisen ja EU-tason lainsäädännön ja standardoinnin kehittämiseen.

Lisäksi kyberturvallisuuden havainnointi-, reagointi- ja palautumiskyvykkyyttä on kehitettävä osana liikennemuotojen tilannekuvaa ja liikennemuotokohtaisista tilannekuvista muodostuvaa koko liikennejärjestelmän kattavaa tilannekuvaa. Tähän tarvitaan kansallisen kyberturvallisuuden yhteistyömallin luomista. Yhteistyömallin tulee sisältää muun muassa roolit ja vastuut ja sen tulee mahdollistaa liikennejärjestelmän ydintoimijoille mahdollisuuden turvalliseen tiedon jakamiseen kansallisesti ja kansainvälisesti. Kansallisen kyberturvallisuuden auditointikyvyyden kehittäminen Suomessa olisi mahdollista ja loisi kansainvälistä kilpailukykyä. Samaan aikaan kansalaisten, toimijoiden ja

viranomaisten liikenteen kyberturvallisuuden osaamisen ja tietoisuuden kehittämisen tarve on jatkuva.

8 Horisontaalinen tiedonvaihdon kehittämiseen kohdistuvien tarpeiden tarkastelu

8.1 Tiedonvaihdon yhteentoimivuuden peruselementit

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 tiedonjakoinfrastruktuurin 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 luonnollisesti-kaan 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 (esimerkiksi yritys) asettaa tiedot saataville omaan ohjelmointirajapintaansa, ja hallitsee itse sitä, mitä tietoa muut toimijat (esimerkiksi viranomaiset tai sen yhteistyökumppanit) ovat oikeutettuja saamaan.

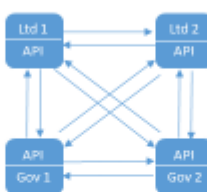
Ideaalitapauksessa tehokas tietojenvaihto voisi tapahtua vapaaehtoisesti, mutta joissain tapauksissa joudutaan asettamaan velvoitteita tiettyjen tietojen antamisesta tietyille toimijoille. Perinteisesti laissa on säädetty viranomaisten tiedonsaantioikeuksista, mutta liikenteen palveluista annetussa laissa (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?

8.2 Eurooppalaisen datan hallintamallin kehittäminen

Suomi on vaikuttanut aktiivisesti tiedonvaihdon lisääntymiseen tähtäävien rakenteiden syntyymiseen EU:ssa. Suomi katsoo, että tavoitteena pitäisi olla datan liikkuvuuden ja käytettävyyden varmistaminen yli valtioiden, sektorien ja tieteenalojen välisten rajojen. Keskeinen tekijä tämän tavoitteen saavuttamisessa on tehokasta ja toimivaa datanhallintamallia koskevan vision luominen ja sitten väsymätön työskentely vision toteuttamiseksi. Hallintamallia ei saisi rakentaa teknisestä näkökulmasta, vaan siinä pitäisi vaalia ihmiskeskeisyyden periaatetta ja näin ollen ottaa aina ensisijaisesti huomioon loppukäyttäjän näkökulma.

EU:n tason hallintamallin pitäisi tukea hajautettua datankäyttöympäristöä sekä vahvistaa tarvittavia federoituja koordinoituntehtäviä ja rooleja. Keskeisenä vaatimuksena on varmistaa, että datan keruun, säilytyksen ja jakamisen pitäisi olla täysin hajautettua, vaikka onkin joitakin tehtäviä, joiden on syytä olla koordinoitusti joidenkin tiettyjen toimijoiden vastuulla. Hallintamallin luomista varten on myös määritettävä erilaisia malliin liittyviä rooleja. Tämä koskee myös eri rooleihin liittyviä vastuita ja oikeuksia.

Yhden tärkeimmistä koordinoitirooleista muodostaisivat datahakemistojen tai varastojen hallinnoijat ("metadatooperaattorit"). He pitävät yllä hakemistoa tai varastoa datasta, joka on kerätty ja asetettu saataville eri toimijoiden uudelleen käytettäväksi. Vaikka metadatan hallinnasta on jo useita esimerkkejä, tarvitaan edelleen kipeästi lisää yhtenäisyyttä ja skaalautuvuutta kaikkien alojen välille, jotta voitaisiin edistää datan parempaa käytettävyyttä, innovaatioita, uusien palvelujen kehitystä sekä tekoälyjärjestelmien käyttöä. Näiden palvelujen pitäisi varmistaa helppo löydettävyys ja tarjota metadatoa datasta ja sen käyttöehdoista koneellisesti luettavassa muodossa.

Yhteentoimivuudella tarkoitetaan järjestelmien kykyä toimia muiden järjestelmien ja tuotteiden kanssa nyt ja tulevaisuudessa. Tarvitaan oikeudellista yhteentoimivuutta, organisatorista yhteentoimivuutta sekä semanttista yhteentoimivuutta, kuten sanastoja ja ontologioita, ja lisäksi teknistä yhteentoimivuutta. Yhteentoimivuus on ratkaisevaa, jotta yritykset ja yksilöt voisivat käytännössä siirtää omaa dataansa ja palveluja palveluntuottajien välillä. Lisäksi yritysten ja yksilöiden pitäisi pystyä yhdistämään eri lähteistä peräisin olevaa dataa ilman, että toteutuksessa ilmenee ongelmia. Yhteentoimivuutta voidaan edistää standardeilla, tietomuodoilla, yhteyskäytännöillä sekä sääntelyllä. Joillain aloilla sovelletaan jo systemaattisia yhteentoimivuuteen tähtääviä lähestymistapoja, mutta kaikkien jäljellä olevien yhteentoimivuusongelmien ratkaisemiseksi tarvitaan kokonaisvaltainen lähestymistapa. On kuitenkin varmistettava, ettei ketterää yhteentoimivuutta sekoiteta järjestelmien täydelliseen yhdenmukaistamiseen, sillä sellaisella on tapana estää tulevat kehityskulut ja innovaatiot.

Uudenlaisia välitysalustoja, joiden tarkoituksena on luoda yhteentoimivuutta, on alkanut syntyä. Ne tarjoavat konkreettisia työkaluja, joilla voidaan tehdä esimerkiksi sovellusrajapinnoista ja palveluista entistä yhteentoimivampia keskenään. Lisäksi kyseisillä alustoilla voidaan tarjota lisäpalveluja ja edistää datan laatua datan haltijan pyynnöstä tai integroida tai yhdistää dataa suurempiin datamääriin. Välitysalustojen tärkein tehtävä on kuitenkin vain toimia välittäjinä. Ne eivät siis kerää tietoa, vaan saavat sen liikkumaan ekosysteemin osapuolten välillä.

8.3 Traffic Management Finlandin rooli tiedonvaihdon edistäjänä

Suomessa tiedonjaon hallintamallissa on keskeisessä roolissa liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluita tekemään perustettu valtion omistama erityistehtäväyhtiö Traffic Management Finland (TMF), jolle tehtäviensä johdosta kertyy huomattava määrä erilaista liikenteeseen liittyvää tietoa. Samalla yhtiö

voi myös tarpeellisessa määrin jakaa eri toimijoille niiden tarvitsemaa tietoa, ja siten toimia tiedonjaon solmupisteenä Suomessa. Tämä TMF:n rooli huomioitiin jo liikenteen palveluista annetun lain III osan 2 luvussa.

Hallituksen esityksessä 202/2020 ehdotetaan mahdollisuutta siirtää koordinoitua koontitietokannan ylläpitotehtävä TMF:lle. Samalla ITS-direktiivin 2010/40/EU EU:n laajuisten multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamista koskevan täytäntöönpanoasetuksen (EU) 2017/1926 mukaisen liikkumispalvelukatalogin (National Access Point, NAP) ylläpito ja tuottaminen siirtyisi TMF:lle, jolloin liikennemuotorajat ylittävään aikataulu- ja reittitietoon liittyvät järjestelmät, palvelut ja niihin liittyvät vastuut siirtyisivät TMF:lle osaksi esitettyä laajempaa liikennetietojen koontitietokantaa.

Lisäksi TMF:n on tarkoitus toimia tiedonjaon ekosysteemien tukijana. Tavoitteena on luoda liikenteen palveluntarjoajille yhtenäiset ja reilut toimintamallit uusien liikennevälinerajat ylittävien palveluiden kehittämisessä, mikä luo edellytykset liikenteen ja logistiikan uusien digitaalisten palveluiden syntymiselle. Datan ja teknisen alustan rakentamisen lisäksi tarvitaan yhteisiä rakenteita ja standardeja, yhteistyön sopimusrakenteita ja riittävää koordinaatiota, josta TMF:n on tarkoitus vastata.

8.4 Liikenteen automaation tarvitsema 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. Kyse on usein liikennevälineiden sensoreiden keräämästä datasta, jotka kertovat esimerkiksi sää- ja olosuhdetiedoista tai liikenteen sujuvuudesta tietyillä väylillä. Myös liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajien tai viranomaisten hallinnassa olevat laitteet ja sensorit voivat tuottaa dynaamista dataa.

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 tekeviltä 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 viranomaisen kiellä niiden avaamista avoimena datana.

Avattavien tietojen on oltava sellaisessa muodossa, että tiedot eivät ole yhdistettävissä luonnolliseen henkilöön eikä liikesalaisuutta vaaranneta.

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.

8.5 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 (Globaljanaanavigatsioonaja 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 pelkääntään 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 (Paikatietopoliittinen selonteko, Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 4A/2018, s. 24, ehdotettu toimenpide ”Tarjotaan tarkka paikannus kaikkien käyttöön”).

Liikennemuotokohtainen tarkempi tarkastelu

9 Tieliikenne

9.1 Tieliikenteen automaation kehitys

9.1.1 Yleiskuva tieliikenteen automaation tilasta

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 ajoneuvonvalmistajat ovat muuttaneet arvioitaan varovaisemmiksi. Monet sellaiset kysymykset, joita esitettiin jo useita vuosia sitten, ovat sääntelytasolla yhä ratkaisematta. Sekaliikennettä, jossa on yhtä aikaa eri automaatiotasolle kykeneviä sekä täysin manuaalisesti ohjattavia ajoneuvoja pidetään yhtenä haasteena, samoin niin sanottujen haavoittuvien tienkäyttäjien (kävelijät ja pyöräilijät) riittävää. Myös teknologiassa on edelleen kehittämistarpeita, kuten esimerkiksi vastaantulevan ajoradan ylittävä (Suomessa vasemmalle) kääntyminen risteyksessä ja väistäminen. Tällä hetkellä käytössä on kuljettajaa avustavia tukijärjestelmiä, kuten esimerkiksi mukautuvat vakionopeudensäätimet, kaistavahdit, hätäjarrutusjärjestelmät, luistonestojärjestelmät ja pysäköintiavustimet. Lähitulevaisuudessa markkinoille odotetaan tulevan ajoneuvoja, joiden automaattiset ajojärjestelmät (automated driving system, ADS)¹⁹ pystyvät hoitamaan dynaamisia ajotehtäviä (dynamic driving task, DDT) moottoritieolosuhteissa.

Jo aikaisemmin oli nähtävissä, että kehityksessä tulee olemaan joitakin keihäänkärkiä, ja tämä näkyminen on edelleen vahvistunut. Tieliikenteessä nopeinta kehitystä odotetaan hitailla nopeuksilla liikkuuissa etäohjatuissa ajoneuvoissa. Nopeimmin tulossa näyttävät oleva pikkubussit, jotka voisivat toimia esimerkiksi julkisen liikenteen runkolinjojen syöttöliikenteenä. Etäohjattujen niin sanottujen robottitaksien tuloa povataan myös, mutta selvästi hitaammin. Tällaiset ajoneuvot liikkuvat usein ennalta rajatuilla reiteillä tai alueilla.

KPMG on tuottanut vuodesta 2018 raportin²⁰, joka kuvaa valmiuksia tieliikenteen automaatiolle 30 maassa. Vuonna 2020 julkaistun raportin mukaan Suomi on sijalla viisi edellään Singapore, Hollanti, Norja ja Yhdysvallat. Indeksissä pisteitä sai muun muassa kokeilujen edistämisestä, sähköautojen latauspisteiden määrästä sekä teknologisten innovaatioiden edistamisestä. Suomen lainsäädäntöympäristö sai korkeimmat pisteet kaikkien maiden joukossa. Erityisesti huomioitiin sääntelyn kyky vastata haastaviin tilanteisiin sekä se, että Suomen koko tieverkko on avattu testausmahdollisuuksille. Lisäksi Suomen vahvuutena mainittiin Helsingissä ja Espoossa automaattisilla, säänkestävillä pienlinja-autoilla (Sensible4) tapahtuva pilotointi sekä suomalaisten korkea digitaalisten taitojen ja digitaalisen infrastruktuurin taso. Raportissa todetaan, että maastamme puuttuu sellaista ajoneuvon valmistusta, joka voisi toimia kehityksen ajurina. Samalla kuitenkin pienemmille yrityksillä saattaa olla suurempi vapaus toimia. On huomattava, että Suomessa on muun muassa kyberturvallisuusosaamista sekä ajoneuvoissa käytettävien sensoreiden ja ohjelmistojen valmistusta. Raportissa mainitun lisäksi Suomen haasteena voidaan pitää ajoneuvojen varsin korkeaa käyttöikää, mikä hidastaa automaattisten ajoneuvojen tuloa teille. Lisäksi kylmän vuodenajan sääolosuhteet ovat suurella osalla tieverkkoa automaation kannalta ison osan vuodesta varsin haasteelliset. Suomessa

¹⁹ Määritelmistä ks. myöhemmin kohta 9.1.4.

²⁰ Autonomous Vehicles Readiness Index. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2020/07/2020-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>

on myös suuri määrä sorateitä, jotka ovat automaattiajamisen kannalta haastavia (muun muassa nouseva pöly, tiemerkinöjen puute).

9.1.2 Ajoneuvojen automaatiokehitys

Tieliikenteen automaatiotasojen kuvauksessa on käytetty tähän saakka usein 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



SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> • traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

Viime aikoina on havaittu, että SAE-luokitus ei parhaalla mahdollisella tavalla tue sääntelytyötä. UNECE:ssä sekä WP.1 että WP.29 ovat päättäneet olla käyttämättä SAE-luokitusta omassa regulaatiotyössään. Siihen ei viitata myöskään EU:n säännöksissä.

UNECE:ssä WP.1 hyväksyi syyskuussa 2018 merkittävän päätöslauselman pitkälle kehittyneiden ja täysin automaattisten ajoneuvojen käytöstä tieliikenteessä (Resolution on the deployment on highly

and fully automated vehicles in road traffic, jäljempänä WP.1 resoluutio). Sen mukaan pitkälle kehitetty automaattinen ajoneuvo on varustettu automaattisella ajojärjestelmällä, joka toimii tietyssä suunnitellun toimintaympäristön (Operational District Domain, jäljempänä ODD) sisällä osan matkasta tai koko matkan ilman ihmisen puuttumista järjestelmän turvallisuuden varmistavana tekijänä. Täysin automaattinen ajoneuvo toimisi muutoin samoin, mutta ilman ODD-rajoitteita.

EU:ssa tyyppihyväksyntään liittyvä niin sanottu yleinen turvallisuusasetus²¹ sisältää vastaavan tavan, mutta kuitenkin jossain määrin erilaiset määritelmät. Sen mukaan ”automatisoidulla ajoneuvolla” tarkoitetaan moottoriajoneuvoa, joka on suunniteltu ja rakennettu liikkumaan itsenäisesti tiettyjä aikoja ilman kuljettajan jatkuvaa valvontaa mutta jossa odotetaan tai edellytetään edelleen kuljettajan väliintuloa ja ”täysin automatisoidulla ajoneuvolla” moottoriajoneuvoa, joka on suunniteltu ja rakennettu liikkumaan itsenäisesti ilman kuljettajan valvontaa. Määritelmät eivät siten muun muassa sisällä viittausta ODD:hen.

SAE 3 –tasoa on yleisesti pidetty monestakin syystä kaikista haastavimpana vaiheena tieliikenteen automaatiota. Siihen on viitattu EU-asiakirjoissa ja UNECE:ssä kuvailevina termeinä joko ”ehdollisena” (conditional²²) tai ”osittaisena” (partial) automaationa. Näissä määritelmissä on edelleen SAE 3-tason sisään rakennettu liikenneturvallisuuden kannalta ongelmallinen lähtökohta siitä, että ihminen voisi toimia järjestelmän varmistajana ongelmatilanteissa. Tällöin järjestelmä generoisi ei-suunnitellusti hallinnan siirtoa koskevan pyynnön, johon ihmisen tulee voida reagoida varsin lyhyessä ajassa.

9.1.3 *Automaatiojärjestelmien suunniteltu toiminta-alue, ODD*

WP.1 resoluution mukaan ODD:llä tarkoitetaan ympäristöön, maantieteeseen, kellonaikaan, liikenteeseen, infrastruktuuriin, keliin ja muihin vastaaviin olosuhteisiin liittyviä edellytyksiä, joiden valitessa automaattisen ajojärjestelmän on erityisesti suunniteltu toimivan.

WP.29 alaisen GRVA-työryhmän (Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles) alatyöryhmä FRAV (Functional Requirements for Automated and Autonomous Vehicles) on omassa työssään työstänyt varsin paljon ODD-kysymystä ja tullut siihen tulokseen, että niitä voi olla useampia. Alkuperäinen FRAV-määritelmä oli melko lähellä WP.1:n määritelmää, mutta tällä hetkellä FRAV liittyy ODD:n automaattisen ajojärjestelmän eri toimintoihin (features)²³. Ajoneuvolla voi täten olla useita ODD:tä. Tarkoituksena on edellyttää, että ajoneuvon valmistajan tulee kuvata kunkin automaattisen ajojärjestelmän toiminnon ODD.

ODD:n määrittely on siis WP.29 asiakirjojen mukaan ajoneuvon valmistajan tehtävä. ODD-kuvauksen on minimissään sisällettävä tietoja tiettyistä (esimerkiksi edellytetäänkö moottoritieolosuhteita tai tietoja kaistojen määrästä ja merkinnöistä), maantieteellinen alue, nopeustiedot, ympäristölliset

²¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2019/2144 moottoriajoneuvojen ja niiden perä-vaunujen sekä näihin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, komponenttien ja erillisten teknisten yksiköiden tyyppihyväksyntävaatimuksesta niiden yleisen turvallisuuden ja ajoneuvon matkustajien ja loukkaantumiselle alttiiden tienkäyttäjien suojelun osalta, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2018/858 muuttamisesta ja Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusten (EY) N:o 78/2009, (EY) N:o 79/2009 ja (EY) N:o 661/2009 sekä komission asetusten (EY) N:o 631/2009, (EU) N:o 406/2010, (EU) N:o 672/2010, (EU) N:o 1003/2010, (EU) N:o 1005/2010, (EU) N:o 1008/2010, (EU) N:o 1009/2010, (EU) N:o 19/2011, (EU) N:o 109/2011, (EU) N:o 458/2011, (EU) N:o 65/2012, (EU) N:o 130/2012, (EU) N:o 347/2012, (EU) N:o 351/2012, (EU) N:o 1230/2012 ja (EU) 2015/166 kumoamisesta

²² Guidelines on the exemption procedure for the approval of automated vehicles

²³ Document FRAV-03-05-Rev. 1: ”Operational Design Domain (ODD)” means the operating conditions under which an ADS feature is specifically designed to function”

ehdot (esimerkiksi sää, yöajan rajoitukset), riippuvuudet tietoliikenneyhteyksistä sekä muista seikoista, joita turvallinen operointi edellyttää.

Suomi on maa, joka on maantieteellisesti varsin laaja, ja jossa on 454 000 kilometriä tieverkostoa. Siitä noin 800 kilometriä on moottoriteitä ja 350 000 kilometriä yksityisteitä ja metsäautoteitä. On oletettavaa, että erittäin pitkälle nähtävissä olevaan tulevaisuuteen olemme tilanteessa, jossa ajettavan matkan varrella ajoneuvo on välillä ODD:den sisäpuolella, jolloin automaattinen ajojärjestelmä ADS hoitaa dynaamisia ajotehtäviä, ja välillä ODD loppuu, jolloin ihmisen on jälleen toimitettava kuljettajana. Ajettavasta matkasta riippuen ajotehtävä voi siirtyä useaan otteeseen. Kysymys on tällöin hallitusta/suunnittelusta siirtymästä. Suomen kannalta tärkeintä on varmistaa, että ihmiset voivat liikkua ketterästi lähtöpaikasta määränpään käyttävän automaation tasosta ja infrastruktuurista riippumatta.

9.1.4 Muita tärkeitä määritelmiä

Automaattinen ajojärjestelmä (Automated Driving System, ADS) on WP.1 resoluutiossa määritelty ajoneuvojärjestelmäksi, joka käyttää sekä laitteistoja (hardware) että ohjelmistoja (software) hoitaakseen ajoneuvon dynaamista hallintaa pitkäkestoisella tavalla. WP.29 määritelmä on lähes samanlainen.

Dynaaminen hallinta (dynamic control) tarkoittaa puolestaan reaaliajassa toteutettua ajoneuvon kaikkien operationaalisten ja taktisten toimintojen hoitamista. Näihin kuuluvat pitkittäisen ja sivusuuntainen liikkumisen hallinta, tieympäristön tarkkailu, liikenteessä tapahtuviin tapahtumiin vastaaminen, suunnittelu ja tulevista liikkeistä muulle liikenteelle annettavat signaalit. WP.29 käyttää työssään termiä ”dynaaminen ajotehtävä” (dynamic driving task). Siinä sisältöjä on määritelty siten, että lateraalinen (sivusuuntainen) operointi tapahtuu ohjaamalla, pituussuuntainen operointi kiihdyttämällä ja jarruttamalla, ympäristön monitorointi kohteiden (objektien) ja tapahtumien havainnoinnilla, tunnistamisella, luokittelulla ja niihin vastaamiseen valmistautumalla, vastaamisen toteuttamisella, toimintojen suunnittelulla ja valojen, signaalien ja muiden vastaavien merkkien antamisella.

9.2 Tieliikenteen automaatioon liittyvä sääntely ja sen kehitystarpeet



Kuten yllä olevassa kuvassa esitetään, automaattiajamiseen liittyvää sääntelyä tehdään monessa paikassa ja monelta eri tulokulmalta. Perinteisesti keskeinen merkitys on ollut UNECE:n sääntelyllä, jonka tekniset säännökset ovat tulleet osaksi Suomen sääntelykehikkoa EU:n kautta ja liikennesäännöt saattamalla kansallisella voimaansaattamisäntelyllä. UNECE:ssä ei ole säännelty tietosuojakysymyksiä, joiden osalta EU:n yleinen tietosuojasetus²⁴ (jäljempänä GDPR) on EU-maissa keskeisessä roolissa. Tekoälyyn liittyvä eettinen kehikko saattaa saada konkreettista sisältöä esimerkiksi teknisen sääntelyn kautta, mutta tällöin olisi mielekästä hahmottaa, millaisen kokonaisuuden tekninen sääntely muodostaa, ja palveleeko se muotoutumassa olevia eettisiä päämääriä.

Kaiken kaikkiaan automatisoituvaan tieliikenteeseen liittyvä sääntely-ympäristö on muotoutumassa varsin monitahoiseksi, ja on olemassa vaara, että kokonaisuus on huonosti hallittavissa, ellei sitä pyritä tietoisesti tarkastelemaan.

UNECE:n WP.1 on käynnistämässä asiantuntijaryhmän työtä uuden nimenomaan tieliikenteen automaatiota koskevan kansainvälisen oikeudellisen instrumentin valmistelemiseksi. WP.1 sai kokouksessaan syyskuussa 2020 valmiiksi asiantuntijaryhmän työtä ohjaavat säännöt (terms of reference), ja ne on tarkoitus hyväksyttävä UNECE:n sisäliikennekomitean (Inland Transport Committee) keväällä 2021 kokouksessa, minkä jälkeen työ pääsisi käyntiin. Suomi pitää hyvänä ajatusta siitä, että automaatiota varten luodaan uusi sääntelykehikko, eikä ryhdytä muuttamaan olemassa olevaa, sillä myös perinteisiä ei-automaattisia ajoneuvoja on käytössä vielä varsin pitkään. Tällöin on edelleen myös tarve nyt voimassa olevalle sääntelylle. Asiantuntijaryhmän työn odotetaan vievän useita vuosia.

Kansallisella tasolla tapa, jolla kansainvälinen sääntely on saatettu Suomessa voimaan, on mahdollistanut muun muassa pitkällekin kehittyneiden automaattisten ajoneuvojen kokeilut yleisillä teillä etäohjaukseen perustuen. Uudessa tieliikennelaissa (729/2918) pyrittiin poistamaan siihen mennessä tunnistetut automaation esteet kansainvälisen kehyksen sallimissa rajoissa. Liikennesäännöt on kirjoitettu passiiviin, eikä kuljettajaa, joka on kansainvälisten sääntöjen mukaan tähän saakka ollut toistaiseksi ihminen, ole mainittu. Tienkäyttäjän määritelmää muutettiin siten, että ohjaaminen on mahdollista muualtakin kuin tieltä. Etäohjauksen tarkempia vaatimuksia ei ole ainakaan toistaiseksi määritelty, mutta lain mukaan ajoneuvon tulee olla hallinnassa ja kuljettajan tulee olla psyykkisiltä ja fyysisiltä ominaisuuksiltaan kelpoinen. Edelleen laki mahdollistaa auton teknisten laitteiden täysimääräisen hyödyntämisen ajoneuvon hallinnassa, kunhan niiden käyttö ei vaaranna eikä haittaa turvallisuutta. Viestintävälinettä ei kuitenkaan saa pitää kädessä ajon aikana kansainvälisiin sääntöihin perustuen.

9.2.1 Tekoälyn sääntelykehikko tieliikenteen automaatiassa

Tekoälyn eettisen kehikon syntymisessä voidaan erottaa erilaisia tasoja. Yleisiä kaiken tekoälyn kehittämiseen ja hyödyntämiseen liittyviä eettisiä pelisääntöjä ja niiden syntymistä on käsitelty edellä kappaleessa 6. Näistä yleisistä, kaikkia sektoreita koskevista eettisistä säännöistä voidaan johtaa sektorikohtaisia eettisiä sääntöjä. Näiden voidaan puolestaan nähdä saavan konkreettisia muotoja käytännön sääntelytoimenpiteissä. Lisäksi niiden toteutumisen tueksi tarvitaan käytännön työkaluja, kuten esimerkiksi vaikutusten arviointikehikkoja, standardeja ja sertifiointijärjestelmiä. Ison kuvan

²⁴ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679 luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuojasetus)

hahmottamisen kannalta olisi tärkeää nähdä nämä sidokset asioiden välillä. EU:n asiantuntijaraportissa tehdäänkin ansiokkaasti kunkin suosituksen kohdalla selkeä kytkös yleisiin eettisiin periaatteisiin.

Tieliikenteen automaation sääntelyn eettinen kehittäminen (esimerkki)



Tekoälyn eettisten pelisääntöjen kehikkoa on jo pohdittu sektorikohtaisesti tieliikenteen automaati-
ossa vuodesta 2017 lähtien. Saksassa julkaistiin silloin eettisen komission raportti²⁵, joka sisälsi mo-
nia varsin huomionarvoisia havaintoja eettisistä periaatteista tieliikenteen automaatiassa. Syys-
kuussa 2020 EU:n komission asettama tekoälyjärjestelmien etiikkaa tieliikenteessä pohtinut riippu-
maton asiantuntijaryhmä julkaisi raporttinsa²⁶. Se sisältää 20 suositusta eettisen tekoälyn hyödyntä-
misen edistämiseksi. Lokakuussa 2020 Suomi järjesti neljännen ministeritason huippukokouksen
EU-maiden välisessä epävirallisessa High Level Meeting on Connected and Automated Driving
(HLM CAD) –prosessissa. Sen päätelmissä²⁷ kiinnitetään myös huomiota keskeisiin eettisen teko-
älyn hyödyntämistä edistäviin seikkoihin. Päätelmiä tuki 27 Euroopan maata, 3 EU-komission pää-
osastoa ja 13 kansainvälistä järjestöä.

9.2.2 Tieliikenneturvallisuuden parantaminen

Kaikissa sekä yleisissä että tieliikenteeseen erityisesti kohdistuvissa eettisissä pohdinnoissa lähtö-
kohtana on turvallisuuden korostaminen. Toisaalta huomioidaan se lähtökohta, että automaatiolla on
huomattava potentiaali parantaa tieliikenteen turvallisuutta, ja tämän potentiaalın hyödyntäminen on

²⁵ Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Ethics Commission: Automated and Connected Driving. June 2017. https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission-automated-and-connected-driving.pdf?__blob=publicationFile

²⁶ Ethics of Connected and Automated Vehicles. European Union, 2020. https://ec.europa.eu/info/news/new-recommendations-for-a-safe-and-ethical-transition-towards-driverless-mobility-2020-sep-18_en

²⁷ Conclusions from the Fourth High Level Meeting on Connected and Automated Driving, Helsinki 7 October 2020. <https://www.lvm.fi/en/-/high-level-meeting-on-connected-and-automated-driving-aims-at-strengthening-cooperation-1234725>

myös asetettava selkeästi tavoitteeksi. Toisaalta automaattisten järjestelmien kehittämisen ja hyödyntämisen edellytetään tapahtuvan tavalla, jolla turvallisuus voidaan varmistaa.²⁸ Esimerkiksi taloudellisten hyötyjen tavoittelu ei milloinkaan saa tapahtua yksilöiden suojelun kustannuksella. Turvallisuuden korostamisen voidaan todeta juontuvan yleisestä ”älä tee vahinkoa” (do no harm) -periaatteesta. Turvallisuuden parantamisen tavoite puolestaan tähtää yleiseen ihmiskeskeiseen lähtökohtaan yksilöiden ja yhteiskuntien hyvinvoinnin lisääntymisestä. Erityistä huomiota kiinnitetään usein niin sanotussa haavoittuvassa asemassa oleviin tienkäyttäjiin, erityisesti jalankulkijoihin ja pyöräilijöihin.

Kohti käytännön sääntelyä mennään UNECE:n WP.1 ja WP.29 työssä. WP.1:n resoluutiossa lähtökohtana on, että pitkälle kehittyneiden ja täysin automaattisten ajoneuvojen tulee asettaa tieliikenteen turvallisuus tärkeimmäksi lähtökohdaksi. Myös ennalta arvaamattomiin tilanteisiin on reagoitava siten, että ihmisille niin ajoneuvon sisällä kuin sen ulkopuolella aiheutuva vaara voidaan minimoida. WP.29 ns. puiteasiakirjassa (Framework Document)²⁹ määritellään hieman tarkemmin, millaista turvallisuuden tasoa ajetaan takaa. Sen mukaan turvallisuuden takaamiseksi automaattinen ajoneuvo ei saa aiheuttaa sietämätöntä (non-tolerable) riskiä. Tällä tarkoitetaan sitä, että automaattion hoitaessa dynaamisia ajotehtäviä ajoneuvo ei saa aiheuttaa kuolemaan tai loukkaantumiseen johtavia onnettomuuksia, jotka ovat kohtuudella (reasonably) ennalta havaittavissa ja estettävissä.

Eettisten sääntöjen avulla voidaan mahdollisesti myös ratkaista pitkään puheena olleita ongelmia. Kansainvälisessä keskustelussa on nostettu usein esille kysymys siitä, voidaanko koneen sallia tekevän esimerkiksi sen kaltaista päätöstä, säästääkö se valintatilanteessa lapsen vai iäkkään henkilön hengen. Saksan eettinen komissio toteaa raportissaan, että tilanteissa, joissa onnettomuus ei ole vältettävissä, minkäänlaista syrjintää ei saa tehdä henkilökohtaisten ominaisuuksien, kuten iän, sukupuolen, fyysisen tai psyykkisen olemuksen perusteella. EU:n riippumaton asiantuntijaryhmä puolestaan toteaa suosituksessaan numero 6, että automaattisen järjestelmän voidaan todeta toimivan eettisesti, mikäli se vastaavissa tilanteissa toimii jatkuvan tilastollisen riskinjaon perusteella, tavoitteena parantunut turvallisuus ja eri tienkäyttäjien välinen yhdenvertaisuus.

Turvallisuuden varmistaminen edellyttää UNECE:n molempien työryhmien näkemyksen mukaan sitä, että ajoneuvon on noudatettava liikennesääntöjä. Tämä on yksinkertainen peruslähtökohta: riippumatta siitä, ohjaako ajoneuvoa kone vai ihminen, sen kulun on voitava olla ennakoitavissa liikennesääntöjen mukaisesti. Erityisen tärkeää tämä on sekaliikenteessä, jossa kaikki ajoneuvot eivät ole automaattiajamisen ominaisuuksilla varustettuja, ja jossa liikkuu myös muita tienkäyttäjiä. EU:n asiantuntijaryhmä kuitenkin toteaa omassa raportissaan, että liikennesäännöt ovat viime kädessä väline, eivät itseisarvo. Raportin suosituksen 4 mukaan olisi syytä pohtia, a) milloin liikennesääntöjä olisi muutettava, b) koneen ajaman auton olisi sallittava rikkoa liikennesääntöä, tai c) milloin koneen olisi siirrettävä ajotehtävä ihmiselle niin, että tämä voisi päättää mahdollisesta liikennesäännön noudattamatta jättämisestä. Usein käytetty esimerkki on hälytysajoneuvon väistäminen penkereelle esimerkiksi tilanteessa, jossa pysähtyminen ei muutoin olisi sallittua. On kuitenkin huomattava, että tällainen ja moni muu vastaava menettely tuskin missään muodostaa liikennesääntöjen rikkomuksen, vaan perustuu pääsäännöstä olevaan poikkeukseen. Haasteena lienee olemassa olevien, varsin monitahoisten liikennesääntöjen muuttaminen digitaaliseen muotoon, mikä tehtävä automaattiliikennettä varten on kuitenkin välttämätön. Lienee kuitenkin todennäköistä, että liikennesääntöjen

²⁸ Ks. esim. Stockholm Declaration; Third Global Ministerial Conference on Road Safety: Achieving Global Goals 2030, Stockholm, 19–20 February 2020.

²⁹ ECE/TRANS/WP.29/2019/34/Rev.1, tarkistetaan ja päivitetään tarvittaessa työsuunnitelman mukaan vuosittain.

tarkastelu on tarpeen myös tästä näkökulmasta: kuinka automaattiliikenne pystyy niitä (mahdollisine poikkeuksineen) noudattamaan. Tarvittaessa on selvitettävä mahdollisuutta tai tarvetta selkeyttää sääntöjä, kuten asiantuntijaryhmäkin toteaa.

9.2.3 *Tekoälytoimijat tieliikenteessä; roolit ja niihin liittyvien velvollisuuksien ja oikeuksien määrittely*

Tieliikenteessä voidaan identifioida tekoälytoimijoista ainakin kehittäjiä ja hyödyntäjiä (oikeushenkilöitä), loppukäyttäjiä (luonnollisia henkilöitä) sekä sääntelytehtäviä hoitavia toimijoita. Helsingin HLM CAD –kokouksen päätelmissä jäsenvaltiot toteavat, että eri roolien sekä niihin liittyvien velvollisuuksien ja oikeuksien määrittely on olennaista ihmiskeskeisen automaation kehittämisessä. Myös EU:n riippumattoman asiantuntijaryhmän suosituksessa 16 korostetaan nimenomaan velvollisuuksien kohdistamisen tärkeyttä, koska toisinaan saattaa olla epäselvää, kenen tehtävä on varmistaa turvallisuuden toteutuminen.

Tarkemmin tieliikenteessä toimijoista on tunnistettavissa ainakin 1) automaattisia ajojärjestelmiä kehittäviä yrityksiä, 2) niitä hyödyntäviä yrityksiä eli ajoneuvonvalmistajia, 3) loppukäyttäjiä eli luonnollisia henkilöitä, jotka eivät toimi kuljettajan tehtävissä sekä 4) sääntelykehikosta vastuussa olevia kansainvälisiä järjestöjä (etenkin UNECE ja EU) ja kansallisia toimijoita (ministeriöt ja virastot).

Ihminen automaattisen ajojärjestelmän hoitaessa dynaamisia loppukäyttäjän roolissa, jossa hänellä ihmisellä on uudenlaisia velvollisuuksia ja oikeuksia. UNECE:n WP.1 on resoluutiossaan jo näiden uudenlaisten velvollisuuksien ja oikeuksien määrittelyn äärellä. Resoluution mukaan loppukäyttäjän tulisi muun muassa ennen matkaa olla tietoinen siitä, kuinka pitkälle kehittyneitä ja täysin automaattisia ajoneuvoja käytetään, pystyä kommunikoimaan ajoneuvon kanssa sekä ymmärtää, milloin hänen tulisi ottaa dynaaminen hallinta. EU:n riippumaton asiantuntijaryhmä on suosituksenaan 2 todennut, että turvalliseksi suunnitellun järjestelmän turvaton käyttö tulisi estää muun muassa huomioimalla normaalit tiedossa olevat loppukäyttäjien toimintamallit, kuten tahallinen tai tahaton väärinkäyttö, väsymys ja tarkkaamattomuus. UNECE:n WP.29 kehiteillä olevissa E-säännöissä lähdetään siitä, että järjestelmän on pystyttävä lähtökohtaisesti estämään turvaton käyttö. Koneen muun muassa edellytetään valvovan ihmisen vireystilaa ja päättelevän, onko ihminen valmis ottamaan dynaamiset ajotehtävät vastaan. Automaattinen ajojärjestelmä ei myöskään saa mennä päälle ODD:n ulkopuolella, vaikka ihminen yrittäisi kytkeä sitä päälle. Tämä lähtökohta on varmasti turvallisuuden kannalta oikea.

Uudenlaisten velvollisuuksien ja oikeuksien määrittelyyn liittyy myös sen pohdinta, millaisia muita kuin ajamiseen liittyviä toimintoja loppukäyttäjä saa/voi tehdä silloin, kun ADS hoitaa dynaamisia ajotehtäviä. WP.1:ssä on jo useamman vuoden ajan valmisteltu asiasta päätöslauselmaa (Safety considerations for activities other than driving undertaken by the driver in a vehicle when its automated driving system is engaged). Asiaan liittyy edelleen melkoisia haasteita, resoluutioluonnoksen nimistä lähtien. WP.1:n alainen epävirallinen IGEAD-ryhmä³⁰ jatkaa keskustelua ainakin vielä syksyn 2020 aikana.

Lisäksi WP.1 on pohtinut päätöslauselmaa kauko-ohjaukseen liittyen. Sitä koskeva luonnos päätettiin syyskuussa 2020 laittaa sivuun ainakin toistaiseksi, ja laatia ensi vaiheessa valmisteleva asia-

³⁰ Informal group of experts on automated driving.

kirja, jossa käydään läpi kauko-ohjauksen erilaisia käyttötilanteita. Alustavasti voidaan erotella ainakin kaukoavustaminen (remote assistance, esimerkiksi parkkiavustaja), kaukohallinta (remote management, voi vertautua liikenteenohjaukseen joissakin tilanteissa) ja kaukohallinta (remote control, jossa voitaisiin kauko-ohjata esimerkiksi useita ajoneuvoja).

Uusien roolien määrittelyyn liittyy myös kysymyksiä esimerkiksi vaadittavasta osaamisesta ja sen varmistamisesta ajo-opetuksen avulla tai muutoin esimerkiksi ajoneuvon valmistajien tai maahan-tuojien järjestämän koulutuksen avulla. Erityisesti ihmisten valmiudet ja ymmärrys liittyen ajotehtävän siirtymiseen ja heidän velvollisuuksissaan ja oikeuksissaan tapahtuviin muutoksiin sekä kyky ottaa uudelleen ajoneuvon dynaaminen hallinta itselleen vaativat varmuudella opettamista ja opettelemista. Myös tämä kokonaisuus on pystyttävä käsittelemään sääntelytarpeita hahmotettaessa.

9.2.4 Vastuullisuuden painopisteen siirtyminen kuljettajalta ajoneuvonvalmistajalle

Tieliikenteessä kuljettaja on tähän saakka ollut keskeinen toimija. Wienin tieliikennettä koskevan yleissopimuksen määritelmien mukaan kuljettaja on henkilö (person). Sen on ymmärretty tarkoittavan luonnollista henkilöä, vaikka tätä lisäsanaa määritelmässä ei olekaan. Kuljettajan ei Suomessa voimassa olevassa oikeudessa ole edellytetty olevan ajoneuvon sisällä, vaan etäohjaus kuljettajan vastuun toteutuessa täysimääräisesti on mahdollista. Tilanne ei ole sama kaikissa sopimukseen liittyneissä maissa.

Parhailaan käynnissä on erittäin merkittävä Wienin tieliikennesopimuksen muutos. WP.1 esitti jäsenvaltioiden hyväksyttäväksi syyskuun 2020 kokouksessaan uuden artiklan 34 bis tekstin. Sen mukaan sopimuksessa asetetun vaatimuksen kuljettajasta täyttää myös automaattinen ajojärjestelmä, joka noudattaa kansallisia ja kansainvälisiä teknisiä vaatimuksia sekä kansallisia liikennesääntöjä.³¹ Säännös voinee tulla voimaan aikaisintaan kahden vuoden kuluttua WP.1:n esityksestä. Se tarkoittaa samaan aikaan edelläkävijämille mahdollisuutta mennä eteenpäin automaatiokehityksessä, mutta saattaa huonoimmillaan johtaa merkittäviin kansallisiin eroihin sääntelyssä ja sitä kautta haitata yritysten mahdollisuuksia kehittää automaatiota. Siksi on tärkeää, että keskustelut sääntelytarpeista jatkuvat tiiviinä muun muassa UNECE:ssä, EU:ssa ja ITF:ssä. Suomelle tämä merkitsee selkeää mahdollisuutta olla edelläkävijänä turvallisuuden takaavan mutta edistyksekkään lainsäädäntöympäristön kehittäjänä. Suomi on aktiivisesti mukana kansainvälisissä keskusteluissa ja tuo aktiivisesti esille näkemyksiään muun muassa ison kuvan tarpeesta.

Tällä hetkellä monet seuraamusjärjestelmät kaavailevat lähtökohdaksi seuraavassa automaation vaiheessa (conditional/partial/taso 3) ”kuljettajan” vastuun jatkumista nykyisellään, vaikka ajoneuvo olisikin tosiasiaa ollut koneen ohjauksessa. Automaation hoitaessa ajoneuvon dynaamisia ajotehtäviä ihmisellä ei kuitenkaan lähtökohtaisesti ole, eikä tulekaan olla mahdollisuutta vaikuttaa ajoneuvon toimintaan. Tällöin ei myöskään ole kohtuullista, että ajoneuvossa olevan ihmisen ajateltiin olevan vastuuvollinen. Tämä todettiin jo vuonna 2017 Saksan eettisen komission raportissa.

³¹ ARTICLE 34 bis: Automated driving

The requirement that every moving vehicle or combination of vehicles shall have a driver is deemed to be satisfied while the vehicle is using an automated driving system which complies with:

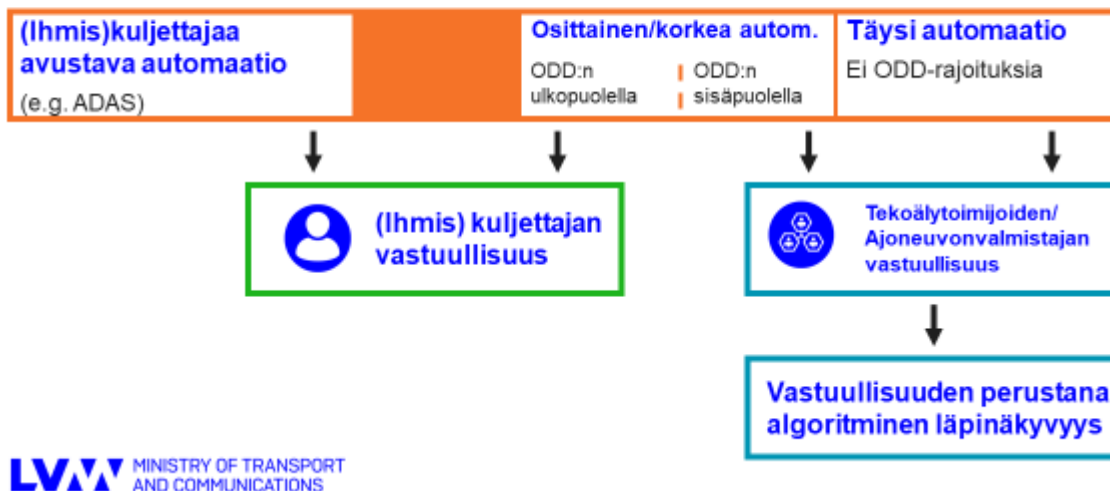
(a) domestic technical regulations, and any applicable international legal instrument, concerning wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles, and
(b) domestic legislation governing operation.

The effect of this Article is limited to the territory of the Contracting Party where the relevant domestic technical regulations and legislation governing operation apply.

Sen mukaan vastuullisuus, joka aikaisemmin kohdistui yksinomaan ihmisyksilöihin, siirtyy teknisten järjestelmien kehittäjille ja käyttäjille sekä tahoille, jotka tekevät infrastruktuuria, sääntelyä ja politiikkaa koskevia päätöksiä. Myös vastuusäännösten (liability regimes) ja niitä heijastelevien oikeudellisten päätösten tulee heijastaa tätä muutosta.

Ajoneuvonvalmistajilla on jo nykyään keskeinen rooli tieliikenteessä, mutta jatkossa niiden merkitys vain korostuu automaattisten ajojärjestelmien hyödyntäjinä, jolloin myös merkittävä osa uusista velvollisuuksista kohdistuu niihin. Ylipäätään tekoälyn maailmassa yritysten rooli niin järjestelmien kehittäjinä kuin hyödyntäjinä on olennainen. Sekä Helsingin HLM CAD –kokouksen päätelmissä että EU:n riippumattoman asiantuntijaryhmänkin raportissa korostetaan siksi yritysten vastuullisuuden kulttuurin syntymisen merkitystä. Tällaisen kulttuurin synnyttäminen on myös tekoäly-yritysten omien etujen mukaista, koska sen avulla voidaan lisätä luottamusta näihin järjestelmiin, ja luottamuksen syntyminen puolestaan edistää niiden yleistä hyväksyttävyyttä ja laajamittaista käyttöön ottoa.

Osittain(?), korkeasti ja täysin automaattiset ajoneuvot ja vastuullisuuden painopisteen muutos



9.2.5 Automaattisten ajoneuvojen teknisen sääntelyn ensimmäiset askeleet

UNECE:n WP.29 on hyväksynyt kiinnostavan e-säännön automaattisista kaistallapysymisjärjestelmistä (UN Regulation on Automated Lane Keeping Systems (ALKS)). Se hyväksyttiin WP.29:n kokouksessa maaliskuussa 2020 ja on tulossa voimaan 22.1.2021 E-sääntönä numero 157. E-sääntöä on valmisteltu WP29:n alaisessa GRVA-työryhmässä ja sen alatyöryhmässä ACSF:ssä (Automatically Commanded Steering Function), jonka toimintamandaatti loppui kevääseen 2020.

Kyseessä on ensimmäinen todellisen automaattisesti tapahtuvan ohjauksen järjestelmän hyväksyntään keskittyvä E-sääntö. Aiemmat automaattiset järjestelmät, joita on E-säännöin säännelty, ovat olleet kaikki puhtaasti kuljettajia avustavia järjestelmiä, jotka siis eivät ole suunniteltu toimimaan liikenteessä ilman kuljettajan aktiivista ohjausta. ALKS-järjestelmä kykenee rajatuin ehdoin tie-

tyissä oloissa toimimaan itsenäisesti liikenteessä pitkiäkin aikoja, kunhan järjestelmän sisäiset (esimerkiksi sensorien havainnointikyky) ja ulkoiset (esimerkiksi tieolosuhteet) kriteerit täyttyvät ja ajoneuvon sisällä oleva ihminen, josta ALKS-E-sääntö käyttää edelleen termiä ”kuljettaja” on valppaassa tilassa, vaikkei osallistukaan ajamistoimintaan.

Lähtökohtaisesti valmistaja määrittelee ALKS-järjestelmän vaatimukset ODD:lle ja järjestelmän tilalle, jossa se voi toimia (sisäiset ehdot toiminnalle). Turvallisuuden varmistamiseksi hyväksyttävä ALKS-järjestelmä voi kuitenkin ainakin ennen E-säännön mahdollista jatkokehittämistä toimia vain hyvin rajatuissa oloissa: enintään 60 km/h nopeudessa, moottoritieoloissa (fyysisesti eriytetyt vastakkaisuunnan kaistat, vähintään 4 kaistaa), hyvissä oloissa ja niin, että kuljettajana toimiva henkilö on jatkuvasti valpas ja kohtuullisessa ajassa valmis ottamaan ohjauksen haltuunsa. Myöskään kaistanvaihtotoimintaa ei ALKS-järjestelmässä saa olla ainakaan vielä. Käytännössä kyseessä on siis ensimmäisessä vaiheessa moottoritieoloihin tarkoitettu ruuhka-avustin, joka sallii kuljettajan pitkäaikaisenkin puuttumattomuuden ohjaukseen.

ALKS-E-säännössä esitetään kriteerit, vaatimukset ja osoittamistavat sille, että ALKS-järjestelmän ohjaama auto toimii joka tilanteessa ilman kohtuutonta riskiä autossa olijoille ja muille tienkäyttäjille ja niin, ettei se aiheuta ennakoitavissa tai vältettävissä olevia onnettomuuksia. Vaatimukset on jaoteltu järjestelmän turvallisuuteen toiminnan aikana ja vikatilanteissa (System Safety and Fail-safe Response), ihmisten ja järjestelmän väliseen rajapintaan/vuorovaikutukseen/statusinformaatioon ja hallintatietoihin (Human Machine Interface and Operator Information), järjestelmän havainnointi- ja reagoitukykyihin (Object and Event Detection and Response, OEDR), jatkuvaan datantallennukseen (Data Storage System for Automated Systems), kyberturvallisuuteen ja ohjelmistopäivityksiin, sekä muun muassa ajoneuvon muokkaamiseen ja hyväksynnän jatkamiseen.

ALKS-E-säännössä on osoittamistavoissa otettu askelia kohti itse ajotapahtuman kokonaisarviointia, valmistajan prosessien auditointia ja valmistajan omalla vastuulla olevaa turvallisuuden osoittamista (E-säännön liitteen 4 mukaisesti). E-säännössä on kuitenkin samanaikaisesti määritelty lukuisia tarkkaan testaamiseen ja raja-arvoihin perustuvia osoitustapoja (muun muassa liite 5). Kyseessä on siis jonkinlainen hybridimalli ”vanhan” ja ”uuden” osoittamistavan välillä. Molemmista liitteissä olevat osoittamistavat vaativat tällä hetkellä vielä tarkennuksia, selitystä ja lisäkehitystä. Uutta ei-järjestelmäriippuvaista vaatimustenmukaisuuden osoittamistapaa automaattiajoneuvoille kokonaisuutena ovat valmistelemassa GRVA:n alatyöryhmät VMAD³² ja FRAV.

GRVA:n kokouksessa 21.-25.9.2020 esitettiin jo lukuisia ehdotuksia ALKS-E-säännön muokkaamiseksi, oleellisimpina (valmistajan niin päättäessä) maksiminopeuden nosto 130 km/h:n ja kaistanvaihto-ominaisuuden lisääminen mahdollisuutena, sekä E-säännön soveltamisalan laajentaminen M ja N-luokan ajoneuvoihin. Ehdotuksia ei sellaisenaan hyväksytty muun muassa turvallisuuden varmistamiseen liittyvien epäilysten vuoksi, vaan ne vaativat lisävalmistelua yhteistyössä eri sopimusosapuolien ja sidosryhmien välillä. Lisäksi esitettiin epäilyksiä siitä, onko kannattavaa tehdä ALKS-säännön laajentamista, kun FRAV/VMAD-valmistelun tuloksena on aikataulun mukaan tulossa 2021 keväällä uudet hyväksyntämenetelmät ja -vaatimukset, jotka kattaisivat myös ehdotetut ALKS-laajennukset. Pelkona on päällekkäisen työn lisäksi lukkiutuminen ALKS-säännön osin vanhan aikaisiin hyväksyntätapoihin. FRAV:n ja VMAD:n asialistalle ALKS:n jatkokehitys ei mahdu. Asiaa käsitellään strategisena kysymyksenä WP29:ssä alkuvuonna 2021.

