

Liikenne- ja viestintäministeriö

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen tiekartta

Työryhmän loppuraportti

30.5.2025



LIIKENNE- JA VIESTINTÄMINISTERIÖ
KOMMUNIKATIONSMINISTERIET

Sisältö

1.	Johdanto	4
2.	Tausta.....	5
2.1	Liikennejärjestelmä kompleksisena järjestelmänä	5
2.2	Digitaalinen murros ja systeemisen muutoksen välttämättömyys	6
2.3	Tietoon liittyvä turvallisuusnäkökulma	8
3.	Mikä on digitaalinen kaksonen?	10
3.1	Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen määritelmä	10
3.2	Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen ominaisuudet	12
3.3	Tiedon hyödyntämisen tapausesimerkkejä	14
3.3.1	Tieto liikennejärjestelmäsuunnittelussa	15
3.3.2	Väylänpito	16
3.3.3	Rautatieliikenteenohjaus	17
3.3.4	Tieliikenteen ohjauspalvelut ja digitaalinen tilannekuva	18
4.	Tiedonhallinnan nykytila liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla	21
4.1	Liikenne- ja viestintävirasto Traficom	21
4.1.1	Nykytila	21
4.1.2	Kypsyysarvio	22
4.1.3	Käynnissä olevat kehitystoimet	24
4.2	Väylävirasto	24
4.2.1	Nykytila	24
4.2.2	Kypsyysarvio	25
4.2.3	Käynnissä olevat kehitystoimet	26
4.3	Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy	27
4.3.1	Nykytila	27
4.3.2	Kypsyysarvio	28
4.3.3	Käynnissä olevat kehitystoimet	29
4.4	Ilmatieteen laitos	29
4.4.1	Nykytila	29
4.4.2	Kypsyysarvio	31

4.4.3	Käynnissä olevat kehitystoimet	32
4.5	Yhteistyö hallinnonalalla nykytilassa	33
5.	Toimenpidesuosituks	34
5.1	Toimenpiteiden tarve.....	34
5.2	Toimenpiteisiin liittyvät tavoitteet ja tarkemmat perustelut	35
5.3	Toimenpiteet	40
6.	Loppusanat	43

1. Johdanto

Kesäkuussa 2024 liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti selvityshankkeen, jossa tuli määritellä mitä liikennejärjestelmän digitaalisella kaksosella tarkoitetaan, mistä elementeistä digitaalinen kaksonen muodostuu sekä mitkä ovat digitaalisen kaksosen kehitystyön tavoitela ja tavoiteltavat hyödyt. Laaditussa tiekartassa on esitetty valtiohallinnon näkökulma liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittämisestä. Tiekartta sisältää myös tiiviin kuvauksen liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan virastojen sekä Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n tietojen hallinnan organisoinnista ja nykytilasta sekä analyysin digitaalisen kaksosen edellyttämistä priorisoiduista toimista. Hanke edistää hallitusohjelmatavoitetta liikenne- ja logistiikka-alan digitalisaatiosta ja automaatiosta, uudenlaisten liiketoimintamallien syntyämisestä ja hyödyntämisestä sekä liikennejärjestelmän tehokkuuden lisäämisestä. Liikennejärjestelmää koskevan tiedon hallinnan ja hyödyntämisen kehitys on ajankohtaista mm. siksi, että toimintaympäristön digitalisaatiokehitys on edennyt vaiheeseen, joka edellyttää nykyistä laaja-alaisempaa ja symmetrisempää yhteistoimintaa sekä aktiivista digitalisaatioon liittyvien kyvykkyyksien ja teknisen kypsyäden lisäämistä. Tästä esimerkkinä on mm. hiljattain päätökseen saatu ITS-direktiivin¹ uudelleentarkastelu. ITS-direktiivin kansallinen toimeenpano² ja tiekarttahanke ovat toisiaan tukevia hankkeita.

Hanke on tuottanut hallinnonalan yhteisen näkemyksen liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta sekä lisännyt ymmärrystä ja osaamista liikennejärjestelmää koskevan tiedon hallintaan ja hyödyntämiseen liittyvissä kysymyksissä. Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen tiekarttahankeen työryhmän raportti on tuotettu virkatyönä ja sen valmisteluun ovat osallistuneet liikenne- ja viestintäministeriön lisäksi Liikenne- ja viestintävirasto, Väylävirasto, Ilmatieteen laitos sekä Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy.

¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/40/EU tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönoton sekä tieliikenteen ja muiden liikennemuotojen rajapintojen puitteista sekä direktiivi EU/2023/2661 tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönoton sekä tieliikenteen ja muiden liikennemuotojen rajapintojen puitteista annetun direktiivin 2010/40/EU muuttamisesta

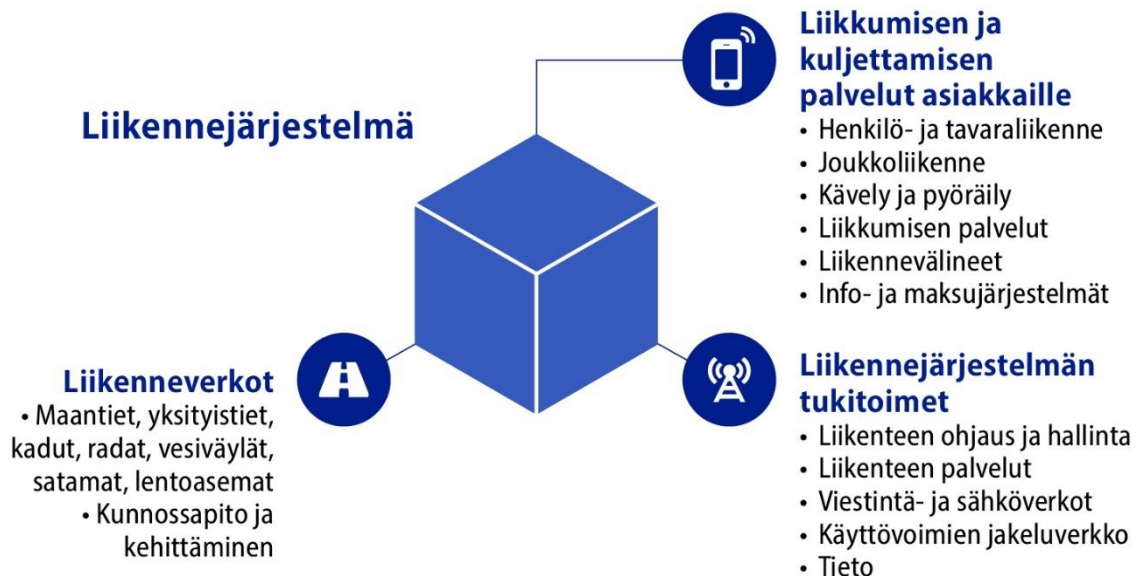
² Hallituksen esityksen luonnos laiksi liikennejärjestelmän digitaalisista tietopalveluista ja siihen liittyviksi laeiksi (Liikenteen data-avaruus II) LVM015:00/2024

2. Tausta

2.1 Liikennejärjestelmä kompleksisena järjestelmänä

Liikenne on yksi yhteiskunnan toimintakyvyn turvaavista kriittisistä tekijöistä ja osa jokaisen kansalaisen arkea. Toimivan liikennejärjestelmän avulla turvataan ihmisten liikkuminen, elinkeinoelämän kuljetukset ja ulkomaankauppa sekä varmistetaan yhteiskunnan toimintakyky niin häiriötilanteissa kuin poikkeusoloissa.

Liikennejärjestelmällä tarkoitetaan sitä kokonaisuutta, joka muodostuu kaikkia liikenne- muotoja palvelevista liikenne- ja viestintäverkoista, henkilö- ja tavaraliikenteen palveluista, liikennevälineistä, liikenteen ohjauksesta ja hallinnasta, informaatio- ja maksujärjestelmistä, käyttövoimien jakeluverkosta sekä kaikkia edellä mainittuja kokonaisuuksia koskevasta tiedosta.



Liikennejärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus, jossa useat eri elementit ja toiminnot niveltyvät toisiinsa. Yksi lähestymistapa hahmottaa liikennejärjestelmää on tunnistaa siihen liittyvät keskeisimmät ulottuvuudet, jotka ovat sosiaalinen, yhteiskunnallinen, markkinataloudellinen sekä tekninen ulottuvuus, eli ihmiset järjestelmän käyttäjinä, yhteiskunta järjestelmän mahdollistajana ja hallinnoijana, yritykset markkinatoimijoina

sekä tekniikka kehityksen edistäjänä³. Liikennejärjestelmästä pystytään selkeästi tunnistamaan myös varautumisen ja valmiuden⁴ sekä sotilaallisen liikkuvuuden⁵ toimialueet. Lisäksi on syytä huomioida, että liikenteellä ja liikenneinfrastruktuurin rakentamisella on merkittäviä vaikutuksia myös muuhun toimintaan, kuten esimerkiksi alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, kansantalouteen, elinkeinopolitiikkaan, sosio-ekonomiseen kehitykseen, ympäristöön sekä kansanterveyteen⁶. Liikennejärjestelmä ei myöskään kehity muista sektoreista irrallaan, vaan jatkuvassa vuorovaikutuksessa niiden kanssa, josta yhtenä esimerkkinä mm. maankäyttö.

Nykyaikainen liikennejärjestelmä on kompleksinen systeemi, jossa keskeisimpänä kokonaisuuden hallinnan ja kehittämisen haasteena ovat eri ulottuvuuksien väliset korrelaatiot, monivaiheiset vaikutusketjut ja ristikkäisvaikutukset. Tästä syystä erilaisten päätösten ja toimien vaikutusten arviointi on vaikeaa, kuten on myös tulevan kehityksen tai muutosten luotettava ennustaminen. Tällainen epävarmuus voi myös kasvattaa tunnetta asioiden hallitsemattomuudesta.

2.2 Digitaalinen murros ja systeemisen muutoksen välttämättömyys

Digitalisaatio tarjoaa ratkaisun moniin haasteisiin, mutta samaan aikaan se on murros, jota on johdonmukaisesti hallittava ja johdettava, jotta digitalisaation edellyttämä transformaatio (systeeminen muutos) etenisi luoden lisää ja laaja-alaisempia mahdollisuuksia uusien ratkaisujen tuottamiseen. Niin kauan kuin digitalisaation edistämisen kärmänä on pelkästään digitaalisten ratkaisujen etsiminen, laiminlyödään laajemman transformaation toteuttamista ja hyödynnämme digitalisaatiota 'vajaalla liekillä'.

Koneluettava tieto on digitaalisen toiminnan mahdollistaja sekä tuotannontekijä, jota ei voi korvata jollain toisella raaka-aineella, resurssilla tai tuotantoprosessia muuttamalla. Ilman dataa ei ole digitalisaatiota. Tiedon merkitys kaikilla yhteiskunnan aloilla kasvaa, eikä liikenteen, liikkumisen ja logistiikan toimiala tee poikkeusta tästä. Tieto on strategista pääomaa ja yhä enenevässä määrin myös avaintuotannontekijä digitaalisen muroksen edetessä.

Keskeistä tietopääoman hallinnoinnissa on ymmärtää, että datan arvon määräytyminen perustuu täysin eri tekijöihin, kuin mihin olemme teollisella aikakaudella tottuneet pääoman ja tuotannontekijöiden arvonmuodostuksen yhdistämään. Tiedon arvo ei kasva

³ Lehtonen ym. 2024. Liikenteen uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismit. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:36.

⁴ [Väylänpidon ja liikenteen varautuminen](#)

⁵ [Sotilaallinen liikkuvuus muuttuneessa turvallisuusympäristössä](#)

⁶ [Liikennejärjestelmän ympäristöllinen kestävyys](#)

lineaarisesti suhteessa sen määrään. Määrä ei ole olennainen tekijä, vaan tiedon arvo muodostuu siitä, mihin ja miten sitä käytetään sekä mitä vaikutuksia tiedon käytöllä tavoitellaan. Datan arvonmuodostuksesta seuraa myös se, että tietoon perustuvan toiminnan ja yhteistyön logiikka ei voi perustua vanhakantaiselle ajattelulle, vaan sen tulee myös muuttua tavalla, joka laajentaa mahdollisuuksia tiedon käytölle ja haluttujen vaikutusten tuottamiselle. Toiminnan ja yhteistyön tulee olla symmetrisempää, sillä teknologisen kehityksen jälkeen symmetriset suhteet ovat tärkein jälkiteollista maailmaa synnyttävä voima. Mitä paremmin ymmärrämme myös muita kuin omia näkökantojamme, sitä enemmän avautuu potentiaalisia ratkaisuja ongelmiin ja sitä enemmän syntyy mahdollisuuksia ja vapautta valita eri vaihtoehtoista sekä luoda uutta⁷.

Tietopääoman arvon muodostumisen ymmärtäminen sekä tiedon tehokkaampi hallinnointi ja monipuolinen hyödyntäminen tuotannontekijänä ei ainoastaan paranna taloudellista suorituskkyä, vaan myös varmistaa resurssien optimaalisen käytön sekä luo uusia tapoja arvon tuottamiseen. Tietopääoman monipuolinen ja tehokas hyödyntäminen edellyttää liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalta ja koko liikennealalta systeemistä muutosta.

Digitalisaation suurimpana haasteena, mutta samalla myös suurimpana mahdollisuutena on sen laaja-alainen vaikuttavuus, joka haastaa perinteisen toiminnan rakenteet. Digitalisaatiomurroksessa menestyminen ja sen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää tiedon tuottamiseen ja hyödyntämiseen liittyvän arvon ymmärtämistä sekä systeemistä muutosta, jonka kautta digitalisaation potentiaali saadaan hyödynnettyä. Muutos edellyttää yhteistyötä, luottamusta ja muutoksen johtamista. Tämä muutospaine on selkeästi aistittavissa myös liikennealalla, jossa tiedon merkitys on noussut aivan uudelle tasolle. Data tarjoaa edellytykset tehokkaampaan tietojohdamiseen, tekoälyn ja automaation laajempaan ja monipuolisempaan hyödyntämiseen sekä uusien digitaalisten palvelujen kehittämiseen. Tiedolla on yhä tärkeämpi asema liikennejärjestelmän eri osa-alueiden kehittämisessä ja hallinnassa. Jäljempänä luvussa 3.3 on avattu tiedon hyödyntämisen tapausesimerkkejä liikennejärjestelmän eri osa-alueilla.

Käynnissä olevassa murroksessa kehityksen jarru ei ole teknologia, vaan inhimilliset piirteet ja niiden rajallisuus, ja ennen kaikkea ihmisten taipumus tukeutua jo oppimaansa ja kokemaansa, jonka pohjalta hallinnan tunne rakentuu. Digitaalisen murroksen inhimillisesti merkittävimpänä haasteena on ajattelun mahdollinen vinoutuminen, kun kohdataan uusia asioita ja ilmiöitä, jotka ovat ristiriidassa jo opitun kanssa tai joiden käsittelyyn ei ole riittävää osaamista. On vaikeaa vapautua inhimillisyyden asettamista ajattelun rajoista, jonka seurauksena joudumme tasapainoilemaan uuden kehityksen

⁷ Kilpi, E. Digitaalinen vallankumous demokratisoi tuotannon. KL 5.6.2017

mahdollistaman tietojohtamisen ja inhimilliseen rajallisuuteen liittyvän tietämättömyyden kohtaamisen välimaastossa⁸. Tilannetta ei helpota teknologisen kehityksen ja digitalisaation luoma tietotulva ja sen joukossa soljuva mis- ja disinformaatio.

2.3 Tietoon liittyvä turvallisuusnäkökulma

Digitaalisen toimintaympäristön kehitykseen liittyy riskejä, joita on aktiivisesti pyrittävä tunnistamaan ja hallitsemaan. Keskeistä digitaaliseen murrokseen liittyvien riskien hallinnassa on toiminnallisen ja teknisen osaamisen yhteen kytkeminen sekä kyberturvallisuuden ja tiedon kasautumisvaikutuksiin liittyvien näkökohtien huomiointi jo digitaalisten prosessien, järjestelmien ja toimintaympäristöjen suunnitteluvaiheesta lähtien. Tieto on digitalisaation voimanlähde ja kyberturvallisuus väline kanavoida voima oikeasuuntaisesti ja turvallisesti eri käyttökohteisiin.

Digitalisaatioon usein liitettyjä riskejä ovat mm. kyberhyökkäykset, tietovuodot, tietojen väärinkäyttö, palvelunestohyökkäykset, ohjelmistojen ja laitteistojen haavoittuvuudet, lainsäädännölliset haasteet sekä osaamisen puute. Liikennejärjestelmään liittyvän tiedon avoimuus on kysymys, joka on viime vuosina noussut osaksi kyberturvallisuutta ja kriittisen infrastruktuurin turvaamista koskevaa kansallista keskustelua. Julkisen hallinnon tiedon hyödyntämistä ja avoimuutta on edistetty erilaisin toimenpitein jo vuosikymmenten ajan. Myös liikennejärjestelmästä on ollut jo pitkään saatavilla avoimesti tietoa, josta iso osa on paikkatietoa. Liikennejärjestelmän paikkatietoulottuvuuteen sisältyy kuitenkin elementtejä, jotka kuuluvat keskeisesti kriittisen infrastruktuurin osa-alueisiin, koska ne muodostavat osan niistä perusrakenteista ja palveluista, jotka ovat välttämättömiä yhteiskunnan ydintoimintojen ylläpitämiseksi. Tähän kokonaisuuteen liittyy pääministeri Orpon hallitusohjelman linjaus, jonka mukaan kriittisen infrastruktuurin tietojen avointa jakamista arvioidaan uudelleen huomioiden kansallinen turvallisuus.

Paikkatiedon kansallisen riskiarvion työryhmä⁹ on tunnistanut, että tietyillä avoimilla tai julkisesti saatavilla olevilla paikkatiedoilla tai palveluilla voi olla mahdollisesti merkittävä välillinen vaikutus kansallisen tason uhkien toteutumiseen tai seurauksiin. Paikkatietojen avoimella saatavuudella voi olla vaikutusta suomalaiseen yhteiskuntaan kohdistuvan uhan suunnitteluun, vaikkakin avoin saatavuus ei itsessään aiheuta uhkaa. Toisaalta paikkatieto tuo myös merkittävää lisäarvoa erilaisille palveluille ja kansalaisten jokapäiväiselle toiminnalle. Osa avoimista paikkatiedoista on välttämätöntä sen ehkäisemiseksi, että yhteiskunnan toiminnan kannalta keskeisille fyysisille rakenteille, järjes-

⁸ Jalonen ym. 2015. The Effects of Internet of Things and Big Data to Organizations and Their Knowledge Management Practices.

⁹ <https://vm.fi/hanke?tunnus=VM111%3A00/2023>

telmille ja liikennevälineille ei aiheutuisi tahatonta haittaa tai vahinkoa. Valtiovarainministeriö on asettanut työryhmän arvioimaan uudelleen kriittisen infrastruktuurin tietojen avointa jakamista, joka pohjautuu paikkatiedon kansallisen riskiarvion työryhmän tuloksiin¹⁰.

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehityksessä tulee huomioida aiheeseen liittyvät muutokset sääntelyssä, toimintaympäristössä ja paikkatietoihin liittyvässä riskien arvioinnissa. Erityisen tärkeää on arvioida tiedon, kehittyvien teknologioiden yhteiskäytön sekä niihin perustuvien digitaalisten infrastruktuurien ja viestintäverkkojen mahdollisuuksien lisäksi riskit tietoturvan, tietosuojan ja kyberturvallisuuden kannalta.

¹⁰ <https://vm.fi/hanke?tunnus=VM022:00/2025>

3. Mikä on digitaalinen kaksonen?

3.1 Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen määritelmä

Tiekarttahanketta koskevan valmistelutyön lähtökohdaksi määritettiin vuonna 2023 LVM:n hallinnonalan piirissä laadittu asiakirja *”Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan näkemys liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta ja sen kehitystyöstä”*. Asiakirjan mukaisesti liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehitys perustuu toimijoiden jo olemassa oleviin rakenteisiin. Digitaalisen kaksosen kehittämisellä ei pyritä luomaan yhtä keskitettyä järjestelmää, vaan lisäämään jo olemassa olevien sekä tulevaisuudessa kehitettävien järjestelmien vuorovaikutusta ja tehokasta hyödyntämistä. Kehittämistoimilta edellytetään ennen kaikkea sitä, että hallinnonalan organisaatioiden toimintaa ja prosesseja tulee digitalisoida siten, että tietomallit ja rakenteet ovat yhteen toimivia ja mahdollistavat tiedon jakamisen sekä laaja-alaisen hyödyntämisen.

Alan kirjallisuudessa ja tutkimuksessa usein käytetyn määritelmän mukaisesti digitaalisella kaksosella tarkoitetaan joukkoa erilaisia teknologioita, joiden avulla mallinnetaan ja simuloidaan virtuaalisesti fyysisiä kohteita. Digitaalisen kaksosen toiminta poikkeaa yksinkertaisesta digitaalisesta mallinnuksesta ja simuloinnista, koska digitaalinen kaksonen on suoraan yhteydessä digitaalisesti toisinnettavaan fyysiseen kohteeseen ja tietovirta fyysisen kohteen sekä digitaalisesti tuotetun virtuaalisen toisinnon välillä on integroitu molempiin suuntiin ja tiedonvaihto tapahtuu reaaliajassa.

Digitaalinen kaksonen ei pelkästään toista reaaliaikaista tietoa, vaan sen avulla voidaan myös operoida toisinnettavaa fyysistä kohdetta, ennustaa tulevaa kehitystä tai muutosta, auttaa tarkastelemaan ja ennakoimaan monitahoisia ilmiöitä sekä ymmärtää näistä muodostuvia uusia mahdollisuuksia.

Digitaalisten kaksosten hyödyntämisen suurimmiksi esteiksi nähdään usein toiminnan taustalle tarvittavan ekosysteemin prosessien monimutkaisuus ja teknologiset haasteet. Teknologioiden kohdalla haasteeksi nähdään mm. korkea hinta, joka johtuu osittain manuaalisesta työstä, jota teknologioiden operatiiviseen käyttöönottoon liittyy. Hyödyntämistä haittaavat myös ymmärryksen ja arvostuksen puute, sekä tietoturvan varmistamiseen liittyvät riskit ja niiden hallinta.

Tiekarttahankkeen yhtenä tavoitteena oli tuottaa yhteinen määritelmä siitä, mitä liikennejärjestelmätasoisella digitaalisella kaksosella tarkoitetaan. Yhteisen määritelmän laatiminen on tärkeää, jotta asiasta on mahdollista käydä johdonmukaista ja keskinäiseen

ymmärrykseen pohjautuvaa keskustelua sekä arvioida mahdollisia, tarvittavia toimenpiteitä määrityksen mukaisen tavoitetilän saavuttamiseksi. Yksiselitteisen, tarkkarajaisen ja tulevaisuuskestävän määritelmän laatiminen on kuitenkin haastavaa, koska liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittäminen on pitkäkestoinen hanke ja digitaaliseen murrokseen sekä sen vaikutuksiin liittyy epävarmuutta. Tätä taustaa vasten tiekarttahankkeessa päädyttiin seuraavaan määritelmään.

Liikennejärjestelmän digitaalisella kaksosella tarkoitetaan dataan, luottamukseen sekä toimintavarmaan ja turvalliseen digitaaliseen infrastruktuuriin perustuvaa, reaaliajassa päivittyvää virtuaalista toisintoa liikennejärjestelmästä, sen ominaisuuksista, olosuhteista, tilasta ja liikenteestä.

Liikennejärjestelmän digitaalinen kaksonen perustuu digitalisoitujen tietoprosessien ja tehokkaasti hallinnoitujen tietovirtojen pohjalta tuotettuun laadukkaaseen dataan, jonka käsittelyssä teknologioita hyödynnetään tehokkaasti eri prosessien, tiedon tuottamisen sekä analysoinnin tukena.

Tiedon jakaminen perustuu sääntelyyn, luottamukseen perustuviin verkostoihin sekä määritelyihin käyttöoikeuksiin. Digitaalinen kaksonen mahdollistaa liikennejärjestelmän ja liikenteen tietoperusteisen operatiivisen hallinnoinnin sekä ennustamisen ja mallintamisen vahvistaen näin edellytyksiä tehokkaaseen tietojohdantamiseen.

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittäminen on mittava ja pitkälle tulevaisuuteen jatkuva hanke. Työ edellyttää laaja-alaista valmistelutyötä sekä hallinnonalan sisällä, mutta myös koko liikennealan sekä kaikkien keskeisten kumppaniviranomaisten ja liikennealan sidosryhmien kanssa. Tarvittavien resurssien, osaamisen, kyvykkyyksien ja yhteistyön kokoamiseen ja kehittämiseen tulee kulumaan aikaa samoin kuin itse digitaalisen kaksosen konkreettiseen rakentamiseen. Vaikka pitkälle viedyn digitaalisen kaksosen kehityksen aikajänne on pitkä, on kehitystyön hyötyjä esimerkiksi tiedon saatavuuden ja hyödynnettävyyden osalta mahdollista konkretisoida jo aiemmissa vaiheissa.

Liikennejärjestelmän digitaalisella kaksosella ei välttämättä tule koskaan olemaan yksiselitteisen selkeää valmistumisaikaa tai lopullista muotoa, vaan se kehittyy osana digitalisaation evoluutiota jatkuvana prosessina. Vaikka tiekarttahankkeessa on pyritty luomaan määritelmä liikennejärjestelmän digitaaliselle kaksoselle em. seikoista riippumatta, digitaalinen kaksonen voidaan myös nähdä prosessina tiedon hyödyntämiseen liittyvien kyvykkyyksien ja puitteiden kehittämiseksi:

”Digitaalinen kaksonen on ennen kaikkea prosessi kohti yhteistä tavoitetta. Se ei ole välttämättä uusi ja hieno ohjelmisto, vaan se voi olla jo nykyisten ohjel-

mistojen ja järjestelmien yhteinen, toimiva kokonaisuus, jossa väyläverkon virtuaalinen ja fyysinen todellisuus ovat reaaliajassa vuorovaikutuksissa toistensa kanssa.”¹¹

3.2 Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen ominaisuudet

Digitaalisen kaksosen termillä on ollut eri aikoina erilaisia painotuksia. Digitalisaation edetessä ja digitaalisia kaksosia koskevan ymmäryksen, osaamisen ja soveltamisen lisääntyessä termiä on ryhdytty tulkitsemaan yhä laajemmin ja käsitettä on mukautettu eri sovellusalueiden mukaan. Vaikka tulkintoja ja erilaisia näkökantoja löytyy runsaasti, niin digitaalisten kaksosten peruselementeistä tai -ominaisuuksista ollaan yleisesti melko samaa mieltä. Tiekarttahankkeessa tunnistettiin neljä liikennejärjestelmän digitaaliseen kaksoselle keskeistä ominaisuutta.

1. Datavirta fyysisen kohteen sekä siitä digitaalisesti tuotetun, virtuaalisen toisinnon välillä on integroitu molempiin suuntiin ja tiedonvaihto tapahtuu reaaliajassa.

Tiedon välittymisen suunta fyysisen kohteen ja siitä digitaalisesti tuotetun virtuaalisen toisinnon välillä sekä välitettävän tiedon ajantasaisuus ovat keskeisimmät digitaalista kaksosta määrittävät ominaisuudet. Nämä ovat myös tekijät, jotka erottavat digitaalisen kaksosen sen kehityksen eri vaiheita kuvaavista digitaalisesta mallista sekä digitaalisesta varjosta. Digitaalisessa mallissa ei ole reaaliaikaista datavirtaa fyysisen kohteen ja digitaalisen toisinnon välillä, eli digitaalinen malli ei kykene automaattisesti mukautumaan fyysisessä kohteessa tapahtuviin muutoksiin. Digitaalinen varjo kykenee peilamaan fyysisessä kohteessa tapahtuvia muutoksia, mutta digitaalisessa varjossa tehtävät muutokset eivät vastaavasti välity mallinnettavaan, fyysiseen kohteeseen.

Erilaisten, digitaalisesti tuotettujen toisintojen tunnistamisessa auttaa myös tarkastelu, jossa arvioidaan tapaa, jolla digitaalisen toisinnon projisointiin käytettävä tieto on tuotettu. Digitaalisessa mallissa tiedon syöttö tapahtuu manuaalisesti, kun taas digitaalisessa varjossa tiedon siirto on osittain automatisoitu. Digitaalisessa kaksosessa sen sijaan datavirta on täysin automatisoitu.