³² Validation Method for Automated Driving.

ALKS-E-sääntö käsittelee ainoastaan kaistalla pysymistä, eli siitä puuttuvat muut WP.1 määrittelemän dynaamisen hallinnan elementit. E-sääntö lähtee siitä lähtökohdasta, että aktivoitu kaistalapysymisjärjestelmä hoitaa dynaamiset ajotehtävät ja selviytyy kaikista tilanteista mukaan lukien vikatilanteet. Se myös edellyttää, että mikäli ihminen ei reagoi hallinnan siirtopyyntöön, järjestelmä pystyy itsenäisesti suorittamaan turvallisen hätätoimenpiteen (olkoonkin, että hyväksyty sääntö ei salli kaistalta poistumista, eli mahdollinen pysähtyminen tukkisi kaistan). Vaikka ihmisen oletetaan pysyttelevän valmiina ottamaan hallinnan vastaan, ei ihmisen kuitenkaan oleteta olevan lopullinen järjestelmän toiminnan turvallisuuden takaaja. Lisäksi E-sääntö tunnistaa eron ennalta suunnitellun ja suunnittelemattoman hallinnan siirtotarpeen välillä.

ALKS-E-sääntö siis käsittelee seuraavaa automaation kehitysvaihetta, eli automaatiota, joka ei vielä pysty hoitamaan kaikkia dynaamisen hallinnan elementtejä. Koska automaation toiminta on edelleen vajaata, lienee kohtuullista olettaa, että ajoneuvossa olevan ihmisen on seurattava liikennettä ja oltava valmiina mahdollisen (ennalta suunnittelemattoman) siirtopyynnön tullessa. Nopealla aikataululla ratkaistava kysymys kuitenkin on, onko ihmisellä edelleen jatkuva (kuljettajan) vastuu ajoneuvon liikkumisesta myös silloin, kun ALKS-automatiikka on päällä. Kysymys on olennainen, ja siihen on oltava selkeä vastaus kansallisella tasolla. On myös todettava, että tällainen tilanne ei palvele parhaalla mahdollisella tavalla ihmisen tarpeita. Se ei myöskään ole maksimaalisen turvallinen, sillä lienee väistämättä niin, että ihmisen tarkkaavaisuus helposti herpaantuu, kun hänen ei jatkuvasti tarvitse keskittyä ajamiseen. Tällaisessa tilanteessa ihmisen mahdollisuudet tehdä muita toimintoja ovat edelleen varsin rajalliset. Ihmiselle on tyypillistä, että houkutus siirtyä esimerkiksi suoratoistopalvelun tai sosiaalisen median pariin on helposti läsnä. Tällöin liikenneturvallisuus ja myös sen sujuvuus ovat nopeasti uhattuina. Myös tästä näkökulmasta on toivottavaa, että tämä kehitysvaihe jäisi mahdollisimman lyhyeksi.

Ihmisen kannalta olisi toivottavaa, että ajoneuvojen suorituskyky kasvaisi nopeasti niin, että ne pystyisivät hoitamaan kaikki dynaamisen hallinnan toiminnot ODD:n sisällä. ODD voi seuraavilla kehitystasoilla olla hyvinkin rajattu, ja laajentua vähitellen. Ajoneuvon hoitaessa dynaamisia ajotehtäviä ODD:n sisällä oltaisiin kuitenkin jo pitkälle kehittyneiden automaattisen ajoneuvojen maailmassa. Tällöin kuljettajalla tulee olla mahdollisuus käyttää aikaansa muuhun haluamaansa toimintoon, olkoonkin, että aikaa tähän voi alkuvaiheissa olla rajallisesti. Tällaisessa automaatiossa hallinta voi kyllä siirtyä ihmiseltä koneelle ja takaisin useitakin kertoja, mutta hallinnan siirto on suunniteltua ja sitä edeltää siirtymävaihe, jonka aikana järjestelmä varmistaa, että kuljettaja on valmis ottamaan hallinnan. Lienee myös niin, että kaikkeen tekniikkaan liittyy aina vikaantumisen mahdollisuus, ja myös tulevaisuudessa voi tapahtua ennalta suunnittelemattomia tilanteita, jolloin ihmisen tulisi ottaa ajoneuvon hallinta. Ihmisen ei kuitenkaan koskaan tule näissä tilanteissa olla viimesijainen järjestelmän varmistaja, vaan automaattisten järjestelmien tulee aina pystyä suorittamaan turvallinen hätätoiminto. Kysymys velvollisuuksien ja vastuiden kohdistumisesta on ratkaistava varsin nopealla aikataululla. On mahdollista, että eri valtioissa tullaan tekemään sen suhteen erilaisia ratkaisuja. Suomi pyrkii siihen, että kansainvälisissä järjestöissä luodaan suuntaviivoja, joiden avulla vastuullisuuskysymykset voidaan ratkaista selkeästi ja ihmislähtöisesti.

9.2.6 Algoritminen läpinäkyvyys ja yleisöläpinäkyvyys tieliikenteen automaatiassa

Vastuullisuuden kulttuurin keskeinen edistäjä on läpinäkyvyys. Euroopan valtiot kiinnittivät huomiota tarpeeseen kehittää algoritmista läpinäkyvyyttä Helsingin HLM CAD –päätelmissä. Kolmansien, riippumattomien toimijoiden on voitava arvioida järjestelmien toimintaa ja muun muassa niiden tietoturvan tasoa läpi koko järjestelmän elinkaaren. Myös komission asettama riippumaton asi-

antuntijaryhmä on raportissaan suositellut (suositus nro 12) työkalujen kehittämistä algoritmien auditointia varten. Osa auditointimenettelyjä voi syntyä osana uutta testaamiskehikkoa (ks. jäljempänä), mutta lisäksi tarvitaan myös standardeja ja (vapaaehtoisia) sertifiointimenettelyjä.

Automaation toimintaa koskevaa läpinäkyvyyttä on kehitettävä myös ihmisten suuntaan. Ajoneuvossa olevan ihmisen on selkeästi ymmärrettävä, mitä automaattinen ajojärjestelmä tekee ja mitä se ei tee, ja mitä häneltä eri rooleissaan ja erilaisilla automaatiojärjestelmillä varustettuja ajoneuvoja käyttäessään kullakin hetkellä edellytetään. Komission asettama riippumaton asiantuntijaryhmä kiinnitti asiaan huomiota suosituksessaan nro 14. Helsingin HLM CAD –kokous puolestaan asetti päätelmissään työryhmän (Task Force) edistämään kuluttajalähtöistä tapaa kertoa ajoneuvon automaatio-ominaisuuksista. UNECE:n WP.29 on FRAV-työssään muun muassa todennut, että automaattisten ajoneuvojen kanssakäymisen ihmisen kanssa (HMI) on oltava riittävän yhdenmukaista, koska ihmiset eivät pysty ajoneuvoa vaihtaessaan jatkuvasti omaksumaan uudenlaisia menetelmiä. Lisäksi tekeillä oleva FRAV-E-sääntö edellyttäisi, että saatavilla on tietoa, joka selkeästi määrittelee ajoneuvon käyttäjän velvollisuudet. Ajoneuvon myös edellytetään kommunikoivan selkeästi käyttäjälle sekä kertovan niin ikään selkeästi, onko automaattinen ajojärjestelmä aktiivinen.

Edelleen on kehitettävä läpinäkyvyyttä ja kommunikointia muiden tienkäyttäjien suuntaan. Tätä edellytetään sekä WP.1:n resoluutiossa että tekeillä olevassa FRAV-E-säännössä.

9.2.7 Kyberturvallisuus ja ohjelmistopäivitykset

Liikenteen automaatio tuo mukanaan kyberturvallisuusriskejä altistaen ajoneuvot entistä enemmän ajoneuvojen turvallisuutta ja kuluttajien yksityisyyttä uhkaaville kyberuhkille. Kyberturvallisuusriskien torjumiseksi on asetettu kyberturvallisuuden ja ohjelmistopäivityksien E-säännöt.

UN Regulation on Cyber Security and Cyber Security Management System (ns. kyberturvallisuuden E-sääntö) ja UN Regulation on Software Update and Software Updates Management System (ns. ohjelmistopäivityksien E-sääntö) hyväksyttiin UNECE:n WP.29-kokouksessa maaliskuussa 2020 ja ne ovat tulossa voimaan 22.1.2021. Kyberturvallisuuden E-sääntö on tulossa voimaan E-sääntönä numero 155 ja ohjelmistopäivityksien E-sääntö E-sääntönä numero 156. Kyseessä ovat ensimmäiset kansainvälisesti yhdenmukaistetut ja sitovat normit tieliikenteen ajoneuvojen kyberturvallisuuden alueella.

Kyberturvallisuuden ja ohjelmistopäivityksien E-säännöt saatetaan EU:n lainsäädäntöön yleisen turvallisuusasetuksen 2019/2144 ja tyyppihyväksyntää koskevan puiteasetuksen 2018/858³³ kautta. Yleisen turvallisuusasetuksen resitaaleissa 26 ja 27 selostetaan, että kyberturvallisuuden ja ohjelmistopäivityksien E-sääntöjä olisi sovellettava pakollisena mahdollisimman pian niiden voimaantulon jälkeen. Puiteasetuksen 5 artiklassa annetaan komissiolle valtuus antaa delegoituja säädöksiä, joissa voidaan ottaa käyttöön viitteitä teknisiin säädöksiin. Komission työohjelman säädösvalmisteluun suunnitelman mukaan kyberturvallisuuden E-sääntö adaptoitaisiin Q1/2021 ja ohjelmistopäivityksien E-sääntö Q4/2020. Työohjelman mukana kyberturvallisuuden E-säännön saattaminen EU:n lainsäädäntöön toteutetaan varmistaen johdonmukaisuus muun EU:n lainsäädännön kanssa (esimerkiksi päästöt, korjaus- ja huoltotiedot sekä kansallisen ja EU-tason horisontaalit kyberturvallisuuden

³³ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/858 moottoriajoneuvojen ja niiden perävaunujen sekä tällaisiin ajoneuvoihin tarkoitettujen järjestelmien, komponenttien ja erillisten teknisten yksiköiden hyväksynnästä ja markkinalvonnasta, asetusten (EY) N:o 715/2007 ja (EY) N:o 595/2009 muuttamisesta sekä direktiivin 2007/46/EY kumoamisesta.

säännöt). Kyberturvallisuuden regulaatio tulee EU:ssa yleisen turvallisuusasetuksen liitteen II mukaisesti pakolliseksi uusille ajoneuvotyypeille 07/2022 alkaen ja kaikille uusille ajoneuvoille 07/2024.

Kyberturvallisuuden E-sääntö asettaa ajoneuvovalmistajalle vaatimuksia tyyppihyväksyttävän ajoneuvon kyberturvallisuuteen ja kyberturvallisuuden hallintajärjestelmään (Cyber Security Management System, CSMS) liittyen sekä kyberturvallisuudesta raportointiin. E-sääntöä sovelletaan henkilöautoihin, pakettiautoihin, kuorma-autoihin ja linja-autoihin sekä tietyt edellytykset täyttäviin auton perävaunuihin, nelipyöriin, raskaisiin nelipyöriin ja kevyisiin nelipyöriin.

Ajoneuvon tyyppihyväksynnän myöntämisen edellytyksenä on, että ajoneuvovalmistajan kyberturvallisuuden hallintajärjestelmällä (CSMS) on voimassa oleva sertifikaatti ja että kyseinen sertifioitu CSMS on relevantti tyyppihyväksyttävälle ajoneuvolle. Ajoneuvovalmistajan tulee osoittaa, että sen CSMS kattaa kehitysvaiheen, tuotantovaiheen ja tuotannon jälkeisen vaiheen. Ajoneuvovalmistajan tulee osoittaa, että sen CSMS:n prosessit varmistavat, että turvallisuus on asianmukaisesti huomioitu. CSMS:n tulee sisältää prosessit kyberturvallisuuden hallintaan, riskienhallintaan, kyberturvallisuuden testaamiseen, kyberuhkien, haavoittuvuuksien ja kyberhyökkäyksien hallintaan, tarvittavan tiedon tuottamiseen kyberhyökkäysyritysten ja onnistuneiden kyberhyökkäyksien analyysin tukemiseksi sekä sopimustoimittajalta, palveluntarjoajilta ja valmistajan alihankkijoilta tulevien riippuvuuksien hallintaan.

Kyberturvallisuuden E-sääntö asettaa ajoneuvotyyppin tyyppihyväksynnälle sertifioidun CSMS:n lisäksi ajoneuvoon kohdistuvia kyberturvallisuusvaatimuksia liittyen ajoneuvotyyppin kriittisten elementtien yksilöimiseen, riskienhallintaan, suojaamiseen tunnistettuja riskejä vastaan, ajoneuvotyyppille yksilöityjen ympäristöjen suojaamiseen, toteutettujen turvallisuustoimenpiteiden testaukseen, kyberhyökkäyksien havainnointiin, ehkäisyyn ja analysointiin, kyberuhkien ja haavoittuvuuksien havainnointiin, salausmoduuleihin sekä raportointiin hyväksyntäviranomaiselle ja tutkimuslaitokselle.

Ohjelmistopäivityksien E-sääntö asettaa ajoneuvovalmistajalle vaatimuksia tyyppihyväksyttävän ajoneuvon ohjelmistopäivityksiin ja ohjelmistopäivityksien hallintajärjestelmään (Software Update Management System, SUMS) liittyen. E-sääntöä sovelletaan sellaisiin henkilöautoihin, pakettiautoihin, kuorma-autoihin, linja-autoihin, auton perävaunuihin, traktoreihin sekä traktoreiden perävaunuihin ja hinattaviin laitteisiin, joihin ohjelmistopäivityksiä on mahdollista tehdä.

Ajoneuvon tyyppihyväksynnän myöntämisen edellytyksenä on, että ajoneuvovalmistajalla on käytössä sertifioitu ohjelmistopäivityksien hallintajärjestelmä (SUMS) ja että kyseinen SUMS on sovellettavissa kyseiseen ajoneuvotyyppiin. Ajoneuvovalmistajan tulee osoittaa, että sen SUMS sisältää prosessit muun muassa ajoneuvotyyppille relevanttien laitteistojen ja ohjelmistojen versioiden tallentamiseen, ajoneuvotyyppille relevanttien ohjelmistojen yksilöintiin, ohjelmistokomponenttien varmistamiseen, riippuvuuksien yksilöintiin, ohjelmistopäivityksen kohdeajoneuvojen yksilöintiin ja niiden yhteensopivuuden varmistamiseen ohjelmistopäivityksen kanssa, ohjelmistopäivityksien vaikutusten arviointiin (vaikutukset tyyppihyväksyntään, ajoneuvon turvallisuuteen ja turvalliseen ajamiseen) ja omistajan informointiin päivityksistä. Ajoneuvovalmistajan tulee dokumentoida kaikki edellä mainitut.

Ohjelmistopäivityksien E-sääntö asettaa ajoneuvotyyppin tyyppihyväksynnälle sertifioidun SUMS:n lisäksi vaatimuksia mm. ohjelmistopäivityksien toimitusmekanismin suojaamiseen, ohjelmistopäi-

vityksien eheyden ja aitouden varmistamiseen, ohjelmiston yksilöintinumeron suojaamiseen ja saatavuuteen. Lisäksi E-sääntö asettaa verkon kautta tapahtuville (Over-the-Air) ohjelmistopäivityksille vaatimuksia muun muassa edellisen version palautuksen, virran riittävyyden, päivityksen turvallisen toteutumisen ja ajoneuvon päivityskyvyn varmistamiseen sekä käyttäjien informointiin liittyen.

9.2.8 Tyypin hyväksyntä ja poikkeusmenettelyt

Automatisoitujen ajoneuvojen teknisten vaatimusten pääkohdat säädetään yleisen turvallisuusasetuksen (EU) 2019/2144 11 artiklassa. Sen mukaan komission tulee antaa täytäntöönpanosäädöksillä tarkemmat tekniset säännökset näistä aiheista:

- a) järjestelmät, jotka suorittavat ajoneuvon hallintatoimia kuljettajan puolesta, mukaan lukien merkinanto, ohjaus, kiihdytys ja jarrutus;
- b) järjestelmät, jotka antavat ajoneuvolle reaaliaikaista tietoa sen tilasta ja ympäristöstä;
- c) kuljettajan saatavilla olon seurantajärjestelmät;
- d) automatisoitujen ajoneuvojen onnettomuustietotallentimet;
- e) yhdenmukaistettu tietojenvaihdon muoto käytettäväksi esimerkiksi useiden erimerkkisten ajoneuvojen saattueajossa;
- f) järjestelmät, jotka antavat turvallisuustietoja muille tienkäyttäjille.

Yleisen turvallisuusasetuksen mukaan vaatimuksia tulee noudattaa autojen uusissa tyyppihyväksynnöissä 6.7.2022 alkaen ja autojen käyttöönnotossa 7.7.2024 alkaen. Komission täytäntöönpanosäädöksissä on tarkoitus viitata aiheista valmisteltaviin E-sääntöihin. Edellä kerrotuin tavoin UNECE:n GRVA-työryhmä on päävastuussa automatisoitujen ajoneuvojen E-sääntöjen valmistelusta.

EU:ssa autojen tyyppihyväksynnän hallinnollisista menettelyistä säädetään tyyppihyväksynnän puiteasetuksessa (EU) 2018/858. Sen 39 artiklassa säädetään menettelyt, kuinka voidaan myöntää EU-tyypin hyväksyntöjä uusille tekniikoille tai uusille ratkaisuille, joille ei ole vielä voimassaolevia säännöksiä. Euroopan komissio on julkaissut ohjeen, kuinka 39 artiklaa sovelletaan automaattisiin ajoneuvoihin.³⁴ Ohje mahdollistaa myös automaattisten ajoneuvojen hyväksynnät kansallisen tapauskohtaisen turvallisuusharkinnan nojalla. Muut jäsenvaltiot tunnustavat hyväksynnän komission päätöksen kautta, minkä jälkeen hyväksytty ajoneuvo voidaan saattaa EU-markkinoille kuten mikä tahansa tyyppihyväksytty ajoneuvo. Jäsenvaltiot voivat myös antaa hyväksyntöjä, jotka ovat voimassa vain sen alueella, ja tehdä tästä ilmoituksen komissiolle. Tämä EU-menettely on tarkoitettu sarjatuotantoon tuleville ajoneuvoille. Prototyypit ja muut yksittäishyväksyntätapaukset tehdään muilla menettelyillä. Ohjeet sisältävät varsin ylätasolla olevia vaatimuksia, jotka koskevat automaattiohjelmien turvallista toimintaa, vuorovaikutusta ihmisen ja koneen välillä, ajotehtävien siirtopyyntöä, minimiriskitoimintaa, tapahtumien seurantaan tekevän laitteiston asennusta, kyberturvallisuutta, turvallisuuden arviointia ja testausta sekä automaattitoiminnoista käyttäjille annettavia tietoja.

Tyyppihyväksynnän puiteasetuksen 45 artiklassa säädetään kansallisista yksittäishyväksynnöistä, joissa ajoneuvon tulee täyttää asiaankuuluvat vaihtoehtoiset vaatimukset. Ajoneuvolain (1090/2002) 27 §:n perusteella Liikenne- ja viestintävirasto voi myöntää yksittäiselle ajoneuvolle luvan poiketa ajoneuvon tekniikkaa koskevista säännöksistä ja määräyksistä. Yksittäishyväksyntöjä ja poikkeuslupia voitaisiin hyödyntää myös automaattisiin ajoneuvoihin.

³⁴ https://ec.europa.eu/growth/content/guidelines-exemption-procedure-eu-approval-automated-vehicles_en.

9.2.9 Arviointi ja testaaminen

Tavoite-, suoristus- ja riskiperusteinen sääntelymalli tarvitsee parikseen keinoja osoittaa, että asetetut päämäärät on saavutettu. Myös algoritminen läpinäkyvyys edellyttää uudenlaisia arviointi- ja testauskehikkoja. Samaan aikaan ja samaan suuntaan vaikuttaa myös se tosiasia, että kehittyvä teknologia muuttuu yhä kompleksisemmaksi, jolloin aikaisempi varsin tarkkoihin raja-arvoihin perustunut arviointi- ja testauskehikko ei pysty tarjoamaan riittäviä työkaluja. Myös sektorikohtaisissa eettisiä lähtökohtia pohtivassa työssä on kiinnitetty huomiota tarpeeseen arvioida ja testata automaattisia ajojärjestelmiä. EU:n riippumaton asiantuntijaryhmä toteaa muun muassa suosituksessaan 12, että tarvitaan menetelmiä kenttätestien tekemiseen sekä pitkäaikaista työtä parhaiden käytänteiden ja standardien luomiseksi automaattisten ajoneuvojen suunnittelun, hyödyntämisen ja käytön tueksi.

UNECE:n WP.29 alainen epävirallinen työryhmä VMAD (Working Group on Validation Methods for Automated Driving), joka toimii GRVA:n alaisena, sai tehtäväkseen kehittää uudet arviointi- ja testimenetelmät (New Assessment/Test Method for Automated Driving, NATM) automaattisten järjestelmien turvallisuuden validointiin. Lähtökohtana on monipilarinen lähestymistapa, johon kuuluu auditointi, simulointi/virtuaalinen testaus, radalla tapahtuva testaus sekä todellisissa olosuhteissa eli liikenteessä testaaminen. Näiden testausmenetelmien työkaluna toimii skenaarioluettelo, joka koostuu joukosta relevantteja ja kriittisiä skenaarioita, jotka edustavat todellisia liikennetilanteita. Tavoitteena on toistettavissa oleva, objektiivinen ja näyttöön pohjautuva, teknologiavapaa menetelmä, joka on riittävän joustava autoteollisuuden jatkuvalla innovaatiolla. Työryhmän tavoitteena on saada NATM-pääasiakirjan lopullinen versio helmikuussa 2021 GRVA:lle ja WP29:lle hyväksyttäväksi maaliskuussa 2021. VMAD:n työ kuitenkin tulee jatkumaan menetelmien sisällön tarkemmassa kehittämisessä.

9.2.10 Vahingonkorvausta koskeva vastuusääntely (liability) ja vakuutukset tieliikenteessä

Myös tieliikenteessä vastuusääntelyn kokonaisuus koostuu EU:n tuotevastuudirektiivistä ja kansallisesta harmonisoimattomasta korvaussääntelystä. Periaatteessa tieliikenteessä vahinkoa kärsinyt saattaa voida kohdistaa vaatimuksia kolmella tavalla: 1) tuottamuksesta riippumaton vastuu kohdistuu onnettomuuteen syyllisen ajoneuvon omistajaan tai haltijaan, jolla on velvollisuus hankkia ajoneuvolle pakollinen liikennevakuutus (esimerkiksi ajoneuvon liikennesääntöjen vastainen kulku riittää korvausvastuun perusteeksi, vaikka tuottamusta ei olisikaan), 2) tuottamusperusteinen vastuu onnettomuuden aiheuttaneeseen kuljettajaan kohdistuen, ja 3) tuottamuksesta riippumaton tuoteturvallisuusvastuu kohdistuen ajoneuvon valmistajaan, mikäli tuotteessa on virhe. Selvää luonnollisesti on, että vahinkoa ei ole tarkoitus ylikompensoida.

Lähtökohtaisesti tieliikenteen vastuuregiimi on varsin toimiva, eikä ole syytä siihen, että sen keskeiset rakenteet eivät voisi toimia myös liikenteen automatisoituessa. Kuten edellä kappaleessa 6 on todettu, komissio tarkastelee parhaillaan, onko tuoteturvallisuusdirektiiviä tarpeen joiltakin osin selkeyttää, mutta ajoneuvon valmistajien tuotevastuu saattaa tulla jo nykyisellään katetuksi tulkinnan perusteella. Pakollisen liikennevakuutusjärjestelmän jatkuminen on tarpeellinen myös automaattisuuden lisääntyessä ajoneuvossa. Tällöin varmistetaan, että (todennäköisesti määrällisesti vähentyvien) onnettomuuksien aiheuttamat vahingot saadaan korvatuiksi vahinkoa kärsineille. Asia on tärkeä myös yleisen automaattisten ajoneuvojen hyväksyttävyyden kannalta.

Tuottamukseen perustuvan vastuun alan sen sijaan voidaan arvioida kaventuvan. On selvää, että silloin kun ihminen vastaa kuljettajan roolissa ajoneuvon dynaamisista ajotehtävistä, hänen tuottamukseen perustuva vastuunsa on samanlainen kuin nykyään. Mutta automaattisen ajojärjestelmän vastatessa dynaamisista ajotehtävistä tuottamuksen tai siihen syyllistyneen toimijan tunnistaminen ei useissa tilanteissa kenties ole mahdollista järjestelmän kokonaisuuden ja siihen osallistuvien toimijoiden moninaisuuden johdosta. Tästä saattaa seurata paineita tuotevastuun suuntaan, sillä ajoneuvon toiminnan turvallisuudessa mahdollisesti olevat puutteet voivat merkitä tuotteessa olevaa virhettä. Samalla myös säädöstyötä tekeviin toimijoihin kohdistuu paineita sen johdosta, että turvallisuusvaatimukset ja niiden noudattamisen osoittaminen korostuvat. Samalla tarve osoittaa sääntelyllä selkeästi toimijoiden rooleihin liittyvät velvollisuudet on merkittävä kysymys vastuullisuuskysymysten ratkaisemisen kannalta.

Tuotevastuudirektiivi ei sisällä säännöksiä pakollisista vastuuvakuutuksista. Lienee kuitenkin oletettavaa, että autonvalmistajilla on varsin kattavat vakuutusjärjestelmät. Kuitenkin tekoälypohjaiseen tieliikenteen automaatioon liittyy mahdollisuus suurimittaisten vahinkojen syntymiseen esimerkiksi kyberloukkausten tai –hyökkäysten kautta. Voi olla, että tällaisiin uhkiin varautuminen on vaikeaa pelkästään vastuuvakuutusten kautta, tai ainakin korvausten maksimisummat saattaisivat osoittautua riittämättömiksi. Kansainvälisesti ei toistaiseksi ole ollut keskustelua automaattisia ajojärjestelmiä kehittävien ja hyödyntävien toimijoiden maksamista vakuutusmaksuista kerättävästä rahastosta (vrt. merenkulun kansainvälinen öljyvahinkorahasto), mutta sellaisen avulla varautuminen myös suuren mittaluokan vahinkoihin olisi mahdollista.

9.2.11 Rikosvastuu

Kuten todettua, automaattisen ajojärjestelmän mahdollisesti tekemien virheiden osalta jo tuottamuserusteisen vahingonkorvausvastuun kohdistaminen on hankalaa, joten vielä hankalampaa on sen osoittaminen, että joku henkilö olisi syyllistynyt johonkin (mihin?) rikokseen. Toisaalta on myös kysyttävä, miksi rikosvastuun ja siitä seuraavan rangaistuksen langettaminen olisi näissä tapauksissa usein edes tarpeen. Rikosvastuun keskeinen tavoite on ennalta estävyys, ja tämän olemassa olo on tarpeen estämään liikennesääntöjen rikkomista ihmiskuskien toimesta. Sen sijaan kone ei esimerkiksi tahallisuudesta aja ylinopeutta, eikä se voi syyllistyä rattijuoppouteen. Ei kuitenkaan voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että automaattisten järjestelmien kehittämisessä ja hyödyntämisessä syyllistytään niin karkeisiin virheisiin tai jopa tahallisuuteen, jolloin yleinen oikeustaju vaatii rangaistusmahdollisuutta. Sen johdosta on syytä miettiä, minkä rikoksen tunnusmerkistö tällöin voisi täytyä, vai onko nykyisiä rikosnimikkeitä tarve tarkastella. Samoin rangaistusten mittaamista voi olla tarve selvittää. Edellä sanotun johdosta on oletettavaa, että myös rikosvastuun ala kapenee kuljettajan roolin kapenemisen myötä.

9.3 Tieliikenteen ohjaus ja hallinta

Tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden sääntely liikenteen palveluista annetussa laissa

Tieliikenteen ohjaus- ja hallinta eroaa muista liikennemuodoista siten, että perinteisessä tieliikenteessä ei ole ollut tarvetta tai mahdollisuutta hallita samalla tapaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta erityisesti sen johdosta, että ajoneuvojen ja liikenteen hallinnan välillä ei ole ollut viestintämahdollisuutta. Tieliikenteessä liikenteen ohjauksella on sen johdosta tarkoitettu liikenteen ohjaajaa, joka ohjaa käsimerkein liikennettä erityistapauksissa. Tämä tilanne on muuttumassa ajoneuvojen verkottumisen myötä. Tieliikenteessä ei aikaisemmin ollut myöskään liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluita koskevaa sääntelyä, mutta sellainen lisättiin liikenteen palveluista annetun lain

(320/2017) III osan 1 lukuun. Sen 136 §:n mukaan valtion väyläverkolla näistä palveluista vastaa tienpitäjä eli Väylävirasto, mutta se voi hankkia palvelun yksityisiltä tai julkisilta palvelun tuottajilta. Käytännössä tieliikenteen hallinnasta Suomen maanteilla vastaa Intelligent Traffic Management Finland Oy (ITM Finland), joka on osa valtion erityistehtävayhtiötä Traffic Management Finland -konsernia.

Liikenteen palveluista annetun lain 137 §:n mukaan tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan tehtävänä on ylläpitää liikenneväylien liikennetilanteen seuranta (liikenteen tilannekuva) sekä onnettomuuksien, vaaratilanteiden ja liikenteen sujuvuuteen vaikuttavien tilanteiden ilmoitus- ja tiedotuspalvelua. Lisäksi tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoaja antaa liikenteeseen liittyviä sää- ja olosuhdetietoja sekä tietoja liikenteen sujuvuudesta ja vilkkaudesta, tienpitoa ja liikennettä palvelevien laitteiden kunnosta ja käytettävyydestä, muista liikenneturvallisuuksiin ja liikenteen sujuvuuteen vaikuttavista seikoista sekä muista liikennevälineen turvalliseen kuljettamiseen, ohjaamiseen tai hallintaan liittyvistä seikoista.

Lisäksi tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoaja hoitaa Liikenne- ja viestintäviraston antamien määräysten mukaisesti liikenteen järjestelyä, joka on välttämätöntä vaaratilanteiden ja onnettomuuksien estämiseksi ja liikenteen sujuvuuden varmistamiseksi. Liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoaja voi, enintään yhden vuorokauden ajaksi:

- 1) sulkea tunnelin ja antaa tietoa vaihtoehtoisesta reitistä;
- 2) osoittaa korvaavan reitin tien tai tunnelin ollessa suljettuna, tai kun tie ei muutoin tilapäisesti ole liikennöitävässä kunnossa;
- 3) osoittaa kohtaamispaikan;
- 4) osoittaa ohittamispaikan ja antaa ohittamiskiellon;
- 5) osoittaa pysähtymispaikan tai antaa pysähtymiskiellon;
- 6) jaksottaa liikennettä ajan tai matkan suhteen;
- 7) osoittaa reitin vaarallisia aineita kuljettaville liikennevälineille ja erikoiskuljetuksille;
- 8) tehdä muita välttämättömiä toimenpiteitä liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden varmistamiseksi.

Liikenteen ohjauksen ja hallinnan nähdään olevan keskeinen tiedonvaihdon solmupiste digitalisoituvan liikenteen kehityksessä. Siksi liikenteen palveluista annetun lain III osan 2 lukuun sisällytettiin säännökset tiedonhallinnasta näissä palveluissa. Toisin kuin III osan 1 luvun säännökset, 2 luku koskee kaikkia liikennemuotoja. Edellä kappaleessa 6.4 kerrottu sääntely koskee siis myös tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden tarjontaa.

9.3.1 Tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden kehittyminen

Ajoneuvoja voidaan jatkossa etäohjata monella eri tapaa. Yksinkertaisimmillaan kyse voi olla siitä, että ajoneuvo esimerkiksi pysäköi itsensä ilman, että kuljettaja istuu ajoneuvossa sisällä tai saapuu pysäköintipaikalta kuljettajan luo. Tietynlainen automaatio, kuten tietyillä reiteillä tai alueilla liikuvia pienlinja-autot ja (myöhemmin) robottitaksit edellyttävät vähintään jonkinlaista etävalvontaa. Myös varsinainen etäohjaus, jossa yhdellä ohjaajalla saattaa olla hallinnassaan useita ajoneuvoja, on mahdollinen. Näitä erilaisia etäohjaussovellutuksia sekä niihin liittyviä rooleja ja velvollisuuksia koskevaa pohdintaa käynnistetään parhaillaan UNECE:n WP.1:n alaisuudessa.

Toistaiseksi näyttää kuitenkin siltä, että lähitulevaisuudessa suurin merkitys on edelleen tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan toimiminen tievaihdon solmupisteenä. Tiedossa ei ole vä-

littömiä puutteita tai korjaustarpeita liikenteen palveluita annetun lain sääntelyssä, ja Traffic Management Finland voi jatkaa kappaleessa 8.3 kerrottuja toimenpiteitä tiedonvaihdon merkittäväksi lisäämiseksi Suomessa. Sen sijaan tietojenvaihdon kehittäminen saattaa edellyttää sääntelyä, joka antaa käsittelyperusteen tilanteissa, joissa on kyse ajoneuvojen keräämästä ja siten henkilötiedoiksi katsotuista tiedoista.³⁵ Asiaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 9.5.2.

9.4 Tieliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri³⁶

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

9.4.1 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 yhtiöittäminen 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 valokuituverkkoa ITMF:llä ei ole, vaan tarvittavat tietoliikenneyhteydet on vuokrattu muilta toimijoilta. Telekaapeleiden keskeisiä omistajia maanteilla ovat kaupalliset toimijat. Lisäksi tiealueilla 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

³⁵ Esimerkiksi vaarallisten aineiden kuljetuksia koskevan tiedon saatavuutta viranomaisten ja liikenteen ohjaus- ja hallintapalveluiden tarpeisiin selvitetään parhaillaan.

³⁶ Luvussa hyödynnetty Väyläviraston julkaisua 52/2019 ”5 G Väyläviraston toiminnassa”.

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 sähkötarpeisiin ja sähköisesti toimivien liikennevälineiden 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 edullisempää, 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.

9.4.2 *Mobiilit tietoliikenneyhteydet tieverkolla*

Sitowise on arvioinut Liikenne- ja viestintäviraston toimeksiannosta viestintäyhteyksien tarpeita väylästä automaationäkökulmasta hiljattain julkaisussa selvityksessään. Teoriassa monet käyttötapausten ovat tiedonsiirtokapasiteetin osalta toteutettavissa jo 4G-teknologian avulla, mutta palveluita tarvitsevien ajoneuvomäärien ja palveluiden tiedonvaatimusten kasvaessa tulee 5G-teknologian tarve vastaan nopeasti. Viivekriittiset ratkaisut vaativat lähes poikkeuksetta taas 5G-teknologian käyttöä ja osa käyttötapausten on lähettämisen tiedonsiirtotarpeen osalta toteutettava 5G-teknologian avulla, varsinkin kun useita vastaavia sovelluksia halutaan käyttää samanaikaisesti saman tukiaseman tai solun alueella.

Tunnistettujen tulevaisuuden käyttötapauksen perusteella ajoneuvojen tiedonsiirron latauksen kapasiteettitarpeet ovat maltillisia, mutta lähettämisen kapasiteettitarpeet voivat nousta hyvinkin korkeiksi. Yhteenlasketut kapasiteettitarpeet näyttäisivät toisaalta kuvaavan enemmän ajoneuvojen tarvitsemää huippukapasiteettia, jos kaikki käyttötapaukset tulisivat käyttöön samanaikaisesti. Suurin osa käyttötapauksista ei näyttäisi vaativan jatkuvaa tiedonsiirtokapasiteettia koko väylän pituudelta. Tunnistetut käyttötapaukset saattavat vaatia jatkuvaa tiedonsiirtokapasiteettia tietyssä osassa väylään esimerkiksi liittymäalueella, tai jatkuvan tiedonsiirron vaatimus näyttäisi liittyvän enemmän tiettyyn yksittäiseen tilanteeseen (event triggered).

Yksittäisten ajoneuvojen automaattiajamiseen liittyvät koko väylän matkalla aidosti jatkuvat käyttötapaukset tarvitsevat pääsääntöisesti vain vähän tiedonsiirtokapasiteettia. Koska ajoneuvoja on kuitenkin määrällisesti paljon, yhden tieosuuden kokonaistiedonsiirtokapasiteettitarve nousee helposti hyvin korkeaksi. Käytännössä yhden ajoneuvon kokonaiskapasiteettitarve on huomattavasti suurempi kuin pelkkä edellä mainittu ajoneuvon liikkumiseen liittyvä kapasiteettitarve. Henkilöliikenteessä ajoneuvojen kapasiteettitarpeiden lisäksi matkustajat tulevat jatkossa hyödyntämään kasvavissa määrin viihdepalveluita. Joukkoliikenteessä yhdessä linja-autossa voi olla samanaikaisesti useita kymmeniä matkustajia, jolloin myös matkustajien tarpeet ovat moninkertaisia henkilöliikenteeseen nähden. Tavaraliikenteessä kaluston seurannan, ajotavan tehostamisen sekä reittien optimoinnin palvelut yleistyvät, mutta ainakin toistaiseksi näiden palveluiden tiedonsiirtovaatimukset ovat olleet maltillisia.

Käytännössä lähetykskapasiteettitarpeisiin pääseminen tulee olemaan teknisesti hyvin hankalaa 5G-verkoillakin etenkin vilkkaasti liikennöidyillä väylän osilla. Maissa, joissa liikennemäärät ovat moninkertaisia tämä voi olla jopa teknisesti mahdotonta tai vaatia vähintään 6G-verkkoja. On siis oletettavaa, että käyttötapauksen lähetystarpeiden on pystyttävä laskemaan palveluiden kehittymisen myötä.

Tiedonsiirron latauksen näkökulmasta eniten tiedonsiirtokapasiteettia vaativat HD-kartat, ODD-päivitykset sekä ajoneuvojen ohjelmistopäivitykset. Käyttötapaukset ovat kuitenkin todennäköisesti enemmän kertaluonteisia, kuin jatkuvaa tiedonsiirtokapasiteettia vaativia. Tietynlaisena erikoistapauksena on ajoneuvojen etätuki liikenteen häiriötilanteessa, jossa ajoneuvo tarvitsee jatkuvaa tukea esim. valvomosta. Vaikka tiedonsiirtokapasiteetin tarve ei kohdistu jatkuvana koko väylälle, tiedonsiirtokapasiteetin näkökulmasta tilanteen tekee haastavaksi se, että vastaavaa etätukea tarvitsee samanaikaisesti todennäköisesti myös muut samalla alueella olevat ajoneuvot. Samanaikainen kysyntä aiheuttaa tiedonsiirron kokonaiskapasiteettiin selkeän piikin, johon on etukäteen vaikea varautua, ellei koko tieverkon tiedonsiirtokapasiteettia olisi merkittävästi ylimitoitettu tavanomaiseen käyttötarpeeseen nähden. Toisaalta ongelmatilanne on ratkaistavissa myös autojen välisen koordinaatiopalvelun kehittämisellä (vrt. letka-ajo), jolloin tiedonsiirtokapasiteetti ei kuormittuisi.

Lähettämisen tiedonsiirtokapasiteetin näkökulmasta tunnistetut käyttötapaukset eivät myöskään vaadi merkittävää jatkuvaa tiedonsiirtokapasiteettia, vaan suurin osa käyttötapauksista ovat tavalla tavalla kertaluonteisia (event triggered). Suurinta lähetykskapasiteettia vaativat palvelut, joissa videokuvaa tai muuta tietorikasta sisältö ladataan verkkoon. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi etäoperoitu ajaminen tai yksittäisiä erikoisajoneuvoja koskevat tarpeet, kuten ambulanssissa olevan potilaan etämonitorointi sairaalasta tai HD-kartta-aineistoa tuottava mitta-auto. Näidenkään käyttötapauksen tiedonsiirtotarpeet eivät välttämättä ole täysin jatkuvia, vaan ne voivat tapahtua tietyin tasaisin väliajoin.

Pelkän viiveen näkökulmasta suurin osa käyttötapauksista ei ole viivekriittisiä tavalla, joka edellyttäisi 5G-teknologiaa. Osassa käyttötapauksia viiveen tarve on niin matala, että sitä ei pysty tuottamaan 4G-teknologian avulla, jolloin 5G-verkolta edellytetään kattavuutta.

Suoraan ajoneuvoihin liittyvien käyttötapauksien lisäksi tunnistettiin käyttötapauksia, jotka tarvitsevat suurta lähettämisen tiedonsiirtokapasiteettia. Näistä useat käyttötapaukset liittyivät vähintään epäsuorasti liikenteen hallintaan ja ohjaukseen. Tällaisia tapauksia olivat muun muassa risteuksen videovalvonta, jota voitaisiin hyödyntää esim. onnettomuustapauksessa, jolloin ajoneuvoille voidaan antaa täydentävää tilannekuvaa mahdollisista esteistä ja poikkeusreiteistä. Tällöin kamerasta voidaan tuottaa esimerkiksi jatkuvaa videokuvaa verkkoon, josta se voidaan jakaa pakattuina viesteinä ajoneuvoihin. Kiinteiden kameroiden ja muiden infran laitteiden osalta tiedonsiirto on mahdollista toteuttaa kiintein yhteyksin, jolloin ne eivät kuormita mobiiliverkkoja.³⁷

Nykyisellään taajamien läheisyydessä kulkevat pääväylien osuudet ovat kattavasti 4G-verkon piirissä.³⁸ Teleoperaattoreiden 4G-verkot eivät vielä kuitenkaan täysin kata tieverkostoa 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, kantatie, 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 automaatioissa tarvetta suuremmalle kapasiteetille voi jatkossa olla erityisesti pääväylillä. Kaupallinen ehdoin tapahtuvan suurikapasiteettisten 5G-verkkojen rakentamisen voidaan olettaa alkavan sellaisten pääväylien läheisyydessä, joissa samoilla tai osittain samoilla tukiasemilla voidaan palvella myös taajamien tarpeita. 26 GHz –taajuusalueella 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).

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 tie-

³⁷ Edellä oleva perustuu Sitowisen Traficomille tekemään konsulttityöhön ”Viestintäverkkojen kustannus selvitys” (11/2020).

³⁸ Sitowisen selvityksen mukaan nykyinen peruspeitto kattaa lähes kokonaan Suomen valtatie. Ruuhkattomassa verkossa ja hyvissä olosuhteissa 30 Mbit/s tiedonsiirtonopeus kattaa 95,9 % ja 100 Mbit/s tiedonsiirtonopeus 54,4 % valta-teistä. Kantateiden osalta peruspeitto kattaa lähes 100 % teistä ja 30Mbit/s on saatavilla 93,5 prosentilla kantateistä. 100 Mbit/s teoreettisen tiedonsiirtonopeuden peitto kantateillä on 42,6 %.

toliikenneyhteyksien todelliset tarpeet. Pääväylien palvelutasoajattelua 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 kootua ajankohtainen tieto väylien varsilla olevien tietoliikenneyhteyksien laadusta. Yhteistyön avulla on edistettävä myös erilaisia yhteisrakentamishankkeita ja yhteisrakentamisen muotojen kehittämistä.

9.5 Tiedon hyödyntäminen ja tieliikenteen automaation tarvitsema tiedonjakoinfrastrukturi

9.5.1 Staattiset tiedot

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

- 1) päällystetyyppi,
- 2) kaistojen leveydet,
- 3) siltojen alituskorkeudet ja painorajoitukset,
- 4) kaista- ja ajoratamerkinnot (kaista-, keski- ja sulkuviivat) sekä
- 5) pakottavat liikenteen ohjauslaitteet ja –merkit (liikennemerkki 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 huomioiden ottaen.

Fyysistä liikenneinfrastruktuuria koskeva digitaalinen tieto on 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.

9.5.2 Dynaamiset tiedot

Tieliikenteen automaation kannalta olennaisia dynaamisia tietoja 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 (säättiedot, liukkaustiedot, ennusteet)

Ajoneuvon keräämät tiedot kertyvät pääsääntöisesti autonvalmistajille (kohdat 1-2). Jo ajoneuvon 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 (ks. tarkemmin seuraava kpl). Joka tapauksessa dynaamisten tietojen niiden kertymisen ja jakamisen solmupisteenä on ajateltu toimivan 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, Häätäkeskuslaitokselle ja huolto- ja korjaustöitä koskevia tietoja ylläpitäville. Liikenteen palveluista annettu laki sisältää säännöksiä, joissa säädetään tiettyjen tietojen jakamisesta etenkin näiden toimijoiden ja TMF:n välillä. Tarvetta tarkistaa ja tarkentaa näitä säännöksiä on seurattava jatkuvasti. Tällä hetkellä välitöntä tarvetta ryhtyä muutoksiin sääntelyssä ei ole.

Tällä hetkellä yleisimmät liikenteen palvelut liittyvät pääosin keliolosuhteisiin ja liikenteen sujuvuus- ja häiriötietoihin, joita pystytään käyttämään jo 3G- ja 4G-verkoissa. Tieliikenteessä on ryhdytty ottamaan käyttöön turvallisuuteen liittyviä ja kuljettajaa tukevia palveluja, joilla kuljettajaa pystytään informoimaan edessä olevista liikenneolosuhteista. Seuraavaksi tieliikenteessä tulevat yleistymään niin sanotut C-ITS-palvelut. C-ITS -palveluilla tarkoitetaan yhteistoiminnallista ajamista auttavia palveluja eli käytännössä tieto- ja viestintäteknologioiden soveltamista liikenteeseen. Euroopan Komission ajamat palvelut toteutuvat todennäköisesti laajasti lähivuosina, mutta todennäköisesti paljon laajemmin matkaviestinverkkoihin tukeutuvina kuin yhteistoiminnallisen ajamisen suunnitelmissa on alun perin ajateltu. C-ITS palvelut jaetaan kahteen luokkaan; ensimmäiseksi toteutettavat standardoidut palvelut (ns. Day 1 -palvelut) ja seuraavaksi standardoitavat ja toteutettavat palvelut (Day 1.5 -palvelut).³⁹

Day 1-palveluita ovat:

³⁹ Sitowisen Traficomille tekemä konsulttityö ”Viestintäverkkojen kustannus selvitys” (11/2020).

- Hitaan ajoneuvon ja edessä olevan liikenteen varoitus (Slow or stationary vehicles & Traffic ahead warning)
- Tietyövaroitus (Road works warning)
- Sääolesuhdevaroitus (Weather conditions)
- Hätaajarrutusvaroitus (Emergency brake light)
- Vastaantulevan hälytysajoneuvon varoitus (Emergency vehicle approaching)
- Varoitus muusta vaarasta (Other hazardous notifications)
- Opastus ajoneuvoon (In-vehicle signage)
- Nopeusrajoitus ajoneuvoon (In-vehicle speed limits)
- Opasterikkomus / risteysen turvallisuus (Signal violation / Intersection Safety)
- Liikennevaloetuisuuden pyyntö (Traffic signal priority request by designated vehicles)
- Vihreä aalto (Green Light Optimal Speed Advisory - GLOSA)
- Anturiajoneuvodata (Probe vehicle data)
- Nopeussuositus (Shockwave Damping)

Day 1.5 –palveluita ovat:

- Informaatio vaihtoehtoisten käyttövoimien tankkauspisteistä (Information on fuelling & charging stations for alternative fuel vehicles)
- Haavoittuvien tienkäyttäjien suojele (Vulnerable Road user protection)
- Tienvarsipysäköinnin opastus (On street parking management & information)
- Tienvarsien ulkopuolisen pysäköinnin opastus (Off street parking information)
- Liittymäliikennetieto (Park & Ride information)
- Yhteistoiminnallinen navigointipalvelu kaupunkiin/kaupungista (Connected & Cooperative navigation into and out of the city (1st and lastmile, parking, route advice, coordinated traffic lights))
- Liikennetieto ja älykäs reititys (Traffic information & Smart routing).

Kuten voidaan havaita, monet C-ITS –tiedot ovat myös liikenteen automaation näkökulmasta tärkeitä. Siksi onkin huomionarvoista, että yhteistyö näiden tietojen vaihtamisen tehostamiseksi on jo käynnissä (ks. seuraava kappale 9.5.3).

9.5.3 Tietosuoja

Suuri osa tieliikenteen dynaamisista tiedoista muodostuu ajoneuvojen sensoreiden keräämästä datasta. Jo varsin vakiintuneen käsityksen mukaan lähes kaikki ajoneuvojen keräämä data on yhdistettävissä johonkin henkilöön, jolloin se on henkilötietoa.⁴⁰ Tällöin EU:n yleisen tietosuoja-asetuksen⁴¹ sääntely koskee näiden tietojen käsittelyä huolimatta siitä, että liikenteen automaation tarpeita toteutettaessa ei useinkaan olisi erityistä tarvetta kytkeä tietoa tiettyyn henkilöön. Esimerkiksi ajoneuvon luistonestojärjestelmän tai tuulilasinpyyhinten tuottama data kertoo liikenneolosuhteista, ja tähän käyttötarkoitukseen kytkentä henkilöön on tarpeeton. Kuitenkin myös datan anonymisointi on sen käsittelyä henkilötietosääntelyn mukaan, ja tehokkaan anonymisoinnin toteuttaminen on varsin haastavaa siten, että takaisin kytkentä ei nyky menetelmin olisi mahdollista⁴².

⁴⁰ Ks. esim. Euroopan tietosuojalautakunnan (European Data Protection Board) Guidelines 1/2020 on processing personal data in the context of connected vehicles and mobility related applications.

⁴¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusta (EU) 2016/679 luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuoja-asetus)

⁴² Ks. esim. Article 29 Data Protection Working Party: Opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques

Käsittelyperusteen olemassaolon arviointi on rekisterinpitäjän tehtävä. Henkilötietojen käsittely on yleisen tietosuoja-asetuksen 6 artiklan mukaan sallittua vain seuraavilla perusteilla:

- a) rekisteröity on antanut suostumuksensa henkilötietojensa käsittelyyn yhtä tai useampaa erityistä tarkoitusta varten;
- b) käsittely on tarpeen sellaisen sopimuksen täytäntöön panemiseksi, jossa rekisteröity on osapuolena, tai sopimuksen tekemistä edeltävien toimenpiteiden toteuttamiseksi rekisteröidyn pyynnöstä;
- c) käsittely on tarpeen rekisterinpitäjän lakisääteisen velvoitteen noudattamiseksi;
- d) käsittely on tarpeen rekisteröidyn tai toisen luonnollisen henkilön elintärkeiden etujen suojaamiseksi;
- e) käsittely on tarpeen yleistä etua koskevan tehtävän suorittamiseksi tai rekisterinpitäjälle kuuluvan julkisen vallan käyttämiseksi;
- f) käsittely on tarpeen rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen oikeutettujen etujen toteuttamiseksi, paitsi milloin henkilötietojen suoja edellyttävät rekisteröidyn edut tai perusoikeudet ja -vapaudet syrjäyttävät tällaiset edut, erityisesti jos rekisteröity on lapsi.

EU:ssa tieliikenteen eettisiä kysymyksiä pohtinut riippumaton asiantuntijaryhmä on kiinnittänyt suosituksissaan varsin paljon huomiota tietosuoja-asioihin, sillä peräti neljä sen antamista suosituksista koskee tietosuojaa (suositukset 7-10). Niissä muun muassa korostetaan perustellun (informed) suostumuksen merkitystä sekä muiden tienkäyttäjien oikeutta saada läpinäkyvää tietoa henkilötietojensa käsittelystä.

Palveluissa usein käytetty suostumusperuste on kuitenkin Suomessa havaittu haastavaksi muun muassa NordicWay 2–ohjelmassa tehtyjen kokeilujen yhteydessä. Tämä johtuu erityisesti siitä, että ajoneuvolla saattaa olla omistajan ja haltijan lisäksi useita muitakin käyttäjiä, ja on vaikea tietää, kenen suostumus tulisi saada kuhunkin tietoon liittyen. Yhtenä mahdollisuutena käsittelyperusteelle nostettiin tässä yhteydessä esiin kohdassa f mainittu rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen oikeutettu etu. Tällöin kuitenkin tarvitaan etujen punnintaan liittyvä tasapainotesti ja sen dokumentoiminen⁴³.