Tätä taustaa vasten on perusteltua todeta, että liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen yksi keskeisistä ominaisuuksista on, että datavirta fyysisen kohteen sekä siitä digi-

¹¹ Niittyöja, A. 2024. Väyläverkon digitaalinen malli ja kaksonen. Väyläviraston julkaisu 1/2024. Opinnäytetyö.

taalisesti tuotetun virtuaalisen toisinnon välillä on integroitu molempiin suuntiin ja tiedonvaihto tapahtuu reaaliajassa. Samalla on tärkeää huomioda, että reaaliaikainen tiedonsiirto ei tarkoita sitä, että digitaalinen kaksonen koostuisi ainoastaan aikasyklisesti usein päivittyvistä tai muuttuvista tiedoista, vaan se toisintaa kaiken fyysiseen kohteeseen liittyvän tiedon, myös sellaisen, joka muuttuu tai päivittyy vain harvoin (esim. infrastruktuurin ominaisuustiedot liikennejärjestelmän digitaalisessa kaksosessa).

2. Digitaalinen kaksonen hyödyntää monipuolisesti erilaisia teknologioita

Digitaalisten kaksosten toimintaan keskeisesti liittyvä ominaisuus on kyky hyödyntää eri teknologioita. Digitaalinen kaksonen ei itsessään ole yksittäinen teknologia, vaan se koostuu useista eri tietolähteistä ja tiedon päälle toteutetuista teknologisista ratkaisuista.

Digitaalisen kaksosen tietolähteitä on useita ja ne voivat olla keskenään hyvin erilaisia. Tietolähde voi olla infrastruktuuriin sijoitettu tai ajoneuvossa oleva anturi, mutta yhtä lailla hallintopäätös ja sen operatiivinen toteuttaminen voivat olla tietolähteitä. Esimerkiksi nopeusrajoituksesta päättäminen ja sitä osoittavan liikenteenohjauslaitteen asettaminen voivat olla tietolähteitä, jotka eivät edellytä uusien teknologisten ratkaisujen käyttöönottoa. Siitä huolimatta teknologisia ratkaisuja, esimerkiksi esineiden internetiä (IoT), voidaan ja tulisikin hyödyntää monipuolisesti tietolähteinä digitaalisen kaksosen tietoperustan kartuttamiseen.

IoT:lla on paljon hyödyntämismahdollisuuksia digitaalisissa kaksosissa. Antureilla, ohjelmistoilla ja muilla teknologioilla rikastetut, verkkoon kytketyt laitteet keräävät ja jakavat tietoa, jota digitaaliset kaksoset tarvitsevat. Samaan aikaan digitaalinen kaksonen tarjoaa tehokkaan välineen IoT-laitteiden hallintaan, joiden määrä on kasvanut voimakkaasti ja jatkaa yhä kasvuaan. Digitaalinen kaksonen tarjoaa myös uusia väyliä kerätyn tiedon arvon ja merkityksen kasvattamiseen, kun tiedon käytölle ja tätä kautta haetulle vaikuttavuuden ja vaikutusten lisäämiselle kyetään tunnistamaan uusia käyttökohteita, -tarkoituksia ja -tapoja.

3. Fyysisen kohteen reaaliaikainen operointi digitaalisen kaksosen kautta

Fyysisen kohteen sekä siitä dataperusteisesti tuotetun digitaalisen toisinnon välille rakennettu ajantasainen tiedonvaihto yhdistettynä digitaalisen kaksosen hyödyntämiin teknologioihin muodostavat kokonaisuuden, joka tarjoaa edellytykset kontrolloida ja operoida fyysistä kohdetta digitaalisen kaksosen kautta. Tämä on yksi digitaalisia kaksosia keskeisesti määrittävä tekijä. Digitaalisen kaksosen muodostaman virtuaalisen toisinnon, digitaalisen tilannekuvan, perusteella voidaan fyysiseen kohteeseen liitettyjä digitaalisia järjestelmiä, laitteita ja muita teknologisia ratkaisuja ohjata monitasoisesti ja laaja-alaisesti, joka tarjoaa täysin uudenlaisia kyvykkyyksiä hallita, vaikuttaa ja tarvittaessa jopa muuttaa mallinnettavaa fyysistä kohdetta sekä siihen kuuluvia elementtejä tai ominaisuuksia.

4. Tekoälyperusteinen mallintaminen, ennustaminen, simulointi ja skenaariotyö

Tekoälyn ja koneoppimisen kytkeminen osaksi digitaalista mallintamista, simulointia ja ennustamista mahdollistaa entistä monimutkaisempien konstruktioiden testaamisen ja analysoinnin. Samalla tekoäly voi tunnistaa ja korjata simulaatio- ja ennustemalleissa olevia virheitä, jolloin simulaatio- ja ennustemallien tarkkuus paranee ja manuaalisen työn määrä mallien hallinnassa pienenee. Tekoäly voi myös generoida täysin uusia skenaarioita, tarkentaa ja optimoida simulointia ohjaavia määritelmiä sekä hallita samaan aikaan useita eri malleja sekä skenaarioita, jolloin käytettävät mallit voivat kommunikoida keskenään ja vaihtaa tietoja. Koneoppimisen myötä tekoälyn ymmärrys toisinnettavasta fyysisestä kohteesta sekä sen ympärille luoduista simulaatio- ja ennustemalleista kasvaa, joka vuorostaan mahdollistaa analytiikan laaja-alaisemman ja syvemmälle yksityiskohtiin keskittyvän hyödyntämisen. Tekoäly on digitaalisissa kaksosissa hyödynnettävien teknologioiden kulmakivi, jonka varaan useat digitaalisten kaksosten tuottamat hyödyt rakentuvat.

3.3 Tiedon hyödyntämisen tapausesimerkkejä

Tieto tarjoaa edellytykset tehokkaampaan tietojohdantamiseen, tekoälyn ja automaation laajempaan ja monipuolisempaan hyödyntämiseen sekä uusien digitaalisten palvelujen kehittämiseen. Tieto mahdollistaa toiminnan suunnittelun, testaamisen ja kehittämisen kustannustehokkaasti ja turvallisesti koko liikennejärjestelmässä, esimerkiksi väylänpidossa, liikkumispalveluissa ja liikenteenohjauksessa. Tavoitellut hyödyt konkretisoituvat mm. analysoinnin, simuloinnin ja optimoinnin kautta, joilla vuorostaan mahdollistetaan toimenpiteiden vaikuttavuuden kohdentaminen ja maksimointi, kun resursseja on käytössä rajallisesti. Kattava ja luotettava tieto voi mahdollistaa myös monivaiheisten vaikutusmekanismien tunnistamisen ja siten palvella jälkiarvioinnissa toimenpiteiden vaikutusten todentamista.

Tiedon hyödyt voidaan realisoida vain, jos tieto on saatavilla ja käytettävissä. Usein eri toimijat hyödyntävät muiden toimijoiden tuottamaa tietoa, minkä vuoksi keskeistä on edistää tiedon virtaavuutta esimerkiksi organisaatioiden tai hankkeiden eri vaiheiden välillä. Yksittäisen tiedon varsinainen tuottajaorganisaatio ei kaikissa tapauksissa saa siitä itse suoraa hyötyä, mutta jo pelkästään hallinnonalalla muita hyödyntäjiä voi olla useita. Kyseisen tiedon hyödyntäjiä voi olla myös muut julkisen ja yksityisen sektorin toimijat.

Tiekarttahankkeen valmistelussa tunnistettiin, että liikennejärjestelmän digitaalinen kaksonen sekä sen kautta mahdollistuva liikenne-, liikkumis- ja logistiikkatietojen saatavuuden, laadun ja hallinnan edistäminen hyödyttäisivät merkittäväällä tavalla suomalaista yhteiskuntaa, liikennealaa ja kansalaisia tehostamalla liikennejärjestelmän sekä liikenteen hallintaa.

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittämiseen tähtäävillä toimenpiteillä yhdenmukaistetaan hallinnonalan tiedon hallinnan prosesseja ja johtamista resurssien kustannustehokkaan kohdentamisen sekä käytön varmistamiseksi. Hallinnon näkökulmasta digitaalinen kaksonen edistäisi tiedon jakamista ja hyödyntämistä julkishallinnon eri toimijoiden välillä myös silloin, kun tietoa tuottava organisaatio ei saa itse siitä suoraa hyötyä. Hallinnonalalla tämä parantaa mahdollisuuksia hyödyntää uusia teknologioita ja digitalisaatiota täysimääräisesti.

Tässä luvussa esitetään esimerkinomaisia kuvauksia siitä, minkälaisia hyötyjä pitkälle viedyllä tiedon hyödyntämisellä tavoitellaan. Hyödyt eivät kuitenkaan rajaudu vain tässä esitettyihin tapausesimerkkeihin, vaan voivat ilmetä myös muissa toiminnoissa ja pidempien vaikutusketjujen kautta.

3.3.1 Tieto liikennejärjestelmäsuunnittelussa

Tieto on keskeinen edellytys Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman laadinnalle, joka on strateginen suunnitelma liikennejärjestelmän kehittämisestä. Valtakunnallisessa liikennejärjestelmä-suunnittelussa pyritään vahvistamaan tietoon pohjautuvaa päätöksentekoa kehittämällä esimerkiksi liikennejärjestelmää ja sen kehitystä koskevaa tietoa sekä vaikutustenarviointia. Liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelu perustuu ajantasaiseen tietoon sekä monipuoliseen yhteistyöhön ja vuorovaikutukseen eri toimijoiden kesken.

Liikennejärjestelmän systemaattista ja tietoon perustuvaa kehittämistä tuetaan tuottamalla kokonaiskuvaa liikennejärjestelmän nykytilasta, kehitystarpeista ja toimintaympäristössä tapahtuvista muutoksista. Tietopohja on koottu julkisesti saatavilla olevaan liikennejärjestelmäanalyysiin¹², jota päivitetään säännöllisesti. Liikennejärjestelmäanalyysi toimii pohjana suunnitelman päivitykselle, toimeenpanolle sekä seurannalle ja se palvelee koko hallinnonalan tiedontuotantoa liikennejärjestelmän osalta. Liikennejärjestelmäanalyysin laatua voidaan entisestään parantaa digitaalisella kaksosella ja sen kehityksen edellyttämällä toimilla.

Tietoon pohjautuvaan päätöksentekoon liittyy kiinteästi myös ennakkointityö ja tulevaisuustiedon hyödyntäminen. Liikennemallit toimivat liikennejärjestelmäsuunnittelussa vaikutusten arvioinnin pohjana kuvaten eri toimenpiteiden vaikutuksia tulevaisuuden liikennejärjestelmissä. Niiden tärkeitä lähtötietoja ovat esimerkiksi liikenteen suoritetiedot ja eri kulkumuotojen kuljetustilastot, mutta myös lukuisat muut tilastoaineistot ja taustatiedot. Parhaillaan Liikenne- ja viestintävirastossa kehitetään uutta Valma-järjestelmää, josta tulee Suomen ensimmäinen valtakunnallinen liikennesuunnittelun yleiskäyttöön tarkoitettu liikenteen pitkän aikavälin kysyntämalli. Valmaan kootaan mallinnusten

¹² <https://traficom.fi/fi/liikenne/liikennejarjestelma/liikennejarjestelmaanalyysi>

pohjaksi aggregoitu kuvaus mm. Suomen liikenneväylistä ja liikennepalveluista. Kehitystyön haasteista monet ovat hyvin käytännön tasolla. Nykytilassa ei esimerkiksi ole olemassa yksiselitteisesti kuvattua ja riittävän laadukasta kokonaiskuvaa bussipysäkkien kävely-yhteyksistä tai vuorotarjonnasta. Mikäli kävely-yhteyksiä tai vuorotarjontaa koskevat tiedot puuttuvat tai ne ovat vääriä, kehittyntykään malli ei pysty antamaan todellista kuvaa matkaketjujen toimivuudesta. Myös tieliikenteen kapasiteetin määrittävissä tekijöissä eli katujen ja maanteiden kaistamäärissä on valtakunnallisesti huomattavia tietopuutteita. Lisäksi tiedot joudutaan tänä päivänä keräämään ja yhdistämään monesta eri lähteestä. Digikaksosen kehitystyö mahdollistaisi tiedon saamisen automaattisesti vähentäen näin manuaalisen työn määrää ja lisäten tiedon laatua.

3.3.2 Väylänpito

Väylänpitoa ja infraomaisuudenhallintaa voidaan jakaa erilaisille evoluutiotasojille ja tehdä erilaisilla toimintatavoilla. Reaktiivinen toimintatapa tarkoittaa ongelman korjaamista, kun se havaitaan. Preventiivinen toimintatapa liittyy keskeisesti ongelmien ennaltaehkäisyyn huolto-ohjelman avulla, ja siinä uusitaan laajasti myös ehjiä asioita jo ennen ongelmien ilmentymistä. Ennustavassa mallissa ennaltaehkäistään ongelmien syntyminen kohdennetusti todellista kuntoa kuvaavan tiedon avulla. Samoin ennustavassa mallissa annetaan ehjien asioiden olla ennallaan, mutta korjataan kohta rikkoutuvia asioita ennen kuin ne hajoavat. Ennustavassa mallissa ongelmien oikea-aikainen korjaaminen perustuu siis tietoon ja siitä johdettuun ennusteeseen. Ennustavan toimintatavan pitkälle viety kehitys, ns. älykäs kunnossapito, sisältää myös automaattista päätöksentekoa esimerkiksi korjaustoimenpiteistä.

Tiedon merkitys yllä kuvatuilla evoluutiotasojen etenemisessä on keskeinen. Ennustava omaisuudenhallinta on mahdollista vain kattavan, laadukkaan, ajantasaisen sekä riittävän yksityiskohtaisen tiedon avulla. Koska vaatimus tiedon kattavuudelle ja laadulle on ennustavassa omaisuudenhallinnassa korkea, nousee myös tiedontuotannon ja -hallinnan kustannus. Tämä taas edellyttää selkeää kustannusmallinnusta ja sekä toiminnan, että omaisuuslajien priorisointia, jotta voidaan päättää, mille omaisuudelle kehittyntä omaisuudenhallintaa sovelletaan.

Eri kulkumuotojen ja omaisuuslajien piirissä ollaan nykypäivänä vaihtelevasti erilaisilla tasoilla, ja asiaan vaikuttavat monet seikat omaisuuden tyypistä (asfaltti, tekninen laite, tietojärjestelmä), niihin liittyvistä tarkemmista toimintaprosesseista ja omaisuuslajin kriittisyydestä. Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen edistämisen toimenpiteet auttaisi myös väylänpidon toimintatapojen kehittämistä yhä laajemmin preventiivisestä ennakoivaan ja lopulta älykkäälle tasolle kaikkien kulkumuotojen ja omaisuuslajien osalta.

Väyläinfran tietojen ja tiedonhallinnan kehittäminen kohti ennustavaa omaisuudenhallintaa ja digitaalisen kaksosta edellyttää toimintaprosessien digitalisaatioasteen parantamisen ohella mm. laaja-alaista tietovirtojen automatisointia, tiedon laadunhallintaprosessien parantamista sekä tiedon yhteen toimivuuden kehittämistä.

3.3.3 Rautatieliikenteenohjaus

Raideliikenteen sujuva ja turvallinen toiminta nojaa järjestelmien väliseen tiedonkulkuun – erityisesti häiriötilanteissa. Yhteen toimiva tieto on edellytys häiriötilanteiden hallinnalle, ja siihen perustuvan automaation mahdollistamiselle. Rataverkolla tapahtuvan ja liikenteeseen vaikuttavan häiriön, kuten tavarajunan pysähtyminen, ilmetessä alkuperäinen liikennesuunnitelma ei enää ole toteuttamiskelpoinen, ja tilalle tarvitaan nopeasti uusi. Alan kehityksessä puhutaan jo nyt siitä, että tällaisia tilanteita voitaisiin tulevaisuudessa ratkaista automaattisesti kehittyneen analytiikan keinoin, joka laatii uuden suunnitelman eri lähteistä tulevaan tietoon perustuen.

Nykytilanteessa vastaava häiriö ratkaistaan manuaalisesti ihmisten toimesta, mutta automaattisen analytiikan käyttöönotto lyhentää häiriöiden kestoa ja vaikutusta. Vaikka ihmisvoimin tehtävät ratkaisut takaavatkin turvallisen liikennöinnin, ne voivat johtaa osaoptimointiin ja heijastua vielä pitkänkin ajan kuluttua häiriön tapahtumahetkestä ja kaukana muualla rataverkolla. Ihminen kykenee huomioimaan ja hallitsemaan hyvin suppean ohjausalueen tapahtumat ja muuttujat, eikä erityisesti toisille ohjausalueille syntyviä vaikutuksia kyetä huomioimaan päätöksenteon hetkellä. Optimointialgoritmeilla on mahdollista saavuttaa merkittävästi parempi rautatiejärjestelmätason toiminta- ja palautumiskyky häiriötilanteissa.

Automaattisen analytiikan kehittäminen edellyttää, että ratainfrastruktuuria, junakalustoa, rataverkon tilaa ja tapahtumia sekä turvalaitteiden toimintaa koskeva tieto on keskenään yhteen toimivaa. Tieto näistä kaikista elementeistä syntyy eri organisaatioissa. Esimerkiksi Väylävirasto hallinnoi raiteita, VR junakalustoa, ja Fintraffic Raide mahdollistaa junien liikkumisen raiteilla. Kukin toimija toimii oman perustehtävänsä mukaisesti, mutta toimivan kokonaisuuden synnyttäminen edellyttää, että kunkin organisaation tuottama tieto saadaan yhdistettyä kokonaisuudeksi rautatiejärjestelmän tilasta.

Mikäli tiedot ovat epäyhteensopivia esimerkiksi rakenteen, ajantasaisuuden tai tulkinnan osalta, ei algoritmia voida järkevästi kehittää tai hyödyntää. Kehittynyt analytiikka, kuten automaattinen konfliktinratkaisu, on mahdollista vain, jos eri lähteistä tuleva tieto on yhteismitallista ja koneellisesti käsiteltävissä. Vastaavasti uuden suunnitelman jalkauttaminen, eli sen siirtäminen liikenteenohjausjärjestelmästä radan turvalaitteille ja liikenteeseen, vaatii järjestelmien välisen tiedonkulun perustumista yhdenmukaiseen tietopohjaan.

Digitaalinen kaksonen on tässä kontekstissa ennen kaikkea tavoitetilä: virtuaalinen malli rataverkon ja liikenteen tilanteesta, joka rakentuu yhteen toimivasta tiedosta. Se ei ole yksittäinen sovellus tai tietokanta, vaan kyky yhdistää hajallaan olevaa tietoa tavalla, joka mahdollistaa tiedolla johtamisen, automaation ja järjestelmien yhteiskehittämisen. Digitaalinen kaksonen on siten väline, mutta yhteen toimiva tieto on sen perusta.

Tiedon yhteen toimivuuteen panostaminen ei ole vain tekninen valinta – se on perusta tulevaisuuden ratkaisuille, joiden avulla voidaan lisätä liikenteen luotettavuutta, parantaa reagointikykyä häiriöihin ja mahdollistaa merkittävästi kustannustehokkaampi ohjelmistokehitys.

3.3.4 Tieliikenteen ohjauspalvelut ja digitaalinen tilannekuva

Tieliikenteessä liikenteenohjauspalvelut sisältävät mm. tienkäyttäjälle suunnattujen liikennetiedotteiden julkaisun sekä maanteillä ja tunneleissa olevien sähköisten, vaihtuvien opasteiden, varoitusmerkkien ja nopeusrajoitusten ohjauksen. Fintraffic Tie ylläpitää digitaalista tilannekuvaa Suomen tieverkolta lähinnä omiin mitta- ja ohjauslaitteisiin perustuen, lisäksi tietoa kertyy viranomaisyhteistyön kautta.

Tienkäyttäjille suunnattuihin palveluihin ja operatiivisen liikenteenohjauksen tarpeisiin tuotetaan ajantasaista tieverkon sää- ja kelitietoa sekä ajantasaista liikenteen mittaustietoa. Lisäksi operatiivinen liikenteen ohjaus tuottaa liikennetiedotteita ja häiriöhallintaa ympärivuorokautisesti. Fintraffic Tie vastaa lähes reaaliaikaisten tietojen tuotannosta tiesääasemien- ja antureiden, sekä keli- ja liikennekameroiden avulla. Lisäksi hyödynnetään muiden toimijoiden tuottamaa sää- ja kelitietoa sekä liikenteen sujuvuustietoa.

Tieliikenteen operatiivista ohjausta varten Fintrafficin tuottamista tietolajeista vain tiesääasemien mittauksien tiedot kytkeytyvät vaihtuvien nopeusrajoitus- ja tiedotusopastejärjestelmien ohjausautomaatiikkaan. Muut tietolähteet, kuten kamera- ja videokuva sekä joukoistettu liikennetieto ovat operaattorina toimivan henkilön tukevia aineistoja, ja niiden hyödyntäminen ei ole systemaattista tai niitä ei hyödynnetä lainkaan. Hallinnonalalla on lukuisia tietoaaineistoja, joita ei hyödynnetä tällä hetkellä yli organisaatorajojen, esimerkiksi maanteiden kunnossapitoon ja talvihoitoon liittyvät toteumatiedot ja reaaliaikatie-dot sekä ELY-keskuksien säännölliset infrastruktuurin kuva-aineistot. Tietoaaineistot tulisi saada käytettäväksi osaksi reaaliaikaista digitaalista tilannekuvaa sekä organisaatorajat ylittävää liikennejärjestelmäsuunnittelua ja liikenneturvallisuuden parantamisen toimenpiteiden edistämistä.

Tienkäyttäjille on tarjolla runsaasti sää-, keli- ja liikennetilanteeseen sekä julkisen liikenteen matkaan ja häiriöihin liittyvää tietoa. Esimerkiksi liikennetiedotteita jaetaan mo-

nikanavaisesti loppukäyttäjäpalveluihin ja avoimeen tietoon, ja nykyisin tiedotteet menevät suoraan tiettyjen ajoneuvovalmistajien päätelaitteisiin. Operaattorit ja viranomaiset tuottavat tietoa pääsääntöisesti maailmanlaajuisten standardien mukaisesti lähinnä oman operatiivisen toiminnan ja asiakasinformaation tueksi. Kokonaisuus on kuitenkin joiltain osin pirstaleinen, ja käytössä olevien tietojen jalostusaste on varsin matala. Eri tietojen yhteensovituksessa on puutteita, jotka vaikuttavat tietojen luotettavuuteen ja jatkohyödyntämismahdollisuuksiin. Tällä hetkellä joukkoistettua matka- olosuhde- ja sujuvuustietoa ei hyödynnetä. Kokonaisvaltaisen digitaalisen tilannekuvan saavuttamiseksi tulisi keskitetysti kansallisesti hankkia ja hyödyntää joukkoistettua tietoa. Tienkäyttäjille suunnattujen palveluiden merkittävimpana kehitysalueena tunnistetaan joukkoistetun tiedon sekä muiden edellä mainittujen tietolähteiden yhdistäminen sekä reaaliaikainen hyödyntäminen.

Yksittäisenä tietolajikohtaisena esimerkkinä voidaan todeta, että tarkemmat ja kohdenetut sää- ja kelivaroitukset ovat merkittävä liikenneturvallisuutta edistävä kokonaisuus. Väyläviraston arviointiohjeessa sää- ja kelivaroituksilla on todettu olevan n. 1–4 % prosentin vaikutus henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrään. Suomen päätieverkolla tapahtuu vuosittain noin tuhat henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta, joista lähes satakunta johtaa kuolemaan. Onnettomuuksien väheneminen jo yhdellä prosentilla tarkoittaisi useiden miljoonien eurojen yhteiskuntataloudellisia turvallisuushyötyjä.

Sää- ja kelitiedon vaikuttavuutta turvallisuuteen voi kasvattaa esimerkiksi entistä tarkempi, paikkaan sidottu varoitus- ja ennustetieto sekä sen saatavuus yhä laajemmalla osalla tieverkkoa. Tieliikenteen sujuvuuden näkökulmasta liikennetiedottamisen ja häiriönhallinnan kehitys voi tulevaisuudessa mahdollistaa esimerkiksi automaattisen häirtä- arvon, liikennetiedotuksen, nopeamman ja täsmällisemmän liikenteen tiedottamisen ja luotettavimmat arviot häiriön kestosta tai tilanteen kehityksestä. Reaaliaikaisesti tuotetulla liikennetiedotuksella voidaan liikenteen ohjausta muuttaa tai tienkäyttäjää tiedottaa oikea-aikaisesti ja täten välttää mahdollinen liikennehäiriö kokonaan.

Liikenteen ohjauksen ja tienpidon näkökulmasta tietojen saatavuuden kehitys ja niiden yhteentoimivuuden parantaminen mahdollistaa esimerkiksi uusia automaattisia liikenteen ohjaustoimintoja sekä tehostaa viranomaisten välistä häiriönhallintayhteistyötä. Kun ajantasaista reaaliaikaista tietoa ja häiriötietoa pystytään tuottamaan organisaatio- rajat ylittävästi kaikista kulkumuodoista mahdollistaa se myös organisaatio- rajat ylittävät häiriönhallinnan ratkaisut ja paremman asiakastiedottamisen.

Väyläverkon olosuhdetilannekuvan kehitys on Liikenneturvallisuusstrategian (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2022:3) yksi toimenpiteistä. Tieliikenteen digitaalisen tilannekuvan kehittäminen vaatii usean organisaation saumatonta yhteistyötä ja tiedon- kulkua. Ilmatieteen laitoksella on esimerkiksi tiesäämeteorologista erityisosaamista,

kun taas Väylävirasto vastaa talvihoidosta ja sen prosessien kehityksestä sekä tietopalveluista. Alueellista tienpitoa tekevillä ELY-keskuksilla on keskeinen rooli urakoitsijayhteistyössä, urakoiden valvontaprosessissa ja niistä kertyvissä tietoaineistoissa sekä alueellisessa liikennesuunnittelussa.

Tulevaisuuden digitaalisen tilannekuvan operointi verkottuneessa liikennejärjestelmässä vaatii tietojen saatavuuden ja yhteistoimivuuden merkittävää kehittymistä. Tie liikenteen digitaalinen kaksoisella mahdollistetaan tiedon yhteinen hyödyntäminen.

4. Tiedonhallinnan nykytila liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalta löytyy monilla eri toiminnan osa-alueilla digitaalista edelläkävijyyttä sekä korkeatasoista osaamista niin tiedon hallinnan, hyödyntämisen kuin myös digitaalisen toiminnan kehittämisen suhteen. Hallinnonalan virastot sekä Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy ovat kehittäneet tietopääomaansa ja sen hallintaa omien tehtäviensä puitteissa sekä pyrkineet nostamaan toimintansa digitalisaatioastetta laeista, hallitusohjelmasta sekä muista toiminnan ohjaukseen käytettävistä välineistä johdettujen tavoitteiden edistämiseksi.

Hallinnonalan organisaatioiden välinen yhteistyö tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä kysymyksissä on kuitenkin edelleen vähäistä ja luonteeltaan enemmän hanke- tai projektikohtaista, minkä vuoksi yhteistoiminta on kokonaisuuden näkökulmasta arvioituna hyvin pirstaleista. Keskeisin syy tähän tilanteeseen on se, ettei liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla ole toistaiseksi otettu käyttöön yhteistä, tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisen mallia ja tätä tukevia toiminnallisia prosesseja ja menettelyjä, eikä hallinnonalalla ole yhteistä tavoitetilaa, joka ohjaisi hallinnonalan organisaatioita yhteistyöhön tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä asioissa. Tieto on liikenne- ja viestintäministeriön strategista pääomaa, mutta tämän pääoman hallinnointiin ei vielä ole olemassa yhteistä toimintamallia, eikä pääoman käyttöä ja kehittämistä johdeta keskitetysti.

Tähän lukuun on koottu yleistasoinen esitys hallinnonalan organisaatioiden tiedonhallinnan nykytilasta sisältäen myös suuntaa-antavan analyysin tiedonhallinnan eri osa-alueiden teknisistä kypsyystasoista.