Tieliikenteen automaatiassa tietosuojahaasteita on tunnistettu myös tarvittavien kameroiden suhteen. Kameroiden avulla voidaan muun muassa toteuttaa turvallisuuden kannalta tärkeää hahmon-tunnistusta. UNECE:n WP.29:n puiteasiakirjassa edellytetään teknisten sääntöjen antamista kohteiden ja tapahtumien tunnistusjärjestelmistä (Object Event Detection and Response, OEDR), ja ALKS E-sääntö sisältääkin jo tällaisia säännöksiä. Vaikka järjestelmän tarkoituksena ei ole tunnistaa sitä, kuka ihmisyksilö kulloinkin on kyseessä, saattaisi käytetty teknologia pystyä jopa kasvontunnistukseen, jota tekoälyn eettisiä puitejärjestelmiä kehitettäessä on pidetty erityisen kriittisenä sovelluksena. Edelleen kameroita saattaa olla perusteltua käyttää muun muassa pienlinja-autojen sisätilojen turvallisuuden valvomisessa.

Henkilötietojen hyvä suoja on keskeinen eettinen lähtökohta, ja Suomi on sen suhteen menestyksellisesti edistänyt henkilöiden omien tietojen hallintaan tähtäävää omadata-ajattelua (MyData). Kuitenkin tieliikenteen automaatiassa edellä kerrotut tietojen hyödyntämiseen liittyvät tarpeet kumpuavat nimenomaan keskeisestä turvallisuuden parantamisen välttämättömyydestä. Tällöin kyse on kahden perustavaa laatua olevan arvon törmäämisestä tavalla, joka tulisi pystyä ratkaisemaan. HLM CAD –valmistelun yhteydessä tultiin siihen tulokseen, että tämän kollision ratkaisussa saatetaan

⁴³ Tasapainotestin tekemisestä ks. esim. <https://tietosuoja.fi/rekisterinpitajan-oikeutettu-etu>

usein tarvita sääntelyä keinona. Tällöin sääntelyn olisi oltava riittävän tarkkaa, esimerkiksi kohdistua tiettyihin tunnistettuihin palveluihin tai käyttötarkoituksiin (per service – tarkastelu). Esimerkiksi Data Task Forcen⁴⁴ työssä osapuolet lienevät usein tulkinneet EU:n turvatietoasetuksen (ITS-direktiivin täytäntöönpanoasetuksista ns. SRTI-asetus, ks. tarkemmin jäljempänä kappale 9.5.4) muodostavan tarvittavan sääntelyperustan niin sanotun Day 1 – turvallisuustiedon jakamiselle. Samoin OEDR –järjestelmien edellyttäminen sääntelyssä saattaa muodostaa tällaisen sääntelyperustan. Tämän näkemyksen johdosta käynnissä oleva ja alla tarkemmin selostettava muiden ITS-direktiivin tietojen käsittelyyn liittyvien asetusten muutoshankkeet ovat erityisen mielenkiintoisia. Ehdotusten saatua muotonsa on syytä arvioida, onko vielä tarvetta muuhun palvelukohtaiseen sääntelyn arviointiin tietosuojalähtökohdista.

9.5.4 ITS-direktiivi ja sen täytäntöönpanoasetukset

Tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönotosta sekä tieliikenteen ja muiden liikenne-
muotojen rajapintojen puitteista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin
2010/40/EU (jäljempänä ITS-direktiivi) ensisijaisena tavoitteena on vauhdittaa älykkäiden liikenne-
järjestelmien koordinoitua käyttöönottoa ja käyttöä tieliikenteessä kaikkialla Euroopassa. ITS-direk-
tiivissä on määritetty neljä ensisijaista toimialaa (I-IV), joiden puitteissa toteutettavilla toimilla pyri-
tään varmistamaan älykkäiden liikennejärjestelmien koordinoitu ja johdonmukainen käyttöönotto ja
käyttö koko unionin alueella. Nämä ensisijaiset alat ovat

- I tie-, liikenne- ja matkadatan optimaalinen käyttö;
- II liikenteen ja rahtitoimintojen hallintaan liittyvien ITS-palvelujen jatkuvuus;
- III tieliikenteen turvallisuuteen ja turvaamiseen liittyvät ITS-sovellukset;
- IV ajoneuvon yhdistäminen liikenneinfrastruktuuriin.

Direktiivissä on lisäksi määritetty kuusi yksityiskohtaisempaa, ensisijaisiin aloihin liittyvää ensisi-
jaista toimea, joiden osalta EU:n tulee unionissa laatia yhteiset määräykset, sekä asian niin vaa-
tiessa, tarvittavat standardit, jotka ovat tarpeen ITS-järjestelmien käyttöönoton ja operatiivisen käy-
tön yhteensopivuuden, yhteen toimivuuden ja jatkuvuuden varmistamiseksi koko EU:n alueelle.
Nämä kuusi ensisijaista toimea ovat

- a) EU:n laajuisten multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoaminen;
- b) EU:n laajuisten tosiaikaisten liikennetietopalvelujen tarjoaminen;
- c) datat ja menettelyt, joilla mahdollisuuksien mukaan tarjotaan liikenneturvallisuuteen liittyvät ylei-
set vähimmäisliikennetiedot ilmaiseksi käyttäjille;
- d) yhteentoimivan EU:n laajuisen hätäpuhelinjärjestelmän (eCall) yhtenäinen tarjoaminen;
- e) turvallisia pysäköintialueita koskevien tietopalvelujen tarjoaminen kuorma-autoille ja hyötyajo-
neuvoille; ja
- f) turvallisia pysäköintialueita koskevien varauspalvelujen tarjoaminen kuorma-autoille ja hyötyajo-
neuvoille.

Lokakuun alussa 2020 komissio käynnisti virallisesti prosessin, joka tähtää ITS-direktiivin uudelleentarkasteluun. Uudelleentarkastelu tullaan toteuttamaan komission laatiman tiekartan (Inception

⁴⁴ Data Task Force (DTF) oli HLM CAD prosessissa perustettu yksityisen ja julkisen sektorin toimijoiden välinen epämuodollinen yhteistyöhanke, joka tähtäsi tiedonvaihdon tehostamiseen. Helsingin HLM CAD –kokouksen päätelmissä todetun mukaisesti DTF on toistaiseksi suorittanut sille annetun mandaatin mukaiset tehtävät, ja tietojenvaihtoyhteistyö jatkuu tuotantovaiheessa ”Safety Related Traffic Information Ecosystem” –nimikkeen alla. Suomesta tähän tietojenvaihtoa edistävään yhteistyöhön osallistuu TMFG.

impact assessment) mukaisesti. EU:n liikennesektorin tulevaisuuden kehityksen näkökulmasta komissio on identifioinut kolme keskeisintä toimintakokonaisuutta, joilla EU:n tulisi pyrkiä kehittämään toimintaansa alan kehityksen, kilpailukyvyn ja kestävä kehityksen turvaamiseksi ja vauhdittamiseksi. Ensimmäisenä prioriteettina on digitaalisen yhteen toimivuuden parantaminen sekä järjestelmätasolla että palveluissa. Tämän osalta komissio katsoo tarkoituksenmukaiseksi ajantasaistaa direktiivin mukaisia prioriteettialueita koskevia määrittelyjä sekä vahvistaa näihin liittyviä säännöksiä. Lisäksi komissio haluaa edelleen kehittää tarvittavia EU-tason toiminta- ja koordinaatorakenteita, jotta sääntelyn rajatylittävä toimeenpano olisi mahdollisimman yhdenmukaista ja tehokasta. Uudelleentarkastelun yhteydessä komissio tulee myös arvioimaan tulisiko jäsenvaltioihin kohdistettavia velvoitteita olennaisten ITS-palvelujen käyttöönoton osalta lisätä.

Toinen komission esittämä prioriteetti ITS-direktiivin uudelleentarkastelun osalta liittyy EU-tason yhteistyön tiivistämiseen. Komissio katsoo, että niin jäsenvaltioiden kuin myös liikennealan toimijoiden välistä yhteistyötä ja koordinaatiota tulee vahvistaa samalla, kun toimintaan liittyvää EU-tason ohjausta lisätään. Lisäksi komissio pyrkii parantamaan ITS-direktiivin puitteissa perustettujen kansallisten yhteispisteiden (National Access Point, NAP) välistä yhteen toimivuutta ja koordinaatiota.

Kolmas prioriteetti liittyy liikenteen uusien palvelujen kehitystä tukevien tietovarantojen saatavuuden ja hyödyntämisen lisäämiseen. Komissio haluaa vahvistaa ITS-palveluntarjoajien oikeuksia ja velvollisuuksia koskevia säännöksiä, joilla mahdollisesta tasapuoliset, oikeudenmukaiset ja syrjimättömät edellytykset ITS-palveluiden tarjoamiseen (esim. MaaS-palveluissa). Tämän rinnalla on tarkoitus kehittää mekanismeja tiedon saatavuuden ja tasapuolisen hyödyntämisen parantamiseksi. Tässä suhteessa EU:n digitalisaatiopakettien asettamat laaja-alaisemmat tavoitteet ovat keskeisessä roolissa, ja komissio haluaa myös varmistaa, että ITS-direktiivin uudelleentarkastelu etenee koordinoitusti suhteessa muilla EU:n toimialoilla tehtävän digitalisaatiotyön kanssa (mm. tiedon hallinta, vastuukysymykset, EU:n data-avaruuksien kehittäminen, TEN-T). Komissio haluaa myös luoda EU-tason velvoitteet olennaisten liikennetietojen avaamiselle ITS-palvelujen jatkuvuuden tukemiseksi koko unionin alueella.

ITS-direktiivin uudelleentarkastelua koskevan vaikutustendarvioinnin on määrä valmistua Q3/2021. Vaikutustendarvioinnin pohjalta komissio tulee laatimaan lopullisen esityksensä ITS-direktiivin muuttamisesta.

ITS-direktiivin nojalla EU:n jäsenvaltiot ovat siirtäneet Euroopan komissiolle säädösvaltaa antaa delegoituja säädöksiä direktiivissä määritettyjen ensisijaisten alojen ja ensisijaisten toimien osalta. Tämä säädösvalta on siirretty komissiolle määräaikaaisesti (nykyinen mandaatti voimassa 27.8.2022 asti). Direktiivin mukaisesti kustakin direktiivissä määritetystä ensisijaisesta toimesta hyväksytään erillinen delegoitu säädös. Delegoiduilla asetuksilla komissio antaa yhteiset määräykset, sekä asian niin vaatiessa, tarvittavat standardit, jotka ovat tarpeen ITS-järjestelmien käyttöönoton ja operatiivisen käytön yhteensopivuuden, yhteen toimivuuden ja jatkuvuuden varmistamiseksi koko EU:n alueelle. ITS-direktiivin mukaan jäsenvaltioiden on toteutettava tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että delegoiduissa säädöksissä annettuja määräyksiä sovelletaan yleisiä, vahvistettuja periaatteita noudattaen silloin, kun ITS-sovelluksia ja -palveluita otetaan käyttöön. Delegoidut asetukset eivät näin ollen rajoita jäsenvaltioiden oikeutta päättää itse sovellusten ja palveluiden käyttöönotosta alueillaan. Sovellusten ja palveluiden käyttöönottoa koskevista velvoitteista säädetään ITS-direktiivillä. Delegoiduissa asetuksissa ainoastaan määritellään kriteerit niille sovelluksille ja palveluille, jotka ovat jo jäsenvaltioissa käytössä tai jotka jäsenvaltiot ovat ITS-direktiivin nojalla velvoitettuja ottamaan kansallisesti käyttöön.

Direktiivissä määritettyjen täytäntöönpanovaltuuksien käytössä komissiota avustaa direktiivin nojalla perustettu ja jäsenvaltioiden edustajista muodostettu Euroopan ITS-komitea (komiteamenetely). Lisäksi komissio on direktiivissä sille annettujen toimivaltuuksien puitteissa perustanut Euroopan neuvoo-antavan ITS-ryhmän, joka neuvoo komissiota ITS-järjestelmien käyttöönottoon ja käyttöön liittyvissä kaupallisissa ja teknisissä kysymyksissä.

Komissio on syksyyn 2020 mennessä hyväksynyt määräykset ja antanut näitä koskevat delegoidut säädökset seuraavien ensisijaisten toimien osalta:

- a) EU:n laajuisten multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamista koskeva delegoitu asetus (EU) 2017/1926 (jäljempänä MMTI-asetus);
- b) EU:n laajuisten tosiaikaisten liikennetietopalvelujen tarjoamista koskeva delegoitu asetus (EU) N:o 962/2015 (RTTI-asetus);
- c) Käyttäjille ilmaiseksi tarjottavia liikenneturvallisuuteen liittyviä yleisiä vähimmäisliikennetietoja koskeva delegoitu asetus (EU) N:o 886/2013 (SRTI-asetus);
- d) eCall-hätäpuhelukäytännön yhtenäistä tarjontaa koskeva delegoitu asetus (EU) N:o 305/2013;
- e) Kuorma-autojen ja hyötyajoneuvojen turvallisiin ja valvottuihin pysäköintipaikkoihin liittyvien tietopalvelujen tarjoamista koskeva delegoitu asetus (EU) N:o 885/2013.

ITS-direktiivi sekä sen nojalla annetut delegoidut säädökset ovat olleet merkittävässä asemassa kehitettäessä yhteistä eurooppalaista toimintaympäristöä uusien digitaalisten palvelujen ja liikenteen automaation yhteen toimivuuden varmistamiseksi ja avoimeen syrjimättömään pääsyyn perustuvan markkinan edistämiseksi. Direktiivin puitteissa toteutetuilla toimilla on luotu yhdenmukaisia menetelyjä mm. liikennetiedon jakamiselle ja hyödyntämiselle, jotka vuorostaan ovat edesauttaneet uusien palvelujen ja teknologioiden käyttöönottoa ja kehitystä liikennesektorilla. Direktiivi on osaltaan ollut merkittäväällä tavalla myötävaikuttamassa siihen, että EU:n laajuiselle tieliikenteen automaatio- ja digitalisaatiokehitykselle on kyetty luomaan uusia mahdollisuuksia, jotka ovat vahvistaneet EU:n kilpailukykyä liikenteen ja liikkumisen toimialalla.

Komission työtä ITS-direktiivin implementoinnissa ohjaa erillinen työohjelma. Viimeisin päivitys työohjelmaan tehtiin joulukuussa 2018 (komission päätös (2018) 8264). Uusi päivitetty työohjelma kattaa kauden 2018-2022. Yhtenä keskeisenä tavoitteena päivitettyssä työohjelmassa on mainittu reaaliaikaisten liikennetietopalvelujen tarjoamisesta annetun komission delegoidun asetuksen (EU 2015/962) uudelleentarkastelu. Tavoitteena on sääntelyn maantieteellisen soveltamisalueen laajentaminen, uusien tietoluokkien sisällyttäminen soveltamisalaan (mm. polttoaineiden tankkauspisteet, geofencing, eräät liikenteen historiatiedot) sekä ajoneuvotietojen hyödyntämisen mahdollistaminen julkisen sektorin liikenteenohjaus ja –hallintatoiminnan tukena. Toinen päivitetyn työohjelman keskeisistä tavoitteista liittyy multimodaalisten matkatietopalvelujen tarjoamisesta annetun komission delegoidun asetuksen (EU 2017/1926) uudelleentarkasteluun, jossa pyrkimyksenä on kehittää yhteiset toimintapuitteet multimodaalisia liikkumispalveluita tukevalle EU-tason lippu- ja maksujärjestelmälle.

Komissio käynnisti asetusten uudelleentarkasteluun liittyvän valmistelutyön keväällä 2020, jolloin järjestettiin ensimmäiset asioita käsittelevät EU-tason asiantuntijakokoukset. Käynnistetyn työn tarkoituksena on pohjustaa varsinaista uudelleentarkastelua sekä tukea ja ohjata mahdollisten lainsäädännöllisten muutosten pohjana toimivien taustaselvitysten valmistelua. Delegoitujen säädösten uudelleentarkastelua koskevissa asiantuntijakokouksissa komissio on myös tuonut mukaan keskuste-

luun niitä elementtejä, jotka mahdollisesti tullaan sisällyttämään ITS-direktiiviä koskevaan uudelleentarkastelutyöhön.

9.5.4 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 päivitystiheyksillä 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 automaatiossa ja olisiko syytä avata aineistot avoimena datana.

HD-karttojen tuottajat keräävät karttatietoja monista eri lähteistä. Tämänhetkisen käsityksen mukaan viranomaisen roolina on tuottaa riittävän laadukas perustietopohja tieinfrastruktuurin sijainnista ja ominaisuuksista sekä tarjota mahdollisimman tarkka ja reaaliaikainen tieto näihin liittyvistä muutoksista (muutostieto).

9.6 Tieliikenteen automaation tarvitsema fyysinen infrastruktuuri

Liikenteen automaation etenemiseen liittyy toistaiseksi 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.⁴⁵

⁴⁵ Asiaa on kuitenkin jo selvitetty muun muassa MANTRA (Making full use of Automation for National Transport and Road Authorities) –projektissa, ks. <https://www.mantra-research.eu/>

Keskustelu fyysisen infrastruktuurin luokittelemisesta automaation edellytysten näkökulmasta on kansainvälisesti käynnistynyt, mutta on kuitenkin vasta alkuvaiheissaan.

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. Pientareiden sekä muiden minimiriskimanööverien (MRM) tekemiseen soveltuvien alueiden leveyteen ja kuntoon tulee todennäköisesti kohdistumaan vaatimuksia erityisesti automaattisten ajoneuvojen häiriötilanteissa. Lisäksi tiedämme, että ajoratamerkintöjen (keski-, reuna-, ja sulkuviiva) ja liikennemerkkien on oltava näkyvissä, tunnistettavissa ja helposti kameroilla luettavassa kunnossa. Myös riista-aitojen kattavuuteen ja kuntoon pitää todennäköisesti kiinnittää entistä enemmän huomiota.

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 keskikaiteilla varustetuilla monikaistaisilla teillä 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 vaatimuksiin 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 terävoitettava ja tilannekuvan yhteisen tilannekuvan luominen ja ylläpitäminen vaativat varsin paljon työtä. Valtion ja kuntien viranomaisten sekä yritysten yhteistyöhön on muodostettava pysyvät rakenteet, jotta automaation tulon voidaan varautua suunnittelun avulla.

9.6.1 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.

9.6.2 Tulevaisuuden älykäs väylien luokittelu ja palvelutasojen määrittely

Nykyisin tieverkolle on määritelty tieviranomaisen toimesta palvelutasot perinteisen liikenteen näkökulmasta. Automaation lisääntyessä palvelusajattelua tulee kuitenkin laajentaa ja luokitella tieverkkoa jatkossa myös sen mukaan millaista tukea se pystyy tarjoamaan automaattiselle liikenteelle fyysisen ja digitaalisen infrastruktuurin sekä palveluiden avulla. Tällaisen palvelusomäarityksen pohjana olisivat nykyiset palvelusokuvaukset mutta niiden rinnalle voitaisiin liittää tietoa muun muassa tieverkolla saatavilla olevista:

- Paikannusmenetelmistä ja -palveluista sekä niiden kattavuudesta ja laadusta
- Mobiilitietoliikenneyhteyksistä ja niiden kapasiteetista
- Fyysisen infran sijainnin ja ominaisuuksien staattisesta ja dynaamisesta tiedosta
- Reaaliaikaisista liikennetiedoista

Lisäksi voitaisiin liittää tietoa:

- Tyypillisistä, automaattiajamiseen vaikuttavista, sää- ja keliolosuhteista
- Käytävissä olevista automaattiajamisen kannalta olennaisista liikenteen ja liikkujan palveluista
- Kunnossapitotoimenpiteistä

Luokittelu on mahdollista tehdä monella perusteella ottaen lähtökohdaksi autojen ODD-vaatimukset fyysiselle, digitaaliselle ja paikannus- sekä palveluinfrastruktuurille erilaisissa tilanteissa ja olosuhteissa. Nämä vaatimukset voivat poiketa automallista ja automaattiajosovelluksesta riippuen. Mahdollisia lähtökohtia voivat olla esimerkiksi autojen vaatima paikannustuki, tarve kauko-ohjaukseen, toiminta erilaisissa valaistus-, sää- ja kelioloissa ja autojen MRM-ratkaisut (Minimum Risk Manoeuvre).

Edellä mainitut lähtökohdat huomioon ottaen voidaan hahmotella palvelutasoluokkia, joissa infrastruktuurin ja tukevien palveluiden taso kasvaa edettäessä perustasolta korkeammille tasoille. Tä-

män tyyppistä luokitusta on kehitetty kansainvälisellä tasolla (esim. ISAD, euroRAP), mutta Suomessa on kuitenkin todettu, että käytännössä tarvitaan laajempaa ja toisaalta myös tarkemmalle tasolle menevää luokittelua. Tutkimus- ja kehitystyö tällaisen luokittelumallin tuottamiseksi on aloitettu.

Luokittelun tarkoituksena on osoittaa automaattiauton omistajille ja kuljettajille, autonvalmistajille sekä automaattiajojärjestelmien kehittäjille tieverkon nykyiset valmiudet automaattisen liikenteen tukemiseen.

9.7 Kokeilut ja testaaminen

9.7.1 Kotimaassa ja EU:ssa käynnissä olevat kokeilut

Suomessa automaattiajamisen kokeiluja tavallisen liikenteen joukossa on tehty vuodesta 2016 alkaen. Kokeiluja varten Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on myöntänyt toistaiseksi noin 20 koenumerotodistusta noin 15 eri organisaatiolle. Kokeiluja on tehty niin uudennlaisilla automaattipienbusseilla kuin erikseen tarkoitusta varten varustelluilla henkilöautoilla. Uudennlaisia tavarankuljettimia kokeillaan myös erilaisissa ympäristöissä.

Vuoden 2020 aikana Suomessa on kokeiltu muun muassa automaattiseen henkilökuljetukseen soveltuvia ajoneuvoja Pasilassa osana EU-rahoitteista FABULOS-hanketta⁴⁶ Sekä Tampereen Hiedanrannassa⁴⁷ osana Tampereen kaupungin kestävän liikkumisen kehittämishanketta. Uudennlaisia tavarankuljettimia on kokeiltu ja kokeillaan ainakin Otaniemessä ja muualla pääkaupunkiseudulla LMAD-hankkeessa⁴⁸.

Kytkeytyneiden ajoneuvojen kokeilu toteutettiin Suomessa alkuvuodesta 2020 osana CEF-rahoitteista NordicWay2-hanketta. Sen tavoitteena oli edistää olemassa olevien C-ITS-palveluiden ja C-ITS-palvelutuottajien välistä teknistä ja organisatorista yhteensopivuutta. Kehittämällä uusia tapoja välittää tietoa toimijoiden välillä pyrittiin saamaan kuljettajille enemmän ja laadukkaampaa tietoa liikenteestä, joka tukisi liikenneturvallisuutta ja parantaisi liikenteen sujuvuutta. Kokeilussa rakennetun tiedonvaihtoratkaisun teknistä toimivuutta arvioitiin kokeilun aikana ja sen todettiin toimivan hyvin. Lisäksi arvioitiin ekosysteemien toimivuutta ja kerättiin ajatuksia siitä, miten toimintaa voisi jatkossa tehdä. Kokeilun aikana opittiin paljon myös tietosuojasta ja -turvasta ja siitä miten ne tulisi huomioida tulevaisuuden kokeiluissa.

Euroopassa suurin käynnissä oleva automaattiajamisen kokeiluhanke L3Pilot⁴⁹ testaa SAE:n automaatiotasojen 3 ja 4 toimintoja eri valmistajien henkilöautoissa 10 eri Euroopan maassa. Yksi hankkeen keskeisiä tavoitteita eri toimintojen testaamisen lisäksi kehittää yhteisiä testaamiskäytäntöjä ja työkaluja vertailtavien testien helpottamiseksi tulevaisuudessa. Hankkeessa selvitetään myös ihmisten suhtautumista ajoneuvoautomaatioon ja pyritään tunnistamaan keinoja lisäämään teknologian hyväksyttävyyttä.

⁴⁶ <https://forumvirium.fi/ensimmainen-fabulos-pilotti-kaynnistyi-helsingissa/>

⁴⁷ https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2020/09/23092020_2.html

⁴⁸ <https://www.eitdigital.eu/newsroom/news/article/lmad-operates-last-mile-autonomous-delivery-robot-at-aalto-campus-in-finland/>

⁴⁹ <https://l3pilot.eu/>

Kaikissa EU-maissa käynnissä olevista kokeiluista kootaan ajantasaista tietoa yhteiselle nettiportaalille osoitteessa <https://knowledge-base.connectedautomateddriving.eu/>.

9.7.2 CCAM Platform ja Partnership

CCAM Platform on komission pääosastojen (DG MOVE, DG GROW, DG RTD) yhdessä kokoon kutsuma yhteistyöfoorumi, joka aloitti toimintansa vuoden 2019 kesällä ja joka jatkaa työtään tois- taiseksi. Platformin ja sen työryhmien tavoitteena on tarjota Euroopan komissiolle neuvoja ja oh- jeita siitä, miten automaattiajamisen testaamista ja laajempaa käyttöä edeltäviä kokeiluja voitaisiin paremmin koordinoida ja edistää. Työryhmien työssä on keskitytty muiden muassa kehittämään rat- kaisuja testien tulosten näkyvyyden ja vertailtavuuden parantamiseksi sekä tunnistamaan keinoja testausmenetelmien ja -vaatimusten yhdenmukaistamiseksi.

Osana CCAM Platformin työtä laadittiin myös EU:n yhteinen kytkeytyneen ja automaattisen ajami- sen tutkimus- ja innovaatioagenda (SRIA). Tämä agenda tukee vahvasti komission suunnittelua ja päätöksiä automaattiajamisen aihealueisiin kohdennettavalla tutkimus- ja innovaatorahoitukselle osana vuosina 2021-2027 toteutettavaa Horizon Europe -puiteohjelmaa. Vuoden 2020 loppuun mennessä perustettavaksi suunnitellun CCAM Partnership -yhdistyksen päätehtävä on jatkaa tämän agendan päivittämistä ja sitä kautta komission tutkimus- ja innovaatorahoituksen kohdentamista automaattiajamiselle keskeisiin aiheisiin. Se on yksi merkittävä vaikuttamiskanava kokeilurahoituk- sen kohdentumiseen.

Suomi osallistuu CCAM –yhteistyöhön varsin kattavasti.

9.7.3 Testaamisen sääntely ja muutostarpeet

Yleisessä liikenteessä testaamisen nykytila

Voimassa oleva ajoneuvolaki (1090/2002)⁵⁰ mahdollistaa ajoneuvon väliaikaisen käytön koenumero- todistuksella. Laissa on mahdollistettu tyyppihyvaksymättömien ajoneuvojen testaaminen koenu- merotodistuksella. Koenumerotodistus tarvitaan myös silloin kuin ajoneuvo on rekisteröity liiken- neasioiden rekisteriin, mutta siihen on lisätty uuden teknologian mukaisia ajoneuvojärjestelmiä, jotka eivät vielä ole tyyppihyväksytyjä.

Testaamisessa käytettäviä ajoneuvoja ei rekisteröidä liikenneasioiden rekisteriin, jolloin esimerkiksi niiden teknisiä tietoja ei ole saatavilla. Tällöin rekisterissä ei myöskään ole tietoa ajoneuvon käyttö- tarkoituksesta, mikä vaaditaan silloin, kuin ajoneuvoa käytetään luvanvaraiseen liikenteeseen.

Automaattiajamisen testaaminen ei ole pelkästään ajoneuvojen teknisen toimivuuden selvittämistä. Testaamisessa voidaan tutkia myös automaattiajamisen soveltuvuutta osana julkista liikennettä tai muuta liiketoimintaa. Automaattiajamisen testaaminen ei yleensä ole vastikkeellista toimintaa. Tes- teissä voidaan kuljettaa henkilöitä, mutta kuljetustoiminnasta ei peritä vastikkeita. Toiminta ei täl- löin ole luvanvaraista. Tilanne on toinen, jos kokeilu on osa julkista liikennettä ja kun kokeilun yh- tenä osana on tutkia automaattiajamisen soveltuvuutta luvanvaraisessa liikenteessä ja kuljettami- sesta peritään vastiketta. Tällöin toiminta on luvanvaraista ja ajoneuvo pitää nykytilanteessa mer- kitä liikenneasioiden rekisteriin luvanvaraiseksi ajoneuvon käyttötarkoituksen osalta.

⁵⁰ Uutta ajoneuvolakia koskeva HE on annettu eduskunnan käsiteltäväksi HE 177/2020 vp.

Testaamisen edellytyksenä on, että ajoneuvolla on kuljettaja, joko ajoneuvon sisällä tai sen ulkopuolella. Kuljettajalla tulee olla testattavan ajoneuvon luokkaa vastaava ajo-oikeus.

Automaattiajamisen testaamisen sääntelyn muutostarpeet

Koenumerotodistuksen käyttöön automaattiajamisen testaamiseen liittyen on tunnistettu sääntelyn muutostarpeita. Automaattiajamisen testaamiseen annettavan koenumerotodistuksen perusteita ja vaatimuksia tulisi myös tarkentaa. Tavoitetilanne on, että korkean automaatiotason kokeiluja pitäisi mahdollistaa yleisessä liikenteessä eri ympäristöissä ja myös osana vastikkeellista julkista liikennettä.

Ajoneuvolaissa on tarkat vaatimukset ajoneuvojen turvallisuudesta. Kehitysvaiheessa olevat automaattiajoneuvot eivät välttämättä täytä kaikkia lain edellytyksiä, ja onkin tarpeellista lisätä lakiin poikkeus, joka mahdollistaisi myös tällaisten automaattiajoneuvojen kokeilut.

Koenumeroluvan saamiseen vaadittavia ajoneuvoteknisiä vaatimuksia tulee tarkentaa. Samalla tulee myös huomioida, että lupaan voidaan sisällyttää käyttöön liittyviä ehtoja.

Kuten aiemmin todettiin, on laissa liikenteen palveluista säädetty vaatimus merkitä ajoneuvo rekisteriin luvanvaraiseksi. Vaikka testaamista suorittavalla yrityksellä olisi laissa vaadittu liikennelupa, ei rekisterimerkintää ajoneuvon käyttötarkoituksen luvanvaraisuudesta voi tehdä, koska kokeiluissa käytettäviä ajoneuvoja ei voida rekisteröidä, koska niillä ei ole ajoneuvojen rekisteröintiin tarvittavaa tyyppihyväksyntää. Tämän vuoksi laissa liikenteen palveluista säädettyä vaatimusta käyttötarkoituksen merkitsemisestä ei pitäisi vaatia automaattiajamisen testaamiseen käytettäviltä ajoneuvoilta.

Voimassa olevassa ajoneuvolaissa ei ole vaatimusta siitä, että koenumerotodistuksen haltijan olisi raportoitava testien kulusta viranomaisille. Vaatimus raportoinnin pakollisuudesta kannustaisi vastuulliseen testaamiseen ja edistäisi laajempaa tietoisuutta automaattiajamisen kehityksestä. Raportointivelvollisuus pitäisi ulottaa myös kaikkiin testeihin liittyviin muutoksiin kuten esimerkiksi testattavan ajoneuvon teknisiin ominaisuuksiin tai ohjelmistoihin tehtyihin muutoksiin.

Yleensä testattavan laitteen ajoneuvoluokka on selvillä ja ajoneuvon voi selvästi käyttää koekilvillä. Tilanne on kuitenkin erilainen, jos ajoneuvo ei kuulu mihinkään laissa säädettyyn ajoneuvoluokkaan. Tällöin koenumerokilpiä ei voida myöntää.

Ajoneuvolaissa on säädetty poikkeuksia ajoneuvojen rekisteröintivelvollisuudesta. Esimerkiksi tienpitoon rakennettua tai varustettua moottorityökonetta ei tarvitse rekisteröidä. Tällaisten automaattisten työkoneiden testaaminen on siis mahdollista ilman rekisteröintiä tai koenumerokilpiä.

Automaattiset tavarankuljettimet sen sijaan eivät voi olla työkoneita, joten niiden testaaminen julkisessa liikenteessä ei vielä ole mahdollista koekilvillä eikä niiden rekisteröintivelvollisuudesta ole säädetty poikkeusta.

Automaattisten tavarankuljettimien testaamiselle on kuitenkin tarve, ja siksi ajoneuvolakiin tulisi lisätä niiden kohdalle poikkeus rekisteröintivelvollisuudesta. Samassa yhteydessä pitäisi ratkaista myös niiden ajoneuvoluokitus, mahdollinen vaatimus kuljettajasta sekä laitteiden käyttöalue.

Etäohjaamisen osalta (kuljettaja ajoneuvon ulkopuolella, tyypillisesti etävalvomossa) tavoitetila on, että yksi etäohjaaja voisi jatkossa vastata useamman ajoneuvon kuljettamisesta tilanteessa, jossa ajoneuvot liikkuvat pääosin automaattisesti, mutta pyytävät ongelmatilanteissa ohjeita ja ohjausta valvomosta. Nykyinen kuljettajakoulutus ei tällaisessa tilanteessa välttämättä ole riittävä vaatimus etäohjaajalle, vaan on tarkemmin mietittävä millaisia vaatimuksia etäohjaajan toimintaa kohtaan tulisi asettaa.

10 Vesiliikenne

10.1 Yleiskatsaus vesiliikenteen automaation tilaan

Suomi on yksi edelläkävijöistä merenkulun automaatioissa, mutta vahvuuksien hyödyntämiseksi olisi tarpeen tehostaa kansallisen ja EU-rahoituksen hyödyntämistä tai jopa perustaa sellainen kansallinen vesiliikenteen kehittämisselitys, joka tukee kaksoissiirtymää digitalisaatioon ja automaatioon sekä päästöjen vähentämiseen eli digitalisaatiota, automaatiota ja kestävästä kehityksestä edistävien teknisten ratkaisujen ja tiedon hyödyntämistä edistävien toimintamallien käyttöönottoa, julkisia hankintoja ja ekosysteemejä, simulaattoreiden hankintaa ja käyttöä, pilotointia ja standardointia sekä yhtenäisten rajapintojen käyttöönottoa.

Merenkulussa automaatiota tukevia ratkaisuja on käytössä ja teknologinen kehitys on jo niin pitkällä, että se voi mahdollistaa varsin pitkälle menevän autonomisen merenkulun. Aluksilla on useita teknisiä apuvälineitä, jotka tukevat päätöksentekoa konesillalla (ARPA eli alusten automaattinen tutkaseuranta, ECDIS eli elektroninen merikartta, AIS, kallistuksen vakaus) Joillain varustamoilla on huollon etätuki aluksille maa-aseilla. Konehuoneet ovat pääsääntöisesti miehittämättömiä yöaikaan.

Merkittävimpiä merenkulun automaation ja tekoälyn sovellusalueita, joilla on jo ratkaisuja ja joita kehitetään voimakkaasti ovat algoritmit ja järjestelmät, joilla pyritään yhteentörmäyksen estämiseen, aluksen käsittelyyn, tilannekuvan luomiseen esimerkiksi konenäöllä ja sensorien kokoamien tietojen yhdistämisellä (sensor fusion). Tilannekuvaa luovan sovelluksen avulla saadaan tarkempi kuva aluksen asemasta ja liikkeistä satamissa ja meriväylien kapeikoissa sekä mahdollisista vaikeasti tunnistettavista kohteista ja piilossa olevista esteistä. Aluksen käsittelyä avustavat järjestelmät automatisoivat aluksen ohjailua esim. laituriiin saapuessa tai lähdettäessä. Pitkään merenkulussa hyödynnetyistä DP-järjestelmistä (dynamic positioning), joiden avulla alukset voivat määrittää sijainnin ja pitää alusta paikallaan täsmälleen halutussa paikassa, on kehitetty yhä älykkämpiä ja monipuolisempia järjestelmiä. Myös sensoriteknologia on kehittynyt.

Etäohjausratkaisuja ja kokonaan autonomisia ratkaisuja ei ole toistaiseksi käytössä Suomessa, vaikkakin täysmittakaavan kokeiluja on tehty Suomessa niin kuin muissakin edelläkävijämaissa, kuten Norjassa, Tanskassa, Japanissa, Kiinassa, Singaporessa, Hollannissa, Yhdysvalloissa ja Venäjällä. Suomi näkee että alukset voivat navigoida autonomisesti turvallisesti erityisolosuhteissa vähäliikenteeseen aikaan ja yksinkertaisella vakioreitillä ja yksinkertaisessa ympäristössä kuten avomerellä osan matkaa. Pääsääntöisesti tarvitaan kuitenkin vuorovaikutusta eVäylän, VTSn, etäohjauksen ja –luotsauksen kanssa.⁵¹

Eräissä maissa on myös suunnitelmia siirtyä joiltain osin autonomiseen liikenteeseen (esimerkiksi Japani, Etelä-Korea ja Venäjä). Japanissa syy tähän on merenkulun ammattilaisten nopea ikääntyminen. Se näkee kehityksen kulkevan kahdessa vaiheessa eli että kauppa-aluksen osalta toteutetaan osittainen tai vaiheittainen automaatio ja etäohjausteknologiat osana toimintoja tai tehtäviä avusta-

⁵¹ MSC 102/INF.17 Strategic themes in MASS perspective

massa miehistöä kannella ennen kokonaan miehittämätöntä alusta. Verrattain pienille aluksille lyhyillä vakioireiteillä ja rajatuissa oloissa puolestaan toteutettaisiin välitön automaatio kaikkiin tehtäviin.⁵²

Yleistä hyväksyntää ja lainsäädäntöä pitkälle menevää autonomiaa hyödyntäville sovelluksille ei vielä ole, suorituskykystandardit puuttuvat eikä ratkaisuja ole vielä todennettu kaikilta osin turvallisiksi. Myös alusteknologian standardoinnissa on puutteita, vaikka erityisesti suuret yritykset hakevat yhteisymmärrystä standardoinnista ja standardointityötä tehdään kansainvälisissä järjestöissä.

Myös ympäristön osalta tekninen kehitys etenee haastavien ilmastotavoitteiden myötä. Aluksi biopolttoaineita ja myöhemmin synteettisiä polttoaineita sekoitetaan nykyisten polttoaineiden joukkoon, maasähkö otetaan laajemmin käyttöön ja teknisiä parannuksia tehdään aluksille. Tämän jälkeen tulevat uudet käyttövoimaratkaisut, kuten vety, aurinkovoima, tuulivoima ja sähkö. Polttoainevalintaa ja teknisiä energiatehokkuustoimenpiteitä täydentävät aluksen nopeuden laskeminen, joka voi vähentää paljonkin polttoaineen kulutusta. Myös satamakäyntien tehostamisella vaikutetaan päästöjä vähentävästi. Koska automaatioteknologia yhdistettynä tietojen tehokkaampaan hyödyntämiseen tuo tehokkuuden kautta myös hyötyjä päästöjen vähentämisen kautta, liiketoimintamalleja voisi löytyä yhdistämällä digitalisaatio, automaatio ja päästöjen vähentäminen, josta esimerkkinä voisi olla nollapäästöinen, hiilineutraali ja etäohjattu/autonominen alus. Laivanrakennukseen ollaan kehittämässä myös uusia materiaaleja esim. kuituvahvistettuja muovikomposiitteja ja erilaisia alumiiniseoksia.

Aluksilla, erityisesti suurilla kauppa-aluksilla, on pitkä elinkaari. Hankinnat ovat hintavia eikä liiketoimintamalleja vielä ole. Siksi sekaliikenteen järjestäminen on haasteena vielä pitkän aikaa. Autonomia kehittyy hitaasti vaiheittain, ensin lyhyille matkoille, vakioireiteille ja ympäristöihin, joilla tiedon siirto on helppo järjestää. Se kehittyy todennäköisesti ensin lähimerenkulkuun ja sisävesille, mikäli löytyy kannattavia liiketoimintamalleja tai julkisin hankinnoin tilataan autonomiaa hyödyntäviä julkisia palveluja. Autonomiaa aletaan käyttää vasta myöhemmin pidemmällä, kansainvälisillä reiteillä esimerkiksi kansainvälisen lainsäädännön muutosten hitaudesta johtuen.

Alusten automaatiotasoa voidaan nostaa alustyyppistä riippumatta. Kustannus-hyöty-analyysit ovat tässä yhteydessä kuitenkin tarpeen sopivan tason määrittämiseksi kullekin eri alustyyppille ja liiketoimintamallille. Alusten automaatiotason kehitys saattaa luoda uusia merenkulun turvallisuusuhkia, mikä on huomioitava alusten turvallisuusvaatimuksissa.

10.1.1 Suomen asema kansainvälisessä kehityksessä

Suomen lähtökohdat menestyä vesiliikenteen automaation osalta ovat varsin hyvät:

- Suomen meriteollisuus on yksi edelläkävijöitä merenkulun automaatiossa ja ICT-toimiala puolestaan on edelläkävijä esimerkiksi 5G:n, tekoälyn ja sensorifuusion osalta.
- Suomessa on kansainvälistä osaamista ja liiketoimintamahdollisuuksia erityisesti digitaalisen aluksen, digitaalisen sataman, talvimerenkulun automaation ja lähimerenkulun osalta. Suomi on edelläkävijä automaattisen kanavasulkuteknologian osalta. Lisäksi osaamista on myös ympäristötoimialalta.

⁵² MSC 102/5/27 Japan's perspective on further work after completion of the RSE

- DIMECC (Digital, Internet, Materials & Engineering Co-Creation) Oy:n vetämä Suomen OneSea –ekosysteemi yhdistys kokoaa yhteen meriteollisuuden ja tietotekniikan yrityksiä 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. VTT:llä on lisäksi käytössä tutkimussimulaattori, jota voitaisiin hyödyntää osaltaan suorituskyvyn kriteerien testaukseen ja sovellusten ja tuotteiden verifiointiin. Satakunnan ammattikorkeakoulussa (SAMK) on puolestaan käytössä tutkimussimulaattori. Myös joillain yrityksillä on käytössä simulaattoreita omien tuotteidensa testaukseen ja käytön koulutukseen.
- 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 Traffic Management Finland, johon VTS Finland kuuluu, välittää avointa dataa liikennepalvelulain perusteella avoimesti. Liikenteen ohjauksen lainsäädäntö ja uusi organisointi tukevat automaatiota edistämällä tiedon jakamista ja mahdollistamalla alusliikennepalveluille VTS:lle uuden roolin.
- Suomessa on maailman ensimmäinen testausalue Jaakonmerellä, joka on avoin kaikille.
- Suomi on ollut aloitteellinen IMO:ssa ja EU:ssa automaation edistämiseksi esimerkiksi tarvittavan lainsäädännön viitekehityksen, koalueohjeistusten sekä teknologisesti kehittyneiden ratkaisujen aikaansaamiseksi.

10.2 Sääntely

10.2.1 Tarve sääntelyn viitekehitykselle

On tarpeen luoda etenevän automaation tueksi lainsäädännön viitekehitys ja tekoälyn etiikan viitekehitys, jotta nämä kysymykset tulevat ratkaistua kokonaisvaltaisesti. Tässä luvussa on tarkastelu seuraavia viitekehitykseen sisältyviä kysymyksiä:

- Kansainvälinen lainsäädäntö (erityisesti kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO), alueellinen EU-lainsäädäntö ja kansallinen lainsäädäntö
- Merenkulun tekoälyn viitekehitys ja sen soveltaminen huomioiden tekoälyjärjestelmien päätöksenteon läpinäkyvyys: selitettävyys ja jäljitettävyys
- Määritelmät ja automaatiotasot sekä toiminnot, uudet ja vanhat toimijat ja näitä koskevat vastuut
- Yhtenäisten suorituskykykriteerien asettaminen tavoitepohjaiselle lainsäädännölle
- Kolmannen osapuolen validointi ja sertifiointi, yritysten itsesääntely ja turvallisuuskulttuuri, viranomaishyväksyntä ja valvonta sekä riskien hallinta

Liikenne- ja viestintäministeriö teetti viitekehityksen tueksi selvityksen, jonka toteutti Centrum Balticum. Selvityksessä kuvattiin merenkulkua koskevan lainsäädännön moninaisuutta kansainvälisen, EU:n, Pohjoismaisen merilain ja Suomen kansallisen lainsäädännön näkökulmasta ja toisaalta lainkäyttövaltaa koskevien sääntöjen, teknisen sääntelyn ja standardien, yksityisoikeudellisten kysymysten ja muun sääntelyn näkökulmasta:

	<i>Lainkäyttövaltaa koskevat säännöt (kohdistuvat valtioihin)</i>	<i>Tekninen sääntely ja standardit (kohdistuvat lippuvaltioihin)</i>	<i>Yksityisoikeudelliset kysymykset (kohdistuvat laivaisäntiin ja kaupallisiin yhteistyökumppaneihin)</i>	<i>Muu sääntely (rikos-, sosiaali-, kaupp- ja julkisoikeus yms.)</i>
<i>Kansainvälinen (YK)</i>	UNCLOS			
<i>Kansainvälinen (IMO, ILO)</i>		SOLAS, MARPOL, STCW, COLREGS, MLC		
<i>Kansainvälinen (IMO, UNCITRAL, CMI, yms.)</i>			Esimerkiksi yksityisoikeudelliset sopimukset koskien vastuuta, rajoituksia, pidätystä, tavarankuljetusta, meripelastusta jne.	
<i>EU</i>		Aluksen turvallisuutta koskevat asetukset ja direktiivit Poikkeuksia koskevat rajoitukset	Tuotevastuuta koskevat säännöt, vakuutusvaatimukset Toimivaltaista lainkäyttövaltaa ja sovellettavaa lakia koskevat säännöt	Useat EU:n perustamissopimuksen ja lainsäädännön kattamat asiat
<i>Pohjoismaat</i>			Pohjoismaiset merilait, pohjoismaiset merivakuutusehdot	
<i>Suomen kansallinen lainsäädäntö</i>		Kansallinen täytäntöönpanolainsäädäntö, lippuvaltion hallinnon harkintavalta (Traficom)	Merilaki 674/1994, muut vastuuta, vakuutusta yms. koskevat lait	Koko lainsäädäntöä sovelletaan sen lipun alla purjehtiviin aluksiin

Merenkulkua koskevan sääntelyn tasot.⁵³

10.2.2 Määritelmät ja automaatiotasot sekä toiminnot, toimijat ja näitä koskevat vastuut

Määritelmät

Merenkulun automaatioon liittyvistä määritelmistä on keskusteltu IMO:ssa erityisesti sen turvallisuuskomiteassa 2019 Ranskan laatiman ja Suomen tukeman dokumentin⁵⁴ pohjalta, mutta päädyttiin siihen että määritelmiä voidaan käsitellä vasta IMO:n säädöskartoituksen yhteydessä. Dokumentissa suositellaan esimerkiksi älykäs laiva –termin käyttämistä kaikista aluksista, joilla on käytössään vaihtelevan tasoista automaatiota, termin autonominen alus käyttöä vain aluksesta, joka pystyy tekemään päätöksiä itsenäisesti sekä termin miehittämätön alus käytön välttämistä. Kansainvälinen standardisointijärjestö ISO⁵⁵ on tuottanut turvallisuuskomiteaan dokumentin, jossa ehdotetaan teollisuuden näkökulmasta seuraavia määritelmiä: automaatio, autonomia, autonominen laivajärjestelmä, etäohjauskeskus (RCC), maaohjauskeskus (RCC), miehittämätön (unattended) ja mie-

⁵³ Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments, 2020.

⁵⁴ MSC101/5/4 Proposal for terms to be avoided, recommended terms and draft of glossary

⁵⁵ MSC 102/5/18 ISO. Proposed terminology for MASS

hittämätön laiva (crewless ship). OneSea –ekosysteemi osallistui määrittelyjen laatimiseen. Kumpikaan ehdotus ei sisällä määritelmää liittyen etäluotsaukseen tai liikenteen ohjaukseen. Näiden sisältöä ja kehittämistarpeita on tarkasteltu tässä selvityksessä omissa luvuissaan.

Merenkulun automaation osalta ei ole olemassa yhtä, kaikkien hyväksymää automaatiotasojen määrittelyä, vaan jäsenyyksiä on laadittu erikseen esimerkiksi lainsäädännön ja liiketoiminnan tarkoituksiin. Tämä on jatkossakin hyvä lähtökohta. Luokituksia voidaan tarkastella seuraavista näkökulmista:

- Miehistö: 1. täysi miehistö, 2. miehistön määrää rajattu, 3. ajoittain miehittämätön koneilta/konehuone, 4. täysin miehittämätön alus
- Ihmisen suorittama navigointi ja/tai huolto tapahtuvat 1. alukselta tai 2. aluksen ulkopuolelta (etäoperointi).
- Automaatio ihmisen päätöksenteon tukena, ihmisellä mahdollisuus päättää ottaa kontrolli koneelta (valvottu autonomia), kone siirtää kontrollin ihmiselle tietyissä määritellyissä olosuhteissa (rajattu autonomia), koneella täysi autonomia, jolloin ihmisellä ei ole mahdollisuutta ottaa kontrollia (täysi autonomia). On tarpeen säätää siitä, milloin autonominen järjestelmä voi navigoida itsenäisesti ilman ihmisen valvontaa.
- Aluksen tyyppi, koko ja käyttötarkoitus: Esimerkiksi autonomisen maantielautan ja hinaajan riskit ovat todennäköisesti pienemmät kuin autonomisen, öljyä kuljettavan tankkerin. Henkilöliikenne on rahtiliikennettä haasteellisempi automatisoida lainsäädännön näkökulmasta.
- Minkä tasoista teknologiaa aluksella on käytössä erityisesti navigointiin ja tilannekuvaan sekä propulsioteknologioihin liittyen? (Mm. tekoäly, koneäly, sensorit, tutkateknologia, propulsioteknologia. Lainsäädännön näkökulmasta minimivaatimukset esimerkiksi konenäön toiminnalle, jotta siihen voi luottaa).
- Liiketoimintamallit (Liiketoimintamalli voi perustua esimerkiksi siihen, että aluksella tarvitaan vähemmän tai yksinkertaisempia tiloja ja palveluita. Lainsäädännön näkökulmastakin tarvitaan tietoa kehittyvistä, realistisista liiketoimintamalleista.
- Automaatiotasot tulevat myös vaihtelemaan aluksen matkan eri vaiheissa ja poikkeustilanteissa. Tämä vastaa myös nykyisiä käytäntöjä, joissa aluksen satamaohjaus (manööveeraus) hoidetaan manuaalisesti ja navigointiosuudet aluksen eri automaatiotasoja hyödyntäen. Millaisessa toiminnallisessa ympäristössä (avomeri, rannikko, satama, liikenteen vilkkaus, sekaliikenne) alus kulloinkin toimii ja millaiset minimivaatimukset siellä tarvitaan tiedolle, digitaaliseen infrastruktuurille ja fyysiselle infrastruktuurille?
- Minkä tahon vastuulla olevalla alueella operointi tapahtuu? Esimerkiksi sisävesillä ja rannikkovaltion alueella on vain yksi vastuutaho ja kansallisen lainsäädännön rooli on suurempi.
- Lainsäädäntöön vaikuttaa myös se, onko kyseessä kokeilu vai liiketoiminta/palvelu.