4.1 Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

4.1.1 Nykytila

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom toimii turvallisen ja toimivan yhteiskunnan rakentajana, jonka keskeisiä elementtejä ovat kyberturvallisuus, liikenne ja viestintä. Toiminta perustuu laajaan ja ajantasaiseen tietopohjaan, jota kerätään, hallinnoidaan ja hyödynnetään monipuolisesti. Virastolla on keskeinen rooli liikenteen, viestinnän ja kyberturvallisuuden tietojen kokoamisessa ja hallinnassa.

Traficomien tietovarannot kattavat esimerkiksi ajoneuvojen, ilma-alusten ja alusten sekä rautatieliikenteen kaluston ja laitteiden tiedot, henkilöluvut, radioluvat ja verkkotunnukset, samoin kuin viestintäpalveluiden toimivuuden ja häiriötiedot. Virasto ylläpitää myös kansallista kyberturvallisuuden tilannekuvaa ja hallinnoi merenmittaus- ja merikarttatietoja.

Tietoja saadaan useista lähteistä, kuten asiakkailta, viranomaisilta, liikennevälineiden valmistajilta, palveluntarjoajilta, katsastustoimijoilta, teleyrityksiltä ja häiriöilmoitusten tekijöiltä.

Kerättyä tietoa käytetään ensisijaisesti viraston lakisääteisten tehtävien hoitamiseen ja kehittämiseen, kuten lupien ja rekisteröintien hallintaan, valvontaan ja liikenneturvallisuuden edistämiseen. Rajapintojen kautta tapahtuva tiedonvaihto tukee yhteisiä analyysejä ja optimointia. Tietovirrat kytkeytyvät osaksi viraston valvonta-, suunnittelu- ja päätöksentekoprosesseja sekä toimintamalleja. Lisäksi tietoa käytetään ennakointiin ja päätöksenteon tukemiseen ja sen avulla mahdollistetaan myös kansalaisten ja yritysten saamia palveluita. Ajantasaista tietoa liikennejärjestelmän nykytilasta, toimintaympäristöstä ja kehittämistarpeista on saatavissa liikennejärjestelmäanalyysistä.

4.1.2 Kypsyysarvio

Liikennejärjestelmän mallintamisen osalta eri liikennemuodoista on tehty kuvauksia niiden sisältämistä tiedoista, tietomalleista ja loogisista yhteyksistä. Tiedonhallintamallikuvauksia tehdään ja ylläpidetään yhtenäisellä tavalla. Yhteen toimivuutta on varmistettu mm. rajapinnoilla masterdatalähteisiin. Yksilöitävän tunnuksen perusteella pystytään myös yhdistämään eri hallinnonalojen tietoja. Tiedot ovat kuitenkin liikennejärjestelmän näkökulmasta osin hajanaisia ja eri kehitysasteilla. Mallintamisen osalta kypsyystason nosto edellyttäisi kokonaisvaltaisen liikennejärjestelmätasoisien tietomallin rakentamista.

Tietojohdamisen rakenteet, vastuut ja roolit ovat selkeytyneet ja tiedonhallintamalli on käytössä. Osa liikennemuotoikohtaisista rooleista ja vastuista on määritelty ja niiden jalkauttaminen on käynnissä. Tiedon hallintaa johdetaan ja roolit määritellään kaikissa tietovarannoissa samalla tavalla. Hallinnonalalla tai laajemmin yhtenäistä ja läpinäkyvää mallia ei ole (esim. tavoitteet, toimintatavat). Jatkokehitys edellyttää tiiviimpää ja systemaattisempaa yhteistyötä muiden toimijoiden kanssa.

Tietovarantojen hallinnan osalta kansallisia tietorakenteita ja standardeja kehitetään lain edellyttämällä tavalla. Traficomilla on omissa rekistereissään ja tietopalveluissaan paljon tietoa, mutta liikennejärjestelmän kokonaisarkkitehtuurin kannalta niitä ei ole koottu yhtenäiseksi ratkaisuksi ja palveluksi. Tiettyjä palveluita tuotetaan ajantasaisesti

eri toimijoille. Osassa palveluista on suora integraatio väestötietojärjestelmään. Toimivia rajapintoja on ja niitä hyödynnetään, mutta alan yhtenäisiä sopimuksia, tietomalleja tai standardeja ei ole sovittuna. Esimerkiksi ajalle ja sijainnille ei ole sovittu yhtenäistä ilmoittamistapaa.

Liikennemuotojen tai viranomaisten välinen prosessien rajat ylittävä digitalisaatio on vasta kehittymässä. Kokonaisvaltainen prosessien automaatio ja optimointi eivät ole vielä laajamittaisesti käytössä, vaikka suurten tietomassojen käsittelyssä (esim. ajoneuvoverotus) ollaan jo pitkällä. Traficomin digitalisaatioverkosto vastaa turvallisen pilvisiirtymän ratkaisuiden kehittämisestä ja tekoälyn käyttöönottoa edistetään koko viraston yhteisen tekoälyohjelman toimeenpanolla, jotka molemmat hankkeet tukevat myös digitaalisen kaksosen kehitystyötä.

Liikennemuotojen yhteistyö. Traficomin toiminta kattaa kaikki liikennemuodot, ja kansallinen yhteistyö on säännöllistä eri foorumeissa. Kansainvälinen yhteistyö (esim. EU-hankkeet, järjestöt) on Traficomille päivittäistä arkea ja rooli hallinnonalan kansainvälisessä ja EU-yhteistyössä on merkittävä. Traficomin painopistealueita kansainvälisessä vaikuttamisessa ovat mm. data, automaatio ja kyberturvallisuus. Yhteistyö on kuitenkin joiltain osin vielä projektiluonteista ja vaihtelee organisaation eri tasoilla.

Traficomin toiminta perustuu lainsäädäntöön, ja **sääntelyn vaatimukset** täytetään. Nykysääntely tukee tiedon uudelleen käyttöä ja hyödyntämistä jo nykymuodossaan kohtuullisen hyvin, mutta tietyt esteet – kuten tilastolain tulkinnot – rajoittavat edelleen täysimääräistä uudelleen käyttöä. Tiedonhallintalaki velvoittaa kaikkia yhtenäisesti, mutta lain tulkinnassa saattaa vielä olla eroavaisuuksia ja kaikkia mahdollisuuksia ei vielä ole välttämättä hyödynnetty täysimääräisesti.

Tietoturvatimet ovat hyvällä tasolla ja tieto tarjotaan ensisijaisesti rajapintaratkaisuiden kautta. Automaattiset tietoturvakäytännöt ovat käytössä ja uhkien torjunta on ennakkoivaa ja osittain jo reaaliaikaista. Rajapinta valtakunnalliseen kriisihallintaan ja kv-yhteistyöhön tulee kyberturvallisuuskeskuksen kautta. Traficomin näkökulmasta tiekarttahankkeessa mukana olevien viranomaisten tai muiden tahojen kanssa rajapintaratkaisut ovat yksittäisiä sekä pistemäisiä. Tältä osin ne ovat rajapintaratkaisujen kautta samalla tietoturvasallalla, kuin Traficomin muut sidosryhmät. Laajempi tietojen vaihdon kehittäminen tullee edellyttämään esimerkiksi yhteisten turvallisten pilvipalveluiden käyttöä, joihin tarvittavat tietoturvatimet rakennetaan yhteistyössä.

Infrastruktuuritiedon osalta Traficomin rooli painottuu merenmittaus-, merikartta- ja viestintäinfrastruktuuriin. Laajempi liikenneinfrastruktuuritiedon hallinta kuuluu muille viranomaisille, kunnille ja yksityisille toimijoille. Tiedonvaihto liikennemuotojen välillä ei vielä täysimääräisesti käytössä. Merikartoituksen tietojen osalta kypsyytaso on hiekan korkeampi kuin muiden infratietojen

4.1.3 Käynnissä olevat kehitystoimet

Traficom kehittää aktiivisesti viraston digitaalisia kyvykkyyksiä. Myös liikenteen digitaalisen kaksosen edellytyksiä rakennetaan erilaisten kehittämishankkeiden kautta, jotka osaltaan parantavat tiedon laatua, yhtenäisyyttä ja yhteen toimivuutta. Esimerkiksi ajoneuvojärjestelmien ja kuljettajatietojen digitalisaatiota viedään eteenpäin suurilla arkkitehtuurihankkeilla. Digitaalisen lupalompakon osalta Traficom tuottaa ajo-oikeustietoja osaksi Digi- ja väestötietoviraston toteutusta. Merenkulun digitalisaation edistämiseksi keskeisimmät yhteistyöhankkeet ovat S 100 -standardin käyttöönotto ja satamakäyntien ilmoittamiseen tarkoitetun NEMO-järjestelmän uudistus.

Liikkumisen palveluiden digitalisaatiossa edistetään matkatietopalvelujen saatavuutta MMTIS-asetuksen toimeenpanolla, ja tiepohjaa parannetaan myös RTTI- ja AFIR-asetusten avulla. ITS-direktiivin kansallisten yhteyspisteiden (NAP) teknistä kehittämistä tehdään yhteistyössä toimijoiden kesken. Traficom laatii liikenteen pitkän aikavälin enustemallin ja uudistaa ajoneuvokantamallin.

Virastossa käynnissä olevat turvallisen pilvisiirtymän hanke sekä tekoälyn laajempi hyödyntäminen edistävät osaltaan myös liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittämistä. Traficom TLIV -kelpoisen pilviperustan käyttöönotto on suunniteltu tapahtuvan vuonna 2027.

4.2 Väylävirasto

4.2.1 Nykytila

Väylävirasto on noin 490 hengen asiantuntijavirasto, joka keskittyy tie-, rata- ja meriliikenteen väyläverkon suunnitteluun, kehittämiseen ja kunnossapitoon sekä liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen. Lisäksi virasto vastaa liikenteenohjauksen ja talvi-merenkulun järjestämisestä.

Väyläviraston tietovarannot kattavat esimerkiksi väylätiedot (tiestö, rata, vesiväylät), kansallisen tie- ja katuverkon tietojärjestelmän (Digiroad), taitorakenteet sekä väylien varusteet ja laitteet. Lisäksi tietovarantoja on hankinnoista, liikennejärjestelmäsuunnittelusta, väylien suunnittelusta ja toteumasta, kunnossapidosta, turvallisuudesta ja varautumisesta, asiakkuuksista ja sidosryhmistä, ympäristötiedosta, kulttuuriperinnöstä sekä kiinteistö- ja rakennustiedoista.

Väyläverkkoa ja väyläomaisuutta kuvaavia tietoja saadaan suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon prosesseista, tiedon erillisinventoinneista (esim. tiedonkeruuajoneuvot liikenneverkolla), kaukokartoitusmenetelmillä, joukkoistetuilla tiedonkeruutavoilla sekä erilaisilla laitteissa ja väyläomaisuudessa olevilla antureilla.

Väyläviraston tiedot mahdollistavat väylien suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon lisäksi laajan sidosryhmäjoukon toimintaa. Sidosryhmiä ovat Väyläviraston asiakkaat (mm. kansalaiset, elinkeinoelämän toimijat), palveluntarjoajat (mm. urakoitsijat, ratkaisutoimittajat, suunnittelutoimistot) sekä julkishallinto (mm. ELY-keskukset, kunnat ja kaupungit, muut valtion virastot). Esimerkkejä Väyläviraston tietojen hyödyntämisestä sidosryhmien toiminnassa ovat mm. ELY-keskusten lupaprosessit, suunnittelu- ja toteuttamistoimien yhdyssuunnittelu sekä kansalaisten erilaiset tarpeet tutustua liikenneverkkojen ominaisuuksiin.

4.2.2 Kypsyysarvio

Roolit, vastuut ja johtaminen. Roolit ja vastuut tiedoille on määritelty ja tiedon johtamisen menetelmiä kehitetään mm. tietokatalogin ja tiedon laadunhallintaprosessin avulla. Eri liikennemuotojen välinen yhteistyö toteutuu jo keskitettyjen tietopalvelujen kautta, näitä ovat paikkatietopalvelut, analytiikkapalvelut sekä monet keskittävät tiedon hyödyntämispalvelut. Tiedon johtamisessa keskitetysti tieto-omaisuuden tasolla on tunnistettu paljon kehittämistarpeita, näitä ovat mm. tietovastaavien toiminnan kehittäminen, tieto-omaisuuden parempi hallinta mm. tietokatalogin sisältöä parantamalla ja laatu- ja tietoprosessin kehittäminen.

Tietovarannot ja tietorakenteet. Kansallisia ja kansainvälisiä standardeja hyödynnetään monien tietojen mallintamisessa ja yhteen toimivuuden varmistamisessa. Kaikkien tietojen osalta näin ei vielä ole. Tietovarannoissa on myös runsaasti tarkan tason substanssietoa, jolle ei ole vakiintunutta standardointia.

Prosessien digitalisointi. Digitalisaation edistämisessä on siirrytty ensimmäisiin prosessikohtaisiin tarkasteluihin. Digitalisaation edistäminen on edelleen osin projektikohtaista, ei vielä kaikkialla prosessikohtaista. Suunnittelun ja rakentamisen digitalisaatio on edennyt hyvin ja mm. inframallintamisessa Väyläviraston on edelläkävijä. Väylänpidon prosesseja on digitalisoitu väylämuodoittain, mutta prosessit eivät juurikaan kytkeydy toisiinsa väylänpidon toimintatapojen ollessa eri väylämuodoilla hyvin erilaisia.

Yhteistyö on laajaa, jatkuvaa ja systemaattista, mutta ei aina tavoitteellista ja strategiseen ajatteluun perustuvaa. Liikennemuotojen välinen yhteistyö tapahtuu tietoasioissa mm. kokoavien tietopalvelurakenteiden kehittämisen, suunnittelu- ja rakentamisen tietomallintamisen, järjestelmäkehittämisen toimintamallien sekä projekti- ja hankintatoi-

minnan koordinaation kautta. Haasteena kulkumuotojen välisessä yhteistyössä väylätietojen kehittämisessä on jokaisen väylämuodon oma ja erilainen toimintakulttuuri ja suuret toimijaverkostot.

Sääntely. Virastojen välinen keskustelu, tulkinta ja työnjako sääntelyn vaatimuksista ja vaikutuksista on perustoimintaa, mutta liikennemuotojen rajat ylittävään sääntelyyn ollaan vasta siirtymässä.

Tietoturvan varmistaminen on osa toimintaprosesseja ja sekä tietoteknisiä että inhimilliseen toimintaan perustuvia ratkaisuja testataan. Tietoturvan kehittämisen haasteena on tiedon hyödyntämisen välineiden ja vaatimusten nopea kehittyminen.

Infrastruktuuria koskevat tiedot on mallinnettu väylämuodoittain ja ne ovat hyvin saatavilla kaikille alan toimijoille. Tiedon yhteen toimivuus eri toimijoiden ja eri väylämuotojen välillä vaatii vielä kehittämistä ja sitä tavoitellaan tiedon vakioinnin kehittämisen avulla, samoin kuin tietokatalogin kehittämisen ja tietojen yhteen toimivuuden perusperiaatteiden kehittämisellä. Väylätietojen ja tietomallien kehittämisessä toteutetaan hyödyntämisen kannalta oleellisia muutoksia siihen, miten tarkalla tasolla tiedot kuvaavat kohteena olevaa ilmiötä. Samalla kuitenkin tarkastellaan myös tiedon ylläpidon ja riittävän ajantasaisuuden kustannusta.

4.2.3 Käynnissä olevat kehitystoimet

Väyläviraston tietoprosessit ulottuvat ELY-keskuksiin, liikenteen hallinnonalan muihin virastoihin ja yhtiöihin, kuntiin ja kaupunkeihin sekä yrityksiin, jotka toimivat mm. urakoitsijoina ja konsultteina. Tietoprosessien kehittämiseksi ja tiedonhallinnan tavoitetilojen saavuttamiseksi tehdään näiden mainittujen toimijoiden kanssa jatkuvaa yhteistoimintaa. Lisäksi Väylävirasto toimii monissa tietoasioissa aktiivisesti kansainvälisessä toiminnassa.

Digitaalisen kaksosen kehittämisessä Väylävirasto on keskittynyt kuuden kehitystee-
man edistämiseen. Teemat ovat tietovirtojen, tiedon yhteentoimivuuden, tiedon laadunhallintaprosessin, ennustemallien, tietoturvan sekä tiedon hyödyntämisen kehittäminen. Näitä teemoja edistetään keskeisesti tiedonhallinnan kehittämisohjelman avulla, joka sisältää yli 60 käynnissä olevaa projektia. Kehitysprojektit käsittelevät esimerkiksi suunnittelu- ja toteutushankkeiden tiedonhallinnan ja prosessia sekä tiestötietojärjestelmien ja –palveluiden sekä tietojen ylläpitoa.

Tiedonhallinnan kehittämisohjelman lisäksi Väylävirastossa toimii viisi aihepiiriin liittyvää osaamiskeskusta, sekä lukuisia suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon projekteja ja toimintoja, missä implementoidaan muutoksia ja parannetaan toimintaprosessien digitalisaatiota.

4.3 Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy

4.3.1 Nykytila

Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy on valtion kokonaan omistama erityistehtävayhtiö, joka tarjoaa liikenteenohjauksen ja -hallinnan palveluita kaikissa liikennemuodoissa. Yhtiö myös kerää, hallinnoi ja avaa tietoa sekä luo mahdollisuuksia markkinoille syntyvälle uudelle liiketoiminnalle. Yhtiö tarjoaa ja kehittää edistyksellisiä, uusia palveluita ja edesauttaa liikenteen ekosysteemien kasvua.

Meriliikenteessä Fintrafficin tietovarannot sisältävät erittäin kattavasti merenkulun tietoa-aineistoja lakisääteisten tehtävien tarpeisiin, mm. AIS-tunnistusjärjestelmän tiedot, muut alusliikenteen tilannekuvatiedot, Ilmatieteenlaitoksen tuottamat merelliset sää- ja olosuhdetiedot, merivaroitustiedot, satamien poikkeamatiedot ja VHF-puheliikenteen kautta saatavat tiedot. Alusliikenteenohjaukset tiedot tallennetaan lakisääteisesti.

Raideliikenteen tietovarannot sisältävät mm. ratainfra-tietoa, liikenteenohjaustietoa, liikennetietoa, koulutus- ja pätevyystietoja sekä turvallisuusilmoituksia. Ilmailun osalta operatiivinen data kattaa lennonvarmistuksen eri osa-alueet, kuten lennonjohtopalvelun, ilmaliikennevirtojen ja kapasiteetin säätelypalvelun, ilmatilanhallintapalvelun ja ilmailun etsintä- ja pelastuspalvelun. Mukana ovat mm. lentosuunnitelmat, ilma-alusten paikkatieto, ilmatilavaraukset, liikennemääräennusteet ja radioliikenteen tallenteet.

Tieliikenteen osalta tietovarannot sisältävät mm. dynaamisia liikennesääntöjä, liikenneturvallisuuteen liittyviä yleisiä vähimmäisliikennetietoja ja tosikaista liikennetietoja, liikennetilastoja, sää- ja keliolosuhteita, operatiivisesta toiminnasta syntyviä tietoja sekä telematiikkalaitteiden erilaisia tilatietoja.

Eri kulkumuotojen lisäksi yhtiö tarjoaa myös digitaalisia ekosysteemipalveluita. Ekosysteemipalvelut perustuvat keskeisesti tietovarantoihin, kuten esimerkiksi liikkumispalvelukatalogi FiNAP, johon liikkumispalvelun tuottajien on toimitettava tietoja digitaalisista olennaisten tietojen koneluettavista rajapinnoistaan. Yhtiö tarjoaa myös ajantasaista, avointa liikennetietoa sovelluskehitykseen Digitraffic-palvelussa.

Tietoja saadaan eri viranomaisilta ja sidosryhmiltä sekä yhtiön hallinnassa olevista laitteista ja järjestelmistä. Tietoja käytetään liikenteenohjauksen tehtäviin kaikissa kulkumuodoissa. Tietoa käytetään mm. tilannekuvaan, palvelun kehittämiseen ja päätöksenteon tukemiseen. Ekosysteemipalvelut saavuttavat suuren volyymin hyödyntämisessä.

4.3.2 Kypsyysarvio

Roolit, vastuut ja johtaminen. Roolit ja vastuut ovat osittain määriteltyjä liikennemuotojen sisällä, mutta tiedonhallinta on vielä siiloutunutta ja henkilöitynyttä. Tiedon omistajuus ja hallinta ovat hajanaisia, eikä yhteistä datanhallintamallia ole. Tarve organisaa-tiotason rakenteelle on tunnistettu, mutta ei vielä toteutettu laajasti. Tietojohdamisella on konsernitason ohjausryhmä, mikä luo edellytyksiä jatkokehitykselle.

Tietovarannot ja tietorakenteet. Tietovarannot ovat kattavia, mutta siiloutuneita eri liikennemuotoihin. Yhteiset tietorakenteet ja standardit ovat kehittymässä, mutta eivät vielä vakiintuneita. Dokumentoinnin taso vaihtelee merkittävästi ja heikentää analytiikan ja tiedon toistettavan käytön mahdollisuuksia. Reaaliaikaista tietoa on jo käytössä, mutta sen yhteentoimivuus ja integroiminen ovat vaihtelevaa.

Prosessien digitalisointi. Digitalisointi on edennyt eri liikennemuodoissa eritahtisesti. Ilmailussa ja meriliikenteessä sääntely tukee digitaalisten prosessien käyttöä. Muilla osa-alueilla manuaalinen työ on vielä laajasti käytössä ja dokumentoinnin puutteet estävät automaation etenemistä. Kehityshankkeet (esim. Digirata, TMS, NEMO) tukevat digitalisaation kasvua.

Yhteistyö. Yhteistyötä tehdään kansallisesti ja kansainvälisesti useiden viranomaisten ja sidosryhmien kanssa. Ekosysteemyhteistyö on laajaa (yli 220 toimijaa), mutta tiedonvaihto ei ole kaikilta osin systemaattista tai automatisoitua. Yhteistyö perustuu edelleen osin epämuodollisiin käytäntöihin tietyillä liikennemuodoilla (esim. raide). Yhteistyön vaikuttavuus vaihtelee, mutta suunta on kehittyvä.

Sääntely. Sääntely ohjaa voimakkaasti erityisesti ilmailun ja merenkulun tiedonhallintaa. Tie- ja raideliikenteessä sääntely kehittyy ITS-direktiivin mukaisesti, mutta yhdenmukaisuus on vielä osittain puutteellista. Sääntely täyttyy systemaattisesti, ja useilla alueilla ylitetään minimivaatimukset – erityisesti kansainvälisessä raportoinnissa (esim. HELCOM, ICAO).

Tietoturva. Tietoturva täyttää useilla alueilla sääntelyn vaatiman tason, mutta liikennejärjestelmän kokonaisvaltaista kehittämistä varten tarvitaan keskitettyä ohjausta ja yhtenäisiä toimintamalleja.

Yhteenveto. Fintraffic-konsernilla on vahvoja osa-alueita etenkin sääntelyyn perustuvissa toiminnoissa ja yhteistyöekosysteemeissä, mutta konsernitason tietojohdamisen kypsyudessa on kehittämistarpeita erityisesti tiedon hallintamalleissa, tietorakenteiden yhdenmukaisuudessa ja prosessien digitalisoinnissa. Suunta on selvästi kehittyvä, mutta useissa osa-alueissa ollaan vielä alhaisella kypsyystasolla.

4.3.3 Käynnissä olevat kehitystoimet

Yhtiöllä on eri kulkumuodoissa käynnissä useita merkittäviä kehityshankkeita, joilla vahvistetaan tietojohtamisen kyvykkyksiä ja lisätään analytiikan hyödyntämistä päätöksenteossa. Keskeisiä hankkeita ovat muun muassa Digirata, TMS (Traffic Management System), data-arkkitehtuurin ja tietostrategian kehitystyöt sekä kansallisen merenkulun tiedonhallintajärjestelmä NEMO, johon liittyy myös POLO Port Activity -satamasovelluksen kehitystyö. Kansallisen merenkulun tiedonhallintajärjestelmä Nemon käyttöönoton yhteydessä satamasovellukseen on tulossa uutena ominaisuutena myös EMSW-asetuksen mukaiset alusilmoitukset. Lisäksi yhtiöllä on käynnissä useita kohdennettuja hankkeita, joilla digitalisoidaan meriliikenteen tietovirtoja ja parannetaan tiedon hyödynnettävyyttä.

Tieverkon kehityksessä painopiste on automaation lisäämisessä sekä tiedonhallinnan ja digitalisaation edistämisessä. Ilmailun osalta kehitetään erityisesti raportointia ja datakatalogien hallintaa, tukien näin parempaa kokonaiskuvaa ja tietopohjaista ohjausta.

4.4 Ilmatieteen laitos

4.4.1 Nykytila

Ilmatieteen laitos havainnoi ja tutkii ilmakehää, lähiavaruutta ja meriä. Lisäksi se tuottaa palveluita säästä, merestä, ilmastosta, ilmanlaadusta ja lähiavaruudesta yleisen turvallisuuden, elinkeinoelämän ja kansalaisten tarpeisiin. Ilmatieteen laitoksen tuottamat erilaiset säähavainnot, ennusteet ja varoitukset ovat liikenteen olosuhdepalvelujen välttämätön osa. Laitos on tätä kautta integroitunut osaksi liikennejärjestelmää ja liikenteen ekosysteemejä. Liikennejärjestelmä on kuitenkin vain yksi laitoksen tuottaman tiedon hyödyntäjäsektori, minkä vuoksi Ilmatieteen laitoksen tiedonhallinnan kypsyysarviointi tässä työssä käytetyllä menetelmällä ja tarkastelunäkökulmalla eroaa hieman muiden hallinnonalan toimijoista. Kypsyysanalyysin syventäminen edellyttäisi myös säätietojen tuottajan ja tietojen hyödyntäjien tarkempaa yhteistä analyysiä mm. siitä, missä määrin liikennejärjestelmä ja sen eri toimijat hyödyntävät teknisesti saatavilla olevaa olosuhdetietoa tukeakseen ennakoivaa suunnittelua, resurssien tehokasta käyttöä ja kestäväää kehitystä.

Ilmatieteen laitoksen näkökulma tiedonhallinnan ja digitaalisen toiminnan kypsyysarvioinnissa koskee sää-, olosuhde- ja ilmastotietojen hyödyntämistä osana liikennejärjestelmää ja kaikki liikennemuodot käsittäen.

Ilmatieteen laitoksen tietoaaineistot voidaan yltäasolla jakaa kolmeen osaan: tutkimusaineistoihin, hallinnollisiin sekä operatiivisiin tietoaaineistoihin. Tutkimusaineistot sisältävät tutkimuksessa käytettyjä ja tuotettuja aineistoja. Hallinnolliset tietoaaineistot sisältävät hallinnolliset asiat ja niihin sisältyvät asiakirjat. Operatiiviset aineistot sisältävät Ilmatieteen laitoksen palveluissa käytetyt tietoaaineistot.

Ilmatieteen laitos myös tuottaa palveluita, data-aineistoja ja uutta tietoa monista nimenomaan liikennejärjestelmälle olennaisista kysymyksistä, esimerkiksi ilmastomuutoksen vaikutuksiin varautumiseksi. Eri portaali- ja datarajapintapalveluiden kautta on saatavissa liikenteelle merkityksellisiä olosuhdetietoja käyttäjille räätälöitävinä palveluina sekä Ilmatieteen laitoksen julkisilla sivuilla. Edelleen erityisesti Ilmatieteen laitoksen päivystysten tuottamat meteorologi- ja asiantuntijapalvelut erilaisten briefausten ja muiden erikoissääpalveluiden muodossa palvelevat liikenteen eri toimijoita ja loppukäyttäjiä.

Olosuhdetietojen (havainnot, ennusteet, varoitukset) tuotantoinfrastruktuuri Ilmatieteen laitoksella, kansallisesti sekä kansainvälisenä yhteistyönä palvelee laajempaa kokonaisuutta kuin yksinomaan liikennesektoria. Osia siitä kuitenkin voidaan katsoa kiinteästi liittyvän liikennejärjestelmän tiedontuotannon infrastruktuuriin. Tämä pätee erityisesti ilmaliikennettä palvelevien säähavaintojen ja lentosääennustamisen vaatimien muiden järjestelmien tapauksessa. Toisaalta Fintrafficin Oy:n ylläpitämä tiesäähavaintoverkosto suoraan kytkeytyy osaksi liikennejärjestelmän infrastruktuuria, samalla palvellon myös muuta säätiedon tuotantoa. Liikennejärjestelmää hyödyttäviä olosuhdetietoja syntyy Ilmatieteen laitoksen operatiivisissa järjestelmissä, T&K-hankkeissa, erilaisilta kolmansien osapuolien liikkuvilta alustoilta tai muista hajautetuista datalähteistä kuten IoT-mittauksista.