IMO:n säädösteiden kartoitukseen käytetty autonomian tasojen luokittelu perustuu toisaalta siihen, onko kannella miehistöä ja toisaalta siihen, tapahtuuko aluksen ohjaus kannelta, etänä vai kokonaan autonomisen järjestelmän toimesta. IMO:n automaatiotasojen luokittelu ei tue riittävästi sääntelyn kehittämistä. Lainsäädännön näkökulmasta luokituksen tulisi tukea esimerkiksi vaatimuksia minimimiehitykselle, navigaatiotoiminnolle, tiedon jakamiselle ja teknisiksi standardeiksi. Siksi on tarpeen tarkastella myös muita edellä mainittuja ulottuvuuksia.⁵⁶

⁵⁶ Näitä ulottuvuuksia on kuvattu esimerkiksi seuraavissa tutkimuksissa ja selvityksissä:

- IMO:n automaation esteiden säädöskartoituksen automaatiotasoluokittelu;

Automaation tasot ja tarkasteltavat tekijät

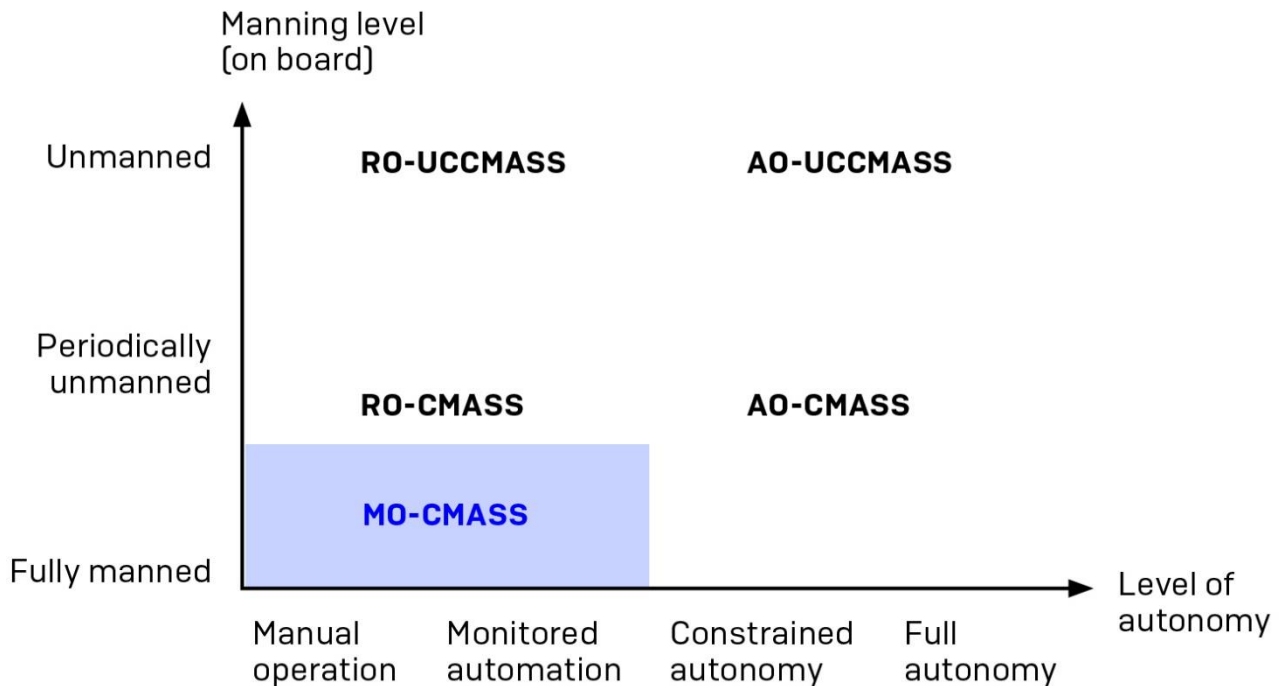
TASOT	VASTUUN JAKO	
1 Automatisoiduilla prosesseilla ja päätöksenteon tuella varustettu laiva	<ul style="list-style-type: none"> Miehistö laivalla hoitamassa järjestelmiä ja toimintoja. Osin automaattiset toiminnot, miehistö valmiina ottamaan kontrollin. 	<ul style="list-style-type: none"> Toiminnallinen ympäristö ja poikkeustilanteet: minimivaatimukset tiedolle, digitaaliselle ja fyysiselle infraalle Päätöksenteon tuki, valvottu, rajattu, täys-autonomia – Miten kontrolli siirtyy? Teknologia ja liiketoimintamallit Kokeilu, liiketoiminta, palvelu Aluksen tyyppi, koko, käyttötarkoitus
2 Maista käsin etäohjattu miehitetty alus	<ul style="list-style-type: none"> Alusta valvotaan ja ohjataan maista käsin. Miehistö kannella valmiudessa ottamaan kontrollin. 	
3 Etäohjattu alus ilman miehistöä	<ul style="list-style-type: none"> Alusta valvotaan ja ohjataan maista käsin. Kannella ei ole miehistöä. 	
4 Täysin autonominen alus	<ul style="list-style-type: none"> Aluksen järjestelmä pystyy tekemään päätöksiä itsenäisesti. 	

19.10.2020

14

LVA

-
- 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.
 - Henrik Ringbom (2019) Regulating Autonomous Ships – Concepts, Challenges and Precedents, Ocean Development & International Law, 50:2-3;
 - Meriliikenteen automaation kehitys. Merenkulun automaation ja digitalisaation tutkimusohjelma, Traficom julkaisu 122/2019;
 - Oskar Levander Kongsberg Maritime. Tulevaisuuden laivat: Autonomiset laivat -koulutusaineisto. 2019
 - Automaatiosuunnitelman laatimisen sidosryhmäkeskustelut OneSea-ekosysteemin ja teknologiatoimittajien kanssa keväällä 2020;
 - Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments (Draft). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020.



57

Yllä oleva kuva havainnollistaa sitä, että on relevanteinta tarkastella sitä, tekeekö päätöksen kone vai ihminen, sillä autonomian taso voi vaihdella matkan aikana. Suurimmat haasteet lainsäädännölle tuo siirtyminen autonomisen järjestelmän päätöksentekoon. Siksi tiukkojen vaatimusten asettamisesta automaatiotasojen määrittelylle ei ole hyödyllistä.

Toiminnot, toimijat ja vastuut

Alusta on perinteisesti tarkasteltu kokonaisuutena esimerkiksi suunnittelun aikana. Autonomisen aluksen suunnittelu ja toiminta ovat kuitenkin monimutkaisia. Siksi automaatiota tulisi tarkastella tehtävien ja järjestelmän toimintojen tasolla siten että tähän sisältyy ihmisen ja koneen vuorovaikutusta tukevien määritelmien ja mallien tarkastelu. Tämä lähtökohta sopisi paremmin määrittelemään autonomisen järjestelmän ja operaattoreiden rooleista ja vastuista toimintojen suorittamisessa.⁵⁸

Toimintojen tasolla on tarpeen tarkastella sitä mitä toimintoja tai niiden osatoimintoja voidaan hoitaa joko osittain tai kokonaan autonomisilla järjestelmillä kuten algoritmeilla ja sensoreilla tai näitä yhdistämällä. On myös tarpeen tarkastella, mitä näihin toimintoihin liittyvät tehtävät ja vastuut järjestetään. Esimerkkejä toiminnoista ovat etähallinta ja valvonta, viestintä, tähystys, navigointi ja manöveeraus, paloturvallisuudesta huolehtiminen ja lastin käsittely.

Liikenteen automaation eteneminen tuo tullessaan uusia toimijoita kuten etäohjauskeskukset ja voi muuttaa olemassa olevien toimijoiden kuten luotsauslaitoksen tai aluspalvelujen rooleja ja vastuuta. Digitalisaatio mahdollistaa uudella tavalla resurssien kustannustehokkaan hyödyntämisen ja yhteistyön. Näitä muutostarpeita on tarkasteltu Suomen toimintaympäristön näkökulmasta luvussa Toimi-

⁵⁷ Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots and Commercial Deployments. Henrik Ringbom et al. Liikenne- ja viestintäministerön julkaisuja, 2020.

⁵⁸ SAFEMASS Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Summary. EMSA. 2020.

joiden muuttuvat roolit ja vastuut. Myös kansainvälinen keskustelu yhtenäisten, laadukkaiden ja ennakoitavien toimintatapojen saavuttamiseksi on tarpeen. Esimerkiksi VTS:n osalta tätä keskustelua käydään sekä IMO:ssa että EU:ssa korostaen kansainvälisen määritelmän tarpeellisuutta.

Merenkulkijoiden näkökulmasta on oleellista, että tehtävät muuttuisivat automaation myötä entistä turvallisemmiksi ja mielekkäämmiksi sekä mahdollistaisivat lepoajat entistä paremmin.

10.2.3 *UNCLOS*

YK:n merioikeusyleissopimus (UNCLOS, SopS 50/1996) sisältää eräitä määräyksiä, jotka on hyvä huomioida automaatiotyössä, vaikkakaan yleissopimus ei kuulu IMO:n toimivaltaan. Merioikeusyleissopimus on kuitenkin vahvasti liitännäinen IMO:n yleissopimukseen, sillä merioikeusyleissopimuksessa toistuvasti viitataan toimivaltaiseen kansainväliseen organisaatioon ja sen puitteissa laadittuun sääntelyyn merioikeusyleissopimusta tarkentavana merioikeusyleissopimusta pidetään yleisesti ”merten perustuslakina” ja se on yleisesti tunnustettu puitesopimukseksi, jonka artiklat tarkentavat muiden aihepesifien kansainvälisten sopimusten kautta. Merioikeusyleissopimuksessa tehtävät viittaukset ”toimivaltaiseen kansainväliseen organisaatioon” tai ”soveltuviin kansainvälisiin säännöstöihin ja standardeihin” luovat merioikeusyleissopimuksen osapuolille velvollisuuden soveltaa ja saattaa voimaan myös IMO:n säännöstöjä ja standardeja.

Erityisesti merioikeusyleissopimuksen 94(3) artiklan mukaan lippuvaltion tulee varmistaa kaikin tarpeellisin toimin turvallisuus merellä. Nämä toimet koskevat mm. aluksen navigointia, merikelpoisuutta, miehitystä sekä aluksen rakennetta ja varusteita. Artiklan seuraava kohta 94(4) tarkentaa miehitystä koskevaa vaatimusta siten, että kyseisillä toimilla tulee muun muassa varmistaa, että jokainen alus on sellaisen päällikön ja päällystön valvonnassa, jolla on asianmukainen pätevyys varsinkin merimiestäidoissa, merenkulussa, viestiyhteyksien hoidossa ja koneenkäytössä ja että miehistön pätevyys ja lukumäärä vastaavat aluksen tyyppiä, kokoa, koneita ja varusteita.

Merioikeusyleissopimus ei sanamuotonsa puolesta suoraan estä automaatiota vaan sen voi tulkita hyväksyvän tässä mielessä uusien teknologioiden hyödyntämisen, jos kansainväliset säännöt ja standardit (erityisesti IMO) niitä tukevat.⁵⁹ Yleissopimuksen 94(5) artiklan mukaan ryhtyessään 3 ja 4 kappaleen edellyttämiin toimiin jokaisen valtion tulee noudattaa yleisesti hyväksytyjä kansainvälisiä määräyksiä, menettelyjä ja käytäntöä sekä kaikin tarvittavin tavoin varmistaa, että ne otetaan huomioon.

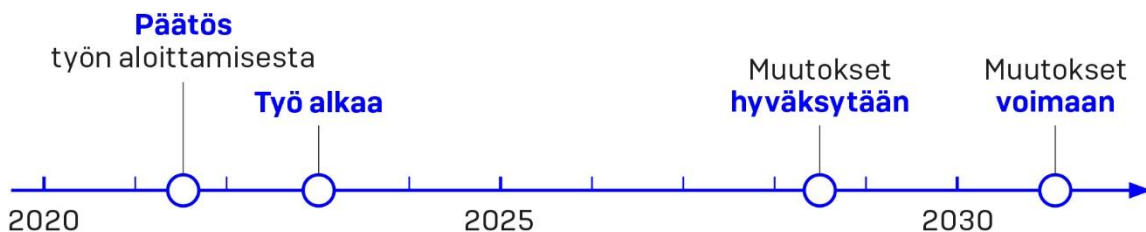
10.2.4 *IMO-sääntely*

IMO:n meriturvallisuuskomitea (Marine Safety Committee, MSC), oikeudellinen komitea (Legal Committee, LEG) ja merenkulun sujuvoittamiskomitea (Facilitation Committee, FAL) ovat laatineet sopimuksia koskevan kartoituksen automaation esteistä. Tuloksia ei ole voitu komiteoissa käsitellä covid-19-pandemian vuoksi aiheutuneista vaikutuksista IMO:n työhön. Kartoitus saatettaneen loppuun vuoden 2021 komiteoissa. Vastaavaa kartoitusta ei ole meriympäristönsuojelukomiteassa (Marine Environment Protection Committee, MEPC) aloitettu, eikä sitä tällä hetkellä ole komitean työohjelmassa.

⁵⁹ Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments (Draft). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020

Säädöskartoituksen tarkoituksena oli selvittää voimassaolevan sääntelyn puutteet ja mahdolliset automaation esteet eri automaatiotasolla. Useita sääntelyn aukkoja on tunnistettu ja säädöskartoituksen tarkoituksena oli löytää ratkaisu siihen, tuleeko sääntelyä näiden aukkojen johdosta muuttaa vai voidaananko aukot korjata esimerkiksi tulkinnalla. Tarkoituksena ei ollut vielä tässä vaiheessa ratkaista sitä, millaista uutta sääntelyä näiden havaittujen aukkojen osalta tarvitaan. Myös IMO:n toimivaltaan kuulumattomat instrumentit ovat relevantteja, eritoten ILO:n alainen merityötä koskeva yleissopimus sekä YK:n alainen merioikeus-yleissopimus (UNCLOS).

Vaikka säädöskartoituksen käsittely on kesken IMO:ssa, on syytä muodostaa kanta siihen, miten tulisi edetä havaittujen esteiden ja aukkojen suhteen ja edetä ripeästi tulosten käsittelyn jälkeen, sillä tarpeellisten muutosten tekeminen on aikaa vievää kansainvälisessä päätöksenteossa. Alla on kuvattu alustava aika-arvio muutosten valmistelemiseksi, hyväksymiseksi ja voimaansaattamiseksi eräiden keskeisten IMO-sopimusten osalta. Se perustuu arvioihin IMO-instrumenttien muutostyöhön keskimääräisesti kuluva ajasta. Arvion taustalla on erityisesti käytetty COLREGs-yleissopimuksen muutosprosessia sekä kokonaan uuden instrumentin kehittämistyöhön kuluva aikaa. COLREGs-muutokset koskien esimerkiksi tähytystä (sääntö 5) ja törmäyksen estämistä (sääntö 8) voisivat todennäköisesti tulla voimaan vasta 2032. SOLAS-sopimuksen osalta kyseessä on esimerkiksi aluksen ja maatoimijoiden välisen vuorovaikutuksen, verkottumisen, turvallisen navigoinnin (nykyinen kappale 5) ja tilannekuvan mahdollistaminen, mikä mahdollisesti voitaisiin toteuttaa uudella luvulla sopimukseen. Myös muihin IMO:n toimivaltaan kuuluviin instrumentteihin on tehtävä muutoksia automaation mahdollistamiseksi. Esimerkiksi STCW-yleissopimuksen muutostyössä on tarpeen muokata vahdinpitoa koskevia määräyksiä. Muutostyön odotetaan alkavan vuonna 2022, ja muutokset saattaisivat tulla voimaan vuonna 2028. Kuitenkin nämä kaikki aikataulut ovat arvioita, ja ovat hyvin riippuvaisia useista asioista, kuten tämänhetkisestä globaalista tilanteesta.



Suomi on esittänyt⁶⁰ keskeisiksi lainsäädännön aukoiksi ja kehitettäviksi ylitason teemoiksi, jotka komiteoiden tulee ratkaista yhteistyössä IMO:ssa erityisesti seuraavia:

- teknologianeutraalin, tehokkaan ja luotettavan digitaalisen infrastruktuurin sekä verkottuneisuuden tarve
- hajautettu avoimiin ohjelmistorajapintoihin perustuva tiedonvaihtoarkkitehtuuri, joka mahdollistaa dokumenttien asemasta digitaalisen datan jakamisen, mikä puolestaan mahdollistaa tehokkaan datan hyödyntämisen aluksella, etäohjaus- ja luotsauskeskuksessa sekä aluspalveluissa.
- automaation kannalta välttämättömän ja uusien palvelujen ja tekoälyn kannalta tärkeän tiedon saatavuuden, laadun ja dynaamisuuden kehittäminen

⁶⁰ IMO FAL 44/INF.5 ja IMO MSC 102/INF.17) Strategic themes in MASS perspective.

- vastuiden ja tilivelvollisuuden sekä läpinäkyvyyden, erityisesti jäljitettävyyden kehittäminen silloin kun tekoäly toimii ihmisen puolesta.

10.2.5 Tekoälyn etiikka ja läpinäkyvyys

Keskeisin eettinen kysymys liittyy autonomisen navigoinnin turvallisuuden varmistamiseen. Siksi sääntelyssä tulisi keskittyä ensi sijassa varmistamaan, että laivoilla on riittävän navigointikyky ja tilannetietoisuus, jotta merenkulku olisi turvallista.

Läpinäkyvyyden osalta kauppamerenkulussa ovat keskeisiä erityisesti algoritmien selitettävyys sertifiointia suorittaville kolmansille osapuolille ja viranomaisille sekä jäljitettävyys onnettomuuden sattuessa. Läpinäkyvyys kansalaisille ei ole ainakaan vielä yhtä keskeistä, sillä autonomian kehittyminen tapahtunee ensin rahtialuksilla. On kuitenkin syytä viestiä siitä, ettei automaation kehitys ei tarkoita sitä, että aluksella ei olisi lainkaan miehistöä.

Yksi algoritmien etiikkaan liittyviä haasteita saattaa olla algoritmi, joka ei toimi lainsäädännön mukaisesti ja kuten on tarkoitettu. Toisaalta algoritmien hyödyntämisestä tai niiden kouluttamiseen käytetystä virheellisestä tai puutteellisesta tiedosta voi seurata erityisesti kauppamerenkulussa suuria inhimillisiä, taloudellisia ja ympäristön saastumista aiheuttavia vakavia seuraamuksia. Tähän haasteeseen vastaamiseksi voidaan käyttää useita keinoja kuten lainsäädäntöä, kokeiluja ja julkisissa hankkeissa koottuja tietoaaineistoja, joita voitaisiin käyttää myös suorituskriteerien määrittelyyn. Tähän haasteeseen vastataan toisaalta kokeiluilla, toisaalta tähän liittyy lainsäädäntötarpeita. Onnettomuustilanteessa vastuu saattaa hämärtyä, mutta tähän voidaan vastata lainsäädännöllä.

Koneoppimiskomponentteja sisältävien autonomisten navigointijärjestelmien toiminnan varmistamisen tulisi perustua kehitysprosessistandardien, tilastollisten mallien ja algoritmien testiyhdistelmään, jossa käytetään tallennettuja anturitietoja, vaikeiden navigointiskenaarioiden testaamiseen keskittyviä järjestelmäsimulaatioita sekä kenttäkokeita.⁶¹ Virtuaalimallinnusten kehittäminen on toimiva keino lisätä läpinäkyvyyttä.

Teollisuus painottaa erityisesti metodien verifioinnin roolia jäljitettävyyden mahdollistamisessa. Sekä IMO:ssa että EU:ssa painotetaan kokeilujen tulosten jakamista viranomaisille ohjeistuksilla. IMO:ssa on ollut esillä tulosten jakaminen järjestön GISIS-järjestelmän kautta.

10.2.6 Aluksen päällikkö

Päällikkökysymys on kaikkia komiteoita läpileikkaava kysymys, joka komiteoiden on ratkaistava yhteistyössä. Lisäksi on huomattava, että päällikkökysymys ei rajoitu pelkästään IMO:n toimivaltaan, vaan on huomioitava myös muu kansainvälinen sääntely sekä vakiintuneisiin sopimuksiin perustuvat yksityisoikeudelliset velvoitteet. Päällikön rooli ja vastuut ovat kehittyneet vuosisatojen aikana, joten sitä on muovannut joukko kirjoittamattomia sääntöjä.

⁶¹ Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments (Draft). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020.

Selkeimmiksi haasteiksi säädöskartoituksessa on nostettu se, mitä päälliköllä tarkoitetaan ja kenellä voi olla päällikön oikeudet ja velvollisuudet. Toinen olennainen kysymys on, voiko etäohjaajan katsoa olevan päällikkö ja voiko hänellä siten olla samat oikeudet ja velvollisuudet. Etäohjaajaa ja hänen terveydentilaansa koskevat vaatimukset on tarpeen määritellä samoin kuin muukin lisäsääntely, mitä etäohjaus tulee vaatimaan (mm. toimintoja, suunnittelua, sähkömagneettista yhteensopivuutta, näkyvyyttä, miehitystä, koulutusta ja tiedonvälitystä koskevat vaatimukset).

10.2.7 Miehistöä vaativat toiminnot tai toimenpiteet

Sopimukset sisältävät myös vaatimuksia sille, että tietyissä tilanteissa aluksella on oltava vastuullinen henkilö, ”responsible person” eli henkilö, jonka vastuulle kuuluu esimerkiksi lastinkäsittely ja -valvonta tai paloturvallisuudesta huolehtiminen. Miehittämättömien alusten osalta on arvioitava milloin kyseiselle henkilölle tarvetta sekä määriteltävä, kuka tällainen vastuuhenkilö on. Voi olla, että aluksella tarvitaan jatkossakin kyseinen henkilö, vaikka muutoin alus kykenisi toimimaan täysin autonomisesti.

Useat sopimuksen kohdat sisältävät vaatimuksia siitä, että miehistön on tehtävä tiettyjä toimenpiteitä aluksella manuaalisesti, kuten tietyt huollot matkan aikana tai hälytyksiä koskevat vaatimukset. Tällaisten vaatimusten tarpeellisuus on käytävä läpi automaattisia aluksia ajatellen. Säädöstasoisina tällaiset vaatimukset voivat estää täysin miehittämättömät alukset. Pitää myös huomioida, kuinka huoltovaatimukset täytetään MASS:ssa, jos miehistöä ei ole.

Useissa arvioissa nostettiin myös esille kysymys miehittämättömistä matkustajakuljetuksista. Hätä- ja evakuointitilanteissa on tarvetta miehistölle, joten on pohdittava ovatko matkustajakuljetukset miehittämättömillä aluksilla mahdollisia. Myös ihmisten etsintä- ja pelastustoimet tulevat harkittaviksi. Riskit voivat toisaalta myös vähetä, kun aluksella ei ole ihmisiä.

10.2.8 Todistuskirjat ja muut dokumentit aluksella

Useimmat sopimukset sisältävät vaatimuksen, jonka mukaan todistuskirjojen on oltava aluksella (on board). Tämän vaatimuksen on katsottu edellyttävän yhteistä tulkintaa siitä, että on board –vaatimus on toteutettavissa myös digitaalisesti. Sopimusten muuttamista ei tässä yhteydessä voi kannattaa, sillä vaikutukset olisivat huomattavat oikeudellisen komitean puolella, jonka alaisissa sopimuksissa on vaatimus siitä, että vakuutustodistuksen on oltava aluksella. Tämä vaatimus on myös sellainen, joka koskee useampia komiteoita.

10.2.9 MSC-komitean alaisia sopimuksia koskevat havainnot

Monessa sopimuksessa, eritoten COLREGs-yleissopimuksessa (vuonna 1972 tehty kansainvälinen yleissopimus säännöistä yhteen törmäämisen ehkäisemiseksi merellä, SopS 30/1977) on käytetty hyvin ihmislähtöistä kieltä, kuten ”hyvä merimiestaito” ja tähystys näkö- ja kuuloaistein. Näiden termien osalta on harkittava tarkkaan, kuinka ne ovat sovellettavissa korkeamman autonomiatason aluksiin tai määriteltävä ne eri tavoin. Toinen COLREGs-yleissopimuksessa selkeästi esille nouseva kysymys on alusten valo- ja äänimerkit eli se, miten MASS-alus tulkitsee muiden alusten valo- ja äänimerkit ja millaiset valomerkit MASS-aluksella tulisi olla. MASS:n erillisten valomerkkien tarve riippuu kyseessä olevan aluksen autonomiatasosta.

Autonomisten alusten tulee noudattaa samoja liikennesääntöjä kuin perinteisten. Tästä näkökulmasta liikennesääntöjä koskeva COLREGs-sopimus lienee sovellettavissa lähes sellaisenaan, mutta

voi tarvita lisäyksiä esimerkiksi tilannekuvan sekä visuaalisten elementtien näkökulmasta. Myös uusia liikennesääntöjä saatetaan tarvita. Navigoinnin apuvälineet ja tulevaisuuden turvalaitteet ovat keskeinen kysymys lainsäädännön näkökulmasta. COLREGs ei kata digitaalisia turvalaitteita, vaan niistä on olemassa ainoastaan IALA:n ohjeistus. Tulee selvittää mahdollisuudet sisällyttää sopimukseen turvalaitteet.

Muita sopimuksista esiin tulleita havaintoja olivat mm. komentosillan käsite (voidaanko esim. etäohjauskeskus, joka ei ole aluksella katsoa komentosillaksi) sekä etäohjauskeskuksiin liittyvät kysymykset (etäohjauskeskusten oikeudet ja velvollisuudet, henkilöstön pätevyys ym.). STCW-sopimus (merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva vuoden 1978 yleissopimus, SopS 22/1984) soveltuu ainoastaan tilanteisiin, joissa on merenkulkijoita aluksella. Tällä hetkellä sopimuksessa ei ole vaatimuksia koskien etäohjaajan pätevyyttä, vastuuta tai velvollisuuksia.

STCW-sopimusta rikotaan heti kun tähyistäjä poistuu komentosillalta (osa 8). Toisaalta monet säännöt vaativat miehistöä suorittamaan tehtäviä aluksen kannella. Sopimusta noudatetaan ainakin teoriassa, jos aluksella on ainakin yksi henkilö. Yksi tapa välttää juridisia esteitä on vähentää miehistöä ja automatisoida aluksen toimintaa jonkin verran, mutta ei poistaa koko miehistöä alukselta. Yksikin merikapteenin pätevyyden saanut henkilö aluksella voisi ratkaista monet kaikkein hankalimmat juridiset ongelmat. Toinen tapa ohittaa osa juridisista ongelmista on operoida autonomisia aluksia kokeiluna, ei pysyvänä toimintana. Kokeilujaksojen aikana voidaan hyödyntää tiettyjä mukautettuja säädöksiä, jotka tarjoavat kyseisille viranomaisille enemmän mahdollisuuksia joustavuuteen. Toisaalta tarvitaan ratkaisuja pitkällä tähtäimellä. SOLAS-sopimukseen lisättävä uusi, erityisesti autonomisille aluksille omistettu luku, jota täydennettäisiin sen alaisella säännöstöllä, se voisi muodosta pohjan tälle sääntelykehykselle. Sitä tarvitaan monille täysin uusille asioille, jotka eivät ole aiemmin olleet sääntelyn piirissä. Kehyksen tulee keskittyä varmistamaan turvallisen merenkulun kannalta riittävä navigointikyky. Tärkeä turvallisuusseikka on, että säännöissä pitäisi kieltää ”itseoppivat” autonomiset alukset. Itseoppimisen sijaan autonomisten alusten ohjelmistokomponentit on testattava ennen hyväksyntää ja niiden on oltava vakaita käytön aikana. Sääntöjen on käsiteltävä erikseen tilannekuva- ja navigointisuunnittelujärjestelmiä, sillä järjestelmien tekniset rakenteet ovat keskenään erilaiset. Sääntöjen on käsiteltävä erikseen tilannekuva- ja navigointisuunnittelujärjestelmiä, sillä järjestelmien tekniset rakenteet ovat keskenään erilaiset.⁶²

Lainsäädännön aukkoja, jotka puuttuvat sopimuksista ovat muun muassa liitettävyys, kyberturvallisuus, tiedonvaihto, navigointi sekä digitaalinen vahdinpito.

10.2.10 LEG-komitean alaiset sopimukset, oikeudelliset vastuut ja ankanan vastuun käsite merenkulussa

Vastuuyleissopimukset kuuluvat IMO:ssa LEG-komitean toimivaltaan. Oikeudellinen vastuu voidaan määritellä oikeussubjektin eli luonnollisen henkilön tai oikeushenkilön velvollisuudeksi vastata toimista tai laiminlyönneistä, jotka oikeusjärjestyksen mukaan kuuluvat sanotun henkilön vastuun alaan, sekä kantaa tästä mahdollisesti aiheutuvat siviili- ja rikosoikeudelliset, hallinnolliset, kurinpidolliset tai muut seuraamukset.⁶³

⁶² Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments (Draft). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020.

⁶³ Tieteen termipankki 6.10.2020: Oikeustiede:oikeudellinen vastuu. (Tarkka osoite: https://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:oikeudellinen_vastuu.)

Merenkulussa on kolme oikeudellista vastuualaa (liability): rikosoikeudellinen, sopimusoikeudellinen ja tuotevastuu, joka on edellisten välimaastossa. Tuotevastuun osalta tuottajat vastaavat vahingoista, jotka niiden tuotteet aiheuttavat sopimusten ulkopuolella. Rikosoikeuden osalta vaihtoehdot ovat 1) ankara vastuu aiheuttamistaan vahingoista, 2) välillinen vastuu toisten aiheuttamista vahingoista ja 3) huolimattomuudesta aiheutuneesta vahingosta. Varustamoilla on ankara vastuu henkilöistä, jotka työskentelevät niiden aluksilla ja mahdollisesti myös heidän aiheuttamistaan vahingoista. Merenkulun lainsäädännössä ankara vastuu (liability) kohdistuu aluksen omistajaan riippumatta siitä, onko omistaja ollut huolimaton vai ei. Ankaraa vastuuta koskevat säännöt saattavat muodostua haasteeksi autonomian edetessä, mutta toisaalta haasteita voitaneen ratkaista vakuutusin, koska varustamojen tulee hankkia vakuutus kolmannelle osapuolelle aiheutuvan vahingon varalta.

Sopimusoikeuden osalta laivan suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvät sopimukset ovat keskeisiä. Useimmiten sovitaan, että sopimusta rikkovan osapuolen on korjattava rikkeensä vuoden sisällä eikä mikään sopimuksen osapuoli vastaa suorista tai epäsuorista menetyksistä.

IMO:n säädöskartoituksen myötä on noussut kysymys omistajan mahdollisuudesta vapautua vastuusta. Useissa vastuuyleissopimuksissa on säännökset siitä, että omistaja voi vapautua vastuusta tilanteissa, jotka ovat aiheutuneet:

- (a) sotaan, vihollisuuteen, sisällissotaan tai kapinaan liittyneestä teosta tai poikkeuksellisesta, väistämättömästä ja ylivoimaisesta luonnonilmiöstä;
- (b) kokonaan kolmannen osapuolen teosta tai laiminlyönnistä, jonka tarkoituksena on ollut vahingon aiheuttaminen; tai
- (c) on kokonaan aiheutunut merkkivalojen tai muiden meren kulun opasteiden hoidosta vastaavan valtion tai muun viranomaisen tämän tehtävän suorittamisessa tekemästä laiminlyönnistä tai muusta virheestä.

Tämä artikla voi vaatia muutoksia tai ainakin keskustelua siitä, voidaanko omistaja vapauttaa vastuusta sillä perusteella, että tietokoneyhteydet eivät toimi, tekoälyssä on vikaa tai muut tekniset järjestelmät aiheuttavat onnettomuuden. Suomi ei ole ainakaan toistaiseksi nähnyt sopimusten vastuuvapautusartikloiden muuttamista tarpeellisenä.

Voidaan nähdä niin että poikkeukset vapauttavat omistajan vastuista kyberhyökkäysten osalta, mutta eivät siinä tapauksessa, että autonomisen järjestelmän tekninen virhe aiheuttaa onnettomuuden. Toisaalta tulisi arvioida sitä onko omistaja varautunut kyberhyökkäykseen asianmukaisesti.

Algoritmeja eikä niiden vastuita luonnollisesti ole huomioitu lainkaan säädöksissä, joten tarvitaan kokonaan uudenlaista näkökulmaa. Vastuukysymykset varustamojen ja teknologiatoimittajien välillä herättävät epävarmuutta ja vaativat selkeää vastuumäärittelyä sekä vakuutusten kehittämistä ennen kuin kokonaan autonominen alus voi saavuttaa hyväksynnän. Toisaalta nähdään automaation enemmänkin tukevan ihmisen päätöksentekoa eikä kokonaan autonomista alusta nähdä realistisena ainakaan pitkään aikaan.

Merenkulussa vastuita koskeva lainsäädäntö perustuu oletukseen ihmisen virheestä onnettomuuteen johtaneessa tapahtumaketjussa. Autonomisuuden myötä voi syntyä vastuuaukkoja, koska tuottamus- ja syyllisyysperusteisten vastuumuotojen rakenne on autonomiakonteksteissa ongelmallinen. Siksi on suositeltu⁶⁴, että autonomisten laivojen rekisteröidyille omistajille säädettäisiin yleinen ankara vastuu kaikista omistamiensa autonomisten laivojen aiheuttamista vahingoista. Sen varaan osa-

⁶⁴ Charting Regulatory Frameworks for Autonomous Surface Ships testing, piloting and Commercial Deployments. Henrik Ringbom et al. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, 2020.

puolet voisivat järjestää vastuut sopimuksin. Alan toimijat jakavat vastuuta keskenään sopimusteitse jo nyt ja alan tuleva rakenne autonomisten alusten suhteen on edelleen epäselvä, joten optimaalisen korvausvastuumallin esittäminen on ainakin tällä hetkellä haasteellista.

10.2.11 FAL-komitean alaisia sopimuksia koskevat havainnot

Tietojen toimittamiseen liittyvä kokonaisuus tulisi miettiä kokonaisuudessaan automaation näkökulmasta. Mereltä pelastettuihin ihmisiin sekä salamatkustajiin, mukaan lukien pakolaiset, liittyvät tilanteet sellaisilla automaatiotasoilla, joissa ei ole miehistöä, tulisi ratkaista. Salamatkustajien kohtelua koskee tietyt vaatimukset, jotka voi olla käytännössä hankala toteuttaa miehittämättömillä aluksilla.

FAL 39 päätti vuonna 2014, että sähköisiä sertifikaatteja tulisi kohdella samalla tavoin kuin paperisia todistuskirjoja ja että tietokoneella luettavat sähköiset sertifikaatit täyttävät aluksella olevan asiakirjan vaatimukset. Asiasta on olemassa kiertokirjetasoinen ohjeistus, jonka mukaan edellytyksenä on, että sertifikaatit ja niiden alustana toimiva internet-sivusto ovat IMO-ohjeistuksen mukaisia ja aluksella on varmenneohjeistus. Siksi on katsottu, että eri komiteoiden sopimuksia ei ole tarve muuttaa. Suomi näki vastuullaan olleessa IMO FAL-säädöskartoituksessa aukkona hajautetun, koneluettavan tiedon jakamisen kaikille valtuutetuille ja relevanteille tahoille automaattisten prosessien mahdollistamiseksi.

10.2.12 Suorituskykyvaatimukset, verifiointi, validointi ja sertifiointi

Alusten kolmannen osapuolen validointia ja sertifiointia hoitavat luokituslaitokset globaalisti SOLAS-yleissopimuksen perusteella. EU-alueella toimivat tietyt EU:n hyväksymät luokituslaitokset, joita Euroopan meriturvallisuusvirasto EMSA auditoi. EU-maissa puolestaan toimivat tietyt niihin etabloituneet luokituslaitokset.

Luotettavuuden ja hyväksynnän kannalta on olennaista ratkaista se, miten suorituskykyvaatimusten kriteerit asetetaan yhtenäisesti suhteessa tavoitepohjaiseen lainsäädäntöön. Lainsäädännössä ei ole tarkasti määritelty ihmiseltä vaadittavan suoriutumisen tasoa. Samoin algoritmilta tai sensorilta vaadittavan suoritustason raja-arvojen määrittely on haastavaa. Suorituskykyvaatimusten ja validoinnin kriteerien kehittäminen yksityisen ja sektorin yhteistyönä edesauttaisi yhtenäisten kriteerien määrittelyä.

On tärkeää vaikuttaa siihen, että luokituslaitosjärjestelmää ja standardointia kehitetään algoritmien ja sensorien validoinnin ja sertifiointin näkökulmasta teknologianeutraalisti ja kriteerejä yhtenäistään. Vastuuketjujen osoittaminen tulee kuitenkin yhä haasteellisemmaksi automaatiotason edetessä. Merenkulussa on tarpeen kehittää menetelmiä, joilla verifioimaan eli todennetaan jo suunnittelun aikana se, että järjestelmä rakennetaan eettisesti, kolmannen osapuolen validointia ja sertifiointia, viranomaishyväksyntää ja luokituslaitosten valvontaa sekä riskien hallintaa huomioiden itsesääntelyn mahdollisuudet. On olennaista taata päätöksenteon luotettavuus, puolueettomuus, osaminen ja ratkaisuilta vaadittava yhteentoimivuus, kyberturvallisuus ja myös ohjelmistopäivitykset, sillä nämä muuttavat käytännössä ohjelmistoa siten että hyväksyntä tulisi tehdä uudelleen.

Konsulttiselvityksessä on esitetty, että autonomisten navigointijärjestelmien sääntelyjärjestelmän tulisi koostua suorituskykyvaatimuksista ja teknologista vaatimuksista. Suorituskykyvaatimukset olisi toteutettava yhdistelmänä simulaatioperusteista ja kenttäkokeille perustuvaa testausta ja vali-

dointia. Riippumattoman kolmannen tahon tulisi hallinnoida simulaatioperusteista validointijärjestelmää. Autonominen laiva tulisi voida ottaa kaupalliseen käyttöön vasta, kun sen navigaatiojärjestelmä on 1) läpäissyt asianmukaisen simulaatioperusteisen validointimenettelyn, 2) järjestelmästä on kertynyt turvallisuusnäyttöä ja 3) järjestelmä täyttää asetetut teknologiavaatimukset.⁶⁵ On syytä painottaa sitä että vaatimusten tulee olla teknologianeutraaleja.

Siten on oleellista rakentaa mekanismeja, joilla rakennetaan turvallisuutta suunnittelusta asti (security by design) tuotantoon. Luokituslaitokset ovat kehittäneet etäohjatuille ja autonomisille aluksille muun muassa suunnittelumetodeja, teknisiä vaatimuksia ja hyväksynnän kriteerejä sekä simulointiohjeistuksia⁶⁶ DNGVL-luokituslaitoksen ohjeistus sisältää prosessiohjeen ja teknologiaohjeen navigointiin, aluksen toteutukseen, etäohjauskeskukseen ja viestintään. Ohjeistuksen mukaan suunnitteluperiaatteita ovat turvallisen tilan ja toiminnan ylläpito, redundanssi ja vaihtoehtoiset hallintamenettelyt eli normaalitilan ylläpidon ei tulisi perustua vain fail-to-safe –ominaisuuksiin, yhteen järjestelmään tai komponenttiin (esim. kaksi ohjausjärjestelmää tarvitaan), järjestelmien ja komponenttien itsenäisyys, järjestelmä tai miehistö kannella pitää yllä normaalitilaa aluksella sekä kehittyneet diagnostiikka- ja hälytystoiminnot.

Esimerkiksi ClassNK –luokituslaitos hyväksyi japanilaisen varustamon Nippon Yusen Kaishan (NYK) autonomisen aluksen viitekehysten periaatteen (API) vuonna 2020⁶⁷. Se sisältää nopeaa tiedon käsittelyteknologiaa ja riskianalyyseja, jotka tukevat miehistön tilannetietoisuutta ja päätöksentekoa manöövereerausta varten.

Algoritmien 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 ääni-sensorien käyttö visuaalisensorien ohella riittävän tilanne- ja automaatiotietoisuuden varmistamiseksi. Automaatiotason kasvaessa vaatimukset järjestelmien toimintavarmuudesta kiristyvät, mikä lisää merkittävästi kustannuksia.

Laiva on systeeminen järjestelmien järjestelmä. Alukseen 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 turvallisuusvaikutuksia. 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. Tämän systeemisen tason lisäksi on oleellista tarkastella toimintojen tasolla turvallista toimintaa.

10.2.13 Kyberturvallisuusvaatimukset ja sertifiointi, turvallisuuskulttuuri

Meriliikenteen ekosysteemi on laaja ja monimutkainen järjestelmien järjestelmä, jossa toimijat ovat voimakkaasti keskinäisriippuvaisia toisistaan ja jossa kyberturvallisuustapahtumat voivat muuttaa ekosysteemin tilannetta hyvinkin nopeasti. Ekosysteemissä on käytössä laaja kirjo järjestelmiä ja

⁶⁵ Charting Regulatory Frameworks for Autonomous Surface Ships testing, piloting and Commercial Deployments. Henrik Ringbom et al. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020.

⁶⁶ Esimerkiksi DNVGL Autonomously operated ships: class guideline. 2018.

⁶⁷ Jason Jiang NYK secures class approval for autonomous ship framework. May 15 2020.

ohjelmistoja, mutta toisaalta myös samoja tai samankaltaisia operatiivisia järjestelmiä ja ohjelmistoja sekä samanlaisia tarpeita menetelmille ja henkilöstön koulutukselle ja kokemukselle. Samoihin vaatimuksiin ja standardeihin perustuva kyberturvallisuustyö varmistaa kokonaisvaltaisen ja yhdenmukaisen ekosysteemin kyberturvallisuuden. Tämä tukee myös eri toimijoiden välistä luottamusta. Meriliikenteen automaatioissa kyberturvallisuus tulisi sisällyttää olemassa olevaan turvallisuustyöhön, operatiiviseen toimintaan, vaatimuksiin ja suosituksiin kokonaisvaltaisesti.

Kyberturvallisuusriskien hallinnan tulee perustua hyviin käytäntöihin ja sisällyttää jo olemassa olevaan riskienhallintaan. Kyberturvallisuusriskien hallinta tulee olla koordinoitua ja läpinäkyvää ja sen tulee olla jatkuvaa läpi koko elinkaaren ajan toteutuksien konseptoinnista käytöstä poistoon saakka. Jokaisen toimijan (varustamot, huolto-yhtiö, maahantuonti, luokituslaitokset, viranomaiset jne.) tulee toteuttaa riskienarviota ja osallistua osaltaan tilannekuvan luomiseen. Toimijoiden yhteistyö tulisi varmistaa ja mahdollistaa, jotta ekosysteemiin ei jää katveita jaettujen riskien osalta. Riskienhallintaa tulee tehdä kaikilla tasoilla (operatiivinen, taktinen ja strateginen). Kyberturvallisuusriskien hallinnassa tulee huomioida kunkin järjestelmän ja niissä käsiteltävän tiedon kriittisyys ja käyttötarve sekä järjestelmän ulkopuolisten yhteyksien tarve ja toteuttaa suojausmekanismit, kuten tietoverkkojen eriyttäminen, nämä huomioiden. Kyberturvallisuusriskien hallinnassa tulee tunnistaa olemassa olevat kyberturvallisuusriskit sekä automaation, digitalisaation ja tietojen hyödyntämisen kehittymisen mukanaan tuomat uudet kyberturvallisuusriskit ja hyökkäyspinta-alan laajentuminen (kokonaan uudet järjestelmät/ratkaisut ja vanhojen järjestelmien integroiminen). Uhkamallinnuksessa tulee arvioida koko kokonaisuus eli myös toimitusketjua, palvelutuotantoa, automaation hallintaa ja operointia sekä kolmansia osapuolia.

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

Meriliikenteen automaation kyberturvallisuuden varmistamiseksi tulee luoda yhteiset kyberturvallisuuden vaatimukset ja viitekehykset. Koordinoidusti on määriteltävä roolit ja vastuut mm. valvovalle viranomaiselle ja merenkulun viranomaiselle sekä ratkaistava useita kysymyksiä, kuten se, mikä taho tulee hyväksymään kyberturvallisuussertifiointeja suorittavat arviointilaitokset. Tälläkin hetkellä luokituslaitokset toteuttavat kyberturvallisuuden tarkastuksia ja myöntävät aluksille omissa nimissään kyberturvallisuuden sertifikaatteja ja tietoturvaluuteen erikoistuneet akkreditoituneet toimijat toteuttavat varustamoille tietoturvaluuteen standardien mukaisia sertifiointeja. Tulevaisuudessa sekä luokituslaitokset että tietoturvaluuteen erikoistuneet toimijat voisivat hakea akkreditointia toteuttamaan meriliikenteeseen kehitettävien yhteisten kyberturvallisuuden vaatimusten ja viitekehysten mukaisia sertifiointeja. Alusten yksittäisten komponenttien (esim. navigointilaitteet, sensorit) kyberturvallisuuden hyväksynnässä voitaisiin tulla hyödyntämään EU:n kyberturvallisuusasetuksen (ENISA) mukaisesti kehitettäviä eurooppalaisia kyberturvallisuuden sertifiointijärjestelmiä. Luokituslaitosten tuleva rooli merenkulun automaation kyberturvallisuudessa riippuu kansainvälisen sääntelyn ja ohjeistuksen kehityksestä, lippuvaltion kansallisten vaatimusten tasosta sekä luokituslaitoksien tahtotilasta osallistua kyberturvallisuuden hallintaan ja kehitykseen.

EU:n kyberturvallisuusasetus (ns. ENISA-asetus) sisältää kehyksen eurooppalaisten kyberturvallisuuden sertifiointijärjestelmien perustamiselle. Ne koskevat ICT-tuotteita, -palveluita ja -prosesseja. Asetuksen mukaisen sertifiointijärjestelmän noudattaminen on vapaaehtoista, ellei erikseen jossakin EU-tason tai kansallisessa lainsäädännössä ole erikseen pakolliseksi säädetty. Tiedossa ei ole, että meriliikenteeseen oltaisiin kehitämässä omaa sektorispesifistä sertifiointijärjestelmää. Todennäköisempi kehityskulku voi olla, että meriliikenteessä käytettävät ICT-laitteet, -palvelut ja -prosessit

(esim. alusten navigointilaitteet, älyväylän sensorit) tultaisiin kyberturvallisuuden osalta hyväksymään kehitteillä olevan ensimmäisen EU:n kyberturvallisuusasetuksen mukaisen, horisontaalisen EUCC-sertifiointijärjestelmän (Common Criteria based European candidate cybersecurity certification scheme) tai muun kehitettävän, ei-sektorispesifisen, eurooppalaisen kyberturvallisuuden sertifiointijärjestelmän mukaisesti.

IMO:n kyberturvallisuuspäätöslauselman (MSC.428(98) Maritime Cyber Risk Management Systems -suositus) mukaan hallintojen, varustamojen ja luokituslaitoksien tulee huomioida kyberriskienhallinta yhtenä osana turvallisuusjohtamisjärjestelmän (ISM) riskienhallintaa. Kaikki luokituslaitokset edellyttävät, että varustamot ottavat kyseisen kiertokirjeen huomioon ISM-manuaalissaan 1.1.2021. Kyberturvallisuuteen liittyvän kansallisen ymmärryksen ja luotujen käytäntöjen kehittyessä tulisi tarkastella tarvetta vaikuttaa merenkulun kyberturvallisuussäätelyyn IMO:ssa ja EU:ssa.

Viime aikoina varustamojen kuljetusketjuihin on kohdistunut kyberhyökkäyksiä, joilla on keskeytetty niiden toiminta. Se on osoittanut toiminnan haavoittuvuuden ja tarpeen konkreettisille toimille kyberhyökkäysten estämiseksi, niihin vastaamiseksi ja niistä palautumiseksi.

10.2.14 Riskien hallinta ja turvallisten toiminnallisten olosuhteiden määrittely merenkulussa

Euroopan meriturvallisuusviraston SAFEMASS –selvityksessä⁶⁸ on tarkasteltu riskien hallinnan mahdollisuuksia ja toimia. Nämä toimet voidaan jakaa neljään kategoriaan:

1. Navigointitoimintojen turvallisuuden varmistaminen
2. Operaattoreiden mahdollisuudet estää törmäyksiä sellaisissa tilanteissa, joissa autonominen alus tekee virheitä
3. Riskien hallinnasta huolehtiminen ja MASS-alusten valvonnan varmistaminen
4. Autonomisten alusten mahdollisuudet toimia milloin tahansa yllättävässä tilanteessa siten että törmäys estyy (Minimum Risk Condition)

On myös keskusteltu siitä, miten määriteltäisiin olosuhteet, joissa alusautomaatio toimii turvallisesti (ODD, Operational Design Domain). Tällainen tilanne on erityisesti avomerellä hyvissä sääolosuhteissa ja päivällä. Myös viestintäyhteyksien taso vaikuttaa näihin olosuhteisiin. Jos tilanne on sellainen, että alus ei pysty turvallisesti operoimaan, se pudottaisi riskiä eli vaihtaisi tilan (ihmisen operoimaksi). Järjestelmien suuri määrä on nähty määrittelyn haasteena merenkulun osalta.

Japani on toimittanut IMO:n säädöskartoitusta varten dokumentin⁶⁹, jonka mukaan on tarpeen määritelmät automaatiotason alentamiselle tai etäohjaukselle ja toiminnallisille olosuhteille, joissa järjestelmän odotetaan toimivan kunnolla.

Näitä ovat:

- meri- ja sääolosuhteet, yö, päivä
- reitti- ja liikenneolosuhteet
- muut (geofence eli virtuaalinen raja todellisen maailman maantieteelliselle alueelle, erityisreitteihin liittyvät toiminnot)
- nopeusrajoitukset
- turvallisuushenkilöstön tarve
- toisten järjestelmien kunto (mm. propulsio, moottorijärjestelmät)

⁶⁸ SAFEMASS Study of the risks and regulatory issues of specific cases of MASS – Summary. EMSA. 2020.

⁶⁹ MSC 102/5/27 Japan's perspective on further work after completion of the RSE

10.2.15 Automaation kannalta välttämättömät tiedot ja digitaalinen infrastruktuuri

Automaation kannalta välttämättömiä tietoja, joiden saatavuudessa ja laadussa on kehittämistä ovat esimerkiksi tilannetieto, reittitiedot sekä olosuhdetiedot. Tietojen jakamista edistetään vapaaehtoisella yhteistyöllä ja hankkeissa, mutta välttämättömien tietojen saaminen käyttöön saattaa edellyttää lainsäädäntöä. EU-tasolla datastrategia ohjaa kokoamaan kaikki liikkumiseen liittyvät tiedot yhteen data-avaruuteen. Yhteentoimivuuden edistyminen on hidasta, vaikka monet käynnissä olevat hankkeet tukevat myös sitä. Haasteena on myös se, ettei yrityksellä ole käytännössä mahdollisuuksia päättää aluksen keräämien tietojen jakamisesta uudelleen käytettäväksi.

On esitetty, että sääntelykehystä voidaan vahvistaa infrastruktuurikerroksella, joka pyrkii tekemään autonomisten alusten toimintaympäristöstä paremmin autonomisille aluksille sopivaa. Infrastruktuuritoimenpiteet voivat vaihdella AIS-transponderien ja tutkaheijastimien käyttöpakon laajentamisesta ja uusien autonomisten alusten kanssa yhteensopivien tietoliikennevälineiden pakollisesta käytöstä VTS-palvelujen tarjoamisen uudistamiseen.⁷⁰

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on *Meriliikenteen automaation kehitys* -julkaisussaan (122/2019, s. 9–14) tehnyt yhteenvetoa siitä, mitä tutkimuksissa ja muussa kirjallisuudessa todetaan sellaisesta voimassa olevasta merenkulun lainsäädännöstä, jolla voi olla vaikutusta laiva-automaation ja digitalisaation muotoutumiseen. Traficomien mukaan lähdeaineistossa lähtökohtana on, että asiaa koskevia sääntelyongelmia on vaikea arvioida, sillä laiva-automaation kehityksen yksityiskohdat eivät ole vielä tiedossa ja osa keskeisistä käsitteistä on määrittelemättä. Alustavia huomioita voidaan kuitenkin tehdä. On huomattava, että kansalliset säädökset, jotka edellyttävät tarkastelua automaation näkökulmasta, ovat varsin yhteneviä vastaavien kansainvälisten säädösten kanssa. Näiden kansallisten säädösten taustalla onkin usein kansainväliset velvoitteet.

Suomen lisäksi digitaalisen infrastruktuurin määrittelyn tarpeen on nostanut esiin IMO:ssa IMSO, joka esittää viestintäratkaisujen vähimmäistason määrittelyä autonomisille aluksille lainsäädännössä ja siitä sopimista, miten nämä järjestelmät tunnustettaisiin.⁷¹

10.2.16 EU-lainsäädännön nykytila ja kehittämistarpeet

EU-sääntely perustuu vahvasti kansainväliseen sääntelyyn. Näin ollen on tärkeintä, että on ensin saada kansainvälisellä tasolla sovittua yhteiset suuntaviivat ja periaatteet. EU:n komissio osallistuu IMO:n automaatiotyöhön tarkkailijajäsenenä. Toistaiseksi automaation säädöskartoituksen ei ole nähty kuuluvan EU:n yksinomaiseen toimivaltaan, koska säädöskartoitus ei itsessään vaikuta EU-sääntelyn kehittämiseen. Myöhemmin on odotettavissa, että muutokset IMO-sääntelyyn heijastuvat myös EU-sääntelyyn. Suomen strategia on hyödyntää EU-yhteistyötä ja komission työryhmiä edistyksekköisen säädösviitekehityksen aikaansaamiseksi IMO:ssa. Tämä on erityisen tärkeää, kun covid-19-epidemia on siirtänyt säädöskartoitusten käsittelyn vuoteen 2021. Konkreettisenä toimenpiteenä Suomi järjestää verkkotyöpajan merenkulun säädösviitekehityksestä mukaan lukien tekoäly komission korkean tason konferenssin oheistapahtumana 1.12.2020.

⁷⁰ Henrik Ringbom, Mika Viljanen, Jussi Poikonen, Saara Ilvessalo: Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments (Draft). Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu, 2020.

⁷¹ MSC 102/5/28 Comments on document MSC 102/5/1 –

Potential gaps and themes regarding connectivity, cybersecurity and the implication of MASS on search and rescue

Alustavan arvion mukaan esimerkiksi matkustaja-alusten turvallisuussäännöistä ja määräyksistä annettu direktiivi 2009/45/EY (non-SOLAS-direktiivi) ja direktiivi satamavaltioiden suorittamasta valvonnasta 2009/16/EY (PSC-direktiivi) sisältävät säännöksiä, joita tulee muuttaa automaatiokehityksen johdosta. Kuitenkin molemmat direktiivit pohjautuvat kansainväliseen sääntelyyn, minkä johdosta on ensin odotettava päätöksiä kansainvälisellä tasolla.

Kun teknologia ja IMO:n lainsäädäntö kehittyy, myös merenkulun laitteistoja (2014/90) ja merenkulkijoiden koulutusta (2008/106) koskevat direktiivit ovat todennäköisesti tärkeitä instrumentteja.

IMO FAL-sopimus kuuluu EU:n toimivaltaan. Se koskee merenkulun yhteistä palveluikkunaa (eMSW) ja ilmoitusmuodollisuuksia. Osittain sen pohjalta annettu eurooppalaisen merenkulkualan yhdenmukaisen palveluympäristön perustamisesta ja direktiivin 2010/65/EU kumoamisesta annettu asetus (EMSW-asetus, (EU) 2019/1239) tuli voimaan 15.8.2019. Sen tavoitteena on vahvistaa yhdenmukaistetut säännöt satamakäyntejä varten vaadittujen tietojen tarjoamiselle varmistamalla, että samat datajoukot voidaan ilmoittaa kuhunkin merenkulkualan kansalliseen keskitettyyn palvelupisteeseen samalla tavoin. Tarkkaan ottaen EMSW-asetuksen mukaisen järjestelyn keskeisimmät toimintaperiaatteet ovat: 1) yhden ilmoittamisen periaate (single submission), 2) yksi asiointipiste eli kansallinen keskitetty palvelupiste (NMSW), 3) harmonisoitu tietojoukko (data set), 4) harmonisoitu ilmoitusten käyttöliittymämoduuli (HRIM), 5) käyttöliittymäsovellusten (GUI) yhteiset toimintamääritykset (common functionalities), 6) yhteiset viitetietokannat (common databases) ja 7) keskitetty käyttäjähallinta (federated access management system; ASM). Kokonaisuudessaan kansallisten meriliikenteen tiedonhallintajärjestelmien on oltava EMSW-yhteensopivia 15.8.2025 mennessä. Toisin sanoen keskeinen toimintaperiaate on, että tietojen ilmoittaja voi tehdä ilmoituksen samoilla rajapinnoilla kaikkialla EU-alueella ja hyödyntää aiempia ilmoitustietoja seuraavissa ilmoituksissa sekä asioida kaikki meriliikenteen ilmoitukset EMSWe-rajapinnassa. Komissio on perustanut EMSWe-työryhmän koordinoimaan EMSW-asetuksen toimeenpanoa.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom toimii kansallisena vastuuviranomaisena asetuksen toimeenpanossa. Suomi on aloittanut toteuttamistyön kokonaan uudelle merenkulun tietojärjestelmälle, joka perustuu EMSW-asetukseen. Uusi järjestelmä ei vain korvaa edellistä kansallista Portnet-järjestelmää, vaan sen on tarkoitus helpottaa logistiikkaoperaattorien laajempaa ekosysteemistä tiedonvaihtoa satamissa. Tavoitteena on varmistaa, että EMSW-projekti sopii hyvin muuhun satamayhteisöissä harjoitettavaan tiedonvaihtoon. Tästä syystä osana hanketta kartoitetaan laajemman satamayhteisön tiedonvaihtoekosysteemiarkkitehtuurin nykytila ja määritellään yhdessä sidosryhmien edustajien kanssa tuleva tavoitetila. Projekti tukee myös erillistä saapumis- ja lähtöaikojen tietojenvaihtoryhmän työtä ja EFTI-asetuksen täytäntöönpanoa.

Sijainti- ja ilmoitustietojen välittämisestä EU-tasolla on säädetty alusliikennettä koskevan yhteisön seuranta- ja tietojärjestelmän perustamisesta sekä neuvoston asetuksen 93/75/ETY kumoamisesta annetun ns. VTMISS-direktiivin (2002/59/EY) nojalla. Seurantadirektiivissä on säädetty muun muassa IMO:n hyväksymien alusliikenteen pakollisten ilmoitusjärjestelmien (MRS), esim. Suomen lahden raportointijärjestelmän (GOFREP), alusliikennepalvelu VTS:n, alusten automaattinen tunnistusjärjestelmän (AIS) ja alusten kaukovalvontailmoitusjärjestelmän (LRIT) käytöstä. Näistä AIS on automaation kannalta keskeisin, sillä muihin järjestelmiin tiedot kirjautuvat tuntien viiveellä. VTMISS-direktiivi on toimeenpanttu Suomessa alusliikennepalveluilla. Suomi on mukana kehittämässä VTMISS-direktiiviä EU-tasolla.

Tällä hetkellä alusten sijaintitiedot (T-AIS, maatumiasemaverkostoon 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. TMFG tarjoaa lain liikenteen palveluista mukaisesti avoimena datana keräämiään alusten lähes ajantasaisia sijaintitietoja. Osalla viestejä suoritetaan suodatusta ja alustyyppin muunnosta. Komissio on tulkinnut VTMISS-direktiiviä (2002/59/EY) siten, että EMSA voi jakaa näitä tietoja jäsenmaiden SAFESEANETiin toimittamien tietojen osalta vain siten, että tiedon jakaminen kohdistuu tarkkaan määritellyille merenkulkuun liittyville unionin lainsäädännön mukaisille toimijoille, kuten varustamoille, agenteille, laivajille ja alusten päälliköille.

Seurantadirektiiviä saattaa olla tarpeen muuttaa esimerkiksi automaation vaatimien reittitietojen ja niiden rajapintojen osalta määrittelemällä niiden jakaminen pakolliseksi, mutta olisi tärkeää päättää tästäkin ensin kansainvälisellä tasolla, jotta Euroopan unionia ei koskisi muita tiukempi sääntely. AIS-tiedon osalta tultaneen myös lisäämään uusi tietoelementti autonomista alusta osoittamaan.

Komission työohjelma sisältää kolme tulevaa säädösaloitetta koskien lippuvaltiovalvonnan ja sata-mavaltiovalvonnan päivittämistä sekä merenkulun onnettomuustutkinnan päivitystä pysyvällä valvontaelimellä. Uudistukset sisältävät esimerkiksi sähköisen tiedon vaihdon ja sähköisten sertifikaattien kehittämistä sekä osaamisen kehittämistä, joten on huomioitava mahdollisuudet myös automaation edistämiseen merenkulun globaali luonne huomioiden.

10.2.17 Kansallisen lainsäädännön tarkastelu

Kansalliset säädökset, jotka edellyttävät tarkastelua automaation näkökulmasta, ovat varsin yhteneviä vastaavien kansainvälisten säädösten ja EU-sääntelyn kanssa. Näiden kansallisten säädösten taustalla onkin usein kansainväliset velvoitteet. Kuten IMO:n säädöskartoituksessakin on jo alustavasti tunnistettu päällikköä koskeva sääntely yhdeksi jatkotyössä huomioitavaksi seikaksi, samoin useissa kansallisissa säännöksissä on päällikölle kuuluvia tehtäviä tai velvollisuuksia, jotka on ratkaistava etäohjatun tai autonomisen aluksen mahdollistamiseksi. Useissa säännöksissä on päällikölle kuuluvia tehtäviä tai velvollisuuksia, jotka on ratkaistava etäohjatun tai autonomisen aluksen mahdollistamiseksi. Merilaissa (674/1994) olevat tällaiset säännökset koskevat muun muassa aluksen merikelpoisuudesta huolehtimista, erilaisia merihätä- ja muita vaaratilanteita sekä niistä ilmoittamista, päällikön erottamista, meriselityksen antamisvelvollisuutta, katsastusvelvollisuutta, lainvastaisesta menettelystä seuraavaa rangaistusta sekä kannetta päällikköä vastaan. Keskeinen on erityisesti alukselta poistumiskielto, josta säädetään merilain 6 luvun 6 §:ssä.

Merenkulun ympäristönsuojelusta annetussa laissa (29.12.2009/1672) käsitellään päällikön velvollisuutta öljyvahingosta tai sen vaarasta ilmoittamiseen ja välittömiin torjuntatoimiin ryhtymiseen. Pelastuslain (29.4.2011/379, 28.12.2018/1353) mukaan sen aluksen päällikkö, josta vesien pilaantumisen tai sen vaara on aiheutunut, on velvollinen antamaan viranomaisille vahingollisten seurausten estämiseksi kaikkea apua, jota olosuhteet huomioon ottaen voidaan vaatia. Alusliikennepalvelulaissa (5.8.2005/623) mainitut velvollisuudet koskevat navigointiapua, päällikön vastuuta aluksen ohjailusta, kun alus osallistuu alusliikennepalveluun, alusta koskevia lähtö- ja saapumisilmoituksia sekä muita ilmoituksia, VTS-palveluntarjoajan avustamista, sekä ilmoitusvelvollisuuden laiminlyöntiä.

Aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä annetun lain (29.12.2009/1686) mukaiset päällikön velvollisuudet koskevat katsastuksen toimittamiseen osallistumista, lastitilojen merkitsemistä sekä mittakirjan tietoihin vaikuttavien muutosten ilmoittamista Liikenne- ja viestintävirastolle.

Jos aluksen mittakirja katoaa, laivanisännän tai aluksen päällikön on ilmoitettava siitä Liikenne- ja viestintävirastolle. Laissa säädetään lisäksi siitä, että hätätilanteessa aluksen päällikkö ja helikopterin päällikkö päättävät yhdessä helikopterikuljetuksen suorittamistavasta ja -paikasta, jos aluksella ei ole helikopteritoiminnassa vaadittavia merkintöjä taikka jos turvavarusteet ovat puutteelliset.

Laiva-apteekista annetun lain (8.5.2015/584) mukaan aluksen päällikön on muun muassa luovutettava tarvittaessa lääkkeitä niitä tarvitseville henkilöille ja annettava ensiapua ja sairaanhoitoa sitä tarvitseville. Laissa säädetään myös tätä velvollisuutta koskevan velvollisuuden laiminlyönnistä. Matkustaja-aluksen henkilöluetteloista annetussa laissa (11.12.2009/1038) todetaan, että aluksen päällikön on ennen aluksen lähtöä satamasta varmistettava, ettei aluksella olevien henkilöiden lukumäärä ylitä määrää, jonka kuljettaminen on aluksella sallittua.

Alusturvallisuuden valvonnasta annetun lain mukaan (17.3.1995/370) tarkastajalla on oikeus saada aluksen päälliköltä ja muilta aluksessa palvelevilta henkilöiltä tietoja ja apua alusturvallisuuden tarkastamisessa. Lain mukaan tarkastuskertomus on toimitettava aluksen päällikölle. Lisäksi todetaan, että päällikkö tai laivanisäntä on vastuussa PSC-direktiivin liitteessä III tarkoitettujen alusta ja sen käyntiä koskevien tietojen toimittamisesta valvontaviranomaiselle. Muut relevantit säännökset koskevat päällikön velvollisuuksia, kun alusturvallisuudessa havaitaan puute tai epäkohta, ja alusturvallisuuden valvontarikkomusta. Luotsauslaissa (21.11.2003/940) säädetään päällikön vastuusta ja tiedonantovelvollisuudesta. Lainkohdan mukaan päällikkö on velvollinen antamaan luotsille kaikki ne tiedot, joilla on merkitystä luotsaukselle.

Lisäksi on huomioitava, että merenkulkua koskevan sääntelyn lisäksi on olemassa myös työaikaa ja työsopimusta koskevia säännöksiä, jotka oletettavasti tulisivat olemaan erilaisia laiva-automaatioaikakaudella. Työajasta kotimaanliikenteen aluksissa annetun lain (248/1982) mukaan päälliköllä on työssäolon ajalta oikeus keskimäärin vähintään yhdeksään palkalliseen vapaapäivään kuukaudessa. Merityöaikalaissa (296/1976) säädetään päällikköä koskevasta poikkeuksesta lain soveltamisalaan, jos aluksessa on päällikön lisäksi toimessa vähintään kaksi henkilöä. Merityösopimuslaissa (756/2011) säädetään päällikön sairausajan palkasta, oikeudesta tarkastuttaa työntekijän hallussa olevat tilat, laivatoimikunnan puheenjohtajana toimimisesta, päällikön velvollisuudesta pyytää katsastusta asianomaiselta katsastusviranomaiselta sekä oikeudesta estää rikoksesta todennäköisin syin epäiltyä työntekijää poistumasta aluksesta.

Päällikön aseman voi nähdä mosaiikkisena kokonaisuutena sääntelyn kannalta. Päällikköä koskeva säädöskokonaisuus on merkittävä automaation esteiden näkökulmasta ja vaatii jatkotyössä tarkempaa tarkastelua vastuiden ja tehtävien näkökulmasta. Kootusti voidaan todeta, että päällikköä koskevaa sääntelyä sisältyy ainakin seuraaviin lakeihin:

- Merilaki (15.7.1994/674)
- Laki merenkulun ympäristönsuojelusta (29.12.2009/1672)
- Pelastuslaki (29.4.2011/379)
- Alusliikennepalvelulaki (5.8.2005/623)
- Laki aluksen teknisestä turvallisuudesta ja turvallisesta käytöstä (29.12.2009/1686)
- Laki laiva-apteekista (8.5.2015/584)
- Laki matkustaja-aluksen henkilöluetteloista (11.12.2009/1038)
- Laki työajasta kotimaanliikenteen aluksissa (26.3.1982/248)
- Merityöaikalaki (9.4.1976/296)
- Alusrekisterilaki (11.6.1993/512)

- Merityösopimuslaki (17.6.2011/756)
- Laki alusturvallisuuden valvonnasta (17.3.1995/370)
- Luotsauslaki (21.11.2003/940)

Uusi vesiliikennelaki (782/2019) tuli voimaan 1.6.2020. Lain mukaan päällikkö on henkilö, joka tosiasiallisesti ohjailee tai hallitsee vesikulkuneuvoa. Jos on epäselvää, kuka on päällikkö, päällikön vastuu on viime sijassa liikenneasioiden rekisteriin merkityllä vesikulkuneuvon omistajalla tai haltijalla, joka tosiasiaassa on voinut ohjailta tai hallita vesikulkuneuvoa. Uusi päällikkösääntely mahdollistaa automaation hyödyntämisen huviveneissä ja muissa vapaa-ajan vesikulkuneuvoissa.

Ammattimaiseen vuokravenetoimintaan lukeutuu lain voimaantulon jälkeen vain miehitetyt vuokraveneet eli esimerkiksi taksiveneet. Ammattimaiseen vuokravenetoimintaan sovelletaan merilain mukaisen kauppamerenkulun tiukempaa päällikkösääntelyä: laissa säädetään muun muassa päällikön alukselta poistumiskiellosta, mikä estää automaation soveltamisen ammattimaisessa vuokraveneoiminnassa. Kauppamerenkulkuna pidetään yleisesti kaikkea ansiotarkoituksessa tai muutoin vastiketta vastaan aluksella suoritettua toimintaa, joista tyypillisintä on lastin ja matkustajien kuljettaminen. Jotta ammattimaisessa käytössä olevaa venettä voisi etäohjata, tämä edellyttää merilain muuttamista.

Osa säädöksistä koskee päällikön työaika ja työsopimuksen muita ehtoja, jotka oletettavasti tulisivat olemaan erilaisia laiva-automaatioaikakaudella. Työajasta kotimaanliikenteen aluksissa annettun lain (26.3.1982/248) mukaan päälliköllä on työssäolon ajalta oikeus keskimäärin vähintään yhdeksään palkalliseen vapaapäivään kuukaudessa. Merityöaikalaisissa (9.4.1976/296) säädetään päällikköä koskevasta poikkeuksesta lain soveltamisalaan, jos aluksessa on päällikön lisäksi toimessa vähintään kaksi henkilöä. Merityösopimuslaissa (17.6.2011/756) säädetään päällikön sairausajan palkasta, oikeudesta tarkastuttaa työntekijän hallussa olevat tilat, laivatoimikunnan puheenjohtajana toimimisesta, päällikön velvollisuudesta pyytää katsastusta asianomaiselta katsastusviranomaiselta sekä oikeudesta estää rikoksesta todennäköisin syin epäiltyä työntekijää poistumasta aluksesta.

Lainsäädännössä edellytetään aluksella olevan riittävä miehitys. Myös vahdinpidon edellytetään tapahtuvan aluksella. Vahdinpito ja tähystyksen järjestäminen joko etänä tai automaattisesti vaatinevat täsmennystä, mutta asia liittyy IMO-lainsäädäntöön. Laivaväestä ja aluksen turvallisuusjohtamisesta annettussa laissa (29.12.2009/1687) säädetään aluksen turvallisesta miehityksestä ja vahdinpitojärjestelyistä. Laki kuitenkin mahdollistaa kokeilut aluksen miehitykseen ja vahdinpitoon liittyviksi uusiksi teknisiksi ratkaisuiksi. Merilaissa puolestaan säädetään velvollisuudesta pitää päiväkirjaa: päiväkirjaa pitää se laivaväkeen kuuluva henkilö, joka vastaa vahdinpidosta. Lisäksi pelastuslaissa (29.4.2011/379) on yleislauseke, jonka mukaan jokaisen on oltava huolellinen tulipalon tai muun onnettomuuden vaaran ja vahingon välttämiseksi. Tästä seuraa, että aluksella on oltava auttajia riittävästi. Pätevyysvaatimuksissa tulisi huomioida myös etäohjauskeskuksessa työskentelevä miehistö. Laivaväen pätevyyksistä säädetään liikenteen palveluista annetun laissa (24.5.2017/320).

Useissa säännöksissä edellytetään erilaisten todistus-, pätevyys- ja vakuutuskirjojen säilyttämistä aluksella. Merilaissa säädetään vakuutuksen- tai vakuudenantajan todistuksesta, vakuuttamisvelvollisuuden valvonnasta, ulkomaista alusta koskevasta vakuuttamisvelvollisuudesta ja ajoitusrahaston jaosta. Liikenteen palveluista annetussa laissa (24.5.2017/320) on säännös laivaväen todistusten ja asiakirjojen säilyttämisestä ja esittämisestä. Pykälän mukaan alkuperäinen pätevyyskirja, lisäpätevyystodistus, kelpoisuustodistus ja kelpoisuutta koskeva todistus on säilytettävä siinä aluksessa, jossa mainitun asiakirjan saanut toimii. Lisäksi alusrekisterilaissa (11.6.1993/512) laivanisännän tai

aluksen päällikön velvollisuudeksi listataan muun muassa historiatiedot-asiakirjojen säilyttäminen aluksessa sekä aluksella olevan asiakirjan oikaiseminen siihen merkityn tiedon muuttuessa, jos rekisteriviranomainen tähän velvoittaa, ja ilmoittaminen oikaisemisesta rekisteriviranomaiselle. Laissa on myös päällikköä koskevia rangaistussäännöksiä.

Vesiliikennelaissa on vireillä uudistus IALA:n virtuaalisia turvalaitteita koskevan ohjeistuksen sisällyttämiseksi lakiin. Turvalaitteet eivät sisälly IMO:n sopimuksiin.

Luotsi työskentelee aluksen komentosillalla yhteistyössä päällystön ja muun miehistön kanssa. Luotsauslaissa (21.11.2003/940) asetetaan velvollisuus käyttää luotsia, mikä ei ole välttämättä tarkoituksenmukaista tulevaisuudessa aluksen automaation kannalta. Luotsauksella tarkoitetaan laissa alusten ohjailuun liittyvää toimintaa, jossa luotsi toimii aluksen päällikön neuvonantajana sekä vesialueen ja merenkulun asiantuntijana. Satama-alueella vastaavaa toimintaa voi harjoittaa myös sata-mahallinnon edustaja. Laissa mahdollistetaan etäluotsaus, mikä edellyttää Liikenne- ja viestintäviraston myöntämää lupaa. Lisäksi saatetaan tarvita lainsäädäntöä siihen millaisella koulutuksella aluksessa etäluotsausta voisi vastaanottaa, mitä etäluotsaajalta edellytetään ja milloin etäluotsausta ei välttämättä tarvita. Esimerkiksi Norjan lainsäädännössä (Satama- ja väylälaki 2019 Luku 25) on luotu käsite autonominen rannikkonavigointi rannikolla, mikä voi saada poikkeuksen luotsausvaatimuksesta rannikkoviranomaisilta saadulla luvalla. Laki painottaa myös varustamon vastuuta laajasti. Etäluotsauksessa koulutustarpeita on esimerkiksi simulaattoreihin ja kyberturvallisuuteen liittyen.

Automaatiota voidaan hyödyntää joen ylityksessä kaupunkialueella. Tällöin alukselle luotaisiin reitti, jolla jäljitellään siltaa tai korvataan se. Kuvatun mahdollistamiseksi liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain (23.6.2005/503) 6 §:ään on tehtävä muutoksia. Pykälän 1 momentin mukaan lautta voi olla ohjausköyden tai sitä korvaavan Liikenne- ja viestintäviraston hyväksymän muun laitteiston ohjaama lautta (lossi) taikka vapaasti ohjailtava lautta (lautta-alus). Pykälän 2 momentin mukaan Lauttaliikenteen palvelujen tuottaja vastaa siitä, että lossin kuljettaja on 18 vuotta täyttänyt ja tehtävään kykenevä. Lisäksi lauttaliikenteen palvelujen tuottaja vastaa siitä, että lossin kuljettaja on perehtynyt lossin koneistoon, rakenteeseen ja käyttöön sekä kansainvälisistä säännöistä yhteen törmäämisen ehkäisemiseksi merellä vuonna 1972 tehdyssä yleissopimuksessa (SopS 30/1977) annettuihin sääntöihin ja vesiliikennelain (782/2019) 2 luvun säännöksiin lukuun ottamatta kanavia ja avattavia siltoja koskevia säännöksiä ja tuntee tämän pykälän 4 momentin nojalla annettujen säännösten sisällön. Lossin kuljettajalla on oltava riittävä terveys lossin kuljettamiseksi. Hänellä on myös oltava riittävä kielitaito, jotta hän voi antaa hätätilanneohjeet matkustajille. Lossi on miehittettävä siten, ettei lossia, sen henkilökuntaa, matkustajia, lastia, muuta omaisuutta tai ympäristöä saateta vaaralle alttiiksi. Lain kirjaus lähtee siitä lähtökohdasta, että lossin kuljettaja olisi ihminen.

Aluksen vähimmäismiehitysvaatimuksista ja vahdinpidosta voidaan jatkossa poiketa määräaikaikaisesti uusien teknisten innovaatioiden kokeilujen edistämiseksi. Hallitus esitti laivaväestä ja aluksen turvallisuusjohtamisesta annetun lain vahvistamista 13.6.2018. Laki tuli voimaan 1.7.2018. Kokeilut ovat mahdollisia erikseen määritellyillä alueilla tai reiteillä ja tarkoittavat sitä, että automaatiota koskevissa kokeiluissa alusten miehitystä voidaan vähentää. Kokeilulupa myönnetään jokaiseen kokeiluun erikseen enintään kahdeksi vuodeksi. Lakimuutos edisti kokeiluja esimerkiksi niin kutsutun Jaakonmeren alueella Suomen länsirannikolla ja paransi Suomen meriteollisuuden mahdollisuuksia olla edelläkävijä meriliikenteen digitalisaatiossa alusten automatiikan osalta. Kotimaan liikenteen liikennealueella I ja II liikennöivät bruttovetoisuudeltaan alle 500 olevat, muut kuin säiliöalukset

vapautettiin siitä, että niille vahvistetaan miehitystodistus. Todistus korvattiin yleisillä vähimmäismiehitysvaatimuksilla.

Yllämainituista kansallisista laista luotsaus perustuu kansalliseen lainsäädäntöön. Näin ollen kansallisen lainsäädännön muuttamisen osalta voisi edetä lähinnä laajempien kokeilujen mahdollistamiseksi, kunnes kansainvälisellä tasolla on saatu yhteisymmärrys. Tällöinkään kansallinen lainsäädäntö ei saisi olla ristiriidassa kansainvälisten velvoitteiden kanssa.

10.2.18 Kyberturvallisuus

Kyberturvallisuuden kansallista sääntelyä tulisi kehittää velvoittavampaan suuntaan huomioiden, ettei merenkulkuun rakenneta kansainvälistä sääntelyä tiukempaa sääntelyä. Tässä yhteydessä tulisi luoda riskiperusteisesti realistiset tavoitteet siitä, mitkä olisivat merenkulun kyberturvallisuuden minimitasot eri osa-alueilla (alukset, varustamot, satamat, rahdinantajat ym.). Selvityksessä tulisi ottaa huomioon soveltuvuus ja ymmärrettävyys suhteessa velvoitteisiin siten, että sääntelyn tarkoitus ja tavoite olisi istutettavissa kunkin toimijan järjestelyihin mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti. Selvitykseen tulisi sisältyä vaikutustenarviointi ja ehdotukset siitä, miten järjestelyiden hyväksynät.

EU:n verkko- ja tietoturvadirektiivi (ns. NIS-direktiivi) on toimeenpantu Suomessa merenkulun osalta alusliikennepalvelulain ja ISPS-lain säädöksillä, jotka velvoittavat huolehtimaan viestintäverkkoihin ja tietojärjestelmiin kohdistuvien riskien hallinnasta ja ilmoittamaan viestintäverkkoihin ja tietojärjestelmiin kohdistuvasta merkittävästä tietoturvallisuuteen liittyvästä häiriöstä. Säädökset velvoittavat keskeisiksi palveluntarjoajiksi määriteltyjä toimijoita, joita ovat tällä hetkellä VTS Finland Oy ja ns. TEN-T-satamat Helsinki, HaminaKotka, Turku ja Naantali. EU:n NIS-direktiivin kansallisen toimeenpanon laajentamista myös muihin meriliikenteen automaation kannalta merkittäviin satamiin sekä varustamoihin tulisi selvittää.

10.2.19 Etäluotsaus

Etäluotsaus sisältyy Sanna Marinin hallituksen ohjelmaan. Luotsauslain muutoksella (2019/15) sallitaan Finnpilotille etäluotsaus Suomen vesialueella ja Saimaan kanavan vuokra-alueella luotsattaviksi väliksi määritellyillä yleisillä kulkuväylillä Liikenne- ja viestintäviraston myöntämällä määräaikaishavainnalla.

Etäluotsauksen edellytyksiä määrittelyineen valmistellaan useassa kehittämishankkeessa, DI-MECC:n koordinoiman Sea4Value-hankkeen tulokset, joihin sisältyy systeemimallinnusta, datan keruuta, etäluotsauskokeita ja –demonstraatioita valmistuvat vuonna 2021. Satakunnan ammattikorkeakoulun IST-lab -hankkeen älykkään merenkulun yhteiskäyttölaboratorio tukee etäluotsaussimulointia. Se liittyy yhdeksi kokonaisuudeksi SAMK:n navigointisimulaattorin, Liikenneviraston Rauman syväväylän syvyysmallin, älypöijun ja virtausmittauksen, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen navigointijärjestelmätutkimuksen ja Ilmatieteenlaitoksen Merentutkimuksen aalto- ja jääolosuhdetietojen mittauksen.

Etäluotsaus soveltuu erityisesti sellaiselle varustamolle, jolla on käytössä nykyaikaista alusteknologiaa, päällystöllä vahvaa nykyaikaista osaamista ja käytännössä linjaluotsauskirja. Suurimmat kustannushyödyt etäluotsauksesta on tunnustettu silloin kun navigoidaan satamaan asti ja luotsattavia aluksia on riittävästi tietyllä reitillä.

Luotsaus on neuvoa antavaa toimintaa navigoinnin kannalta haastavissa paikoissa. Siksi tietojen on oltava tarkkoja. Esimerkiksi satamaan saavuttaessa voidaan vaatia <0,1 metriä suhteellinen tarkkuus. Etäluotsaus edellyttää digitaalisen tiedon jakamista rajapintojen kautta. Esimerkiksi reittitiedot ja tarkat säätiedot ovat oleellisia. Tarvittavan tiedon osalta haasteena on etenkin se, miten seurataan aluksen dynaamista tilaa. Etäluotsaajalla tulisi olla sama kuva liiketilan hallinnasta kuin laivan komentosillalla. Etäluotsaus on tunnistettu haasteeksi tiedon siirron kannalta, sillä se vaatii mm. videokuvan siirtoa. Etäluotsauksella olisi myönteinen vaikutus luotsaajan työn turvallisuuteen.

Tuore tutkimusraportti ⁷² esittelee etäluotsauksen uuden kokonaisuuden älykkäällä väylällä ja toteaa etäluotsauksen turvalliseksi vaihtoehdoksi valvotuissa olosuhteissa. Testaus suoritettiin Rauman 12-m väylällä staattisissa ympäristöolosuhteissa saman aluksen, miehistön ja ohjaajan kanssa.

Turvallinen navigointi vaatii yhteistyötä ja tiedon vaihtoa päällikön ja miehistön, luotsin, hinaajan, jäänmurtaajan, sataman ja alusliikennepalveluiden kanssa ja navigoinnin apuvälineiden hyödyntämistä. Etäluotsausprosessin mallinustyö on käynnissä samanaikaisesti monilla eri tahoilla. Älykkäässä meriväylärakenteessa tapahtuva etäluotsaus vaatii paitsi toiminnan operatiivista uudelleen järjestämistä, myös viestinnän, kyberturvallisuuden, säädösten ja ihmisten toimenkuvien muutoksen ymmärrystä ja niihin liittyvää riskienhallintaa.

Siirryttäessä etäluotsaukseen selvitettäviä kysymyksiä on etäluotsauskeskuksen määritelmä ja kustannukset, sekä suhde muihin toimijoihin kuten laivan päällikköön ja miehistöön, etäohjauskeskukseen, VTS:ään sekä lainsäädännön mahdolliset muutostarpeet. Laivateknologioiden kehittyminen vaikuttaa tulevaisuudessa etäluotsauksen tarpeeseen ja mahdollisuuksiin.

Etäluotsauksen vision tulisi olla kansainvälinen ja uusien teknologioiden ja tiedon hyödyntämiseen perustuva. Tähän visioon vaikutetaan luotsausorganisaatioiden pohjoismaisessa yhteistyössä sekä kansainvälisessä yhteistyössä esimerkiksi MASSPorts –verkoston kautta.

10.3 Meriliikenteen ohjaus

VTS (Vessel Traffic Services) Finland hoitaa liikenteen hallintaa ja ohjausta viranomaisen toimeksiannosta alusliikennepalvelulaissa annetuilla toimivaltuuksilla. Sen tehtävänä on parantaa alusliikenteen turvallisuutta ja tehokkuutta sekä ehkäistä alusliikenteestä ympäristölle aiheutuvia haittoja ja ylläpitää turvallisuusradiotoimintaa. Alusliikennepalvelusta vastaavat kolme VTS-keskusta, joiden valvonta-alueet kattavat kaikki rannikon kauppamerenkulun väylät sekä Saimaan. Suomenlahden meriliikennekeskuksessa toimiva Helsinki Traffic valvoo Suomenlahden kansainvälistä merialuetta yhdessä Venäjän ja Viron kanssa. Yhteistyössä perustettu alusliikenteen ilmoittautumisjärjestelmä GOFREP kattaa koko Suomenlahden kansallisia VTS-alueita lukuun ottamatta. VTS antaa tarvittaessa avustusta viranomaisille ja valvoo luotsauslain noudattamista.

Turvallisuus edellyttää liikennetilanteiden ennakoitua ja vuorovaikutusta niin perinteisten kuin etäohjattavien alusten ja/tai etäluotsaajan ja tulevaisuudessa kokonaan autonomisen aluksen kanssa. Se edellyttää myös häiriötilanteiden ennakoitua ja vaikuttamista häiriötilanteissa. Siksi koneluettava, kansainvälisesti yhteentoimiva tiedonvaihto on ehdoton edellytys. Suomen lainsäädäntö edellyttää jo nyt VTS Finlandilta toiminnassaan kokoamiensa tietojen välitystä viranomaisille, avoimen datan välitystä sekä lisäarvopalvelujen kehittämistä.

⁷² Remote piloting in an intelligent fairway – A paradigm for future pilotage. Lahtinen et al, 2020.

Yhtiö kehittää uusia palvelumalleja esimerkiksi alusten etäohjaukseen ja etäluotsauksen tukeen sekä edistää osaltaan liikenteen eri ekosysteemien kehittymistä. VTS Finlandin eVäylä-hankkeessa vuosina 2020-25 kehitetään tekniset palvelut, rajapinnat, infrastruktuuri sekä muita palveluja, joilla mahdollistetaan ja toteutetaan etäohjauksen, etäluotsauksen sekä autonomisen meriliikenteen operoijalle tuotettavat tilannekuva ja digitaalinen tiedonvaihto. eVäylä on myös hallintamekanismi, jonka kautta toteutetaan eri tarpeiden mukaiset palvelut ja tiedonvaihto. Hanke on tärkeä osa tämän automaatio-suunnitelman tavoitteissa kuvattua eVäyläkonseptia.

Hankkeessa huomioidaan tätä automaatio-suunnitelmaa laatiessa sidosryhmien esittämä tarve, että VTS:n keräämää tietoa, erityisesti tutkatietoa rajatuilta alueilta ja reittitietoa olisi mahdollista jakaa entistä laajempaan käyttöön vähintään kokeilujen ajaksi rajapintojen kautta hyödyntäen järjestelmä-neutraaleja uusia ratkaisuja.

Älykkään liikenteen hallinnan ja tiedon saatavuuden tarve korostuu automaation edetessä. Yhteistyötä on tarpeen tiivistää VTS:n ja satamien välillä, jotta tiedon vaihto ei katkea satama-alueella. Tällä hetkellä satamien ja VTS:n välillä on solmittu sopimuksia, jotka koskevat alusliikennepalvelulain mukaista palvelua sataman hallinnassa olevilla vesialueilla. Ne käsittävät operatiivisen liikenteen ohjauksen eli pääosin tiedonantopalvelun ja liikenteen järjestelypalvelun tarjoamisen satamien vesialueilla. Ekosysteemipohjaista yhteistyötä on tehty esimerkiksi Rauman satamassa EU:n Efficient flow –hankkeen puitteissa satamatietojärjestelmähankkeessa, jossa on tuotettu skaalattava satamatietosovellus. VTS:n rooli ja vastuut tulevaisuudessa muuttunevat suhteessa etäohjaukseen ja luotsaukseen sekä satamien toimintaan. Siksi satamien ja liikenteen ohjauksen vastuita ja yhteistyötä saattaa olla tarpeen kehittää mahdollisesti jopa lainsäädännöllä.

IALA:n valmisteleva alusliikennepalveluja koskevan päätöslauselman (Res.A857(20)) uudistamisesta puollettiin IMO:n turvallisuuskomiteassa (MSC) marraskuussa 2020. Entistä yleisemmän tason päätöslauselma muuttaa erilliset alusliikennepalvelut (tiedotus, navigointiapu ja alusliikenteen järjestely) VTS:n tehtäviksi sekä pyrkii yhtenäisiin menettelytapoihin. Rannikkovaltioiden yhteistyö tulee entisestään korostumaan automaation myötä mahdollisesti yhteisinä VTS-palveluina, mikä tulee edellyttämään harmonisoitua tiedonvaihtoa ja automaattisia raportointimenettelyjä. VTS-palvelujen sisältö vaihtelee maittain ja edistykselliset maat kehittävät nimenomaan tiedon vaihtoon liittyviä palveluja.

IALA:ssa Kiina on esittänyt selvityksen⁷³ MASS-alusten vaikutuksista VTS-ohjeistukseen. Sen mukaan tarvitaan uusi tiedonvaihtotapa täydentämään puheeseen pohjautuvaa VHF-tiedonvaihtoa sekä huomioimaan laajat datan vaihdon tarpeet ja verkkoturvallisuus. Lisäksi tarvitaan VTS-henkilöstön työtehtävien kehittämistä. Selvityksessä on todettu lainsäädännön puutteita esimerkiksi COLREG-sopimukseen ja VTS-keskuksia koskevaan paikalliseen sääntelyyn. Autonomisten alusten osalta Kiina näkee haasteena VTS:n ja MASS-alusten 7vuorovaikutuksen ja liikenteen ohjauksen järjestämisen hätätilanteissa.

Rotterdamin satama on esittänyt keskustelun pohjaksi dokumentin seuraavan sukupolven VTS:stä, joka mahdollistaa toimimisen MASS-alusten kanssa. Se on tiedon vaihtoa eikä enää turvallisuusviestien lähettämistä. VTS:llä on oltava välineistö, jolla voidaan antaa tukipalveluja ja informaatiota riippumatta aluksen teknisestä tasosta. Tulevaisuuden VTS sisältää täysin digitaalisen tilannekuvan.

⁷³ China Maritime Safety Administration: VTS49-8.2.4 (VTS48-8.2.6) Scoping exercise on the implications of MASS on VTS documents

On tarpeen määritellä digitaalisen tilannekuvan minimitaso sekä tilannekuvan elementit. Alusten tulee kyetä kommunikoidaan digitaalisesti keskenään ja VTS:n kanssa. Tarvitaan näkemys, mitä tietoa digitaalisesti jaetaan, jotta voidaan ennakoida tulevat tilanteet ja muodostaa riittävä tilanne-tieto päätöksentekoa varten. VTS:n tulee saada alusten tuottama tieto, erityisesti reittitiedot, alueel-laan käyttöönsä. VTS:n päätöksenteko perustuisi osin kolmannen osapuolen tuottamaan digitaali-seen tietoon, joten tiedon luotettavuuden ja eheyden varmistaminen ovat keskeisiä. Tiedon esittämi-nen alukselta VTS:lle ja päinvastoin asettaa vaatimuksia ergonomian (standardirajapinnat, tekoäly, tilannekuvan ylläpito vikatilanteissa) ja osaamisen (analysointi, tekoälyn ymmärtäminen, päätök-senteon valvonta) kehitykselle.⁷⁴

10.3.1 Toimijoiden muuttuvat roolit automaation edetessä

Tätä suunnitelmaa kirjoitettaessa nousi esiin seuraavia näkemyksiä automaation vaikutuksista tehtä-viin ja rooleihin. Osa muutoksista on menossa eteenpäin erilaisten kehittämishankkeiden kautta:

Väylävirasto

- Vastaa valtion väyläomaisuudesta ja siitä, että väylien ja fyysisten turvalaitteiden suunnitte-luvaiheessa ja elinkaaren aikana huomioidaan automaation tarpeet ja kaikki mahdollisuudet siihen, että turvalaitteisiin sijoitetaan digitaalista infrastruktuuria ja niiden etähallinta ja -huolto on mahdollista.
- Vastaa liikenteenohjaus- ja hallintapalvelujen järjestämisestä palveluhankintana Traffic Ma-nagement Finland Oy:ltä (TMFG) jonka osalta varsinaisen alusliikennepalvelun tuottaa Ves-sel Traffic Services Finland Oy:n (VTS Finland).
- Vastaa myös siitä, että väylien ja turvalaitteiden sijainnista ja ominaisuuksista sekä häiriöistä on saatavilla luotettava, staattinen ja dynaaminen tieto. Vastaa myös muiden väyläpitäjien väylätietojen hallinnasta (ml. satamat) sekä osallistuu tiedon dynaamisuuden ja ajantasaisuu-den kasvattamiseen.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

- Huolehtii vesiväylänpidon sääntely-, lupa- ja valvontatehtävistä.
- Määräyksenantovaltuus väyliin ja merenkulun turvalaitteisiin liittyvissä tehtävissä.
- Ennakoi ja edistää viestintäverkkojen ja -palvelujen kehitystä automaation tarpeisiin, huo-lehtii sääntelyn toimivuudesta ja viestintäverkkojen häiriöttömyydestä, myöntää tarvittavat radioluvat.
- Huolehtii kyberturvallisuuden tilannekuvasta. Kyberturvallisuuskeskus tukee tätä tehtävää.
- Kokoaa, standardoi ja välittää tietoja, joita tulee mm. Väylävirastolta, satamista jne.
- Vastaa siitä, että elektronisten merikarttojen (ENC:t) lisäksi tarjotaan aluksille myös tarkkaa 3D syvyysmalliaineistoja väyliltä, satamien alueelta ja muilta tarvittavilta meri- ja sisävesi-alueilta.
- Valvoo ja tarkastaa lainmukaisuutta (satamavaltiotarkastuksen tulisi sisältää tiedon saaminen aluksen automaatiotasosta ennakkotietona, jonka alus voisi lähettää digitaalisesti)
- Hyväksyy aluksen käyttöön kolmannen osapuolen validoinnin ja sertifiointin jälkeen
- Ohjaa ja valvoo VTS:n toimintaa
- Huolehtii luvan myöntämisestä etäluotsaukseen, kokeiluihin ja pilotteihin.
- Hyväksyy aluksen käyttöön kolmannen osapuolen validoinnin ja sertifiointin jälkeen.
- Ohjaa ja valvoo VTS:n toimintaa.

⁷⁴ Harmen van Dorsser: Future of VTS. 2020

- Huolehtii eMSW-tietoympäristöstä ja siitä, että siinä huomioidaan automaation kannalta keskeiset tiedot ja arkkitehtuuri, joka tukee ilmoitusmuodollisuuksien lisäksi laajempaa satamatietoyhteisöä.

Ilmatieteen laitos

- Vastaa sää- ja meritietopalvelusta sekä sääasemista. Sääasemia on tarpeen sijoittaa satamiin ja sellaisille väylän osille, joista ei ole vielä riittävän tarkkaa alueellista tietoa.

Merelliset viranomaiset (METO) eli Liikenne- ja viestintävirasto, Väylävirasto, Rajavartiolaitos, Merivoimat) tuottavat merialueen valvontaa varten tutka- ja AIS-tietoa sekä muuta yhteistyössä jaettavaa tietoa. Kukin viranomainen muodostaa näistä tiedoista laissa määrättyä tehtävänsä palvelevan tilannekuvan.

Rajavartiolaitos

- Rajavartiolaitos vastaa meripelastuksesta ja ylläpitää hätäradioliikennettä (GMDSS), turvallisuusradiotoiminnasta vastaa Traficom. Automaation ja autonomian kehittymisen myötä painopiste siirtyy yhä enemmän turvallisuusradiotoimintaan ja sen kehittämiseen autonomisille aluksille (lastin näkökulmasta, aluksen pelastaminen ja ympäristö).

Merivoimat

- Merivoimat vastaa merialueella aluevalvonnasta sekä tutkalla että liikkuvalla kalustolla. Merivoimien tutka- ja paikkatieto ovat luokiteltua tietoa eikä edelleen luovutettavissa.

TMFG

- Toimii valtio-omisteisena, luotettuna kolmantena osapuolena ja tarjoaa tiedon välitysalustan yhteentoimivuutta tukevine rajapinta- ja tietomallikirjastoineen ja hallinnointimalleineen. Toimii tiedonjakoekosysteemin edistäjänä esimerkiksi satamaekosysteemissä (aikatiedon vaihto pilottina)
- eVäylän tiedonvaihtokerros ja palvelut rakennetaan osittain TMFG:n ekosysteemiratkaisujen päälle (nykyisin Digitraffic, Datahub jne.).

VTS Finland

- Vastaa alusliikennepalvelujen ylläpidosta, älykkästä liikenneohjauksesta ja meritilannekuvan tuottamisesta.
- Liikenteen ohjaus kehittyy älykkääksi, millä tarkoitetaan sitä, että hyödynnetään digitaalista, ajantasaista tilannekuvatietoa, joka koostuu useista eri lähteistä. Tiedonvaihto muuttuu pääosin koneiden väliseksi, mitä täydennetään VHF-ääniviestinnällä huomioiden sekaliikenteen vaatimukset.
- VTS Finlandin vastuulle kuuluvat tekniset palvelut, tutka- ja sensoriverkosto hankintoineen sekä rajapinnat ja palvelut, joilla mahdollistetaan ja toteutetaan etäohjauksen, etäluotsauksen sekä autonomisen meriliikenteen operoijalle tuotettavat tilannekuva ja digitaalinen tiedonvaihto. Meriliikenteenohjaus tuottaa väyläalueen tilannekuvan sekä jakaa tiedot muille käyttäjryhmille. Tekee yhteistyötä satamien kanssa, jotta tilannekuvaan saadaan myös satama-alue.

- VTS jalostaa ja jakaa sensori- ja tutkadataa viranomaisille ja etäluotsaukseen, mutta myös muille toimijoille, kuten varustamoille, etäohjauskeskuksille, autonomiselle aluksille ja sata-mille. Näille ei kuitenkaan jaeta sensitiivistä tietoa. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaan toiminnan, kun ei tarvita päällekkäisiä tutka- ja sensoriverkkoja.
- Toteutuksen kannalta on tärkeää järjestelmäriippumattomuus ja se, että yrityksille annetaan tasapuoliset mahdollisuudet tarjota rajapintapalveluita ja muita vastaavia palveluita. Huolehditaan siitä, että VTS:lle toimitetaan olennaiset tiedot jaettavaksi, mutta reiluin ehdoin siten, ettei kilpailu vääristy ja yrityksellä säilyy oikeus tuottamaansa tietoon ja oikeus saada siitä korvaus, mikäli sitä jalostetaan eteenpäin tietotuotteiksi.

Satamat

- Satamatietojärjestelmät toteutetaan yhteistyössä TMFG:n ja muiden satamaekosysteemin toimijoiden kanssa.
- Satamat tuottavat tiedot sataman infrastruktuurista ja palveluista. On tärkeää, että e-väylä saadaan ulottumaan satamaan asti. Tekee yhteistyötä VTS:n ja muiden toimijoiden kanssa, jotta isoon tilannekuvaan saadaan mukaan myös satama-alue. Satama vastaa tuottamansa sääpalvelun laadusta ja yhteentoimivuudesta ja toimittaa sensoritiedot Ilmatieteen laitokselle. Mahdollisesti myös Ilmatieteen laitoksen sääasema voisi sijaita sataman alueella.
- Satamatietojärjestelmät sekä satamissa sijaitsevat yhteiset tilat ja mahdollisesti laitteet voisivat tuoda kustannustehokkuutta etäluotsaajille, VTS:lle ja etäoperoinnille

-

Finnpilot

- Etäluotsaus sisältää neuvonantoa aluksen päällikölle sekä väylillä että satamissa. Lisäksi satamahallinnolla on vastaava oikeus sataman alueella, jos pätevyyskriteerit täyttyvät.
- Tulevaisuudessa on määriteltävä etäluotsauksen suhde etäohjauskeskuksiin ja satamiin. Siksi on määriteltävä tarkemmin, mitä etäluotsaus on suhteessa etäohjauskeskuksen toimintaan. Finn-pilot voi tarjota tietopalveluita myös etäohjauskeskuksille.
- Huolehtii siitä, että pystytään vastaanottamaan tilannekuva alukselta ja tuottamaan ja välittämään alukselle tarpeellinen ja ajantasainen navigointitieto.

Alukset ja etäohjauskeskukset

- Varustamot huolehtivat siitä, että aluksilla käytetään standardoituja rajapintoja ja että alus laitteistoinen ja ohjelmistoinen on hyväksytty käyttöön.
- Alukset ja etäohjauskeskukset toimittavat reittisuunnitelmat ja ajantasaiset reittitiedot digitaaliossa muodossa VTS:lle, toisille lähellä liikkuville aluksille, etäluotsaukseen ja satamaan hyödyntäen TMFG:n palvelua.
- Alus toimittaa tiedot aikomuksistaan, päällystön komentoista ja dynaamisesta liiketilasta etäluotsaukseen ja dynaamisesta liiketilasta ja moottoritoimintoja koskevan tiedon etäope- rointi- ja -ohjauskeskukseen. Etäohjauksen on kyettävä vastaanottamaan tieto liiketilasta ja ohjaamaan alusta sekä suorittamaan eräitä huoltotoimenpiteitä.

10.4 Meriliikenteen automaation edellyttämä digitaalinen infrastruktuuri

10.4.1 Yleistä

Meriliikenteen automaation laajentuminen kasvattaa viestintäyhteyksien merkitystä merialueilla. Autonominen merenkulun ja navigoinnin edellytykset vaihtelevat riippuen siitä, liikkuko 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 saatavuus ja alueellinen suorituskyky ovat riittäviä. Tulevaisuudessa meriväylille ollaan mahdollisesti kehittämässä uudenlaisia tapoja toteuttaa peittoa. Satama-alueilla maanpäälliset verkot tarjoavat yhteydet alusten ja satamatoimintojen tarpeisiin.

Dynaamisen tiedonvaihdon määrä lisääntyy satamia lähestyttäessä verkkoyhteyksien parantuessa. Mitä kauemmas avomerelle mennään, sitä vähemmän tietoa on saatavissa 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 esimerkiksi säilyttämällä vanha järjestelmä varajärjestelmänä ja mahdollistettava joustavuus yhteyden valinnassa.

10.4.2 Merenkulun radioviestintäjärjestelmien nykytila

Aluksilla on edelleen 1990-luvulla käyttöön otettua, tosin vaatimuksiin perustuvaa viestilaitteistoa, joidenkin käyttöliittymät ovat nykyaikaistuneet. Tälläkin hetkellä alukset on varustettava radiomerialueensa mukaisella kansainvälisen hätä- ja turvallisuusjärjestelmän (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS) radiovarustuksella, jonka päätarkoitus on hätäviestien lähettäminen ja vastaanottaminen, eli hätä- ja turvallisuusradioviestintä. GMDSS on pakollinen SOLAS-yleissopimukseen kuuluvissa kansainvälisen liikenteen aluksissa. Kotimaanliikenteessä käytetään tästä mukailtuja 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- tai MF-radiopeittoa. Kaikki alusten GMDSS-radiolaitteet sekä satelliittiterminaalit, joilla voidaan lähettää hätähälytys, on kytkettävä paikkatietoa tuottavaan laitteeseen (esimerkiksi satelliittipaikannuslaite, 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 matkaan ja aikatauluihin liittyvään viestintään varustamon tai sataman kanssa. Lisäksi aluksella tulee olla riittävät radiolaitteet alusten väliseen viestintään sekä viestintään alusliikennepalvelun (VTS) kanssa.

Inmarsat ja Iridium ovat IMO:n hyväksymiä satelliittipalveluiden tarjoaja GMDSS- järjestelmässä, ja se tarjoaa globaalisti hätä- ja turvallisuusliikennepalveluja aluksille.

Automatic Identification System (AIS) avulla välitetään muun muassa aluksen tunnistus-, sijainti- ja liiketietoja. Alueilla, missä liikennemäärät ovat suuria, AIS-kanavat ovat varsin ruuhkautuneita. Sekä ilmailussa että merenkulussa on havaittu valitettava trendi, jossa maa-asemien kautta järjestelmiin syötetään häiriötietoa, joka tukkii koko järjestelmän toiminnan.

Vielä osittain kehityksen alla oleva VHF Data Exchange (VDES) -järjestelmä pystyy välittämään tietoa jonkin verran nopeammin kuin AIS-kanavat. VDES -järjestelmän satelliittikomponentti tekee siitä myös avomerillä toimivan järjestelmän.

10.4.3 4G- ja 5G-teknologioiden tuomat mahdollisuudet

Alusten etäohjaus, -operointi, -kunnossapito ja -luotsaus sekä 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 automaatio ja etävalvonta edellyttävät uusia ratkaisuja ja ominaisuuksia viestintäverkoilta. Nykyiset viestintäyhteydet eivät vielä yllä liikenteen ja viestinnän tulevaisuuden ratkaisujen edellyttämälle tasolle.