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen mielessä keskeistä T&K-mittausaineistoa on Ilmatieteen laitoksella monen vuoden ajalta kertynyt esimerkiksi raskaan liikenteen kitkamittausdatana sekä Sodankylän tutkimustiesääasemalta. Sodankylässä myös sijaitsee liikenteen sääpalveluiden testirata-ympäristö, jossa voidaan kehittää älyliikennesääpalveluita mukaan lukien erityinen Digital Twin-testirata-ympäristö fyysisen radan yhteydessä. Meneillään olevissa tai päättyneissä viimeaikaisissa hankkeissa on tehty tutkimusta muun muassa raskaan liikenteen ajoneuvo-kohtaisissa pilottipalveluissa, autonomisen liikenteen räätälöidyissä sääpalveluissa, älyliikenteen kommunikaatiojärjestelmien ja säätutkaverkoston hyödyntämisestä liikenteen sää- ja turvallisuuspalveluiden tuottamisessa, sekä tiesäämallinnuksen kehittämisessä.

Ilmatieteen laitos on mukana kehittämässä EU:n Destination Earth (DestinE) ohjelmassa äärisääilmiöiden sekä ilmastomuutoksen sopeutumisen digitaalisia kaksosia. Näiden digitaalisten kaksosten tarkoitus on palvella mahdollisimman laajasti eri sektorien tietotarpeita, mukaan lukien liikenteen.

4.4.2 Kypsyysarvio

Roolit, vastuut ja johtaminen. Tiedonhallinnan mielessä keskeistä on, että säähän liittyvät Ilmatieteen laitoksen tuottamat tiedot ovat liikenne-ekosysteemin käyttöön olemassa ja saatavilla. Käytännössä kysymykseen vastaavat Ilmatieteen laitoksen data-rajapinnat avoimeen dataan, sopimusasiakkaille ja sääntelyyn pohjautuen.

Tietovarannot ja tietorakenteet. Ilmatieteen laitoksen tutkimusaineistoja hallinnoidaan tutkimusdatapolitiikan mukaisesti ja ne ovat listattu b2share-järjestelmässä. Ilmatieteen laitoksen verkkosivulla oleva taulukko listaa operatiivisessa käytössä olevat tietoaineistot. Ilmatieteen laitos lisää aineistoja avoimen datan rajapintaan omistamiaan aineistoja tarvehankinnan määrittelemässä järjestyksessä. Osa aineistoista sisältää osia, joita Ilmatieteen laitoksella ei ole oikeutta jaella ja osa aineistoista sisältää myös asiakkaille sopimusperusteisesti toteutettuja tuotteita, joita ei voida jakaa avoimena datana. Ilmatieteen laitoksen suorien tietoaineistojen lisäksi laitos on myös mukana tiiviisti kehittämässä eurooppalaisia tietovarantoja, kuten Copernicus (mm. ilmastomuutoksen seuranta, ilmaveikän monitorointi, meripalvelut) ja DestinE (digitaaliset kaksoiset), joita hallinnoidaan ohjelmien omien rajapintojen kautta.

Prosessien digitalisointi. Yleisesti ottaen säähän liittyvät tiedot ovat jo nyt reaaliaikaisesti ja digitaalisesti hyödynnettävissä ja integroitavissa liikennejärjestelmään. Liikennemuotojen välillä on kuitenkin tässä eroja. Niiden keskinäisessä vertailussa ilmailu on muita liikennemuotoja edellä, mutta prosessien digitalisoinnissa teknologiat etenevät niin nopeasti, että siinäkin jatkuva kehitys on väistämätöntä.

Raideliikenne näyttää kypsyystasoarviossa jäävän muista liikennemuodoista jälkeen, tai ainakaan Ilmatieteen laitoksen datarajapintojen mahdollistamia säätietointegraatioita ei ole vastaavalla tavalla hyödynnetty kuin muissa liikennemuodoissa. Tie- sekä meriliikenne asemoituvat kypsyystarkastelun keskivaiheille. Yleisesti voi todeta, että digitalisoitujen prosessien teknisten elinkaarien hallinta monitoimijaympäristössä ja teknologian muutosnopeus tuovat haasteita.

Yhteistyö. Sääpalveluiden sopimusasiakkaiden kanssa toiminta on tarkasti määritettyä. Kaikkien liikennemuotojen osalta hallinnonalalla tehdään tiivistä yhteistyötä olosuhdetietojen hyödyntämisessä. Muutoinkin esimerkiksi ilmailussa yhteistyötä on paljon kansallisesti ja kansainvälisesti, ja talvimerenkulun osalta ohjeistavaa ja yhteistyöhaakuista kansainvälistä toimintaa on runsaasti.

Sääntely. Ilmailussa toiminta on vahvasti säänneltyä. Tie-, raide- ja meriliikenteen osalta lakien, asetusten ja direktiivien ohella sääntelyksi katsotaan myös Väyläviraston ja Traficomin kansalliset ohjeistukset. Merenkulussa on Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO:n puitteissa yleisesti paljon regulaatiota, mutta säätietoihin liittyvä tieto tai

vaatimukset eivät useinkaan ole tarkasti määrättyjä kansallisen sääpalvelun näkökulmasta. Sääntelyn vaatimukset voivat tällaisessa tai vastaavissa tapauksissa näkyä Ilmatieteen laitokselle välillisesti siten kuin eri liikennemuotojen toimijat säätietopalveluita tarvitsevat.

Tietoturva. Tietoturvaan kiinnitetään runsaasti huomiota. Ilmailun ja muidenkin sääpalveluiden osalta kehitystyötä tehdään muun muassa ISO27001 laatustandardin soveltamisessa.

4.4.3 Käynnissä olevat kehitystoimet

Ilmatieteen laitoksessa on meneillään monia tietoon, tietoturvallisuuteen ja tiedonhallinnan sähköistämiseen liittyviä toimia ja projekteja, sekä niihin liittyvää yhteistyötä valtionhallinnon muiden toimijoiden kanssa.

Liikennejärjestelmääkin palvelevat Ilmatieteen laitoksen datarajapinnat ovat jatkuvan kehityksen alaisia. Liikennesektorilla tärkeitä ja laaja-alaista yhteistyötä edellyttäviä toimia ovat monet digitaalisiin rajapintoihin liittyvät kehitystyöt eri toimijoiden järjestelmä- ja palveluintegraatioiden mahdollistamiseksi. Näitä ovat erityisesti *System Wide Information Management* (SWIM) ilmailun yhteentoimivien palveluiden kehityksessä, S-100 standardin mukainen kehitys merenkulun digitaalisissa tuotteissa ja palveluissa sekä tieliikenteessä EU-sääntelyyn pohjautuvien *Safety-Related Traffic Information* (SRTI) ja *Real-Time Traffic Information* (RTTI) palveluiden toteutukset.

Rajapintojen ohella ajankohtaista kehitystä tapahtuu sääolosuhteista riippuvien liikenteen vaikutusennusteiden kehittämisessä ja tuottamisessa, esimerkkinä ennusteet tieliikenteen onnettomuuksista. Liikenteen eri toimijoiden piirissä on kasvavaa tarvetta useiden viikkojen tai kuukausien pituisille kausiennusteille sekä ilmastomuutoksen vaikutusten arvioinnille. Näitä tarpeita varten tuotetaan selvityksiä ja kehitellään palveluratkaisuja asiakkaiden tarpeiden mukaan. Ilmatieteen laitoksella ammattikäyttöön suunniteltu uusi Atmos-palveluportaali on aktiivisen kehityksen alaisena. Se parantaa myös liikenteen toimijoiden sääpalveluita, esimerkiksi mahdollistamalla uusia hälytyksiä sääolosuhteiden muuttuessa ja äärisäihin varautumisessa.

4.5 Yhteistyö hallinnonalalla nykytilassa

Yleisessä digitalisaatiokehityksessä sekä tähän liittyvän osaamisen ja kyvykkyyksien kehittämisessä ollaan lähestymässä vaihetta, jossa kaikilta toimijoilta edellytetään nykyistä rakenteellisempaa ja symmetrisempää yhteistyötä tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä asioissa. Tämä tarve on jo selkeästi havaittavissa myös liikenne- ja viestintäministeriön toimialalla. Hallinnonalan virastot sekä Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic ovat aktiivisia digitalisaation hyödyntäjiä, joilta löytyy myös EU-mittakaavassa arviotuna sekä edelläkävijyyttä että korkeatasoista osaamista monilta digitalisaation eri osa-alueilta. Organisaatiot ovat päämäärätietoisesti kehittäneet omaa tietopääomaansa, sen hallintaa, yhteen toimivuutta, laatua, tiedon hyödyntämistä tukevia prosesseja ja toimintamalleja sekä toiminnan sääntelymukaisuutta. Tämä kehitystyö on kuitenkin pitkälti perustunut organisaatioiden omiin tehtäviin ja velvoitteisiin, ja pääasiallisena pyrkimyksenä on ollut parantaa oman organisaation toiminnallista kyvykkyyttä, suorituskykyä ja kustannustehokkuutta.

Vaikka hallinnonalan organisaatioiden välinen yhteistyö tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä kysymyksissä on paikoin osoittanut orastamisen merkkejä, on systemaattinen, yhteisiin tavoitteisiin ja toimintatapoihin perustuva yhteistoiminta edelleen vähäistä. Hallinnonalan toiminta tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä asioissa on edelleen luonteeltaan enemmän pistemäistä kuin kokonaisvaltaista ja näin ollen yhteistoiminta on myös hyvin pirstaleista ja digitalisaation kautta saavutettavat hyödyt paikallisia tai hankekohtaisia. Keskeisin syy tähän tilanteeseen on se, ettei liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla ole toistaiseksi otettu käyttöön yhteistä, tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisen mallia ja tätä tukevia toiminnallisia prosesseja ja menettelyjä. Tieto on liikenne- ja viestintäministeriön strategista pääomaa, mutta tämän pääoman hallinnointiin ei ole vielä olemassa yhteistä toimintamallia, eikä pääoman käyttöä ja kehittämistä tai hyödyntämistä tuotannontekijänä johdeta keskitetysti.

Liikennejärjestelmän digitaalinen kaksosen tarjoaa työvälineen sekä uusia ratkaisuja useisiin eri digitalisaatiokehityksen tilanteisiin ja tarkoituksiin. Mutta ennen kaikkea digitaalisen kaksosen kehittäminen loisi konkreettisen tavoitteen ja kiinnostuksen tulevaisuuteen sekä mahdollistaisi pitkäjänteisen kehitysprosessin, jonka puitteissa olisi mahdollista vauhdittaa sekä johdonmukaisesti ohjata hallinnonalan ja koko liikennealan rakenteellista uudistumista digitaalisen murroksen edellyttämälle tasolle. Digitaalisen kaksosen kehittäminen auttaisi vahvistamaan osaamista, kyvykkyyksiä ja teknistä kyp-syyttä, jota digitaalisessa toimintaympäristössä menestyminen edellyttää. Digitaalisen kaksosen kehittämisessä korostuisi ennen kaikkea yhteinen matka, ei niinkään pää-määrä.

5. Toimenpidesuosituksset

5.1 Toimenpiteiden tarve

Ilman kattavaa, laadukasta, yhteen toimivaa ja rakenteellista tietopohjaa digitaalisen kaksosen tuottaminen on mahdotonta. Kaikki digitaalisen kaksosen ominaisuudet ja toiminta perustuvat tietoon ja sen hyödyntämiseen. Tästä syystä digitaalisen kaksosen tietopohjan rakentaminen on kaikkein keskeisin kehitystyössä huomioitava tekninen elementti.

Digitaalisen kaksosen tarvitseman tietopohjan rakentaminen edellyttää päämäärätietoista ja johdonmukaista tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamista kaikkien toimintaan osallistuvien toimijoiden kesken sekä tiivistä yhteistyötä ja luottamusta. Tarvittavan osaamisen, kyvykkyyksien ja teknisen kypsyiden kehittämisen on tapahduttava harmonisesti ja koordinoitusti, jotta yhteisestä digitaalisesta kaksosesta kyetään ulosmittaamaan sen tarjoama lisäarvo täysimääräisesti sekä turvaamaan digitaalisen kaksosen häiriötön toiminta. Toiminnan symmetrisyyden (kollektiivisuus & tasapuolisuus) merkitystä korostaa se, että digitaalisen kaksosen kyvykkyys ja sen kautta tarjoutuvan potentiaalinen hyödynnettävyys määräytyvät suoraan digitaalisen kaksosen tuottamiseen osallistuvan toimijajoukon yhteistyökyvyn ja sitoutumisasteen mukaisesti. Digitaalisen kaksosen rakentaminen on yhteistyötä.

Toteutuessaan liikennejärjestelmän digitaalinen kaksonen tarjoaisi työvälineen sekä uusia ratkaisuja useisiin eri digitalisaatiokehityksen tilanteisiin ja tarkoituksiin. Mutta ennen kaikkea digitaalisen kaksosen kehittäminen loisi konkreettisen, digitaalisen kyvykkyyden ja osaamisen kehitystä ohjaavan pitkän aikavälin tavoitteen sekä vauhdittaisi hallinnon alan ja koko liikennealan rakenteellista uudistumista digitaalisen murroksen edellyttämälle tasolle. Tulemme tulevaisuudessa tarvitsemaan nykyistä vahvempaa osaamista, kyvykkyyttä, toiminnan symmetriaa sekä teknistä kypsyttä, jotta voimme menestyä ja toimia tehokkaasti digitalisoituvassa toimintaympäristössä.

Digitaalista kehitystä tukeva systeeminen muutos on välttämätön julkishallinnon tuottavuuden, toimivien ja kestävien liikenteen palvelujen ja liikennejärjestelmän toimijoiden kilpailukyvyyn näkökulmasta. Laadukas tiedonhallinta on resurssi-intensiivistä, minkä vuoksi hallinnonalan tuottavuuteen pyrkivä digitaalinen muutos vaatii väistämättä investointeja kyvykkyyteen ja teknologioihin kuten tekoälyyn ja kyberturvallisuuteen. Mahdollisten rahoitustarpeiden ennakoinnin arviointityön sekä EU-rahoituksen hyödyntämismahdollisuuksien kartoittaminen tulisi aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Hallinnonalan yhteinen tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisjärjestelmä tarjoaisi tähän hyvät edellytykset.