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 automaatio ja etävalvonta edellyttävät uusia ratkaisuja ja ominaisuuksia viestintäverkoilta. 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.

Tulevaisuuden satamatoimintojen ja vesiliikenteen automaation tarpeet eivät ole kattavasti vielä tiedossa. Niitä tutkitaan monessa hankkeessa ja tulee tutkia edelleen. Osana valtakunnallista liikennejärjestelmätyötä on myös käynnissä selvityksiä tulevaisuuden tarpeista ja viestintäverkkojen saataavuudesta liikenteen palvelutarpeisiin.

Matkaviestinverkot, kuten 4G ja 5G, suunnitellaan esisijaisesti palvelemaan alueita, joilla ihmiset asuvat ja liikkuvat. Verkot suunnitellaan pääsääntöisesti palvelemaan maa-alueita, eikä niitä optimoida vesialueilla liikkuvia varten. 4G-verkot palvelevat jo hyvin satamassa liikkuvia matkustajia. Useat satamat ovat kuitenkin rakentaneet omia satamatoimintojaan varten yksityisiä 4G-verkkoja, koska kaupalliset verkot eivät ole riittäviä palvelemaan satamatoimintoja.

5G-verkkotoiminta on vasta alkanut ja ensimmäiset tukiasemat palvelevat kaupunkien keskustoja ja näiden läheisyydessä olevia asuinalueita. Tästä syystä satamien ja vesiväylien 5G-saataavuus on vielä vähäistä. Tutkimusta ja kokeiluja varten on rakennettu 5G-tukiasemia esimerkiksi Oulun satamaan, mutta peittoalueet ovat satamatoimintoja ajatellen vielä rajalliset.

Matkaviestinverkkojen laajakaistapeitto (30 & 100 Mbit/s) ulottuu laivaväylille rannikon välittömässä läheisyydessä ja 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 toimitiluvissa asetettu peittoaluevelvoitteita merialueiden osalta. Lähitulevaisuudessakaan merialueiden peittoon ei ole odotettavissa merkittävää parannusta, mikäli verkkoja kehitetään ainoastaan kaupallisesta näkökulmasta.

10.4.4 5G:n käyttöönotto

Liikenne- ja viestintäviraston, Väyläviraston ja Ilmatieteen laitoksen yhteistyöllä tuetaan 5G kokeiluja kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Yhdessä 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 tietoliikenne- ja ratkaisuiden 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 edistetään

Automaation 5G-tarpeita voidaan arvioida monien käynnissä olevien kehittämishankkeiden pohjalta kuten Intelligent Sea (Naantali), Sea4Value –hanke (Turku-Tukholma), Helsingin sataman digitalisaatiohanke, IstLab (Rauma), Helsingin, Oulun ja Hangon sataman digitalisaatiohankkeet ja NaviSaimaa (Saimaan alue).

10.4.5 Satelliittipaikantaminen

Satelliittipaikantaminen on merenkulussa paikantamisen perusmenetelmä. Maailman laajuisella GNSS-satelliittinavigoinnilla on kasvava merkitys merenkulun automaatiolle, sillä tarkalla paikannäilyksellä on keskeinen rooli autonomisten järjestelmien päätöksenteossa. GPS on pääasiallinen paikannäilyksen 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. Joillakin alueilla koetaan riskiksi paikantamiseen tai harhautukseen perustuva merirosvous ja jopa häirinnästä tai harhautuksesta mahdollisesti johtuvat onnettomuudet.

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

korjausjärjestelmää (DGPS). Sitä on ylläpidetty korjaamaan ilmakehästä johtuvia signaalipoikkeamia paikannuksen tarkkuuden parantamiseksi. Järjestelmä ei kykene korjaamaan esim. tahallista häirinnästä aiheutuvia paikallisia virheitä. Kaikkien ammatimerenkulussa käytettävien alusten navigointilaitteiden pitää olla IMO:n hyväksymiä. Esimerkiksi monitaajuusvastaanottimella voi käyttää hyväkseen useita erilaisia ja eri periaatteella toimivia navigointijärjestelmiä erilaisissa kokoonpanoissa.

10.4.6 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 ja vaurautumista kyberturvallisuushkiin. 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.

Satelliittinavigointiin kohdistuvat kyberturvallisuushkat voidaan jakaa radiotaajuiseen häirintään (jamming), jolla pyritään peittämään satelliitista vastaanotettava signaali tätä voimakkaammalla häiriösignaalilla, ja harhautukseen, jossa todellisen paikannussignaalin sijaan vastaanottimelle syötetään väärää sijaintitietoa. Erityisesti eurooppalaisen Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmän tuottamiin palveluihin ollaan tuomassa sekä harhautussignaalin käyttöä ehkäiseviä autentikointiominaisuuksia (OS-NMA, Open Service Message Authentication) että signaalin häirintää merkittävästi vaikeuttavia (PRS, Public Regulated Service) ratkaisuja. Molemmilla tekniikoilla voidaan ennakoita olevan merkittävä vaikutus merenkulun paikantamisvarmuuden lisäämisessä tulevaisuudessa.

Satelliittinavigointijärjestelmien tueksi pystyttäisiin nykyteknologialla tuottamaan ns. vaihevaihtokorjauksia, 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 sopivien 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 konstellatioita (parvia) tarjoamaan maailmanlaajuisia internetyhteyttä. Täysimittaisesti toteutuessaan nämä konstellatit pystyisivät tarjoamaan internetyhteyden huomattavasti nykyisiä satelliittiyhteyksiä edullisemmin. Tällä hetkellä satelliittiyhteyksien varsin kallis hinta muodostaa esteen sen hyödyntämiselle erityisesti rahtiliikenteessä.

Alusten kanssa tulisi pystyä kommunikoidaan ja niille toimittamaan tietoa saumattomasti useiden eri taajuuksien ja 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 ja 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 hitaampiin maanpäällisiin järjestelmiin (esim. VDES) tai tarvittaessa satelliittiyhteyksiin. Globaali ja teknologianeutraaliuden mahdollistava standardisointi on tärkeää merenkulun viestintäjärjestelmien ja navigoinnin apuvälineiden yhteentoimivuuden kannalta. Avomereillä 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 merenkra-
diojärjestelmät, matkaviestintäverkot, 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 selvitys. Markkinaehtoisilla (liiketoimintamallit) käyttötapauksilla testataan uudenlaisia toteutustapoja.

10.5 Tiedon jakaminen ja sen edellytykset meriliikenteen automaation näkökulmasta

Tausta

Tässä selvityksessä tiedot on jaettu laivojen joko omaa käyttöönsä varten keräämiin tai viranomaisille lainsäädännön pohjalta toimittamiin tietoihin, merenmittaukseen perustuviin, viranomaisen ylläpitämiin merikartan tietoihin, logistiikkatietoihin sekä olosuhdetietoihin.

10.5.1 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, väylien sekä satama-altaiden 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 tiedot) 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 kauppamerenkulun väyliä osalta. Ne osoittavat liikkumiselle turvallisen alueen.

Elektronisen merikartan ja ECDIS:n (Electronic Chart Display and Information System) 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 aluksissa, mikä rajoittaa sen käyttöä. Se on saatavilla lähes kaikilta kansainvälisen kauppamerenkulun käyttämiltä reiteiltä ja alueilta kattaen lähes kaikki meri- ja valtamerialueet. Suomessa merikartoitustoiminnasta ja merikarttatietojen ja -tuotteiden julkaisusta vastaa Liikenne- ja viestintävirasto. Väylätietoja ylläpidetään Väyläviraston rekistereissä, josta ne välitetään aluksille ja muille tiedon tarvisijoille Traficom:n julkaisemilla merikartoilla. Elektroniset merikartat päivitystietoineen jaetaan aluksille ja muille meriliikenteessä toimiville tahoille kansainvälisen palvelun kautta 24/7 periaatteella.

Nykyiset elektroniset merikartat 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 niiden tuottamisen ja 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 niiden ensisijaisissa navigointijärjestelmissä.

Jo nykyään sähköinen tieto saadaan siirrettyä merikartan tuottajalta alukselle muutamassa tunnissa, mutta keskimäärin karttapäivitysten välittämiseen kuluu muutama päivä. Syynä viiveisiin ovat pääasiassa heikot tietoliikenneyhteydet valtameri- ja muilla avomerialueilla. Kriittisimmät muutokset navigointiympäristössä voidaan kuitenkin viestiä aluksille merivaroituksina muun muassa Navtex- sekä turvallisuusradiopalvelun kautta.

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

Rauman, Pietarsaaren, Uusikaupungin, Sköldvikin ja Saimaan kanavan osalta on olemassa tietomallit, jotka tukevat eVäylää. Merikartan dynaamisuuden kehittämistä on kokeiltu yhdistämällä elektro-

niseen merikarttaan (ENC) syvyysmalli ja tieto reaaliaikaisesta vedenkorkeudesta. Kokeilulla simuloitiin tilanteita jossa vedenkorkeuden muuttuessa myös aluksen käytettävissä olevat turvavesirajat muuttuvat.

Liikenne- ja viestintäviraston, Väyläviraston, Ilmatieteen laitoksen käynnissä olevassa ns. ”N2000 väylä- ja merikarttaudistuksessa ” syvyys- ja väylätiedot saatetaan Suomen ja myös Itämeren yhteiseen korkeusjärjestelmään asteittain kaikilla Suomen meri- ja sisävesialueilla vuoteen 2026 mennessä. Tämä luo osaltaan pohjaa eri navigointitietojen ja -tietotuotteiden yhteiskäytölle alusten navigointijärjestelmissä esim. merikarttatiedon yhdistämisen reaaliaikaiseen olosuhdetietoon.

Reaaliaikaisesti muuttuvan dynaamisen merikartan (esim. syvyystiedon osalta) toteuttaminen mahdollistaisi vesialueen hyödyntämisen olosuhdetiedot huomioiden eli dynaamisen väylän, mutta haasteena on toteutuksen ja ylläpidon organisointi ja sen mahdollinen kalleus sekä se, miten reaaliaikaiset olosuhdetiedot saadaan käytännössä siirrettyä laivalle. Toteutus edellyttäisi myös laivoilta olosuhdetietojen jakamista. Tiedon siirtoa helpottaisi se, että paketit ovat pieniä. Avomerellä ratkaisuna voisivat olla tiedonsiirtolinkit (hotspot), joiden kautta tieto latautuisi laivalle. Reunalaskennan avulla dataa voidaan puolestaan käsitellä ja varastoida lähempänä paikkaa, jossa sitä käytetään. Tämä lyhentää käsittelyn viiveitä ja pienentää verkon yli siirrettäviä datamääriä. Reunalaskenta on hyödyllistä erityisesti viiveen kannalta kriittisissä toiminnoissa, kuten etävalvonnassa ja –ohjauksessa.

Logistiset tiedot

Automaation kannalta keskeisiä logistisia tietoja ovat:

- alusten tarkat, reaaliaikaiset ja ennakoidut lähtö- ja saapumisajat erityisesti yhdistettynä operatiiviseen tietoon, kuten tarkkaan paikkatietoon satamainfrastruktuurista (erityisesti tarkka laiturin paikkatieto)
- aikataulut ja reitit sekä niiden muutokset
- lastauksen ja purun tila
- tieto lastista, sen sijainnista, kunnosta ja tilasta aluksen ruumassa
- palvelujen saatavuustieto satamassa

Laivan antureilla voidaan tuottaa myös tietoa lastin tilasta ja kunnosta komentosillalle tai suoraan satamaan. Tämä on tärkeä tieto, sillä liikkuvassa aluksessa ei voi tarkistaa lastin kuntoa ruumassa kesken matkan. Käytännössä kontinomistajat määrittelevät sen, mitä sensoreita konttiin tulee. Satama-automaation kannalta olisi hyödyksi tarkempi tieto lastista ja siitä, missä järjestyksessä se tulee satamaan. Tietoa voisi vastaavasti tulla maista.

Laivojen keräämät tiedot

Laivojen anturit keräävät tilannekuvatietoa. Ne keräävät 1) tietoa tehokkuuteen liittyvistä päivittäisistä toiminnoista (muun muassa koneistotieto), 2) olosuhdetietoa ja 3) paikkatietoa eli tietoa matkasta sekä 4) alusten tunnistamiseen ja vuorovaikutukseen liittyvää tietoa, jota toimitetaan pakollisiin merenkulun tietojärjestelmiin sekä 5) alusten turvallisuustietoa. Osa antureista on pakollisia, säädöksiin pohjautuvia ja osa uutta teknologiaa, jonka käyttö perustuu muuhun havaittuun tarpeeseen. Osa 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 myös viranomaisten omaa tilannekuvaansa varten keräämien tietojen jakamista autonomisten alusten käyttöön, jos se on turvallisuuden näkökulmasta (turvallisuus, maanpuolustus, tietoturva ja –suoja, liiketalaisuudet) 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. Tiedon tarkkuusvaatimukset vaihtelevat ja tarkkaa tietoa tarvitaan erityisesti ahtailla kulkuväylillä ja laiturialueella. Saaristoalueilla vaaditaan yleensä tarkkaa paikannusta.

Alusliikennepalveluille ja viranomaisille tulisi jakaa digitaalisesti tiedot aluksen suunnitellusta reitistä sekä aluksen etäältä tapahtuvaan ohjaukseen, autonomiseen liikkumiseen tai etäluotsaukseen käytettävästä aluksen tarkasta paikasta ja liikkeestä. Tieto informaation luotettavuudesta, tarkkuudesta ja tuottamistavasta on tällöin olennainen. VTS-palvelun tarjoajalle, aluksille ja etäluotsaukselle tulisi puolestaan välittää tiedot digitaalisesti autonomisen aluksen, etäohjauksen tai etäluotsauksen häiriötilanteista, väylästä havaituista turvallisuuspoikkeamista sekä digitaalisen väylämerkinnän häiriöistä.

EU-rahoitukseen perustuvassa Meriliikenteen hallinnan (STM) validointi -projektissa on kehitetty ja testattu teknologiaa reittisuunnitelman vaihtoon alusten välillä sekä alusten ja maa-asemien (mukaan lukien VTS-keskukset) välillä. Reittitiedon standardointi, mukaan lukien STM-rajapinta, on meneillään IEC/TC80 (International Electrotechnical Commission) teknisessä komiteassa. On suositeltavaa ottaa standardi käyttöön, kun se on hyväksytty kansainvälisesti. ECDIS:een on kehitetty rajapinta, jonka kautta tietoa voidaan jakaa sieltä eteenpäin. Joillakin laitevalmistajilla on jo toiminnot reittisuunnitelman jakoon omissa ECDIS-järjestelmissään.

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. Kallistuskulma on tärkeä parametri aluksen liiketilän mallintamisen kannalta. IMO:n päätöksen mukaisesti uusissa VDR-laitteissa tulee olla mahdollisuus nauhoittaa tätä tietoa.

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 tietosisällöstä on päätetty IMO:ssa vasta ympäristötietojen osalta. Siksi kerätyt tiedot voivat vaihdella lippuvaltiosta toiseen. Radiopäiväkirjaan tulee merkitä muun muassa tietoja radiotoimintaan liittyvistä tapahtumista ja kokeiluista 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 käytettävyyttä ja säätämään sitä, jotta aluksen ohjailun yksi keskeinen elementti on käytettävissä. VDR:stä ei ole saatavilla riittävän tarkkaa tietoa. Tätä tietoa keräävät myös kaupalliset koneoptimointijärjestelmät ja sitä siirretään maihin.

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 (security) varmistamiseksi. Aluksen päälliköllä on oikeus sulkea AIS-järjestelmä, mikäli turvallisuus (security) sitä edellyttää. Tyypillinen tilanne on merirosvous.

AIS laitetta asennettaessa alukseen siihen ohjelmoidaan tietyt staattiset tiedot aluksen tunnistamista varten ja turhan VHF-radioliikenteen vähentämiseksi muiden alusten ja rannikkoasemien välillä. AIS-laite tuottaa lisäksi joukon muuttuvia tietoja, joiden avulla on mahdollista mm. arvioida aluksen liiketilaa, lastia, määränpäättä, syvyyttä jne.

AIS-laitteen asennus edellyttää tiettyjen aluksen aikaa, tilaa ja paikkaa koskevien staattisten tietojen ohjelmoimista laitteeseen aluksen tunnistamista varten ja turhan VHF-radioliikenteen vähentämiseksi alusten ja rannikkoasemien välillä. AIS-järjestelmää on IMO:n COLREG-sopimuksen mukaan tarkoitus käyttää ensisijaisesti tähytysapukeinona ja yhteentörmäysriskin määrittämiseen. Laitetta ei voi käyttää yhteentörmäyksen välttämiseen, koska tiedot kerätään aluksen laitteista ja/tai ne lisätään manuaalisesti ja voivat siksi olla virheellisiä. Alle 300 NT aluksia ei ole myöskään varustettu AIS:llä.

Täysin reaaliaikaiset AIS-tiedot pohjautuvat viranomaisen 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, kuten osoitteesta Marinetraffic.com. Kattavuus ei välttämättä ole sama kuin viranomaisten keräämässä tiedossa ja ajantasaisuus vaihtelee sen mukaan, onko tieto maksullista vai ei.

Koska AIS-viestit lähetetään aluksilta VHF-taajuuksilla, tiedon ajantasaisuus riippuu alueen AIS-viestien määrästä. Niillä alueilla, missä alusliikennettä (lähettäviä laitteita) on paljon, voi AIS-tieto olla useita minuuttejakin vanhaa, mutta esimerkiksi Suomenlahdella AIS-tiedon viive ei normaalioloissa aiheuta ongelmia aluksille eikä alusliikennepalvelulle. Internetpohjaisten AIS-palveluiden maalitiedon viive riippuu palveluntarjoajasta ja yleensä se on minuuttien luokkaa. Näitä palveluita ei 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

Sää tiedot (METOCEAN) ovat kriittisiä merenkulun automaation turvallisuudelle. Ilmatieteen laitos tarjoaa meren tilaan liittyviä ja paikallisia sää- ja merihavaintopalveluja, ilmakehän ennustemalleja, SAR-satelliittituotteita (meripelastukseen) sekä meteorologisia ja METOCEAN –konsultointipalveluja. Suomessa on vahvaa osaamista koskien säätä ja sen mittaamiseen liittyviä laitteita ja vientipotentiaalia myös yrityksissä.

Haasteeksi on koettu se, että sää tiedot eivät ole vielä kattavia eivätkä alueelliselta ja paikalliselta tarkkuudeltaan riittäviä, sillä automaation kannalta kriittiset sään muutokset voivat olla äkillisiä. Tilannetta voitaisiin mahdollisesti parantaa Ilmatieteen laitoksen sääasemien sijoittelulla sekä satamien ja alusten keräämien tietojen jakamisella. Sekä viranomaisen että alusten (muun muassa aallokko, jäätilanne, sumu, näkyvyys) kokoamien tietojen entistä avoimempaa jakamista sekä selkeitä vastuita jaetusta tiedosta ja tiedon laatua on edistettävä. Sekä säähavainnot että olosuhde-ennusteet, kuten veden korkeus, ovat tärkeitä autonomiselle liikenteelle.

Tieto tuulesta, jäätämisestä, aallokosta, merivedenkorkeudesta ja jäätilanteesta 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.

Alusten tarvitsema tieto ei myöskään aina ole standardoitua tietoa vaan tietoa jollakin rajatulla alueella, jossa sää- ja tuuliolosuhteet ovat poikkeavat johtuen maa-alueiden ja rakennusten muodostamista poikkeavista ympäristötekijöistä. Tyypillisiä tällaisia tilanteita ovat satama-altaat, joissa alus kääntyy taikka pitkissä vuorten ympäröimissä kapeikoissa, joissa virta ja tuulen suunta voivat olla merkittävästikin poikkeavia.

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.

Tilannekuva

METO-viranomaisten kesken jaetaan meriliikenteen isoa tilannekuvaa liikenteen ohjaus- ja valvontatarkoituksiin. VTS-valvontajärjestelmän tiedot ovat tilannekuvan kannalta varsin kattavia, sillä merivalvontatutkalla katetaan koko rannikko ja AIS-tiedot täydentävät tutkatietoa. Euroopan meriturvallisuusvirasto EMSA on kehittämässä järjestelmiä automaattiseen käyttäytymisen seurantaan koskien esimerkiksi aluetta aluksen ympärillä ja reittitietoseurantaan.

CISE on kehitteillä oleva eurooppalainen vapaaehtoinen rajapintojen kautta tapahtuvaan tiedonvaihtoon tarkoitettu tiedonvaihdonalusta, jonka tavoite jakaa tietoja olemassa olevien valvontajärjestelmien ja -verkostojen kesken. Sen tavoitteena on tarjota viranomaisille merialueiden valvonnassa tarvittavat tiedot. Sitä kehitetään EU:n komission rahoittamassa EUCISE2020-hankkeessa ja EMSA:n johtamassa kehittämishankkeessa testialustan määrittelemiseksi, rakentamiseksi ja testaamiseksi.

Hankkeessa tutkitaan myös kyberturvallisuustiedon vaihtoa. EU-hankkeeseen kytkeytyvää kansallista hanketta johtaa Rajavartiolaitos. Hankkeen ulkopuolelle jäävät VTS:n reittitiedot ja paikalliset tutkatiedot sekä aluspalvelun ja aluksen välinen tiedonvaihto. Siten on arvioitu alustavasti, ettei järjestelmä tue suoraan merenkulun automaatiota.

10.5.2 Merenkulun tiedonjaon infrastruktuurin kehittäminen

Nykyiset tiedonvaihto- ja viestintäratkaisut eivät riitä tulevaisuuden automaatiotarpeisiin eivätkä tarpeetkaan vielä ole kaikilta osin tiedossa. Automatisoituva meriliikenne tarvitsee erityisesti aluksen dynaamista (käyttäytyminen, liiketila) tietoa, reaaliaikaista olosuhde- ja reittitietoa, yhteisen tilannekuvan liikenteenohjaukseen ja valvontaan sekä samalla merialueella kulkevien välille että etäohjaajan ja –luotsaajan ja laivan välille.

On tarpeen selvittää esteet, kannusteet ja insentiivit tiedon jakamiseen merenkulun automaatiota edistävälle yksityisten toimijoiden hallussa olevalle tiedolle. Tällaisia insentiivejä voisivat olla esimerkiksi vaikutukset erilaisiin maksuihin tai palveluihin, tiedon jakamisesta saatava korvaus tai vastavuoroisesti saatava tieto. Insentiivit edellyttävät useissa tapauksissa lainsäädännön muutoksia. Tiedon luovuttamisen lisäksi on mahdollista edellyttää teknologiaa, joka mahdollistaa tiedon keräyksen ja siirron. Mahdollisia maksuja ovat valtion perimät väylä- ja jäänmurtomaksut tai toimintaa ohjaavat verot. Esimerkiksi väylämaksujen perimisestä pidemmällä aikavälillä ei ole tehty päätöstä pidemmällä aikavälillä. Palveluja voisivat olla TMFG:n lisäarvopalvelut ja VTS:n palvelut esimerkiksi etäluotsaukseen.

Vaikutusta voisi olla myös satamien perimiin yksityisoikeudellisiin maksuihin tai lainsäädännössä määritellyyn oikeuteen kerätä luotsausmaksuja. Maksun perijä voisi saada enemmän nettohyötyä esimerkiksi toiminnan tehokkuutta parantavista digitaalisista tiedoista kuin perityistä maksuista. Esimerkiksi reitti- ja aikatieto, ympäristö- ja terveysturvallisuustieto ovat esiin tulleita esimerkkejä. Suurimmat vaikutukset tulisivat yhdistämällä insentiiveihin ympäristöystävällinen energiateknologia ja ympäristötiedon luovutus.

Tässä selvityksessä tuli esiin seuraavien olennaisten tietojen saatavuuden tarpeet:

- Selvitetään mahdollisuus edellyttää elektronisen merikartan pakollisuuden laajentamista.
- Vaikutetaan kansainvälisissä järjestöissä IHO:ssa ja IMO:ssa siten, että IHO S-100 standardeihin pohjautuvat uudet tietotuotteet ml. elektroniset merikartat ja syvyysmallit saadaan hyväksytyä merenkulun käyttöön.
- Selvitetään, miten ja missä määrin merikartan tietoja ja muita navigointitietoja voidaan kehittää dynaamisemmiksi.
- Merenkulun turvalaitteita ja väylän syväystä koskevien tietojen tarkkuutta kehitetään.
- Selvitetään mahdollisuudet laajentaa sellaisten laivojen pakollisten antureiden keräämien dynaamisten tietojen käytön laajentamista, joita laivat toimittavat viiveellä pakollisiin merenkulun tietojärjestelmiin. Tällaista tietoa ovat 1) tehokkuuteen (muun muassa ohjailu, kone-teho, koneen toiminta) liittyvät toiminnot, 2) sää- ja olosuhdetiedot (muun muassa tuulen suunta ja nopeus) ja 3) tiedot aluksesta ja sen sijainnista (muun muassa aluksen sijainti, nopeus ja keulasuunta, aluksen liikkeisiin vaikuttavat hydrostaattiset voimat, syvyysluotaimen sensoritieto).
- Selvitetään miten alusten keräämää tietoa (mm. tilanne-, sijainti- reitti- ja ympäristötieto), joka on välttämätöntä yhteiskunnallisesti merkittäviin turvallisuutta ja ekologista kestä-

vyyttä parantaviin tarkoituksiin jaetaan toimijoiden kesken kaikkia hyödyttävällä tavalla reiluin käyttöehdoin. Tarpeen vaatiessa luodaan lainsäädännölliset edellytykset tiedon jakamiselle. Huomioidaan yhteentoimivuus, tiedon laatu sekä tiedon tuottajien, välittäjien ja hyödyntäjien roolit. Markkinavuoropuhelu ja yhteiset sopimusmallit mahdollistavat vapaaehtoista tietojen jakamista ekosysteemissä.

- Selvitetään, miten varustamoille ja sen edustajille annettaisiin käytännön mahdollisuus hyödyntää ja jakaa edelleen käytettäviksi aluksen keräämiä tietoja (organisaation datasuvereniteetti). Selvityksen aikana erityisesti päästötiedot ja laivan moottorin toimintaan liittyvät tiedot nousivat esiin. Käytännön haasteina nähtiin nykyiset sopimukset, rajapintojen puuttuminen ja osaamisen keskittyminen laitevalmistajille.
- Ennakoitu ja ajantasainen reittitieto (muun muassa reitti- ja käännöspisteet, kompassisuunnat, välimatkat, sallittu poikkeama, veden syvyys) on saatava käyttöön tukemalla teknologiakokeiluja ja pilotteja, joilla kehitetyt rajapinnat saadaan alusten käyttöön ja liikenteen ohjaukseen ja etäohjaukseen ja -luotsaukseen. On tarpeen selvittää EMSAn kehittämän reittitietopalvelun käyttöönottoa suhteessa kansallisiin ratkaisuihin.
- Yhteinen tilannekuva: Selvitetään, miten ajantasainen, visuaalinen laivan liiketilatiето (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 paikallisia 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 IALAssa ja Kansainvälisessä televiestintäliitto ITUssa.
- 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.
- VTS: Selvitetään mahdollisuudet jakaa digitaalisesti tiedot liikenteen ohjaamisesta, rajoittamisesta tai kieltämisestä sekä tiedot avun tarpeessa olevan aluksen suojapaikkaan ohjaamisesta, talvimerenkulun vaatimuksista ja rajoituksista aluksille.
- Selvitetään miehittämättömän, autonomisen aluksen hätätilanneprosessit, milloin alus lähettää hätätiedon, miten se käsitellään ja miten avunpyyntöön kyetään vastaamaan, kuka vastaa vahingoista ympäristölle, jos alusta ei voida pelastaa johtuen suljetuista ohjelmistoista ja onko kyse tavaran pelastamisesta vai meripelastuksesta? Kysymys on rantavaltion mahdollisuudesta ehkäistä mm. ympäristöhaittoja.
- VTS: Selvitetään mahdollisuudet jakaa digitaalisesti tiedot liikenteen rajoittamisesta tai kieltämisestä sekä tiedot avun tarpeessa olevan aluksen suojapaikkaan ohjaamisesta.

Tiedon vaihtoa kehitetään huomioiden:

- IMO:ssa hyväksytyt merenkulun palvelujen (muun muassa alusliikennepalvelut, 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

- tiedonvaihdon ja tiedon harmonisointi (tietomallit, tiedonsiirto, tietotuotteet)
- tiedonvaihdon 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.
- tiedonvälityksen 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 turalaite- ja majakkaviranomaisten järjestössä (IALA), Merikartoitusjärjestössä (IHO) ja Maailman ilmatieteen järjestössä (WMO) on oleellista yhteentoimivuuden kannalta. Kansallisen selvityksen tulokset esiteltiin Kansainvälisessä merenkulun organisaatiossa (IMO) säädöskartoituksen tulosten esittelyn yhteydessä, jolloin se voi mahdollistaa tiedonvaihdon osalta tulevaan säädöskehkeykseen.

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.

10.6 Meriliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri

10.6.1 Nykytila

Väylä on päätepisteittensä välille turvallista merenkulkua varten maastoon ja merikartalle merkitty yhtenäinen kulkureitti vesialueella. Merenkulun turvalaitteiden pääasiallinen tehtävä on merkitä väylä ja osoittaa sen sijainti, jotta alukset voivat navigoida sillä turvallisesti visuaalisin keinoin. Fyysiset turvalaitteet jaotellaan kiinteisiin ja kelluviin turvalaitteisiin, joiden toimintaperiaate perustuu ensisijaisesti visuaaliseen havainnointiin. Digitaalisuuden myötä havainnointi on myös muuttumassa koneiden väliseksi (virtuaalinen turvalaite). Virtuaalinen turvalaite nykytilassa on AIS-järjestelmän kautta lähetettävä tieto turvalaitteesta (AIS AtoN).

Väyliä tehokkuutta pyritään parantamaan merenkulun turvalaitteisiin lisättävällä älykkyydellä, jolla tarkoitetaan turvalaitteiden kaukovalvontaa ja -hallintaa sekä olosuhde- ja tilannekuvatietojen keräämistä ja välittämistä. Merenkulun turvalaitteita on Suomessa nykypäivänä kaikilla väylillä yhteensä lähes 36 000 kpl. Väyläviraston hallinnoimilla vesiväylillä on yli 25 000 merenkulun turvalaitetta, joista kaukovalvonnassa on noin 1600 kpl ja kaukohallinnassa 83 kpl.

Kaukovalvottu turvalaite lähettää toiminnastaan matkapuhelinverkon välityksellä päivittäisen tilareportin, jossa on tietoa mm. pariston tai akun jännitteestä, valon paloajoista, lämpötilasta, aurinkoenergian tuotosta, sijainnista jne. Vikaviesti lähetetään heti kun turvalaitteen toiminnassa havaitaan häiriö esim. valo vikaantuu tai kelluva turvalaite siirtyy pois paikaltaan. Kaukovalvonnan ansiosta vikaantumisiin voidaan reagoida nopeasti. Laitteiden vikaantumista voidaan myös ennakoita, jolloin huolto voidaan tehdä ennakoivasti ja välttää käyttökatkot. Tämä lisää turvallisuutta ja kustannustehokkuutta. Tilatietoja voidaan käyttää suunnittelun ja mitoituksen apuna.

Tällä hetkellä ohjaus tapahtuu manuaalisesti eli esim. VTS-keskuksesta lähetetään ohjaukskäskyt kaukohallinnan web-käyttöliittymän kautta käyttäjien toiveiden mukaisesti. Valojen ohjausta olisi mahdollista myös automatisoida niin, että kirkkaus vaihtelisi automaattisesti sääolosuhteiden mukaan tai kytkemällä harvaliikenteisen väylän valot päälle vain silloin, kun liikennettä havaitaan (esim. AIS-tietoon perustuen). Näin olisi mahdollista säästää energiaa ja saada samalla parempi palvelutaso.

Kaukohallinnalla tarkoitetaan turvalaitteiden valojen etäohjausta. Kaukohallittavia turvalaitteita on tällä hetkellä asennettuna rannikolla 48 turvalaitteella, Färjsundin väylällä 11 kp ja Rauman eteläisellä väylällä 37 kpl. Saimaalla kaukohallittavaa turvalaitetta on asennettuna 35 kpl, Haponlahti-Joensuu väylällä. Kaukohallintaa on tulevaisuudessa suunnitteilla Saaristomerellä, Selkämerellä ja Ahvenanmaan väyläalueille, Pohjanlahdelle Kokkolaan, Tornioon ja Vaasaan, Suomenlahdella Kotkan ja Helsingin alueelle, Etelä- ja Pohjois-Saimaalle.

Pääosin satamien, yritysten ym. toimijoiden toteuttamissa kokeiluissa turvalaitteisiin on asennettu olosuhdetietoa mittaavia (mm. virtaus, aallon- ja vedenpinnankorkeus), vedenlaatua (mm. lämpötila, sameus) ja ilmanlaatua (mm. SO₂-päästörajoituksia mittaava ”sniffer-poiju”) antureita. Näitä ei ole kuitenkaan toistaiseksi laajemmassa käytössä.

Väylävirasto on kokeillut valopoiijujen poiijulyhdyssä olevien kiihtyvyyssantureiden käyttöä poiijun liikkeen ja sitä kautta aallokon voimakkuuden arviointiin (ns. meritilannekuva) 8 kohteessa.⁷⁵ Suuntaa antavaa tietoa saadaan kustannustehokkaasti, ympärivuotisesti ja väylän varrelta. Laajentamalla mittausverkostoa ja kehittämällä algoritmeja tarkkuutta voitaisiin todennäköisesti parantaa.

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:n (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) antamia ohjeita. IALA on antanut ohjeistuksen myös virtuaalisista turvalaitteista, jonka mukaan ottaminen kansalliseen vesiliikennelakiin on viereillä. Virtuaaliset turvalaitteet ovat navigoinnin apuvälineitä fyysisten turvalaitteiden lisäksi. Autonomiset alukset voivat tulevaisuudessa havainnoida konenäön avulla fyysisiä turvalaitteita, mutta esimerkiksi haastavista sääolosuhteista johtuen tarvitaan virtuaalisia turvalaitteita.

10.6.2 Energiaratkaisut

Merenkulun turvalaitteiden käyttötarkoitus ohjaa niissä käytettävää energiaratkaisua. Osa turvalaitteista on kytkettynä valtakunnalliseen sähköjakeluverkkoon, mutta valtaosa turvalaitteista ovat pienen virrantarpeen vuoksi varustettuina muilla kustannustehokkailla 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.

⁷⁵Kts. lisää: <http://geojson.io/#data=data:text/x-url,https://meri.digitraffic.fi/api/v1/sse/latest>

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. IMO:ssa vaikutetaan maasähkön käytön yleistämiseen 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.

10.6.3 Kehitys

Liikenneverkkojen kuntokehityksessä on kuljetusten kustannustehokkuuden kannalta merkityksellistä se, että kauppamerenkulun väylien ja niiden turvalaitteiden kunto pysyy hyvänä. Älyväyläkehityksen myötä väylänpitäjän saavuttamana hyötynä nähdään päivittäisen kunnossapidon ja toiminnan tehostuminen. Turvalaitteiden älykkyydellä parannetaan infrastruktuurin ylläpidon ennakoitavuutta, ylläpidon laatua sekä kustannustehokkuutta.

Liikenteen automaatiotason noustessa turvalaitteiden merkitys muuttuu. Koneellisen paikanmäärittäksen luotettavuus ja suositellun kulkureitin osoittaminen korostuvat tulevaisuudessa. Paikannuksessa tulee korostumaan useamman vaihtoehtoisen 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, sitä tarkempaa olosuhdetilannekuvaa tai kattavampaa tiedonsiirtoverkkoa on mahdollista muodostaa. Älykkäät turvalaitteet ovat perinteisiä turvalaitteita huomattavasti kalliimpia, minkä vuoksi tarpeet tulee olla selvillä.

10.6.4 Epävarmuustekijät

Kehitystyön suuntaaminen väylänkäyttäjän tulevien tarpeiden kannalta keskeisempiin kohteisiin edellyttää, että kyetään selvittämään automaation kehityksen edellyttämät tarpeet esimerkiksi turvalaitteiden havainnointivaatimukset. Automaatiokokeiluissa on hyödynnetty LIDAR-valotutkaa. Merenkulun turvalaitteiden asettamat rajoitteet, kuten virtalähteen riittävyys ja tietoliikenneverkkojen toimivuus, ovat myös kehitystyön kannalta hyvin keskeisessä asemassa.

Väylävirasto teettää 2020 aikana selvityksen merimerkkien ja niissä käytettävien heijastinmateriaalien näkyvyyttä ja näkyvyyden optimointia kaupallisille laserkeilaimille sekä yleisemmin laserkeilainten käyttöä ja ongelmia meriolosuhteissa. Tarvitaan aktiivista keskustelua viranomaisten ja teollisuuden välillä tavoitteista. Tarpeisiin liittyviä muutoksia on käsiteltävä kansainvälisellä tasolla, koska nämä voivat edellyttää standardoinnin muutoksia. Turvalaitteiden nykytoiminnallisuuksien

osalta digitaalisuutta lisättäneen paikannuksessa hyödynnettävien digitaalisten signaalien muodossa esimerkiksi jonkinasteinen digitaalinen linjataulu tai majakka.

10.6.5 Talviolosuhteet haasteena ja mahdollisuutena

Kauppa-alusten selviäminen jääolosuhteissa vaatii aluksen liiketilan ja sen ohjailuominaisuuksien tarkkaa mallintamista. Mitä vaikeammat jääolosuhteet, sitä monimutkaisempi yhtälö on ratkaistavana. IMO:n koneistotehosäännöt (EEDI) rajoittavat konetehon käyttöä jääolosuhteissa. Jäänmurtajalaivastoa ollaan uudistamassa ja seuraavan sukupolven jäänmurtajan suunnittelu alkoi vuonna 2020. Murtajien suunnittelun lähtökohtana on operointiominaisuuksiltaan mahdollisimman tehokas ja ympäristöystävällinen lopputulos. Uusissa murtajissa huomioidaan tehokkuus ja kestävyys. Automaatio viedään korkealle tasolle, mutta niitä operoi edelleen aluksilla oleva henkilöstö.

Avustettavien alusten jäissäkulkukyvyn heikentyessä kiristyvien ympäristömääräysten seurauksena sekä samanaikaisesti aluskoon kasvaessa avustusmatkat pitenevät ja mahdollisesti saattueavustaminen (convoy) vähenee. Kehityskulku hidastaa avustusoperaatioita ja lisää hinausten tarvetta kohtuullisen palvelutason ylläpitämiseksi. Uusien kauppalaivojen runkojen muotoilu estää jo nyt joidenkin alusten hinaamisen samoin kuin keulapakkojen järjestelyt ja ankkureiden sijoittelut. Muun muassa nämä asiat tulisi huomioida, mikäli alusta suunnitellaan käytettäväksi talviolosuhteissa. Eriytyisiä haasteita ovat avustettavan aluksen kyky seurata jäänmurtajaa lähietäisyydellä sekä hinausoperaation käynnistämiseen liittyvä hinausvaijereiden kiinnittäminen avustettavaan alukseen, jos aluksella ei ole miehistöä.

Jäänmurtoavustukset voisivat olla tulevaisuudessa mahdollisuus tukea korkean tason automaation alusten yleistymistä, kunhan turvallisuutta koskevat erityishaasteet on ensin ratkaistu. Kokeilutoimintaa voisi mahdollisesti harjoittaa Jaakonmerellä siten, että kokeiluihin osallistuisi myös jäänmurtaja. Ratkaisuihin liittyvän kokeilutoiminnan tulisi tapahtua muualla kuin avustusrajoitusten piirissä olevien satamien välillä, jottei toiminta häiritse muuta laivaliikennettä ja jäänmurtajien operointia.

Merenkulun turvalaitteiden osalta talviolosuhteet sisältävät monia haasteita. Jään aiheuttamat kuormat on huomioitava laitteiden valinnassa ja kiinnityksessä. Pohjaan perustetuissa kiinteissä turvalaitteissa, kuten reuna- ja tutkamerkeissä, voi esiintyä jään liikkeiden aiheuttamaa voimakasta tärinää. Herkät laitteet vaativat turvalaitteissa vaimentavia kiinnitysratkaisuja. Kelluvat turvalaitteet, kuten poijut ja viitat, voivat painua jääkentän alle jonka vuoksi näihin olosuhteisiin asennetuissa kohteissa ei voida käyttää mitään ulkonevia lisälaitteita, kuten antennejä tms. ratkaisuja. Turvalaitteiden vaatima energian riittävyys on talviolosuhteissa huomioitava haaste erityisesti aurinkoenergian osalta.

10.7 Satamat

10.7.1 Satamaekosysteemi, toimijoiden roolit ja tiedonvaihdon merkitys automaatiolle

Satamat ovat solmukohtia liikennemuotojen väliselle logistiikalle. Satamissa toimii lukuisia palveluja tarjoavia yrityksiä, kuten satamaoperaattorit, huolitsijat, laivanselvittäjät ja varustamot. Muita toimijoita ovat muun muassa liikenteen ohjauksen (VTS) sekä luotsaus- ja jäänmurtopalvelun tarjoajat. Viranomaisista Liikenne- ja viestintävirasto Traficom suorittaa tarkastuksia ja valvontaa aluksille ja Väylävirasto vastaa väylistä ja niiden kunnossapidosta. Rajavartiosto, poliisi ja ympäristövi-

ranomaiset valvovat satamassa tapahtuvan toiminnan laillisuutta ja mahdollista rikollista toimintaa. Tulli kerää varustamoilta väylämaksuja ja lastimaksua sekä kerää tilastotietoa tavaravirroista. Kuntien omistamat ja yksityiset satamalaitokset hallinnoivat satamaa. Ne vastaavat infrastruktuurista (fyysinen satama-alue, kentät ja laiturit, sataman osuus meriväylästä, maantiestä ja rautatiestä, rakennukset, kuten varastot ja terminaalit ja laitteet esim. nosturit). Satamalaitos perii satamassa toimijoilta useita erityyppisiä maksuja, kuten satamamaksuja, matkustajamaksuja, tavaramaksuja, alusten irrotus- ja kiinnitysmaksuja, vesimaksuja ja jätevesimaksuja, satamaluotsausmaksuja, varastointimaksuja ja vuokria.⁷⁶

Satamatoimijat muodostavat satamaekosysteemin, jossa erilaisten toimijoiden yhteistyön merkitys tiedon vaihdossa on suuri. Automaation näkökulmasta on erityisen tärkeää varmistaa yhteistyö ja tiedon vaihdon yhteentoimivuus aluksen ja satamien välillä sekä sataman, VTS:n, viranomaisten sekä mahdollisten etäohjauskeskusten välillä.

Haasteena on se, että väyliltä tuotettua digitaalista dataa on olemassa ja saatavissa, mutta satamiin tultaessa digitaaliset tietovirrat katkeavat ja satamatoimijoiden tietojärjestelmät eivät toimi yhteen. Satamaan saapuvan autonomisen aluksen tulisi saada esimerkiksi tarkka ja luotettava tieto navigointiin vaikuttavista seikoista erityisesti paikallisista ja ajantasaisista sääolosuhteista sekä sataman väyläosuudesta, etäluotsauspalvelusta, laituri paikasta ja laitteista, joilla on vaikutusta aluksen kiinnittämiseen ja lastin käsittelyyn. Lausuntokierroksella sidosryhmät ovat kiinnittäneet huomiota erityisesti siihen, että säätiedot satamissa eivät ole alueelliselta ja paikalliselta tarkkuudeltaan riittäviä, sillä kriittiset sään muutokset voivat olla äkillisiä.

Suomessa satamat ovat pieniä ja tavaravirroiltaan erikoistumattomia ja niissä toimivat yritykset ovat usein pieniä ja keskisuuria. Suuntaus tosin on, että satamien koko on kasvamassa ja älykäs satama on ottanut viime aikoina Suomessa suuria edistysaskeleita esimerkiksi älykkäiden turvalaitteiden, digitaalisen kaksosen kehittämisen ja viestintäyhteyksien osalta.

10.7.2 Satamien digitaalinen infrastruktuuri

Sataman radioyhteydet tukevat merenkulun turvallisuusradioviestintää ja navigointia sekä sataman operointiin ja logistiikkaan liittyviä toimintoja. Turvallisuusradioviestintä perustuu kansainvälisiin sopimuksiin ja koostuu tänä päivänä seuraavista järjestelmistä: puhe- ja dataviestintään käytettävä meri-VHF-radio, alusten ja VTS-keskuksen välisessä viestinnässä alusten tunnistamiseen ja sijainnin määrittämiseen käytettävästä AIS-järjestelmä (Automatic Identification System), alusten hätälähtemistä sekä aluksilla ja maissa olevista tutkajärjestelmistä. Navigoinnissa käytetään näiden tutkajärjestelmien lisäksi satelliittipaikannusta (GNSS = Global Navigation Satellite System), jota voidaan tukea maissa olevilla tarkkuutta lisäävillä järjestelmillä, kuten GNSS toistimilla tai D-GPS-lähettimillä. Sataman operointia ja logistiikkaa tukeviin radiojärjestelmiin kuuluvat lisäksi kaupalliset tai sataman omat 4G/5G-matkaviestinverkot, sataman WLAN-verkot tai erilliset paikalliset, valtakunnalliset tai jopa globaalit IoT-verkot.

10.7.3 Aikatieto

Aikatieto on keskeinen eri liikennemuotoja yhdistävien logistiikkaketjujen tehostaja. Luotettavan ja laadukkaan aikatiedon tuottaminen ja jakaminen satamissa vaatii monen toimijan yhteistoimintaa,

⁷⁶ Logistiikan maailma.

hajautettua tiedon jakamista ja yhteisiä toimintaperiaatteita ja -prosesseja sekä sitoutumista. Satamatoimintojen ennakoitavuus ja optimointi tarjoavat merkittävän kehityspotentiaalin. Suomessa osaamisessa on alettu hyödyntää erityisesti koneoppimismalleja kuljetusten tehostamisessa ajantasaisilla ennakkotiedoilla.

Liikenne- ja viestintäviraston aikatietyöryhmän tavoitteena on, että ajantasaisesti tarkentuva laivan saapumis- ja lähtöaikatieto olisi kaikilla sitä tarvitsevilla helposti saatavilla. Noin 30 toimijan yhteistyössä on mukana agenttien lisäksi satamia, operaattoreita, viranomaisia sekä teknologiatoimittajia. Työryhmä kehittää satamakäyntien oikea-aikaisen ja tarkan arvioinnin kokoamis- ja jakamismahdollisuuksia Suomessa kansainvälisen kehityksen mukaisesti. Se kartoittaa myös toimitusketjun prosessia ja siinä mukana olevia tiedon tarvitsijoita, aikamääritelmiin liittyviä standardeja ja talviliikenteen erityispiirteitä aikatiedon suhteen. Aikatiedon tuottamista ja jakamista muutamien toimijain kesken osana VTS Finlandin eVäylä-hanketta. Satamaekosysteemin reaaliaikaista tiedon vaihtoa on puolestaan kokeiltu muun muassa EU:n Efficient flow –hankkeessa, jonka tuloksena on syntynyt Rauman satamaan myös muihin satamiin monistettavissa oleva satamatietojärjestelmä.

EU:ssa on pyritty yhtenäistämään jokitietojärjestelmiä (RIS). Suomessa on parhaillaan suunnitteilla Meritaidon koordinoimana järvitietojärjestelmä (LIS) Saimaan alueelle. Koska Saimaa on osa TENT-verkkoa, on rahoituksen saamiseksi osoitettava, että LIS-järjestelmä vastaa pääpiirteissään RIS-järjestelmää. Vielä tärkeämpää olisi yhteentoimivuus merenkulun Single Window EMSW:n kanssa, sillä Saimaan liikenne on yhteydessä viimekädessä meriliikenteeseen. Vesiliikenteen ja kanavien lainsäädäntö sinällään ei poikkea paljontaan meriliikenteen lainsäädännöstä.

10.7.4 Vaikuttaminen kansainvälisessä yhteistyössä

Tietomallien ja dataelementtien harmonisointi on keskeistä tiedon vaihdon tehostamiseksi. Sähköisen tiedonvaihdon kehittäminen on vahvasti Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n merenkulun helpottamista tavoittelevan FAL-komitean agendalla. Se perusti vuonna 2019 tietojen yhdenmukaistamista käsittelevän asiantuntijaryhmän (EGDH) vastaamaan IMO-kokoelman (Compendium) ylläpidosta sekä tietojoukkojen ja tietomallin laajentamisesta edelleen ilmoitusmuodollisuuksia koskevan FAL-yleissopimuksen ulkopuolisille alueille mukaan lukien logistiikan ja operatiiviset satamaja laivaustiedot sekä navigointitiedot. Tehdyn työn pohjalta vuoden 2020 IMO FAL-komitea muutti aikatietyöryhmän määritelmää siten, että aikatietyöryhmään lisättiin myös paikkatietyöryhmä. EGDH-ryhmässä käsitellään myös muita sataman aikatietyöryhmien (just in time -käsitteen satamalogistiikan operatiivinen data). Lisäksi käsiteltiin ohjeistusta sähköiseen tunnistamiseen sekä käynnistettiin harmonisoidun viestinnän ja satamakäynteihin liittyvän operatiivisen datan vaihdon ohjeistuksen kehittäminen. Suomi on painottanut vaikuttamistyössä automaation ja uusien teknologioiden hyödyntämisen mahdollisuuksia molempien osalta sekä vanhentuneiden termien käytön välttämistä, esimerkiksi datan vaihtoa viestien vaihdon asemasta.

10.7.5 Älykäs satama ja standardointi

Älykäs satama on kehittymässä nopeasti kansainvälisesti. Teollisuus, varustamot ja suuret satamat (esim. Rotterdam, Singapore) ovat kehittäneet voimakkaasti alustoja ja standardeja, mikä edistää

niiden käyttöönottoa. Tuorein valmistettu standardi on valmistunut konttivarustamojen yhteistyössä⁷⁷ koskien satamakäyntejä ja anturitietoa (esim. paikkatieto, lämpötila, konttien lämpötila, aikataulutus ja satamakäynnit). Myös STM-hankkeessa on kehitetty satamatiedon vaihdon standardointia.

On tärkeää huolehtia siitä, että alustat ovat hyödynnettävissä eri kokoisille ja tyyppisille toimijoille eikä mikään toimija saa määräävää markkina-asemaa alustan tai standardoinnin kautta. Välitysalustojen rakentamisessa tulisi pyrkiä siihen, että ne voisivat tukea useampaa rajapintastandardia. Generinen tulkkaukerros mahdollistaa liittymisen usealla protokollalla ja koneälyä voidaan hyödyntää tiedon käsittelyssä. Tietomallien selkeää määrittelyä ja tietojen harmonisointia kuitenkin tarvitaan. On myös tärkeää huolehtia kansainvälisellä yhteistyöllä siitä (esimerkiksi MASSPorts, vakiintunut yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa), että standardit ovat mahdollista yhteensovittaa riittävällä tasolla. Tämä koskee esimerkiksi satamatietojen standardoinnin yhteensovittamista STM-hankkeessa ja Rotterdamin sataman aloitteesta syntyneessä yhteistyössä. Tässä yhteensovittamisessa on keskeinen sija esimerkiksi MASSPorts-hankkeen yhteistyöllä ja vaikuttamisella esimerkiksi IMOssa, IALAssa ja IAPH:ssa (International Association of Ports and Harbours).

10.7.6 MASSPorts-edelläkävijäverkosto: vaikuttaminen edellytyksiin ja pilotteihin

Suomi, Tanska, Norja, Alankomaat, Japani, Kiina, Etelä-Korea ja Singapore ovat käynnistäneet uuden, autonomisten alusten ja satamatoimintojen yhdistämistä kehittävän MASSPorts-yhteistyöverkoston. Tavoitteena on yhteentoimivuuden ja tiedonvaihdon edellytysten kehittäminen sekä satamien välisten kokeilujen edistäminen sekä vaikuttaminen kansainvälisen merenkulkujärjestö IMOn päätöksiin. Yhteinen kansainvälinen vaikuttaminen on tärkeää, jottei eri puolilla maailmaa tai kansallisesti synny erilaista lainsäädäntöä ja standardeja.

Suomen tavoitteena yhteistyössä on erityisesti korostaa pieniä satamia pilottien alustana sekä autonomista alusta tukeva älyväylä ja sujuvat logistiset ketjut kuljetuskäytävillä. Suomalaiset satamat ovat pieniä ja erikoistumattomia, mikä haastaa automaation liiketoimintamahdollisuudet. Toisaalta liikennemäärät ovat turvallisten kokeilujen kannalta pieniä ja satamien digitalisaatio ja viestintäratkaisut ovat kehittyneitä. On tärkeää testata sitä, miten automaatiovaatimukset toteutuvat pienissä satamissa, joissa ei välttämättä ole edes laiturirakenteita. Myös standardointityössä on huomioitava pienten satamien edellytykset tukea autonomisia aluksia.

Satamissa on tarpeen kehittää ja testata digitaalisen ja fyysisen infrastruktuurin vaihdon vaatimuksia, edellytyksiä ja yhteentoimivuutta. Satamien välisiä kansainvälisiä pilotteja tehdään lähialueilla ja kansainvälisesti. Yhteinen tilannekuva, kyberturvallisuus sekä automaation vaatimat tiedot esim. sääolosuhteista pilotoinnin kohteena. Erityisesti nähdään tarpeelliseksi pilotit, jotka kohdistuvat pienten satamien edellytyksiin vaihtaa tietoa alusten kanssa sekä autonomista alusta tukevaan eväylään ja logististen ketjujen sujuvoittamiseen automaation avulla kuljetuskäytävillä. Hankkeet tukevat myös koealuekonseptin toteuttamista ja hyödyntämistä sekä vaikuttamista kansainväliseen lainsäädäntöön ja standardointiin kansainvälisissä organisaatioissa ja teollisuusyhteistyössä sekä välitysalustojen syntymistä.

10.8 Kokeilut ja pilotointi

⁷⁷ DCSA.org

Skaalattava koaluekonsepti ja sen toteuttaminen (Itämeren testialue)

Itämeren testialue voidaan nähdä koaluekonseptina, alustana kansainväliselle testaukselle ja pilotoinnille. Kyseessä ei välttämättä ole pysyvä koalue vaan sen rakenteita voidaan hyödyntää myöhemmin myös liiketoiminnassa ja skaalata kansainväliseksi esimerkiksi MASSPorts-yhteistyön kautta. Alusta toteutettaisiin liikenteen automaatiosuunnitelman lisäksi osana Suomen meripolitiikan linjauksia ja toimenpideohjelmaa sekä tukemaan EU:n Itämeristrategiaa.

Itämeri soveltuu erityisen hyvin koalueeksi sillä siellä ei ole kauttakulkuliikennettä.⁷⁸ Alueen valtioiden väliset sopimukset tukisivat koalueen kehittymistä. Tällaista koaluetta tukee se että IMO:n väliaikaisessa koalueohjeistuksessa ei ole vaatimusta määritellä koalue maantieteellisesti. Konseptia voidaan soveltaa eri alueilla, myös Itämeren ulkopuolella. Se on alusta tehokkaan, turvallisen ja kestävä merenkulun kehittämiseen ja testaamiseen ja mahdollistaa myös haastavat pilotit liikenejärjestelmätasolla kuljetusketjuissa. Tarkoitus on luoda edellytyksiä alueille, joilla korkean tason automaatiota ja autonomisia aluksia voidaan kokeilla ja pilotoida normaalin liikenteen seassa. Testausalueet tarjoavat yrityksille laajemmat mahdollisuudet pilotointiin ja referensseihin, sekä ponnahduslaudan maailmalle, jolloin ne ovat kilpailukykyisempiä globaaleilla markkinoilla.

Alue palvelisi esimerkiksi eVäylän tarpeiden määrittelyä ja testausta (sekä maanpäällinen että satelliittiyhteyksiin perustuva digitaalinen infrastruktuuri ja fyysinen infrastruktuuri (esim. simulaattorit, toimitilat, sääasemat, tutkat ja turvalaitteet) tarpeiden määrittelyä ja testausta, yhteentoimivuutta, yhteistä tilannekuvaa, uusien toimintamallien ja toimijoiden roolien, vastuiden ja yhteistyön määrittelyä, useiden käyttötapausten testausta sekaliikenteessä sekä regulaation ja suorituskykystandardien valmistelua.

10.8.1 Kokeiluohjeistukset

IMO:n vuoden 2019 turvallisuuskomitea valmisteli väliaikaisen kokeiluohjeistuksen kansainvälisiä kokeiluja varten (IMO Interim Guidelines (MSC.1/Circ 1604, 14 June 2016). Se tukee kokeiluja ja pilotointeja sekä niiden kokemusten jakamista ja sitä kautta myös lainsäädännön tarpeiden määrittelyä.

Ohjeistuksen tavoitteena on tukea viranomaisia ja sidosryhmiä varmistamaan että autonomiseen merenkulkuun liittyviä järjestelmiä ja infrastruktuuria kokeillaan turvallisesti ja ympäristöä suojellen. Ohjeistus tukee riskien hallintaa, riittävää ja osaavaa henkilöstöä, ihmiskeskeistä suunnittelua ja automaatiota, toimivaa infrastruktuuria, riittävää tietoa automaattisten järjestelmien toiminnasta ja päätöksenteon perusteista, viestinnästä kolmansille osapuolille, raportointivaatimuksista ja tiedon vaihdosta, kokeilun alan ja tavoitteiden määrittelystä sekä kyberriskien hallinnasta. Ohjeistuksen ajatuksena on, että kun kokeilu täyttää lainsäädännön tarkoituksen, se voidaan sallia. Ohjeistus on sitä hyödyntäneiden valtioiden mukaan tukenut maita sopimaan kokeiluista. Kokeilun aikainen tiedon vaihto, joka tuli ohjeistukseen Suomen esityksestä on saanut kiitosta. Ohjeistus on tiivis ja selkeä, mutta se perustuu ainoastaan turvallisuuskomitean vastuulla olevien IMO-lainsäädäntöinstrumenttien tulkintaan. Siksi ohjeistuksen ulkopuolelle jää joitain oleellisia kysymyksiä kuten vakuuttaminen. Se ei myöskään ota kantaa viattoman kauttakulun periaatteeseen vaan tästä näkemykset vaihtelevat lippuvaltioissa.

⁷⁸ Centrum Balticum. Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ships Testing, Pilots and Commercial Deployments. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, 2020.

Raportoinnista IMO on antanut oman erillisen ohjeen vuonna 2014 IMO MSC.1/Circ.1494 Guidelines on harmonization of testbed reporting

EUn komissio on laatinut korkean tason tietojärjestelmien ja tiedon vaihdon ohjausryhmän MASS-työryhmän ja EMSAn tuella toiminnallisen kokeiluohjeistuksen tukemaan yhteistyötä kokeiluissa, riskien hallintaa ja alusliikennepalvelujen roolia kokeilutoiminnassa erityisesti sekaliikenteen vaiheessa. Komission ohjeistus suosittaa hyödyntämään EMSAn järjestelmiä esimerkiksi turvallisen koealueen määrittämiseen: integroidut merenkulun palvelut sekä uudet kehityksessä olevat palvelut liikenteen tiheyskartat ja automaattiset käyttäytymisen monitorointipalvelut, joiden hyödyntämistä ei ole velvoitettu lainsäädännöllä. Jäsenmaat ovat korostaneet valmistelun aikana sitä että ohjeistus ei ole jäsenmaita velvoittava. Suomen vaikuttamistavoitteena ohjeen valmistelussa oli se, että ohje tukisi turvallista, laadukasta toimintaympäristöä sekä selkeitä vastuita. Tarvittaessa vaatimuksena saattaa olla kolmannen osapuolen validointi hyödyntäen yhdessä sovittua kolmatta osapuolta. Viranomaiset tarvitsevat kokeiluista välttämättömät tiedot, jotta kokeilulupa voidaan myöntää. Automaation etenemisen kannalta on tärkeää viranomaiset saavat kokeilujen tuloksista riittävät tiedot, jotta teknologioiden käyttöönottoa voidaan edistää tarkoituksenmukaisella lainsäädännöllä ja hyväksynnällä. Suomi hyödyntää ohjeistusta soveltuvin osin, mutta painottaa sitä että on tärkeää varmistaa se, ettei ohjeistuksesta koidu kokeiluihin osallistujille turhaa hallinnollista taakkaa, liikesalaisuudet eivät paljastu ja tiedon vaihdossa on tarve hyödyntää erityisesti sellaisia teknologia-neutraaleja ratkaisuja, jotka mahdollistavat automaation vaatiman digitaalisen datan jakamisen.

Kyberturvallisuus ja tietosuoja tulee huomioida kokeiluissa ja pilotoinnissa koko kehityksen elinkaaren ajan kokeiluiden ja pilotointien turvallisuuden varmistamiseksi ja tuotoksien hyödyntämisen mahdollistamiseksi. Tämän varmistamiseksi kokeiluohjeistuksiin/kokeiluluvan saamisen vaatimuksiksi tulee määrittää kyberturvallisuus- ja tietosuoja-vaatimukset ml. vaatimukset noudattaa security by design ja privacy by design –periaatteita pitäen sisällään vaatimukset kehitysprosessin aikana tehtävistä riskiarvioista, arkkitehtuurikatselmoineista, tietoturvatestauksista ja tietosuojan vaikutustenarvioineista.

Koneoppimiskomponentteja sisältävien autonomisten navigointijärjestelmien toiminnan varmistamisen tulisi perustua kehitysprosessistandardien, tilastollisten mallien ja algoritmien testiyhdistelmään, jossa käytetään tallennettuja anturitietoja, vaikeiden navigointiskenaarioiden testaamiseen keskittyviä järjestelmäsimulaatioita sekä kenttäkokeita, jotka ovat tärkeitä riittävien aineistojen keräämisessä antureiden ja koneoppimismallien suorituskyvyn arviointiin. Julkista rahoitusta saaneiden hankkeiden tulosten jakamisesta on hyötyä yhteisten suorituskykyvaatimusten ja standardien kehittämisessä autonomisille navigointijärjestelmille.⁷⁹

Käynnissä ja suunnitteilla on useita hankkeita, joilla on merkitystä vesiliikenteen automaation edellytysten kehittämisessä ja testauksessa. Alla on mainittu erityisesti keskeisimpiä yhteishankkeita.

Sea4Value (2020-2024) on Business Finlandin ja teollisuuden rahoittama, DIMECC Oyn OneSea -ekosysteemin muutosohjelma, jonka tavoitteena on tarjota tutkimuksiin perustuvia suosituksia sääntelystä, liiketoiminnasta, tiedon käytöstä ja jakamisesta sekä standardoinnista. Ohjelma kohdistuu 1. vaiheessa erityisesti tulevaisuuden väyläpalvelujen kehittämiseen, älykkäisiin väylänavigointikokeisiin sekä etäluotsauksen edellytysten määrittelyyn ja –kokeisiin. Hankkeessa on mukana Turun,

⁷⁹ Centrum Balticum. Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, 2020

Helsingin ja Rauman satamat, Finnpilot, useita yrityksiä, viranomaisia ja tutkimuslaitoksia/korkeakouluja.

Suomessa on käynnistymässä kaksi Business Finlandin rahoittamaa hanketta ”Sea for Value SMARTER” koskien älykkäitä ROPAX-terminaaleja sekä ”Tomorrows Port - TOMPO” koskien mm. digikaksosta ja konnektiviteettia, mikäli rahoitus varmistuu. Molemmissa tähdätään tiedonvaihdon kehittämiseen satamatoimijoiden kanssa.

IstLab ISTLAB –hankkeen (2019-2021) tavoite on luoda älykkään merenkulun yhteiskäyttölaboratorio, joka liittyy yhdeksi kokonaisuudeksi SAMK:n navigointisimulaattorin, Väyläviraston Rauman syväväylän syvyysmallin, älypoijun ja virtausmittauksen, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskuksen navigointijärjestelmätutkimuksen ja Ilmatieteenlaitoksen Merentutkimuksen aalto- ja jääolosuhdetietojen mittauksen. Pyrkimyksenä luoda testiympäristö, ja sitä kehitetään nyt etäluotsauksen käyttötapauksen pohjalta.

Älykäs meri (Intelligent Sea) on kolmivuotinen (2019-2022) CEF-rahoitteinen hanke, joka luo älykkäitä digitalisaatoratkaisuja merelle, satamiin sekä väylien käyttäjille. Hankkeessa kehitetään älypoijujen ja merenkulun turvalaitteiden digitaalinen verkosto, testataan poijujen vaihtoehtoisia energianlähteitä ja rikkipäästöjen monitoroinnin uusia ratkaisuja laivojen päästöille. Hankkeessa ovat mukana Meritaidon projektipartnereina Naantalin satama ja Tukholman satama. Projektin liitännäispartnerina ovat Väylävirasto ja Ruotsin merenkulkulaitos Sjöfartsverket.

NaviSaimaa on EU-rahoitteinen hanke, jonka tarkoituksena on parantaa Saimaan vesiliikenteen edellytyksiä ja edistää siirtymistä vähähiilisiin kuljetusratkaisuihin Saimaan alueella. 4/2021 asti. Selvittää liikenteen kuvaa ja päästövaikutuksia, tiedonsiirtokapasiteettia ja teknologiamahdollisuuksia. Kokeiluja ei ole vielä hyödynnetty laajasti, esim. automaattinen vesikulkuneuvo vaan automaatiota tapahtuu vasta pidemmällä aikavälillä. Hanke sisältää myös älyliikenteen kehittämisen. Mukana hankkeessa Finnpilot, Meritaito, TMFG, Wärtsilä ja varustamot. Saimaan syväväyläverkko osa TEN-verkostoa, joten CEF-rahoitus voi tukea myös automaation edellytyksiä. Saimaan kanava haasteellinen etäluotsaukselle kapeuden ja karikkoisuuden näkökulmasta. Alue on vuokra-aluetta Venäjältä, joten kysymys on myös poliittinen. Sisävesiltä merelle on myös kuljetuksia.

Interreg-rahoitteinen EMMA projekti (08/2019-01/2021), johon osallistuvat Saksa, Suomi, Liettua, Puola ja Ruotsi, Hampurin sataman vetovastuu) kehittää sisävesinavigointia ja ottaa käyttöön uusia logistisia konsepteja.

10.8.2 Yhteistyö

Suomessa on useita eri verkostoja, jotka ovat tärkeitä merenkulun automaation kehitykselle ja käyttöönotolle. Tätä suunnitelmaa valmisteltaessa tuli esiin seuraavat kehittämistarpeet, joista monet ovat etenemässä. Alla oleva listaus ei kata kaikkia verkostoja. Tarkempi verkostokartoitus voisi tukea osaamisen hyödyntämistä ja markkinointia, liiketoimintamahdollisuuksien löytämistä, pilottien ja kokeilujen käynnistämistä, rahoituksen hankkimista, julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä, ekosysteemistä kehitystä ja skaalausta sekä verkostojen välistä yhteistyötä.

- Liikenne- ja viestintäministeriö liikenteen automaatioverkosto kuuluu ministeriön sidosryhmäyhteistyöhön ja kattaa kaikki liikennemuodot. Sitä on hyödynnetty tämän suunnitelman

valmistelussa ja hyödynnetään jatkossa kansallisten linjausten valmistelussa, toimeenpanossa sekä viestinnässä. Logistiikan osalta automaatio sisältyy myös logistiikan digitalisaatioverkoston toimintaan.

- DIMECC Oyn vetämä OneSea –ekosysteemi on teollisuuden autonomisen merenkulun verkosto, joka kattaa sekä meriteollisuuden että IT-teollisuuden yrityksiä ja muita toimijoita kuten Finnpilot ja VTS. Ekosysteemin tavoitteena on strateginen vaikuttaminen sekä strategiaa tukevat yhteishankkeet. Ekosysteemiin osallistuvat organisaatiot ovat toivoneet, että yhteistyötä viranomaisten suuntaan kanavoitaisiin OneSea-ekosysteemin kautta. Samoin viranomaisten (ainakin liikenne- ja viesintäministeriö ja Traficom) näkökulmasta on tarve säännölliseen vuorovaikutukseen teollisuuden kanssa strategisissa kysymyksissä, erityisesti teknologian ja lainsäädännön osalta.
- VTT:n vetämä autonomisten järjestelmien tutkimusverkosto RAAS, joka kattaa kaikki liikennemuodot. Verkosto tukee tutkimustyötä ja tietoon pohjautuvaa päätöksentekoa. Tuloksista viestintä on tärkeää.
- ITS-Finlandissa on vielä mukana harvoja merenkulun automaation toimijoita, sillä älyliikenteellä on aikaisemmin tarkoitettu lähinnä tieliikenteen ratkaisuja. Tilanne on kuitenkin muuttumassa ja kansainvälisiin ITS-kongresseihin pyritään saamaan merenkulku entistä paremmin mukaan.
- CAAS Nordic on Vediafi Oyn koordinoima logistiikan digitalisaatioekosysteemi, joka kerää yrityksiä, tutkimustoimijoita ja viranomaisia yhteisiin, teollisuuden vetämiin hankkeisiin. Merenkulun osalta satamiin on muodostumassa saman tyyppinen ekosysteeminen hankeyhteistyö kuin aikaisemmin lentoliikenteeseen lentokenttien ympärille.

11 Raideliikenne

11.1 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 muutoksiin. 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 tekoälyn, 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 yhtiöittämissä hanketta. 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 (European Rail Traffic Management System/). ATO-ratkaisut eivät mahdollista junien liikkumista itsenäisesti ilman sitä tukevaa automaattista junien kulunvalvontajärjestelmää eli ATP-järjestelmää.

11.1.1 Raideliikenteen automaation neliporrasmalli

Raideliikenteen automaatiotasot ja toiminnallisuudet niissä on esitetty seuraavassa taulukossa.

Automaation taso	Junan operointi	Laittaa junan liik- keelle	Ajaa ja pysäyttää junan	Avaa ja sulkee ovet	Häiriötilan- teessa 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.

11.2 Rautatieliikenteen lainsäädäntö

Suomalaisen raideliikenteen automaation edistämisen juridinen mahdollistaminen pohjautuu suoraan EU-lainsäädäntöön. Eurooppalaisen rautatiesäätelyn kaksi tärkeintä sääntelyteemaa ovat yhteentoimivuus ja turvallisuus. Yhteentoimivuudesta määrätään yhteentoimivuusdirektiivissä ((EU) 2016/797) ja sitä täydentää komission päätös (EU) 2017/1474 sekä turvallisuudesta turvallisuusdirektiivissä ((EU) 2016/798).

Tätä yleistä kehikkoa ja sen mekanismeja hyödynnetään myös rautatieliikenteen automaation mahdollistavassa ja edistävässä sääntelyssä. Rautatiealan oma sääntely on kattavaa, mutta rautatietoiminnan hankinnoissa ja kansallisessa organisoinnissa on muistettava myös horisontaalinen sääntely, kuten säännökset valtioneuosta, kyberturvallisuudesta ja tietosuojasta.

Suurin osa rautatiejärjestelmän täytäntöönpanosta perustuu Euroopan komission antamiin alemman asteisiin säädöksiin eli joko päätöksiin tai asetuksiin. Rautatiejärjestelmä koostuu yhteentoimivista osajärjestelmistä ja osatekijöistä. Näiden teknisestä ja toiminnallisesta sisällöstä on säädetty yksityiskohtaisesti osajärjestelmittäin yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä eli YTEissä.

Ensimmäiset YTE:t on julkaistu suurten nopeuksien verkolle vuonna 2002 ja tavanomaisten nopeuksien verkolle vuonna 2004. Eritelmissä ohjausjärjestelmä jaetaan kansallisiin niin sanottuihin luokan B järjestelmiin ja eurooppalaiseen luokan A järjestelmään, joka on ERTMS . Suomen kansallinen luokan B järjestelmä on Junien kulunvalvonta JKV. Yhteentoimivuuden teknisiä eritelmiä ollaan uudistamassa. Uudistamista koordinoi ja johtaa komission antamalla mandaatilla Euroopan rautatievirasto ERA. Työn on ennakoitu olevan valmis vuonna 2022. Uudistusten tavoitteena on siirtyä Euroopan rautateilla kohti tehokkaampaa liikenteen hallintaa ja automaatiota. Uudistamisen käytännön tavoitteena on uusien teknologioiden käyttöönotto. Komission tavoitteena on, että YTE-uudistuksissa päästäisiin aikaisempaa lyhyempään sykliin nykyisen n. 3v. syklin sijasta.

Uudistaminen tapahtuu säädösteknisesti antamalla uudet komission asetukset YTE:istä. Samalla päivitetään voimassa olevissa asetuksissa olevat viittaukset uusittuihin tai uusittaviin standardeihin ja eritelmiin, joihin YTE:jen toimeenpano yksityiskohdissaan perustuu.

Täytäntöönpanosta poikkeamiseen on EU:n luoma menettely, joka alkaa kansallisella, raideliikennelaisilla säädetyllä hakumenettelyllä ja päättyy yhteentoimivuusdirektiivissä säädetyllä tavalla poikkeaman tyypistä riippuen.

Poikkeamia voidaan laittaa täytäntöön poikkeaman tyypistä riippuen joko tiedoksiannolla komissiolle tai turvallisuusdirektiivin mukaisen yhteentoimivuus- ja turvallisuuskomitean ja komission hyväksynnällä. Prosessiin sisältyy muiden jäsenvaltioiden hyväksyntä.

Poikkeamien hakeminen on pääsääntöisesti pitkä ja paljon hallinnon resursseja vievä prosessi. Lisäksi poikkeaman saaminen on aina tapauskohtaista. Lisäksi Euroopan rautatievirasto [ERA] valvoo kansallisia sääntöjä, jotka jäsenvaltioiden tulee ilmoittaa ja vahvistuttaa ERA:lla.

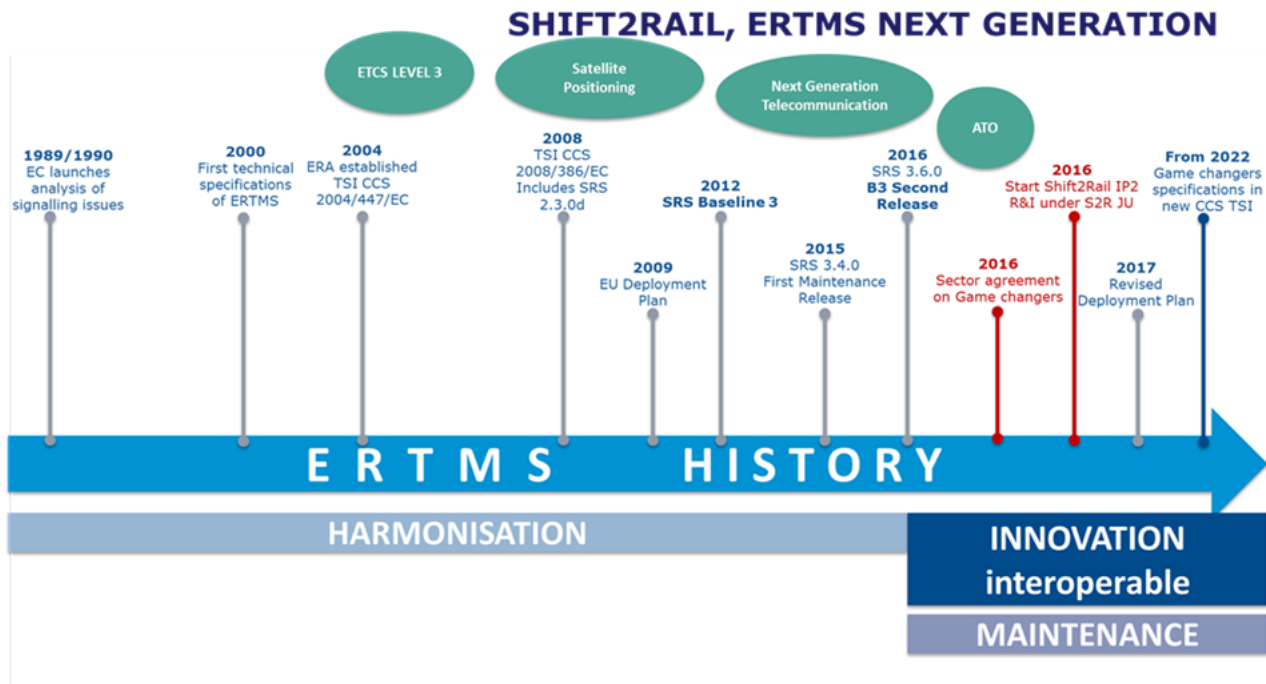
11.2.1 Komission strategisen linjaukset rautatieliikenteen digitalisoinnille

EU:ssa nk. Game Changerseihin eli uusiin merkittäviin teknologioihin, oli muodostettu rautatiealan näkemyksiä jo 2000-luvun alkupuolella. EU:ssa uusien teknologioiden kehittämistä on edistetty erityisesti Shift2Rail –tutkimus ja kehittämiskokonaisuudessa.

Rautatieliikenteen automaation edistämisen ja mahdollistamisen kannalta merkittävin säädöshanke on EU:n komission ohjaama ja Euroopan rautatievirasto ERA:n koordinoima yhteentoimivuuden teknisten eritelmien tarkastaminen ja uudistaminen (YTE Revision 2022).

Komission tavoitteena on, että uudistaminen tehdään uuden komission asettamien EU:n poliittisten tavoitteiden mukaisesti.

Kuva 1 EU:n rautatieliikenteen tutkimus- ja kehitysohjelma Shift2Rail <https://shift2rail.org/>



Komissio on linjannut, että 2022 julkaistavissa yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä tulee pyrkiä mm. seuraavaan:

- Otetaan täysin huomioon EU:n poliittiset tavoitteet, kuten Green Deal.
- Varmistetaan innovaatioiden ja uuden tekniikan nopea käyttöönotto.
- Uudistus on toteutettava niin, että oikeudellinen kehys on ennustettava.

Edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi tulevat YTE:ien tarkistukset tehdään kokonaisuutena niin, että se on avoin jäsenvaltioille ja alan toimijoille.

Komission on asettanut myös laajemmat strategiset tavoitteet liittyen digitaalisiin rautateihin ja vihreään tavaraliikenteeseen. Näitä tavoitteita ovat mm.

1. Säädösten tarkistuksen on valmistettava tietä ilmastonutraalin Euroopan saavuttamiselle. Rautateiden on oltava energiatehokkaampi ja rautateiden tavaraliikenteen kilpailukykyä on parannettava liikennemuotosiirtymään edistämiseksi.
2. Tarkistuksilla on varmistettava, että määräykset ovat selkeät ja että niiden avulla voidaan täyttää olennaiset vaatimukset. Oikeudelliset epäselvyydet aiheuttavat tarpeettomia kustannuksia.
3. Tarkistuksella on saatava aikaan joustava, tehokas ja luotettava EU: n rautatiejärjestelmä, joka perustuu digitalisointiin ja Shift2Rail-ohjelmassa kehitettyihin innovaatioihin. Sen on edistettävä rautateiden houkuttelevuutta vaihtoehtoisena kulkumuotona.
4. Seuraavan tarkistuksen avulla on edelleen vahvistettava sisämarkkinoita ja varmistettava EU: n teollisuuden johtajuus rautatieliikenteessä sekä EU-standardien pysyminen globaalina viitekehysenä.

Komissioon kaksi pääpilaria vuoden 2022 tarkistukselle:

A) Digital Rail

Rautatieliikenteen on jatkossa perustuttava digitalisointiin ja innovaatioihin. Tavoitteena on rautatiejärjestelmän muutos kohti kustannustehokkaampaa kokonaisuutta niin, että rautatieliikenteessä voidaan edetä kohti automaatiota ja parempaa kapasiteetin hallintaa.

Komissio on linjannut yhteentoimivuuden eritelmien uudistamisen pääperiaatteiksi ja painopisteiksi:

- Mukana oltava nk. ”Game Changer`it”, jotka ovat tulevaisuuden ERTMS-pohjaisen digitalisoinnin sydän ja joilla pyritään saavuttamaan suurempi kapasiteetti ja parempi suorituskyky.

Näitä ovat:

- Automaattinen junaliikenne eli ATO (Automatic Train Operation), tasot 1 ja 2
- Rautateiden tulevaisuuden mobiili kommunikaatiojärjestelmä FRMCS (Future Rail Mobile Communication System) <https://uic.org/rail-system/frmcs/>
- Eurooppalainen rautatieliikenteen liikenteenohjauksen kokonaisuus ERTMS-taso 3 eli satelliitti-teknologiaan pohjautuva rautatieliikenteen kulunvalvonnan- ja ohjauksen järjestelmä. <https://fi.wikipedia.org/wiki/ERTMS>
- ETCS-jarrutuskäyrän optimointi turvallisuuden ja kapasiteetin huomioon ottaen. <https://fi.wikipedia.org/wiki/ETCS>
- Satelliittipaikannus yhdistettynä innovatiivisiin antureihin tarkentaa junan sijaintitietoa ja matkanmittausta.
- Junan eheyden valvontajärjestelmä täydentämään tasoa 3 (tarjoaa merkittävän mahdollisuuden radanvarren laitteiden kustannusten alentamiseen.)
- Kyberturvallisuus

Yleisenä tavoitteena on helpottaa digitaalitekniikoiden käyttöönottoa rautatieliikenteessä ja lieventää järjestelmämuutoksen monimutkaisuutta modulaation avulla. Lisäksi tiedonvaihdon peruskohdasta on uudistettava parantamalla rahti- ja matkustajatietojen arkkitehtuuria. Tämä sisältää sekä multimodaalisen että reaaliaikaisen tiedonvaihdon parantamisen.

B) Vihreä rahti

Vihreän tavaraliikenteen tavoitteena on, että vuoden 2022 tarkistuksella poistetaan rahtiliikenteen esteitä rautatiekuljetuksissa ja tuettava ympäristöystävällisempien tekniikoiden käyttöönottoa.

1. Edistetään tehokkaampaa tavaraliikennettä mm. helpottamalla kuljetusten yhdistelyä
2. Yksinkertaistetaan ja parannetaan edelleen rahtikuljetuksiin käytettävän rautatiekaluston vaatimuksia
3. Tuetaan ympäristöystävällisten tekniikoiden käyttöönottoa raideliikenteen tavaralogistiikassa

YTE:n tarkastusprosessissa pyritään jatkuvasti keräämään kokemuksia tutkimus- ja kehittämishankkeista.

11.2.2 Rautatieliikenteen automaation kannalta keskeisimmät yhteentoimivuuden tekniset eritelvät

Kansallisesti direktiivit on pantu täytäntöön raideliikennelailailla (1302/2018) ja sen nojalla annetuilla säädöksillä, kuten valtioneuvoston asetuksella rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta (7.3.2019/284). Kansallisesti raideliikennelaki ja sen nojalla annetut valtioneuvoston asetukset ovat ensisijaisesti EU-lainsäädännön täytäntöönpanoon perustuvia säädöksiä, joilla säädellään EU-lainsäädännön edellyttämällä tavalla mm. rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta ja turvallisuutta, rataverkon haltijan toimintaa, rautatieliikenteen harjoittamista rataverkolla sekä rautatiemarkkinoiden toimivuutta.

Ratalaki (110/2007) sisältää säännökset mm. rataverkon suunnittelusta, rakentamisesta, ylläpidosta ja kehittämisestä osana liikennejärjestelmää ja kyseisen lain säännökset ovat ensisijaisesti kansallista sääntelyä. Ratalakia on muutettu muutaman kerran lähinnä teknisesti.

Kansallisen toimeenpanosääntelyn osuus on rajallinen ja koskee lähinnä menettelyiden kansallista osaa, avoimia kohtia ja luokan B järjestelmien teknisiä vaatimuksia.

Sitä mukaan, kun unionitasolla annetaan yhteentoimivuuden teknisiä eritelmiä, mahdollisuus ja tarve kansallisten oikeussääntöjen antamiseen on rajatumpi. Unionitasolla annettavat yhteentoimivuuden tekniset eritelmit annetaan pääsääntöisesti komission täytäntöönpanoasetuksina Euroopan parlamentin ja neuvoston hyväksymien direktiivien nojalla.

Nämä asetukset ovat suoraan sovellettavaa EU-oikeutta, eikä niistä tarvita kansallista täytäntöönpanolainsäädäntöä. Myös tulevat junien automaattista ajoa koskevat teknologia- ja käyttönormit tulevat täytäntöönpano-asetuksissa tai niissä mainituissa, tai pakollisena noudatettavina, eritelmissä ja standardeissa.

11.2.3 Suomen rataverkko on osa eurooppalaista rautatiealuetta

Suomen rataverkon hallinnointi ja liikennöinti on suurelta osin EU:n säädöstoimivaltaan kuuluva asia. Suomen rataverkko on osa yhtenäistä eurooppalaista rautatiealuetta. Rataverkon rakentaminen, hallinta ja käyttö ovat EU-tasolla säädelyä toimintaa, jota kansallinen sääntely vähäisessä määrin täydentää.

Eurooppalaiset säädökset on tunnettava, kun suunnitellaan, millainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä Suomessa otetaan käyttöön lähitulevaisuudessa. Erityisen tärkeää on kartoittaa se, mihin suuntaan eurooppalaista säädöskenttää ollaan kehittämässä. Suomen on vaikutettava aktiivisesti säädösten sisältöön mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta säädökset eivät pakota Suomea ottamaan käyttöön kalliita Suomen oloihin sopimattomia järjestelmiä.

Erityisesti tämä koskee seuraavan sukupolven radio- ja tietoverkkoteknologioita ja -taajuuksia. Suomen on myös pyrittävä siihen, että säädökset mahdollistavat innovaatiot ja yleisten teknologioiden hyödyntämisen myös raideliikenteessä.

Rautatieliikenteen digitalisaation ja automaation kannalta tärkein muutos on hyppäys analogisesta ympäristöstä digitaaliseen ERTMS-maailmaan. Tämän muutoksen mahdollistamiseen on komissio antanut selkeät suuntaviivat Euroopan raideliikennevirasto ERA:lle ja muille ERTMS:n uudistusta suunnitteleville instituutioille. Muutos edellyttää uudistusta suunnitteleville ja seuraaville toimijoille sekä viranomaisille laajaa panostusta resursseihin ja tietotaitoon. Jäsenvaltioilla on velvollisuus tehdä kansallinen täytäntöönpanosuunnitelma ERTMS:n käyttöönotosta. Suomi toimitti oman suunnitelmansa kesäkuussa 2017. Täytäntöönpanosuunnitelma ei ole juridisesti sitova.

11.2.4 Rautatieyritysten ja rataverkon haltijan roolit

Rautateiden turvallisuusdirektiivin keskeinen eurooppalainen ratkaisu on säätää kattavasti koko järjestelmää koskevat turvallisuusvaatimukset, mukaan luettuina infrastruktuurin ja liikennöinnin turvallinen hallinnointi sekä rautatieyritysten, rataverkon haltijoiden ja unionin rautatiejärjestelmän muiden toimijoiden välinen vuorovaikutus.

Jäsenvaltioiden on varmistettava, että rataverkon haltijat ja rautatieyritykset ovat kukin itselleen kuuluvalta järjestelmän osalta vastuussa unionin rautatiejärjestelmän turvallisesta käytöstä ja siitä aiheutuvien riskien hallinnasta. Rataverkon haltijalla on laaja itsenäinen vastuu ja toimivalta päättää hallinnoimansa rataverkon osasta. Rataverkon haltijan yleisestä roolista, vastuusta, itsenäisyydestä

sekä oikeudesta hallita rataverkkoa ja päättää siitä, mitkä rautatieyritykset on päästettävä ja millä edellytyksillä radoille liikennöimään, on säädetty direktiivissä yhtenäisestä eurooppalaisesta rautatiealueesta.

11.2.5 Turvallisuusjohtamisjärjestelmien keskeinen merkitys

Turvallisuudirektiivissä säädetään rautateiden turvallisuusvaatimuksista. Sääntelyn kohteina ovat infrastruktuurin ja liikennöinnin turvallisuus sekä rautatieyritysten, rataverkon haltijoiden ja unionin rautatiejärjestelmän muiden toimijoiden vastuut.

Keskeiset toimijat, joille on säädetty velvollisuuksia, ovat rataverkon haltija ja rautatieyritykset. Keskeisin väline, jolla näiden on huolehdittava turvallisuudesta, on organisaatioissa käyttöön otettava turvallisuusjohtamisjärjestelmä. Sen käyttöönotto varmennetaan direktiivin mukaisessa prosessissa, joka päättyy monen vaiheen jälkeen siihen, että Liikenne- ja viestintävirasto viranomaisena antaa turvallisuusluvan rataverkonhaltijalle ja Liikenne- ja viestintävirasto tai ERA turvallisuusdistuksen rautatieyrityksille.

Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T-verkko on EU:n priorisoima rataverkon osa: uudet tekniikat on otettava niillä käyttöön etupainotteisesti, mitä tuetaan myös taloudellisesti. TEN-T-verkko muodostuu eurooppalaisittain tärkeistä rataverkon osista, joiden rakentamista ja käyttöönottoa priorisoidaan EU:ssa ja joille on asetettu omia vaatimuksia liittyen uuden tekniikan käyttöönottoon.

Verkko koostuu vuoteen 2030 mennessä rakennettavasta ydinverkosta (core network) ja vuoteen 2050 mennessä rakennettavasta kattavasta verkosta (comprehensive network). TEN-T-verkon perussäädös on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus suuntaviivoista Euroopan laajuisen liikenneverkon kehittämiseksi sekä CEF -rahoitusvälineen perustamisesta. Kuten edellä todettiin viimeistään vuoden 2022 heinäkuuhun mennessä päivitettävä TEN-T-täytäntöönpanosuunnitelma voi olla edeltäjänsä huomattavasti tavoitteellisempi. Erityisesti Digirata-selvityksen materiaalia voidaan hyödyntää seuraavan täytäntöönpanosuunnitelman tekemisessä. Täytäntöönpanosuunnitelman tekemisessä on huomioitava osaltaan liikenteen automaation sekä datan hyödyntämisen mahdollistaminen ja edistäminen. On kuitenkin huomioitava se, että täytäntöönpanosuunnitelman tulee täyttää erityiset vaatimukset, jotka mahdollisesti voivat rajoittaa muiden asioiden esilletuomista tässä yhteydessä.

11.2.6 Datan jakaminen rautatieliikenteen automaatiokehityksessä

Automaation tarvitsemaa hajautettua tiedonjaon infrastruktuuria on kehitettävä myös rautatieliikenteessä. Fyysisestä liikenneinfrastruktuurista on tarve luoda digitaalinen malli, jonka tiedot päivittyvät mahdollisimman reaaliaikaisesti.

Rautatieliikenteen kokonaisuuden digitalisaation ja automaattisten ratkaisuiden optimaalisen hyödyntämisen kannalta on oleellista, että rataverkosta ja sen elementeistä on olemassa aina ajantasainen, saatavilla oleva digitaalinen kaksonen.

Digitaalista kaksosta voidaan hyödyntää mm. yksiköiden tarkassa ja luotettavassa paikannuksessa sekä monipuolisesti erityyppisessä analytiikassa. Datan laajemman hyödyntämisen tavoitteina on mm.

- kustannusten laskeminen ennakoivan kunnossapidon avulla
- reaaliaikaisempi ja monipuolisempi informaatio matkustajille
- liikennöinnin optimaalinen operointi

- jo olemassa olevan ratakapasiteetin tehokkaampi hyödyntäminen

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.

Rautatieliikenteen automaation mahdollistamiseksi on tärkeää, että rautatieliikennekokonaisuudessa ja erityisesti liikenteenhallinnalla on käytettävissään kaikki tieto, jolla voidaan tehostaa liikenteenhallintaa ja tuottaa optimaalista palvelua rataverkon asiakkaille. Tämän mahdollistaminen vaatii saumatonta tiedon jakoa operaattorien, infran haltijan sekä liikenteenhallinnan tietovarastojen välillä.

Tekniset valmiudet tähän ovat hyvällä tasolla ja myös Laki liikenteen palveluista vastaa tähän tarpeeseen selkeällä tavalla huolehtien sekä tiedon jaon edellyttämisestä toimijoilta, että tiedon salassapidettävyydestä tarvittavilta osin.

Rautatieliikenteen markkinaosuuden kasvattaminen on sekä EU:ssa että Suomessa poliittisia ja yhteiskunnallisia tavoitteita. Tämän taustalla on pitkälti se, että rautatieliikenne on ympäristöystävällinen liikennemuoto. Tämän toteutuminen vaatii kuitenkin aikaisempaa saumattomampaa yhteistyötä tiedon jakamisessa ja datan hyödyntämistä kaikkien toimijoiden kesken.

11.2.7 Kyberturvallisuus eurooppalaisessa rautatieliikenteessä

Kun Suomessa siirrytään tulevaisuudessa rautatieliikenteen automaation mahdollistavaan kulunvalvonnan ERTMS tasoihin 2 ja 3, merkitsee tämä kyberturvallisuuden roolin huomattavaa kasvua.

Eurooppalainen sähköalan standardoimisjärjestö CENELEC on laatimassa ERTMS-järjestelmätason kyberturvallisuusstandardia jäsenvaltioiden standardointielimet lähettävä ko. standardin lausunolle syksyllä 2020 ja tavoitteena on, että standardi olisi mahdollista adoptoida CCS YTE:n 2022. Euroopan kyberturvallisuusvirasto ENISA osallistuu myös ERTMS:n kehittämistyöhön ja on mahdollista, että se sertifioi järjestelmän. Kansallisella tasolla sertifiointiin voivat osallistua kansalliset toimijat.

Alla esitetystä kuvasta käy ilmi, mitä uusia mahdollisuuksia syntyy, kun rautatieliikenteen hallintajärjestelmä modernisoidaan ja samalla automatisoidaan ottamalla käyttöön ERTMS:n radioviestintään perustuvat ETCS-tasot 2–3. Tämä kokonaisuus pyritään ottamaan huomioon kyberturvallisuuden normeja luotaessa.

ERTMS:n mahdollistamista digitaalisista ja kyberturvallisuutta sisältävistä toiminnoista ja sisällöstä. (Lähde: Digirata loppuraportti 4/2020)

Source: CENELEC prTS 50701:2019 Railway Applications – Cybersecurity

Käyttötoiminta, hallinta ja ylläpito	Liikenteen hallintajärjestelmä	Viestintä Veturinkuljettajat, ratatyöntekijät	Ylläpidon hallinta ja diagnostiikka	Radioverkon hallintajärjestelmä	Energian hallintajärjestelmä	Kiinteistöjen hallinta (Teho, Ilmastointi, Seuranta jne.)	Matkustajien tietojärjest. Passenger Information System PIS
Radanvarsijärjestelmät	Asetinlaitteet Radio asetinlaitekeskukset (RBC)	Sähkönsyöttöasemat Viestintäverkko (esim. FRMCS)	Tunnelit (anturitiedot) Rekisteröintilaitte Juridical data	Sillat (anturitiedot)	Diagnostiikka Videovalvonta CCTV	Digitaaliset opasteet Kuulutusjärj. Public address PA	Viihde (WiWi, internet) Matkustajien tietojärjestelmä PIS
Raidejärjestelmät	Autom. kulunvalvonta (ballisit, jne.)	Vaihteen käyttölaitteet (Point machine)	Tasoristeykset	Opastimet	Junanilmaisimet		
Kaluston järjestelmät	Automaattiset junankulunvalvonta laitteet	Tulipaalon havaitseminen ja palonsammuttimet	Junanvalv. hallintajärj. (TrainCtrlMan. System TCMS)	Junan ohjausverkko (Train Control Network TCN)	Junan järj. ja komponenttien diagnostiikka	Ilmastoinn. valv. (Motor Vehicle Air Condit. MVAC)	Viihde (WiWi, internet) Matkustajien tietojärjest. PIS
	Virroittimien valvonta	Vetovoiman valvonta	Jarrujärjestelmän valvonta	Ovien valvonta	Videovalvonta CCTV	WC valvonta	
	Matkustaja hälytysjärjest. (Passenger Alarm System PAS)	Kuljettajan ja kaluston käyttöölyttymä (DMI)	Ohjaamojen radiolaitteet		Tunkeutumisen estojärjestelmä	Kuulutusjärjestelmä PA	Värien merkitys: Kuluvalvontajärj. (ETCS) Komento-, viesti-, valvontajärj.
	Muut turvallisuus toiminnot	Viestinnän yhd. käytävä (Mob. Comm. Gateway MCG)	Rekisteröintilaitte (Juridical data)		Kuljettajien Neuvontajärjestelmä	Energianmittausjärjest. (Energy Metring System EMC)	Avustavat järj. Matkustajajärj. Julkiset järj.

Kyberturvallisuus ja lainsäädäntö:

Lisäksi kyberturvallisuudesta huolehtiminen tulisi ottaa olennaiseksi osaksi toimijoiden (yksityinen tai julkishallinnollinen) turvallisuusjohtamisjärjestelmää. Tällöin tulisi ottaa huomioon myös Yleinen tietosuojalaki (EU) 2016/679 ja Laki julkisen hallinnon tiedonhallinnasta 906/2019.

11.3 Raideliikenteen liikenteenohjaus eli ERTMS

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 ER-SAT 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.

11.3.1 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.

11.3.2 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.

11.4 Kiinteät ja mobiiliverkot

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. Liikenteenohjausyhtiö Finrail vastaa liikenteenohjauksen järjestelmistä, liikenteen ohjauksen palveluista, liikennesuunnittelusta ratatyön ja liikenteen yhteen sovittamiseksi, käyttökeskustoiminnasta sekä junamatkustukseen liittyvistä matkustajainformaatiopalveluista.

Rautatieliikenteen harjoittajia ovat rautatieyritykset, radan kunnossapitoyritykset, rataverkolla liikennöivät rataverkon haltijat sekä museoliikenteen harjoittajat, jotka tarvitsevat tietoliikenneyhteyksiä omaan operointiinsa. Näiden lisäksi rataverkolla liikkuu paljon matkustajia, jotka tarvitsevat tietoliikenneyhteyksiä matkustuksensa tueksi.

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 ratalaiteet 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.

11.4.1 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 datayhteyksirakennetta 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 mah-

dollista 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 poikkeusluvun myötä on ollut mahdollista koko maan kattava GSM-R –verkon purkaminen ja tätä kautta on saavutettu huomattavia kustannussäästöjä.

11.5 Tiedon hyödyntäminen ja jakaminen rautatieliikenteessä

Rautatieliikenne on liikkumismuoto, joka tuottaa jo nyt huomattavan suuren määrän dataa. Rautatieliikennejärjestelmässä 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 rautatieliikenneympäristöstä, muista liikkujista, infrastruktuurista ja olosuhteista (kuten säästä). Raideliikenteen automaatiossa ja datan hyödyntämisessä ollaan edetty toimialan eri lohkoilla eritahtisesti. Samalla kun raide liikenteen liikkuvasta kalustosta kerätään jo runsaasti dataa ja sitä analysoidaan muun muassa ennakkoivan kunnossapidon tarpeisiin, kulunvalvonnan- ja ohjaamisen automatisoinnissa on vielä huomattavan paljon mahdollisuuksia.

11.5.1 Raideliikenteen staattinen ja dynaaminen tieto

Raideliikenteen infrastruktuuria koskevia staattisia tietoja ovat:

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

Lisäksi käsitellään kunnossapitoa koskevia tietoja, jotka ovat kunnossapitourakoitsijan ja rataisännöitsijän saatavilla.

Näitä tietoja hallinnoi Väylävirasto RATKO, RAIKU, RYHTI ja GeoViite –järjestelmien avulla. RATKO:n (tiedonhallinnan perustaksi rakennettu ratakohteiden hallintasoftware) 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 tarkoituksena on 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 automaatiolla 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.

Automaatiotason nostamiseen vaaditaan myös dynaamisen liikkumisen salliva järjestelmä, jolloin käytännössä opastimet katoavat radan varresta ja liikkumisluvut 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.

11.5.2 EU ja raideliikennedata

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

Tietojenvaihdon lisäksi TAF-YTE:ssä kuvataan sellaisia liiketoimintaprosesseja, joihin osallistuvat infrastruktuurin haltijat ja rautatieyritykset. 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.

11.6 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 raitinfrastruktuuriin 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.

11.7 Kaupunkiraideliikenne

Suomessa kaupunkiraideliikenne keskittyy tällä hetkellä pääkaupunkiseudulle. Metro kuljettaa noin 10 000 matkustajaa tunnissa kaupunkien eri osien välillä. Raitioverkolla taas tehdään noin 60 miljoonaa matkaa joka vuosi. Yhdessä nämä tekevät noin 150 miljoonaa matkaa vuosittain.

Kaupunkiympäristöt tähtäävät kestävään, käyttäjäkeskeiseen ja kilpailukykyiseen liikennejärjestelmään. Kaupunkiraideliikenne on merkittävä väline tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Automaation taso kaupunkiraideliikenteessä on tällä hetkellä kuitenkin erittäin alhainen, osin olematon. Automaation tasoa nostamalla nähdäänkin huikea potentiaali toiminnan tehostamisessa ja täsmällisemmin toimivassa kaupunkiraideliikenteessä.

11.7.1 Automaation hyödyt kaupunkiraideliikenteessä

Kaupunkiraideliikenteen automaation kehittymisellä nähdään monia hyötyjä. Liikenneympäristö on kuitenkin haastava automaation toteuttamisessa. Metron ja pikaratikkaliikenteen lähtökohdat ja haasteet automaation osalta ovat erilaiset. Raitiovaunuliikenteessä ei olla täysin erillisellä verkolla, kuten metroliikenteessä, minkä vuoksi teknologisia kehityshaasteita on edessä.

Automaation hyötyjä ovat tarjonnan paraneminen, vuorovälien tihentyminen ja metropuolella häiriönhallinta. Hyötyinä nähdään myös suorituskyvyn kasvu, täsmällisyys sekä syntyvät kuljetusjäskäätöt. Jos liikenneympäristön haasteet pystytään ratkaisemaan, on luvassa myös turvallisuushyötyjä.

Huoltokustannuksia pystyttäisiin alentamaan automaatiolla ja autonomisella liikenteellä. Automaation myötä myös kalusto pysyy paremmassa kunnossa. Puoliautomaattiajamisen myötä jarrujen kuluminen on pienempää ja energiankulutus laskee huomattavasti. Siksi kannatettavaa olisi avustavien järjestelmien käyttöönotto tietyllä aikajänteellä ensin metroliikenteessä.

Helsingin seudun liikenne (HSL) on runkoverkkopainotteinen, jossa raideliikenne muodostaa rungon ja siihen tulee syöttöliikennettä. Älykkäällä systeemillä tästä mallista voitaisiin saada hyötyjä.

Haasteena on kuitenkin se, miten kaupunkiraideliikennettä voidaan simuloida ja miten pystytään mittaamaan automaation mukanaan tuomia hyötyjä. Kaupunkiraideliikenteessä täysautomaatiosta ei ole tehty arvioita, sillä automatisoinnin kanssa on aina samalla tehty joku muu radikaali muutos. Muutokset ovat olleet esimerkiksi järjestelmätason tai operointitason muutoksia, jolloin järjestelmiä tai operointia on uudistettu. Siksi on haasteellista erottaa automaatiota ja sen hyötyjä erilleen ja tehdä tästä vaikutusarviointia.

11.7.2 Kaupunkiraideliikenne - kokeilut ja pilotointi

Kaupunkiraideliikenteen ja erityisesti raitiotieliikenteen kehittämistä ja uusien teknologioiden hyödyntämistä on tutkittu ja pilotoitu Tampereen raitiotiehanke SmartTram – ekosysteemin hankkeessa. SmartTram-ekosysteemin tavoitteena on koota kotimaisen tutkimus ja yrityssektorin synnyttämään yhteistyössä kaupunkien kanssa raitiovaunuliikenteen ratkaisuja vahvistaen samalla suomalaisen osaamisen vientiä.

Hankkeessa on käyty läpi muun muassa kuljettajan tehtäviä. Tavoitteena on hahmottaa kehittämisspolkuja automaation avustavasta roolista kohti koko automaatiota (ei autonomisuutta). Ensimmäisessä vaiheessa keskitytään raitiovaunun automatisointiratkaisuihin ja tietojärjestelmiin sekä suunnittelua ja mallinnusta tukeviin simulointeihin. Tarkoituksena on aloittaa varikoiden automaation kautta edeten. Tällöin ensin simuloidaan varikkoa, jonka jälkeen malli laajennettaisiin kaupunkiverkolle. Ekosysteemissä on käytössä advanced simulation –teknologia, jolla tuotetaan oikeasti tietoa. Esimerkiksi Tampere tulee saamaan teknologian avulla koulutussimulaattorin. Varikon simuloinnissa käytetään sitten tätä samaa dataa ja tietoa, joita jalostetaan eteenpäin. Ensivaiheen tavoitteena on saada tuote digitaaliseksi ja toisena, että ympäristö saadaan digitaaliseksi.

Tutkimushankkeessa tehdään mittauksia myös raitiotievaunun rakenteesta, minkä avulla luodaan koko rataverkon sekä kaluston digitaalinen kaksonen. Tavoitteena on, että koko kaupungin tilanne tulisi olemaan sekä digitaalisena että reaali maailmassa. Reaalimittauksilla voidaan täydentää luotua

digitaalista maailmaa. Tutkimusta tehdään kisko-pyörä –parin simuloidusta käyttäytymisestä ylöspäin aina koko vaunuun asti. Tämä tuo mahdollisuuden mallintaa ja simuloida raitiovaunun dynaamisen käyttäytymisen perusteella.

SmartTram–ekosysteemin hankkeissa on tarkoitus tuoda simulaattoriin oikeita järjestelmiä, kuten Skoda Transtechin oikea ohjausjärjestelmä. Kun tämän myötä nähdään jonkin käyttäytyvän simulaattoriympäristössä tietyllä tavalla, voidaan sen olettaa käyttäytyvän samalla tavalla myös reaali-maailmassa. Tämä puolestaan avaa ovia kehitykselle.

Myös yhteentoimivuutta on edistettävä. Smart Trail –hankkeessa ja SmartTram-ekosysteemissä Last mile –liikenteen ratkaisut ja test bed –alustat on otettu tutkimushankkeisiin mukaan. Tavoitteena on muun liikenteen sopeuttaminen massojen kuljetukseen. Tämä tavoite menee kuitenkin hankkeen ulkopuolelle, sillä se vaatii laajan ekosysteemin ja eri toimijoita.

11.7.3 Tietoliikenneverkot ja 5G kaupunkiraideliikenteessä

Tampereella raitiotieliikenteen yhteydessä on testattu datan liikkuvuutta mutta ei 5G-verkolla. 5G:tä voidaan kuitenkin tarvita, jos kaupunkiraideliikenteen automaatiossa käytetään hyödyksi videokuvan siirtoa, etäoperointiin tarvitaan nopeita komentoja tai muuten tarvitaan paljon dataa ja nopeutta.

Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos (HKL) on metrohankkeen osalta kartoittanut muua muassa sitä, mitkä taajuusalueet tarvitaan metron automaatioon. Haasteena on se, että tunneleissa on omat ratkaisunsa ja monimuotoinen automaatiojärjestelmä tarvitsee useita eri kanavia, kuten wifi:ä, 4G:tä ja 5G:tä.

HKL ja VTT testaavat Helsingissä GNSS-järjestelmää raitiovaunun paikannuksessa sekä sitä, mihin tarkkuuteen järjestelmällä päästään. Ehdoton edellytys automaatiolle on se, millä raitiovaunu paikannetaan. Turvallisuuden takia raitiovaunun sijainti pitää pystyä paikantamaan kaikissa tilanteissa. Myös Finraililla ja VR:llä on paikannustutkimus meneillään. Tavoitteena on tiedon parempi jakaminen ja yhdistely toimijoille, mikä voidaan toteuttaa raideliikenteen automaatiolla.

Kaupunkiraideliikenteen osalta ei ole vielä kartoitettu sitä mikä olisi tietoliikenneverkon osalta paras ratkaisu muun muassa toimilupien ja verkkojen yhteiskäyttöön.

11.7.4 Kaupunkiraideliikenteen lainsäädäntö

Kaupunkiraideliikennettä säädellään Suomessa liikenteen harjoittajien osalta lailla liikenteen palveluista (320/2017) ja kaupunkirataverkojen osalta raideliikenneläilla (1302/2018).

Kaupunkiraideliikenteestä ei ole EU-lainsäädäntöä, koska tarve EU:n laajuiseen yhteentoimivuuteen tai markkinoihin on varsin vähäinen. Joissain EU maissa junaliikenne ja kaupunkiraideliikenne kulkevat osittain samalla verkolla. Tämän vuoksi rautateiden yhteentoimivuus- ja turvallisuusdirektiivit saattavat tulla jollain tasolla sovellettavaksi. Suomessa ei kuitenkaan ole tätä tilannetta. EU-säädöksissä annetaankin yleensä aina mahdollisuus jättää erilliset kaupunkiraideliikenteen verkot ja niiden liikenne sääntelyn ulkopuolelle.

Kaupunkiraideliikenteen sääntelyssä (niin voimassa olevassa raideliikenneläissa, jossa säännellään kaupunkiraideliikenteen rataverkon hallintaa kuin liikennepalveluläissa, jossa säännellään kaupun-

kiraideliikenteen harjoittamista) on kuitenkin noudatettu EU-sääntelyn mallia muodoltaan, vaikkakin huomattavasti kevennettynä. Kaupunkiraideliikenteeseen on myös olemassa eurooppalaisten standardielimien valmistelemissä standardeja.

12 Miehitämätön ilmailu

12.1 Yleiskatsaus miehitämättömän ilmailun automaation tilaan

Ilmailun automaatiota käsitellään tässä lainsäädäntö- ja toimenpidesuunnitelmassa vain miehitämättömän ilmailun näkökulmasta. Koko ilmailujärjestelmän kannalta on merkillepantavaa, että miehitetyssä ilmailussa automaatiokehitys ja sen hyödyntäminen ovat edenneet pitkälle ja kehitystyötä jatketaan edelleen laaja-alaisessa yhteistyössä. Suuntaviivoja, turvallisuusvaatimuksia ja eri toimintojen saumatonta yhteensopivuutta ohjaavat Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) standardit ja suositellut käytännöt. Euroopassa sääntely toteutetaan pääasiallisesti EU-normeilla ja automaation kehitystyö mittavana yhteistyönä EU:n, Eurocontrolin ja ilmailuteollisuuden yhteenliittymien toimesta. Tässä suunnitelmassa ilmailun automaatiokehityksen tarkastelu ja arviointi on rajoitettu vain miehitämättömään ilmailuun liittyviin kysymyksiin.

Miehitämättömien ilma-alusten käyttö on lisääntynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana huomattavasti. Miehitämättömiin ilma-alusten tuotekehitys ja eri tarpeita palvelevien miehitämättömien 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.

Miehitämättömässä ilmailussa kehitetään jatkuvasti erilaisia teknologisia ratkaisuja, joilla parannetaan muun muassa miehitämättömien ilma-alusten avulla tapahtuvaa tiedonsiirtoa, laitteiden kapasiteettia tavaroiden kuljettamiseksi sekä laitteiden toimintasädetä. Kehitystä tapahtuu myös muun muassa ns. geo-fencingissä, jonka myötä laitevalmistajat voivat asettaa miehitämättömän ilma-alusjärjestelmän asetuksiin esteen lentää sellaisiin ilmatiloihin, joissa miehitämätön ilmailu tai kaikki ilmailu on rajoitettu tai kielletty. Käytössä olevat miehitämättömän ilmailun automaatioratkaisut edustavat kuitenkin vielä miehitämättömän 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 miehitämättömän ilmailun lennonvarmistusjärjestelmän luomiseksi. Miehitämättömän ilmailun automaation edistäminen edellyttääkin yleisesti ottaen alan teknologian kehittymistä ja tiedon hyödyntämisen keskitettyjä ratkaisuja.

Miehitämätön ilmailu on yleisesti ottaen aktiivisen kehitystyön kohteena ja myös automaatiokehityksen voidaan arvioida ottavan suuren kehitysaskelen vielä lähitulevaisuudessa. Ilmatila, lentosäännöt ja lennonvarmistukseen rinnastettavat miehitämättömän ilmailun palvelut (U-Space) näyttelevät myös isoa roolia miehitämättömän ilmailun integraatiossa muun liikenteen joukkoon. Keskeistä on löytää ratkaisuja ilmatilan dynaamiseen hallitsemiseen tavalla, joka mahdollistaa erilaisten ilmatilan käyttäjien tarpeiden joustavan ja tehokkaan yhteensovittamisen.

Suomessa on ollut ja on tälläkin hetkellä käynnissä useita erilaisia kokeilu- ja pilottihankkeita, joissa selvitetään ja testataan miehitämättömien ilma-alusten käyttömahdollisuuksia laajasti eri toimialoilla. Miehitämättömien ilma-alusten hyödyntämistä testataan laajasti muun muassa metsien hoidossa, säänsurannassa ja teiden pintojen havainnoinnissa. Lisäksi miehitämättömien 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 tunnistettu, että miehitämätöntä ilmailua 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. Miehitettömän ilmailun automaation laaja-alainen hyödyntäminen erilaisissa käyttötarkoituksissa on kuitenkin vielä kehityskaarensa alussa. Tällä hetkellä lähinnä pienten yritysten tarjoamat ilmakehuvauspalvelut sekä mediakuvaus muodostavat suurimman osan miehitettömien 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 miehitettömän ilmailua hyödyntäviä kokeiluja tehdään kuitenkin jatkuvasti. Kokeiluja ja tutkimusta tehdään sekä julkisen että yksityisen sektorin puolella. Hankkeissa selvitetään monipuolisesti miehitettömän ilmailun tarjoamia mahdollisuuksia ja hankkeiden avulla myös yksityiset palveluntarjoajat voivat kehittää ja kokeilla omien teknologisten ratkaisujensa toimivuutta.

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

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

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

Suomessa miehitettömän 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 tutkimustoi-

mintaa. VideoDrone on Suomen ensimmäinen ammattikäyttöön tarkoitettujen multikoptereiden valmistaja, joka tuottaa ratkaisuja tekniseen ilmakuvaukseen, kartoituksiin, tarkastuksiin 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.

Tämän hetken miehittämätön ilmailu hyödyntää vasta hyvin pientä osaa siitä potentiaalista, joka alaan liittyy. Suomessa on noin 3000 kaupallisesti dronetoimintaa harjoittavaa yritystä, mutta useassa työtehtävässä toiminta suoritetaan koneen pysyessä ohjaajan näköetäisyydellä. Sensoriteknikan kehittyminen tuo jatkuvasti uusia sovelluksia. Dronetoiminnan varsinaisen potentiaalin hyödyntäminen edellyttää pääsääntönä suoran näköyhteyden ja suoran ohjausyhteyden (radiohorisontin) ulkopuolelle menemistä, milloin automaation hyödyt saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti.

12.2 Miehittämättömän ilmailun sääntely

Ilmailu on kansainvälistä toimintaa, ja siviili-ilmailun sääntely perustuu yhteisiin sääntöihin, jotka on sovittu Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO), Euroopan unionin lainsäädännön, Euroopan unionin lentoturvallisuusviraston (EASA), Euroopan lennon-varmistusjärjestö Eurocontrolin ja Euroopan siviili-ilmailukonferenssin (ECAC) puitteissa. Myös ilmailun turvallisuussääntely, niin lentoturvallisuuden kuin siviili-ilmailun turvatoimien osalta, on pitkälti harmonisoitu EU:ssa suoraan sovellettavilla asetuksilla. Ilmailun suuntaviivoja, turvallisuusvaatimuksia ja eri toimintojen saumatonta yhteensopivuutta ohjaavat Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) standardit ja suositellut käytännöt. Euroopan unionissa nämä toteutetaan sääntelemällä ilmailua pääasiassa suoraan sovellettavalla EU-sääntelyllä. Kansallista sääntelyä tai liikkumavaraa siviili-ilmailun sääntelyssä on yleisesti ottaen hyvin vähän, koska sääntely perustuu pääosin kansainvälisiin sopimuksiin ja suoraan sovellettavaan EU-sääntelyyn.

EU:n EASA-asetus on siviili-ilmailun turvallisuuden perusasetus, joka luo puitteet eurooppalaiselle lentoturvallisuussääntelylle. EASA-asetus uudistuksessa vuonna 2018 asetuksen soveltamisala laajeni muun muassa kattamaan myös miehittämättömät ilma-alukset sekä ilmailun tietoturvariskit. EASA-asetuksella luotiin miehittämättömälle ilmailulle EU:n tasoinen lainsäädäntökehys. Miehittämättömiä ilma-aluksia koskevaa sääntelyä kehitetään EU:ssa jatkuvasti. Miehittämätöntä ilmailua koskevat EASA-asetuksen nojalla annetut komission täytäntöönpanoasetus (EU) 947/2019 ja delegoitu asetus (EU) 945/2019, jotka tulevat voimaan vaiheittain. Ilmailulailla sekä liikenteen palveluista annetulla lailla säädetään sekä miehitystä että miehittämättömästä ilmailusta Suomen alueella, jollei Euroopan unionin asetuksesta tai Suomea sitovasta kansainvälisestä velvoitteesta muuta johdu.

EASA-asetuksen uudistuksessa tavoiteltiin muun muassa turvallisuussääntelyn sopeuttamista ilmailumarkkinoiden ja teknologian kehitykseen ottamalla käyttöön tekniikkaneutraalit säännökset niiltä osin kuin se on mahdollista, jotta sääntely sopeutuisi paremmin teknologisiin muutoksiin. Suomi osallistui asetuksen uudistamiseen aktiivisesti. Suomi piti siirtymistä kohti riski- ja suorituskykyperusteista turvallisuussääntelyä ja valvontaa kannatettavana kehityksenä. Lisäksi Suomi tuki tavoitetta

säätelyn sopeuttamisesta ilmailumarkkinoiden ja -teknologian kehitykseen. Suomi katsoi, että liian yksityiskohtainen säätely voi hidastaa Suomen ja EU:n kilpailukykyä miehittämättömän ilmailun kasvavilla markkinoilla. Tekninen kehitys on ollut nopeaa etenkin miehittämättömän ilmailun osalta.

Miehittämättömän ilmailun säätely ja tukitoiminnot eivät tällä hetkellä mahdollista miehittämättömän ilmailun laajamittaista ”automatisoitua” toimintaa. Vaikka ilma-alusten kauko-ohjaaminen tai automatisoitujen lentojen valvominen ilman näköyhteyttä on keskeinen elementti mahdollisten tulevien palveluiden tarjoamisessa, on se nykysäätelyn nojalla luvanvaraista tai erikseen asetetussa ilmatilassa tapahtuvaa toimintaa. Keskeinen syy tähän on se, että nykyjärjestelmien varassa eri toimijoiden miehittämättömillä ilma-aluksilla ei ole mahdollista jakaa omaa sijantietoaan ja saada muun ilmaliikenteen tiedot, jotta alukset osaisivat väistää toisiaan.

EU:n käsittelyssä oleva komission täytäntöönpanoasetusehdotus miehittämättömän ilmailun U-space-säätelystä pyrkii vastaamaan näihin kysymyksiin. Sen tavoitteena on harmonisoida edellytykset miehittämättömän ilmailun palveluita sisältävien U-space-ilmatilojen perustamiseksi sekä turvallisen ja hallitun miehittämättömän ilmailun mahdollistamiseksi. Ehdotettu täytäntöönpanoasetus olisi jatkumoa aiemmalle EASA-asetuksen nojalla annetulle miehittämättömän ilmailua koskevalle säätelylle.

Komission antaman täytäntöönpanoasetusehdotuksen mukaan jäsenvaltiot voisivat perustaa U-space-ilmatiloja vastuullaan olevaan ilmatilaan. U-space - ilmatiloja voisi olla jäsenvaltiossa yksi tai useampia. Jokaisessa U-space -ilmatilassa tarjottaisiin pakollisia palveluita, joita olisivat mm. jatkuva jaettu paikannustieto miehittämättömän ilma-aluksen sijainnista ja muusta liikenteestä U-spacessa sekä lentoluvan myöntäminen U-spaceen pyrkiville ilma-aluksille. Näitä palveluita tarjoaisivat U-space-palveluntarjoajat, joita voisi olla kussakin U-space ilmatilassa yksi tai useampia. Lisäksi kussakin U-spacessa toimisi yhteinen tietopalveluntarjoaja (Common Information Services, CIS), jonka tehtävänä olisi tarjota edellä mainituille palveluntarjoajille U-spacen toimivuuden kannalta välttämätöntä tietoa. U-spacen valmistelua jatketaan komissiossa yhteistyössä jäsenvaltioiden asiantuntijoiden kanssa.

Digi-ilmailua sivuavia säädöksiä ollaan uudistamassa myös mm. EU:n yhtenäistä ilmatilaa koskevassa säätelypaketissa (ns. Single European Sky, SES2+), johon sisältyy komission syyskuussa 2020 antamat ehdotukset yhtenäistä eurooppalaista ilmatilaa koskevan säätelyn uudistamiseksi sekä yhteisistä siviili-ilmailua koskevista säännöistä ja Euroopan lentoturvallisuusvirasto EASA:n toiminnasta annetun asetuksen uudistamiseksi. Näihin sisältyy esim. säännökset miehittämättömän ilmailun palveluita koskevaan U-spaceen liittyvän yhteisen tietopalvelun saatavuudesta ja hinnoittelusta. Komission ehdotuksen mukaan yhteisestä tietopalveluista voidaan periä maksu, jonka kansallinen viranomais arvioi ja hyväksyy. Ehdotuksen mukaan lennonvarmistuspalvelun tarjoajien tulisi tarjota reaaliaikaista tietoa ilmaliikenteestä yhteisen tietopalveluntarjoajille ja tietoon pääsystä voidaan periä marginaalinen maksu.

Sähköisen viestinnän palveluista annetussa lailla on säädetty niistä puitteista, joiden mukaisesti radiotaajuuksia voidaan käyttää tehokkaasti, turvallisesti ja häiriöttömästi. Valtioneuvoston asetuksessa radiotaajuuksien käytöstä ja Liikenne- ja viestintäviraston radiotaajuusmääräyksessä säädetään matkaviestinverkon päätelaitteen käytöstä ilmasta käsin. Matkaviestinverkkojen päätelaitteiden käyttö ilmassa olevassa lennossa, miehittämättömässä ilma-aluksessa tai muussa ilma-aluksessa on sallittua vain Liikenne- ja viestintäviraston määräyksessä tarkemmin määritellyissä käyttötarkoituksissa.

Lentopaikkojen käytöstä ja rakentamisesta säädetään ilmailulain 7 luvussa. Ilmailun sääntelyn ulkopuolelta on lisäksi huomioitava miehittämättömän ilmailun edellyttämän fyysisen infrastruktuurin tarpeiden yhteensovittamisen kannalta suhteessa muuhun maankäyttöön, mitä mm. maankäyttö- ja rakentamislaisissa sekä ympäristönsuojelulaisissa on säädetty maankäytöstä, kaavoituksesta, rakentamisesta ja esimerkiksi ympäristölupavaatimuksista.

12.3 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-tekniikka riittää kuitenkin melko hyvin nykyisiin käyttötarpeisiin, vaikka 5G-yhteyksien avulla tiedonsiirron viivettä saadaankin pienennettyä. 4G- ja 5G-tekniikoiden soveltuvuutta dronejen tietoliikenneyhteyksiksi on tutkittu ja tullaan edelleen tutkimaan useissa eri kokeiluhankkeissa. Esimerkiksi PRIORITY-projektissa⁸⁰ tutkitaan ja kokeillaan viranomaisille ja etäyrityksille suunnattuja kriittisiä viestintäratkaisuja. Näissä projekteissa pyritään myös löytämään uusia innovaatioita, joilla 4G- ja 5G-tekniikoita 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.

12.4 Tiedon hyödyntäminen ja hajautetun tiedonjakoinfrastruktuurin rakentaminen droneliikenteessä

12.4.1 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, joi-

⁸⁰ PRIORITY-konsortioon kuuluu neljä tutkimuskumppania (Oulun yliopisto, Centria-ammattikorkeakoulu, Turun ammattikorkeakoulu ja VTT) sekä 13 yritystä ja viranomaista.

den 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.

12.4.2 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. Lisäksi miehittämättömän ilmailun rekistereiltä vaaditaan automatisoidussa U-space toimintaympäristössä suurta luotettavuutta ja ajantasaisuutta.

Miehittämättömien ilma-alusten välillä tapahtuvan tiedon jakamisen lisäksi tietoa tulnaisiin tuottamaan eri toimijoille ja vastaanottamaan näiltä toimijoilta. Ilmatieteen laitos on kehittänyt sääpalvelun miehittämättömien ilma-alusten kulkureittien suunnitteluun. Palvelusta saa reaaliaikaista säätietoa valitsemalleen 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. Miehitettömien ilma-alusten käyttö mahdollistaa tarkemman reittikohtaisen 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.

12.4.3 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.

”Miehittämättömän ilmailun lennonvarmistusjärjestelmän” eli U-space-palveluiden 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 liikenteenohjausjärjestelmään. 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 jakaa mm. sijaintitietonsa alustana toimivan palvelun kautta. U-Space -konsepti perustuu kaiken turvalliseen lentämiseen tarvittavan tiedon välittämiseen ja tuottamiseen toimijoille. Tiedonvälityksessä pyritään hyödyntämään yleisiä viestintäverkkoja. Reaaliaikainen kuva ilma-alusten sijaintiedoista ja ilmatilarakenteista on vaatimuksena järjestelmän toimivuudelle. Toimijoiden varmentaminen erilaisilla tunnistilla ja salaussavaimilla vähentää tietoturvariskejä. Tiedon saaminen kaikista ilma-aluksista U-Space -järjestelmään vaatinee käytännössä jonkinlaista signaali-lähetintä miehityksessä ilma-aluksissa, jotka toimivat U-Space -ilmatilojen sisällä. Myös erilaisten signaalilähettimien signaaleja vastaanottavia antennia tarvittaisiin todennäköisesti lisää.

12.5 Droneliikenteen automaation edellyttämä fyysinen infrastruktuuri

12.5.1 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 miehittämätöntä ilma-
 lua hyödyntävien tahojen keskuudessa ei ole myöskään selvää näkemystä siitä, millaiset fyysistä
 infrastruktuuria koskevat muutokset olisivat tarpeen miehittämättömän ilmailun automaation edistä-
 miseksi. Esiin nousseet konkreettiset fyysisen infrastruktuurin kehittämistarpeet liittyvät erityisesti
 ihmisten kuljetukseen miehittämättömillä ilma-aluksilla sekä uusien verkkoratkaisujen luomiseen.
 Miehittämättömän ilmailun kulkureittien luominen liittyy puolestaan tiedon jakamista ja käytettä-
 vissä olevia verkkoja koskeviin kysymyksiin, eikä ole näin ollen riippuvainen fyysisen infrastruk-
 tuurin kehityksestä. Miehittämättömän ilmailun automaation välitön kehitys ei vaikuta olevan riip-
 puvainen laajojen fyysisen infrastruktuuriratkaisujen luomisesta, vaan enemmänkin miehittämättö-
 mien ilma-alusten teknologian kehittymisestä sekä erilaisten tiedon jakamiseen (lennonvarmistus-
 palveluiden tuottaminen) liittyvien kysymysten ratkaisemisesta.

Miehittämättömän ilmailun piirissä ei ole selkeää kokonaiskuvaa myöskään siitä, millaisia fyysi-
 seen infrastruktuuriin liittyviä tarpeita ala tarvitsee uusien automaatiotarkaisuiden luomiseksi. Tätä
 tietoa tulisikin kerätä erilaisista käynnissä olevista ja jo toteutetuista hankkeista.

12.5.2 Laskeutumispaikat

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 kuljetta-
 essa ilma-alusten pysähdyspaikkoina. Vaihtoehtoisesti miehittämätön ilma-alus voisi viedä kuljetta-
 mansa kuorman tai ihmiset perille määränpäähensä. Siten ne toimisivat osana logistiikkaketjua. Li-
 säksi miehittämättömän ilma-alustoiminnan yleistyessä voi syntyä tarpeita määritellä tai arvioida
 lentoonlähtöön käytettävien paikkojen sopivuutta muun muassa lentotoiminnasta ympäristölle ai-
 heutuvien vaikutusten hallitsemiseksi.

Jos miehittämättömiä ilma-aluksia käytettäisiin suurissa määrin tavaroiden ja myös ihmisten kulje-
 tuksiin, laskeutumisalustoja olisi rakennettava ympäri kaupunkia ja taajamia. Niiden yhteyteen
 mahdollisesti rakennettavien tavaroiden purkamispaikkojen tai pysäkkien rakentaminen tulisi muut-
 tamaan infrastruktuuria, ja näin suurten muutosten voidaan arvioida vaikuttavan myös kaupunkien
 kaavoitustyöhön. Vastaavasti tällaisia alueita tulisi varata ilma-alusten lentoonlähtöä ja laskeutu-
 mista varten. Laskeutumisalustojen rakentamiseen on tunnistettu vaikuttavan myös se, miten mie-
 hittämätön ilma-alus liikkuu noustessaan. Tyypillisesti erityisesti pienikokoiset miehittämättömät
 ilma-alukset nousevat vertikaalisesti ylöspäin, ja niiden nousu- ja laskualustaksi riittää siten pie-
 nempi tila kuin isompia kuormia tai ihmisiä kuljettavalla koneella, joka voi tarvita jopa kiitoradan
 lentoonlähtöön. Arviotavaksi voisi tulla myös rakennusten kattojen hyödyntäminen esimerkiksi pie-
 nempien miehittämättömien ilma-alusten latauspisteinä. Latauspisteitä tuskin tullaan tarvitsemaan
 pienemmille ilma-aluksille, mutta sen sijaan voi syntyä tarve rakentaa riittävän suuria, turvallisia ja
 avoimia laskeutumispaikkoja, joihin paketteja voidaan jättää. On myös huomioitava, että tilan saa-
 minen miehittämättömän 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. Erityisesti yhteistyötä maankäytöllisessä suunnittelussa tulisi tehdä
 suunniteltaessa kohteita, jotka vastaanottaisivat tai joista lähtisi runsaasti lentotoimintaa.

Tällä hetkellä ilma-alusten lentoonlähtöön ja laskeutumiseen on kansallisen ilmailulain nojalla käy-
 tettävä lähtökohtaisesti ilmailulaissa tarkoitettua lentopaikkaa. Tällaisia lentopaikkoja ovat lentoase-

mat, valvomattomat lentopaikat ja kevytlentopaikat. Lentopaikat on suunniteltu perinteisen miehittelyn ilmailun tarpeisiin. Muuta kuin lentopaikkaa voidaan käyttää ilma-alusten lentoonlähtöön ja laskeutumiseen vain tilapäisesti ja tietyin edellytyksin. Kansallisessa laissa ei tällä hetkellä aseteta miehittämättömille ilma-aluksille vaatimusta erityisten lentopaikkojen käytölle. Miehittämättömän ilmailun yleistyessä tulee tarpeelliseksi arvioida, missä määrin, millaisilla paikoilla ja millaisin edellytyksin muuta kuin satunnaista lentoonlähtöä ja –laskeutumista miehittämättömillä ilma-aluksilla voidaan harjoittaa esimerkiksi melusta aiheutuvien vaikutusten hallitsemiseksi. Miehitettyä ilmailua palveleva lentopaikkaverkosto ei itsessään vastaa siihen potentiaaliseen tarpeeseen, mitä erilaisilla automatisoiduilla miehittämättömiä ilma-aluksia hyödyntävillä toiminnoilla voisi potentiaalisesti olla.

12.5.3 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 akkunsä tai lataamaan akkunsä itsenäisesti. Hybriditekniikkaa (akku ja polttomoottori) käytetään myös useassa isommassa miehittämättömässä ilma-aluksessa akkujen riittämättömyyden takia. Vastaavanlaisten ratkaisujen yleistyminen voisi tehostaa miehittämättömiin ilma-aluksilla suoritettavia toimintoja.

Akkuteknologiaa on yleisesti ottaen pidetty ympäristöystävällisempänä ratkaisuna kuin polttomoottorien käyttämistä 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 min-kälaisia hyötyjä tästä voisi seurata.

13 Vaikutusten arviointi

Liikenteen automaation on vision mukaan tarkoitus vaikuttaa tulevaisuuden liikenteeseen siten, että se on turvallisempaa, tehokkaampaa ja kestävämpää kuin nykyinen liikenne. Näiden tavoitteiden etenemistä ja etenemisen vauhtia olisi pystyttävä seuraamaan ja mittaamaan. Kansainvälisestikin automaatiovaikutusten arviointi on vasta alkuvaiheissaan. Etenkin määrällisten arviointikriteereiden kehittäminen on haastavaa. Lisäksi on todettava, että nimenomaan automaation aiheuttamia vaikutuksia voi olla vaikea saada eroteltua yhteisvaikutuksesta, joka on seurausta kaikista samaan suuntaan vaikuttavista eri toimenpiteistä. Tässä työssä on päästy vaikutusten arvioinnin kehittämisessä niin ikään vasta alkuun, ja pyritty hahmottamaan vaikutusten arvioinnin kehikkoa.

13.1 Turvallisuus

Liikenteen automaatio- ja laajemmin digitalisaatioteknologiat tuottavat innovaatioita, jotka edistävät liikenteen turvallisuutta. Erityisesti inhimillisestä virheestä johtuvien onnettomuuksien voidaan olettaa vähenevän automaation edetessä.

Vuonna 2018 Suomen tieliikenteessä kuoli 239 ja loukkaantui vakavasti 956 henkilöä. Lieviä loukkaantumisia tuli viralliseen tilastoon noin 4900 kpl ja vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilastoon noin 23500 kpl. Vesiliikenteessä onnettomuuden tapahtuvat pääosin huviveneilyssä. Rautatieturvallisuuden tilanne on ollut Suomessa hyvällä tasolla viime vuosina ja etenkin matkustajaturvallisuus on ollut erinomaisella tasolla. Samoin metroliikenteen turvallisuus on Suomessa hyvällä tasolla ja onnettomuuksia tapahtuu harvoin. Pidemmän aikavälin tarkastelussa junaliikenteen turvallisuuskehitys on parantunut selvästi ja esimerkiksi törmäys- ja suistumisonnettomuudet ovat hyvin harvinaisia. Sekä harraste- että yleisilmailun turvallisuus on Suomessa lähtökohtaisesti hyvällä tasolla.

Tavoitteena tieliikenteessä on pitkällä aikavälillä päästä niin sanottuun nollavisioon, jonka mukaan kenenkään ei tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti tieliikenteessä. Liikenneturvallisuustyötä ohjataan paljon myös EU-tasolla, jolla on asetettu tavoite puolittaa kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden määrä 2020-2030.

Turvallisuuden parantamisen kannalta tiedon vaikuttavuus tulee olemaan entistä oleellisemmassa osassa liikennejärjestelmän turvallisuuden edistämisessä. Toistaiseksi tilanne on kuitenkin se, että tietoa edes nykyisen automaation tason vaikutuksista liikenneturvallisuuden on olemassa riittämättömästi. Tämä vaikeuttaa muun muassa päätöksentekoa, koska päätösten tueksi ei ole osoitettavissa selkeää tietopohjaa⁸¹. Yleisesti pystytään käyttämään lähinnä laadullista arviointi, joka perustuu en-nusteille. Mahdollisuuksia turvallisuusvaikutusten arvioinnille parannetaan myös yhä tiiviimmällä viranomaisyhteistyöllä. Yhdistämällä eri viranomaisten tiedot ja analyysit saadaan riskien arviointi aiempaa kattavammaksi ja luotettavammaksi. Lisäksi tärkeää on jatkuva vuorovaikutus elinkeinon sekä muiden sidosryhmien kanssa. Onnettomuus- ja vaaratilannetietojen laaja ja yhdenmukainen kerääminen, tallentaminen ja analysointi luovat kattavamman kokonaiskuvan liikenneturvallisuuden tilasta sekä mahdollisista turvallisuusriskeistä.

Turvallisuuden osalta voidaan asettaa seuraavia tavoitteita:

- Onnettomuuksien ja vaaratilanteiden määrän väheneminen

⁸¹Esimerkiksi Helsingin HLM CAD kokous perusti tieliikenteeseen erityisen työryhmän selvittämään ensi vaiheessa nykyisin käytössä olevien kuljettajaa avustavien ADAS-järjestelmien turvallisuutta, koska edes tällaista tietoa ei ole riittäväällä tasolla olemassa.

- Kyberturvallisuuden hyvä taso.

13.2 Tehokkuus

Liikenteen automaatio- ja laajemmin digitalisaatioteknologiat tuottavat innovaatioita, jotka vähentävät liikennevälineiden laskevat liikennevälineiden operointikustannuksia ja lisäävät tehokkuutta muun muassa reittien ja kapasiteettien optimoinnin kautta. Onnistunut optimointi vaikuttaa suoraan kuljetusten kustannuksiin muun muassa käytettävän polttoaineen määrän tarpeen vähenemisen kautta. Myös mahdollisten odotusaikojen lyheneminen vaikuttaa kustannuksiin pienentävästi. Liikenteen häiriöiden vaikutuksia pystytään automaation ja tiedon hyödyntämisen avulla minimoimaan, millä on jälleen suoria vaikutuksia kuljetuskustannuksiin.

Liikenteen markkinat ovat murroksessa niin Suomessa kuin maailmallakin. Aiemmin vahvasti säännellyt eri liikennemuotoihin painottuneet markkinat ovat muuttumassa liikenteen palveluistumisen ja digitalisoitumisen myötä. Uudenlaiset liikkumispalvelut yleistyvät, laajentuvat ja tulevat toimimaan saumattomammin yhteen perinteisten kuljetuspalveluiden kanssa. Erilaisia yhdistämis- ja välityspalveluja on myös kehittynyt entistä enemmän. Niiden tavoitteena on välittää kuljetuksia ja yhdistää eri kulkumuotoja, ja tehdä siten matkaketjuista entistä sujuvampia ja katkeamattomampia. Automaattisilla liikennevälineillä tarjottavat palvelut voivat olla erittäin kustannustehokkaita. Samalla ne palvelevat laajempia liikennejärjestelmän kehittymisen ja yhteiskunnallisten hyötyjen tavoitteita.

Liikenteen markkinoiden lainsäädäntöä on uudistettu. Sääntelyä on kevennetty ja koottu yhtenäiseksi laiksi liikenteen palveluista (liikennepalvelulaki). Uudistuksen tavoitteena on edistää ja mahdollistaa markkinoiden avautuminen ja laajentuminen. Liikennepalvelulailla edistetään uusien palvelumallien syntymistä sekä uuden teknologian, uusien teknisten ratkaisujen ja uusien liiketoimintamallien käyttöönottoa. Näin voidaan vastata entistä paremmin myös käyttäjien tarpeisiin.

Liikenneväylien älykäs luokittelu edistää liikennevälineiden käytettävyyttä. Uudet, määriteltävät palvelutasot on pystyttävä ylläpitämään mahdollisista sää- ja keliolosuhteista huolimatta. Myös väylien varsilla olevan digitaalisen infrastruktuurin on toimittava sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Liikenteen sujuvuus mahdollisista paikallisista häiriöistä huolimatta on tavoite, joka voi toteutua kehittyvän liikenteen ohjauksen ja tiedon hyödyntämisen kautta.

Tehokkuuden osalta voidaan asettaa seuraavia tavoitteita:

- matka- ja kuljetuskustannusten lasku
- matkoihin ja kuljetuksiin käytettävän ajan lyheneminen
- odotusaikojen lyheneminen kuljetusketjussa
- uusien liikkumisen palveluiden syntyminen automaattisilla liikennevälineillä tarjottuina
- liikenneväylien automaatiota palvelevan palvelutason saavuttaminen (määritettyjen tasojen mukaisesti)
- Mahdollisten liikenteen häiriöiden vaikutusten minimointi.

13.3 Kestävyys

13.3.1 Ekologinen kestävyys

Liikenteen aiheuttamat haitalliset päästöt kuormittavat ympäristöä monin tavoin. Liikenteen tuottamat typenoksidi- ja hiukkaspäästöt ovat vähentyneet ja suuntauksen ennustetaan jatkuvan tulevaisuudessa. Haitallisten kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi liikenteessä on tavoitteena siirtyä käyttämään yhä enemmän vaihtoehtoisia käyttövoimia.

Liikenteen päästöt muodostavat noin viidenneksen kaikista Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Kotimaan liikenteen päästöistä noin 94 % puolestaan syntyy tieliikenteessä. Hallitusohjelman tavoitteena on puolittaa liikenteen päästöt vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen päästöjen odotetaan vähenvän nykytoimin noin 37 % eli noin 3,2 miljoonaa tonnia vuoteen 2030 mennessä (verrattuna vuoteen 2005, VTT:n perusennuste 2020). Liikenne- ja viestintäministeriössä valmistellun fossiilittoman tiekartan mukaan liikenteen päästöjen puolittaminen edellyttää vielä 13 prosenttiyksikön eli noin 1,55 miljoonan tonnin päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä.⁸²

Vesiliikenteessä vaihtoehtoiset käyttövoimat yleistyvät hitaasti, ja kehitykseen vaikuttaa merkittävästi meriliikenteen polttoaineiden jakeluinfrastruktuurin kehitys. Suomen lipun alla purjehtivien alusten käyttämät vaihtoehtoiset polttoaineet ovat nesteytetty maakaasu (LNG) ja biopolttoaineet. Käytössä olevat vaihtoehtoiset käyttövoimat ovat akkuihin sähköverkosta ladattu sähkö, maasähkö ja tuulivoima. Myös aurinkopaneeleita ja vetypolttookennoja on kokeilukäytössä muutamilla aluksilla.

Kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä neuvotellaan Kansainvälisen merenkulkujärjestön (International Maritime Organization, IMO) meriympäristönsuojelukomiteassa (Marine Environment Protection Committee, MEPC). Tähän mennessä IMOssa on sovittu alustavasta strategiasta kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. MEPC:n alaisessa kasvihuonekaasutyöryhmässä on luotu kehikko vuoteen 2023 mennessä voimaan tuleville lyhyen aikavälin päästövähennykskeinoille, jotka perustuvat alusten energiatehokkuuden ja hiili-intensiteetin asteittaiseen parantamiseen kansainvälisöikeudellisesti velvoittavalla sääntelyllä.

IMOn tavoitteet kansainvälisen meriliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi ovat:

- kansainvälisen merenkulun hiili-intensiteettiä eli hiilidioksidipäästöjä suhteessa kuljetustyöhön tulee vähentää keskimäärin vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä vuoteen 2008 verraten, minkä jälkeen tavoitteena on 70 prosentin vähennys vuoteen 2050 mennessä.
- lisäksi kaikkien kansainvälisestä meriliikenteestä aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen tulisi saavuttaa huippunsa mahdollisimman pian ja vuotuisten kokonaispäästöjen laskea vähintään 50 % vuoteen 2050 mennessä vuoden 2008 tasoon verrattuna. Pyrkimyksenä on kasvihuonekaasupäästöjen vaiheittainen poistaminen huomioiden Pariisin ilmastopöytäkirjan lämpötilatavoitteet.

Merenkulun ilmastopäästöjen vähentämisen kannalta keskeistä on erityisesti aluksen energiatehokkuuden parantaminen ja fossiilittomiin polttoaineisiin siirtyminen. Keskeinen merkitys on myös kuljetus- ja logistiikkaketjujen toiminnan ja kapasiteetin optimoinnissa, sillä Suomen tuonnista ja viennistä noin 90 prosenttia tapahtuu meriliikenteessä. Satamakäyntien optimoinnin vaikutuksista tehokkuuteen on yksimielinen näkemys.

⁸² Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2020:17.

Miehittämättömällä ilmailulla voi olla myös myönteisiä ympäristövaikutuksia. Miehittämättömän ilmailun yleistyessä esimerkiksi muiden liikennemuotojen kulkutapaosuuden vähentäminen saattaa vähentää liikenteen kokonaispäästöjä, jos esimerkiksi yksittäisen lähetyksen kuljettamisessa vanha fossiilisia polttoaineita käyttävä ajoneuvo korvataan dronella.

Liikenteen automaatio- ja laajemmin digitalisaatioteknologiat tuottavat innovaatioita, jotka vähentävät liikennevälineiden kasvihuonepäästöjä. Vaikutukset voivat olla suoria, eli mahdollisuudet käyttää ympäristöystävällisempiä käyttövoimia paranevat, tai ne voivat olla epäsuoria, esimerkiksi seurausta reittien ja kapasiteettien optimoinnista. Päästöjä voidaan pienentää esimerkiksi automaattisen reittitiedon vaihdolla, sensorien kokoamien tietojen yhdistämisellä (sensor fusion) sekä optimoimalla väylän käyttöä älykkäällä liikenteen ohjauksella. Antureita ja etäteknologioita voidaan hyödyntää ihmisen tukena myös liikennevälineiden ja väylien/turvalaitteiden huollossa sekä liikennevälineiden operatiivisten toimien (mm. nopeuden ja merenkulussa kurssin) säätämisessä. Myös sää- ja olosuhdetietojen hyödyntämisen avulla saatetaan pystyä muun muassa polttoaineen kulutuksen vähentämiseen, millä on tehokkuuden lisäksi vaikutuksia päästöjen määrään. Laivateknologioiden osalta hyödynnetään jo nyt ympäristöystävällisyyttä parantavia reitin optimointisovelluksia. Meriolosuhteissa optimoinnilla saatavat hyödyt ovat huomattavasti tieliikennettä suuremmat.

Ympäristön näkökulmasta vaikutusten arviointi on haasteellista, sillä ympäristöratkaisuja ei ole vielä riittävästi testattu ja käytössä. Ympäristövaikutuksilta puuttuu vielä indikaattorit. Ympäristöön liittyvät tiedot ovat kuitenkin yhä keskeisempiä. Esimerkiksi matkustaja-alusten päästöjen on todettu vähentyneen 30 prosenttia parantuneen datan hyödyntämisen ansiosta.

Ekologisen kestävyuden osalta voidaan asettaa seuraavia tavoitteita:

- Liikenteen päästöjen väheneminen
- Energiatehokkuuden parantaminen optimoinnilla sekä taloudellisemmalla, energiaa säästävällä liikennevälineen ohjauksella
- Siirtymä vähäpäästöisiin liikennemuotoihin (liikennettä raiteille muista liikennemuodoista)

13.3.2 Sosiaalinen kestävyys

Automaatio lisää alueellista tasa-arvoa palvelujen saavutettavuudella, valinnan vapaudella ja kustannusten alenemisella. Automaattisten liikennevälineiden avulla tuotettavat palvelut voivat olla kustannustehokkaita, ja siten parantaa liikkumisen palveluiden saatavuutta myös haja-asutusalueilla. Kaupungeissa tällaiset palvelut tehostavat joukkoliikenteen käyttöä tarjoamalla ensimmäisen ja viimeisen kilometrin ongelmaan tehokkaan ratkaisun. Myös erilaisille väestöryhmille tarjottavat kohdenetut palvelut voivat tulla mahdollisiksi. Esimerkiksi ikääntyneiden asumista omissa asunnoissaan haja-asutusalueilla voisi tukea mahdollisuus päästä esimerkiksi kauppaan automaattisten liikennevälineiden avulla tarjottavien palveluiden myötä. Myös esimerkiksi saaristoliikenteessä automaatio voi parantaa elämisen edellytyksiä sekä yhtäläisiä mahdollisuuksia hyvinvointiin. Vesiliikenteessä se edistäisi myös mielekkäitä työtehtäviä ja työaikajärjestelyjä sekä työturvallisuutta vaarallisissa tehtävissä.

Sosiaalisen kestävyuden osalta voidaan asettaa seuraavia tavoitteita/arvioitavia asioita:

- Kaikilla on liikkumiseen / kulkemiseen tasavertaiset ja yhdenmukaiset mahdollisuudet
- Automaattisten liikennevälineiden avulla tarjottavien liikkumisen palveluiden määrän kasvu

- Käyttäjien tyytyväisyys tarjottaviin palveluihin.

13.4 Yhteenveto automaatiovaikutusten arvioinnin kehikosta (tavoitteet/arvioitavat vaikutukset)

<i>Visio</i>	<i>Arvioitava vaikutus</i>
Automaattiliikenne on turvallisempaa kuin nykyinen liikenne	<ul style="list-style-type: none"> - Onnettomuuksien lukumäärän väheneminen - Vaaratilanteiden lukumäärän väheneminen - Kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden määrän väheneminen - Kyberturvallisuuden hyvä taso
Automaattiliikenne on tehokkaampaa kuin nykyinen liikenne	<ul style="list-style-type: none"> - matka- ja kuljetuskustannusten lasku - matkoihin ja kuljetuksiin käytettävän ajan lyheneminen - odotusaikojen lyheneminen kuljetusketjussa - uusien liikkumisen palveluiden syntyminen automaattisilla liikennevälineillä tarjottuina - liikenneväylien automaatiota palvelevan palvelutason saavuttaminen (määritettyjen tasojen mukaisesti) - Mahdollisten liikenteen häiriöiden vaikutusten minimointi.
Automaattiliikenne on kestävämpää kuin nykyinen liikenne	<ul style="list-style-type: none"> - Liikenteen päästöjen väheneminen - Energiatehokkuuden parantaminen optimoinnilla sekä taloudellisemmalla, energiaa säästävällä liikennevälineen ohjaamisella - Siirtymä vähäpäästöisiin liikennemuotoihin (liikennettä raiteille muista liikennemuodoista)
	<ul style="list-style-type: none"> - Kaikilla on liikkumiseen / kulkemiseen tasavertaiset ja yhdenmukaiset mahdollisuudet - Automaattisten liikennevälineiden avulla tarjottavien liikkumisen palveluiden määrän kasvu - Käyttäjien tyytyväisyys tarjottaviin palveluihin

13.5 Mittarit ja indikaattorit

Toistaiseksi seuraaminen ja mittaamisen mahdollistavat indikaattorit ovat vasta kehittymässä niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Vaikutusten arvioinnin kehittäminen on asia, johon on kohdistettava aktiivisia toimenpiteitä jatkotyössä. Vaikuttavuutta arvioidaan turvallisuuden ja toimintavarmuuden, tehokkuuden eli taloudellisen kestävyuden, ekologisen kestävyuden sekä sosiaalisen kestävyuden näkökulmasta. Lisäksi tulee valita indikaattorit, joita ylläpitämällä ja seuraamalla voidaan konkreettisesti seurata automaation etenemisen vaikutuksia vaikuttavuustavoitteisiin. Todenäköistä on, että monet mittarit ja indikaattorit ovat periaatteessa samat eri liikennemuodoissa,

mutta niiden tuottamisen tavoissa voi esimerkiksi olla eroja. Lisäksi voidaan tarvita liikennemuoto-kohtaisia mittareita.

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.

13.5.1 Tieliikenteen mittarit⁸³

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 turvalliseksi arvioitu aikamääre)
- Äkkijarrutukset / 1000 km.

Ajoneuvoautomaation käyttöön liittyvistä indikaattoreista tähän mennessä 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 muissakin liikennemuodoissa, eli esimerkiksi ajoneuvon kuluttama energia sekä hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt. Automaatio voi vaikuttaa näihin indikaattoreihin muun muassa nopeuden ja ajotyylin vähäisen vaihtelun kautta.

13.5.2 Meriliikenteen mittarit

Seurannassa voitaisiin mahdollisesti hyödyntää myös erilaista olemassa olevaa raportointia, esimerkiksi VTS:n poikkeamaraportteja, sillä alusten luokittelu voidaan jo nyt tehdä automaatiotason mukaan ja raporttiin voisi kirjata automaation vaikutuksen vaaratilanteessa. Lisäksi, jos laivat luokitellaan niiden automaatiotason perusteella ja raportointia tarkennetaan automaatioon liittyvillä kysymyksillä, vaaratilanne- ja onnettomuusraporteista voitaneen ajan myötä muodostaa käsitys automaatiikan turvallisuusvaikutuksista. Saatuun tietoon perustuen voidaan arvioida sitä, sattuuko korkean automaatiotason aluksille enemmän vai vähemmän vaaratilanteita ja onnettomuuksia kuin matalan automaatiotason aluksille. Jos kyseessä on vaaratilanne, tulevaisuudessa voitaisiin mahdollisesti arvioida sitä, missä määrin automaatio esti tilanteen eskaloitumisen onnettomuudeksi.

Seurannassa voitaisiin myös hyödyntää indikaattoreita, joita käytetään autonomisten järjestelmien suunnittelussa sekä suorituskykymittareita. Välttämättä ei tarvita pysyvää seurantaa, vaan joiltain osin saattaa riittää, että kokeiluissa ja piloteissa arvioidaan autonomisen järjestelmän toimintaa suorituskykymittareilla.

⁸³ Ks. <https://www.cedr.eu/download/D3.1-Impacts-of-connected-and-automated-vehicles-State-of-the-art.pdf>

Automaation vaikutusta on vaikea erottaa muista vaikuttavista tekijöistä, kuten siitä, johtuvatko muutokset onnettomuuksien tai vaaratilanteiden määrissä automaatiosta vai jostain muusta. Käytännössä esimerkiksi korona on vähentänyt kauppamerenkulussa onnettomuuksien määrää, koska liikenne on vähentynyt. Arvioinnin pohjaksi on myös liian vähän dataa.

EU:ssa vaikutusarviointia kehitetään ns. AUTOSHIP-hankkeessa Horisonttirahoituksella. Koska merenkulku on globaalia toimintaa, olisi todennäköisesti tarpeen yhtenäistää vaikutusarviointia ja käyttää yhteisiä indikaattoreita IMO:ssa. Tässä voitaisiin hyödyntää IMO:n yhteistä CISIS-järjestelmää.

Alla on taulukko yhteiskunnallisiin ilmiöihin liittyvistä tavoitteista ja ehdotetuista mittareista merenkulussa:

<i>Yhteiskunnallinen ilmiö</i>	<i>Tavoite</i>	<i>Mittari</i>
<i>Turvallisuus</i>	<i>Onnettomuuksien lukumäärän väheneminen</i>	<i>- Onnettomuudet/neljän vuoden keskiarvo - Onnettomuuksien lukumäärä suhteessa satamakäynnin</i>
<i>Tehokkuus (taloudellinen kestävyys)</i>	<i>Kustannukset / kuljetuskustannukset laskevat</i>	<i>Kuljetuskustannus indeksi / indikaattori</i>
<i>Ekologinen kestävyys</i>	<i>Liikenteen päästöjen väheneminen</i>	<i>Liikenteen päästöt esim. Co2, Nox</i>
<i>Sosiaalinen kestävyys</i>	<i>Kaikilla on liikkumiseen / kulkemiseen tasavertaiset ja yhdenmukaiset mahdollisuudet</i>	<i>Tyytyväisyysbarometrit, kyselytutkimukset, palveluverkon kattavuuden, yhteyksien määrän kasvu</i>

13.5.3 Raidetieliikenteen mittarit

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

Suoria datan laajemman käytön ja automaation mukanaan tuomia hyötyjä:

- Kapasiteetin kasvattaminen Etelä-Suomen kaupunkirajteilla ja pääradalla 20%:lla. Kokonais-tarkastelu niin, että otetaan huomioon uuden rataanfrastruktuurin 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.

13.5.4 Miehittämättömän ilmailun mittarit

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 miehittämätöntä ilmailua koskevia uusia teknologisia ratkaisuja sekä toimivat tiiviissä vuoropuhelussa viranomaisten kanssa. Miehittämätöntä 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 jatkoyöstämistä eri toimijoiden ja viranomaisten kesken.

Jatkossa on kehitettävä ja otettava käyttöön mittareita ja niiden seuranta automaation vaikutusten arviointiin turvallisuuden, tehokkuuden ja kestävyuden näkökulmasta. Mittareihin ja tiedon keruuseen liittyy epävarmuuksia, sillä automaation vaikutuksia on haasteellista erottaa muista tekijöistä. Olemassa olevaa raportointia ja tiedon keruuta on tarve laajentaa kattamaan automaation ja sen tasot. Suunnittelumenetelmiä, suorituskykykriteerien kehitystyötä, simulointeja ja kokeilujen tuloksia on hyödynnettävä vaikuttavuustiedon saamiseksi. Mittareiden käyttöönottoon ja yhtenäistämiseen sekä tiedon jakamiseen on tarve vaikuttaa EU:ssa ja maailmanlaajuisesti kansainvälisissä organisaatioissa.

Miehittämättömän ilmailun yleistymistä voidaan mitata muun muassa käytössä olevien laitteiden ja niiden käyttötarkoitusten määrän perusteella sekä rekisteröinti-ilmoituksiin perustuvien laitteiden käyttäjien määrän perusteella. Miehittämättömän ilmailun turvallisuuskehitystä voidaan seurata vaaratilanneraportointien avulla.