Seuraaville sivuille on koottu liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen tiekarttahankkeen valmistelutiimin suositukset sekä esitys vaiheistetusta etenemistavasta.

Tiekartan toimenpiteet on jaettu kolmeen vaiheeseen ja kolmeen osa-alueeseen taulukon 1 mukaisesti. Vaiheiden ja osa-alueiden sisältöä on kuvattu tarkemmin jäljempänä tässä luvussa esitettyssä taulukossa 2.

Taulukko 1. Yleiskuvaus tiekartan vaiheista ja kehityksen osa-alueista

Osa-alueet	Vaihe 1: Ensiaskleet ja perustan rakentaminen	Vaihe 2: Jatkokehitys, pilotointi ja laajentaminen	Vaihe 3: Vakiintuminen ja vaikuttava jatkokehitys
Hallinnonalan yhteisen tiedon ja digitaalisen toiminnan kehittäminen	Hallinnonalan tieto-omaisuuden ja digitaalisen toiminnan inventointi sekä näihin liittyvän ydinprosessin määrittäminen.	Kehitetään johtamisjärjestelmä ohjaamaan ydinprosessin mukaista toimintaa.	Otetaan käyttöön uusi johtamisjärjestelmä
Digitaalisiin kaksosiin liittyvän osaamisen ja kyvykkyyksien kehittäminen	Organisaatiokohtaisten ensikaksosten kehittäminen ja toimintaa tukevien kyvykkyyksien ja osaamisen lisääminen.	Käyttötapausten laajentaminen, toiminnan digitalisaatioasteen nostaminen, yhteen toimivuuden kehittäminen.	Ensikaksosten ja digitaalisten toimintaprosessien yhteen kytkentä.
Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen rakentaminen	Tuotetaan liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosta käytännön toimintaan kytkeytyvä konseptuaalinen määritelmä.	Tuotetaan ensimmäinen pilotti liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta.	Tuotetaan ratkaisu liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta, joka tukee koko liikennejärjestelmän toimivuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä.

5.2 Toimenpiteisiin liittyvät tavoitteet ja tarkemmat perustelut

Digitaalisten kaksosten kehittämiseksi esitetään kolmivaiheista etenemistä, jonka tavoitteena on rakentaa liikennejärjestelmän digitaalinen kaksosen sekä siihen liittyvä osaaminen ja johtamisjärjestelmä. Kolmivaiheinen etenemismalli etenee perustan rakentamisesta kohti vakiintunutta, vaikuttavaa toimintaa.

Tiekartan ensimmäisen vaiheen osa-alueiden tavoitteet

1.1 Muodostetaan kokonaiskuva hallinnonalan tietoympäristöstä ja digitaalisesta toiminnasta

Hallinnonalan yhteisen tiedon ja digitaalisen toiminnan kehittäminen edellyttää yhteisen perustan luomista. Perustan varaan virastot ja Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic voivat ryhtyä rakentamaan yhteistä, koko hallinnonalan kattavaa digitaalista kyvykkyyttä ja

osaamista. Tämä perusta muodostuu hallinnonalan nykyisestä tietoympäristöstä sekä siihen kytkeytyvästä digitaalisesta toiminnasta, jotka on ensin inventoitava kokonaisuudessaan, ennen kuin hallinnonalan yhteistä tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuutta on tarkoituksenmukaista ryhtyä kehittämään.

Tiekarttahankkeen valmistelutiimin näkemyksen mukaan virastojen ja Liikenteenohjausyhtiö Fintrafficin tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuuksista tulisi muodostaa koko LVM:n hallinnonalan yhteinen ydinprosessi. Tieto on hallinnonalan strategista pääomaa ja merkittävä tuotannontekijä. Tiedolla ja sen päälle rakennettavilla teknisillä ratkaisuilla on merkittävä rooli hallinnonalalla, mutta myös koko liikenteen toimialalla sekä liikennejärjestelmän, liikenteen, liikkumisen ja logistiikan hallinnassa ja kehittämisessä. Tätä taustaa vasten olisi perusteltua, että tiedon ja digitaalisen toiminnan ohjaus nostettaisiin yhdeksi ministeriön ja sen hallinnonalan päätehtävistä, koska hallinnonalalla tulee olla tarkoituksenmukaiset edellytykset johtaa ja ohjata tähän liittyvää toimintaa niin hallinnonalan puitteissa kuin myös laajemmin koko liikenteen toimialalla digitalisaation edetessä ja toiminnan digitalisaatioasteen noustessa.

Tavoitteen mukaisessa määrittästyössä tulisi myös samalla selvittää, miten mahdollinen tiedon ja digitaalisen toiminnan ydinprosessi kytkeytyisi muihin hallinnonalan ydinprosesseihin ja ohjauskeinoihin, miten prosessi tukisi parhaiten hallinnonalan organisaatioiden muiden päätehtävien toteuttamista sekä arvioida millaista lisäarvoa tiedon ja digitaalisen toiminnan ydinprosessin kautta olisi tuotettavissa koko hallinnonalalle ja liikenteen toimialalle. Samalla tulisi myös määrittää maturiteettimalli mittaamaan nykytilan ja määrittämään tavoitetilan. Mallin kehittämisessä voitaisiin hyödyntää pohjana tiekarttahankkeen puitteissa jo hahmoteltua kypsyyksianalyysi-sapluunaa.

Tiekarttahankkeen valmistelutiimi on päättänyt tarkoituksellisesti käyttää tässä yhteydessä termiä 'ydinprosessi', jotta tiedon ja digitaalisen toiminnan ohjaus saisi sille kuuluvan aseman ja oikeutuksen suhteessa ministeriön ja hallinnonalan muihin ydinprosesseihin ja tehtäviin. Tämän suuntainen uudenlainen ajattelu ja toiminnan kehittäminen olisi linjassa ministeriön vision ja arvojen kanssa. Tällä rakenteellisella uudistuksella osoittaisimme ennakkoluulotonta edelläkävijyyttä digitaalisen murroksen edistämiseksi sekä johtaisimme esimerkillä, rohkaisten myös muita rakenteellisiin muutoksiin ja toimintamallien uudistamiseen, jotka mahdollistavat koneluettavan tiedon ja uusien teknologioiden monipuolisemman ja tehokkaamman hyödyntämisen sekä käyttöönoton. Samalla loisisimme edellytykset kehittää digitalisaatiosta hallinnonalan yhteinen avainkyvykkyys.

1.2 Väylävirasto, Traficom, Ilmatieteen laitos ja Fintraffic tarkastelevat organisaatiokohtaisesti omia ydintoimintaprosessejaan ja ryhtyvät rakentamaan ensimmäisiä "ensikaksosia", jotka ovat yksinkertaisia digitaalisia kaksosia

Tavoitteen mukaisesti kukin hallinnonalan organisaatio jatkaisi oman digitaalisen toiminnan kehittämistä, ohjaten sitä kuitenkin tavoitteellisesti kohti ensimmäisen digitaalisen kaksosen luomista (organisaatiokohtainen ensikaksonen), jonka avulla organisaatio kykenisi optimoimaan toimintaansa suhteessa nykytasoon. Organisaatiokohtaisten digitaalisten kaksosten kehittämisen keskeisenä pyrkimyksenä on nostaa organisaatioiden oman toiminnan digitaalisuusastetta sekä vahvistaa digikaksosten rakentamista ja käyttöä tukevien kyvykkyyksien ja osaamisen laajenemista, erityisesti tiedonhallintaan liittyen. Tavoitteen mukaisessa toiminnassa organisaatioiden tulee kartoittaa myös laajemmin digitaalisten kaksosten hyödyntämiseen liittyviä käyttötapauksia.

1.3 Jatketaan hallinnonalan yhteisiä toimia liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehityksen, yhteen toimivuuden ja hyödyntämisen edellytysten vahvistamiseksi

Vuosien 2024 - 2025 aikana toteutettu liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen tiekarttahanke on merkittävällä tavalla lisännyt hallinnonalan ymmärrystä digitaalisista kaksosista, niiden toiminnasta sekä tarjoamista hyödyistä. Kuitenkin liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehittämiseen liittyy vielä monia näkökohtia, joiden tarkempaa analysointia on syytä jatkaa. Liikennejärjestelmätasoisien digitaalisen kaksosen kehityksen, yhteen toimivuuden ja hyödyntämisen edellytysten rakentaminen vaatii myös nykyistä tiiviimpää, hallinnonalan organisaatioiden välistä yhteistyötä.

Tiekartan toisen vaiheen osa-alueiden tavoitteet

2.1 Luodaan hallinnonalalle yhteinen tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisjärjestelmä.

Hallinnonalan yhteisen tietoympäristön ja digitaalisen toiminnan johdonmukaisen hallinnan ja kehittämisen sekä organisaatioiden välisen saumattoman yhteistyön varmistamiseksi hallinnonalalle tulisi luoda yhteinen tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisjärjestelmä. Järjestelmän suunnittelussa ja kehittämisessä tulee huomioida myös tarvittavien, toimintaa tukevien prosessien ja menettelyjen määrittäminen. Niillä varmistetaan, että tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuus kytkeytyy tiiviisti osaksi hallinnonalan muuta toimintaa sekä jo käytössä olevaa johtamisrakenteita. Hallinnonalan yhteistä tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuutta ohjaava johtamisjärjestelmä ja tätä palveleva hallintorakenne tulisi muodostaa tavalla, joka mahdollistaa hallinnonalan virastojen ja Liikenteenohjausyhtiö Fintrafficin symmetrisen yhteistyön, toiminnan tehokkaan seurannan ja tähän liittyvän raportoinnin. Samalla se edistää myös aktiivista vuoropuhelua, yhteisen tilannekuvan muodostumista ja hyödyntämistä sekä organisaatio-rajat ylittävän osaamisen ja ymmärryksen laajenemista tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvissä asiakokonaisuuksissa. Johtamisjärjestelmän osaksi tulisi lisäksi määrittää mittarit digitaalisen maturiteetin kasvattamisen johtamiseen ja seuraamiseen.

2.2 Väylävirasto, Traficom, Ilmatieteen laitos ja Fintraffic jatkavat kukin oman toimintansa digitalisaatioasteen, digitaalisten kyvykkyyksien ja järjestelmien teknisen kypsyyden edistämistä.

Hallinnonalan virastot ja Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic jatkavat vaiheessa 1. aloitettua työtä, jonka puitteissa organisaatiot pyrkivät nostamaan oman toimintansa digitaalisuusastetta sekä vahvistamaan digikaksosten rakentamista ja käyttöä tukevia kyvykkyyksiä ja osaamista. Organisaatiokohtaisten ensikaksosten ja niihin liitettyjen käytötapauksen toteuttaminen jatkuu kuitenkin siten, että toiminta olisi määrällisesti ja/tai laadullisesti laajempaa kuin vaiheessa 1. Pyrkimyksenä tulisi olla siirtyminen yksittäisistä "ensikaksosista" kohti monimutkaisempia ja lukumääräisesti useampia digitaalisia kaksosia sekä siirtää toiminnan painopistettä pilotoinnista kohti käytännön toteutusta.

2.3 Hallinnonalan organisaatioiden välistä tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvää yhteistyötä syvennetään ja laajennetaan sekä tuotetaan pilotointi liikennejärjestelmätasoisesta digitaalisesta kaksosesta hallinnonalan digitaalisten resurssien pohjalta.

Hallinnonalan organisaatiot tiivistävät tietoa ja digitaalista toimintaa koskevaa koordinaatiota ja yhteistyötä. Yhteistyötä laajennetaan niin, että se kattaa myös toimintaprosessien digitalisoinnin ja samalla prosessit pyritään kytkemään soveltuville osin kehitteillä olevaan liikennejärjestelmän digitaaliseen kaksoseen.

Osaamista pyritään kartuttamaan erityisesti kolmella tasolla:

- Kyvykkyyksien kehittämisessä
- Käyttötapausten hahmottamisessa
- Toimintaprosesseihin kytkeytymisessä

Organisaatioiden yhteistyön sekä organisaatiokohtaisten ensikaksosten kautta muodostunutta digitaalista kyvykkyyttä ja osaamista hyödyntäen arvioidaan edellytyksiä toteuttaa ensimmäinen pilotointi liikennejärjestelmätasoisesta digitaalisesta kaksosesta hallinnonalan käytössä olevien digitaalisten resurssien pohjalta. Vaihtoehtoisesti voidaan arvioida digitaalisen kaksosen pilotointia liikennemuotojen osalta. Pilotoinnilla edistettäisiin organisaatorajat ylittävää, yhteen toimivaa tiedonhallintaa sekä tähän liittyvien jatkokehitystarpeiden tunnistamista. Yhteinen pilotti edesauttaisi myös tunnistamaan tärkeimmät käytötapaukset yhteisen tiedonhallinnan fasilitoimiseksi, fokusoi resurssien kohdentamista sekä generoisi tavoitteenmukaista käytännön yhteistyötä.

Tiekartan kolmannen vaiheen osa-alueiden tavoitteet

3.1 Otetaan käyttöön hallinnonalan yhteinen tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisjärjestelmä ja ryhdytään tavoitteellisesti edistämään uuden, digitalisaatiota tukevan toimintakulttuurin kehitystä.

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuudesta muodostetaan koko hallinnonalan yhteinen ydinprosessi eli päätehtävä ja ohjauskeino, jonka hyödyntämistä sekä tätä tukevia kyvykkyyksiä ja osaamista kehitetään kollektiivisesti virastojen ja Liikenteenohjausyhtiö Fintrafficin kesken. Ydinprosessiin liittyvää toimintaa johdetaan hallinnonalan yhteisen johtamismallin kautta, jolla varmistetaan hallinnonalan tietopääoman tehokas hallinnointi, käyttö ja kehittäminen, digitaalisen toiminnan johdonmukaisuus ja kyvykkyys sekä kustannustehokas hyödyntäminen. Yhteisen johtamismallin kautta varmistetaan myös hallinnonalan organisaatioiden saumaton ja symmetrinen yhteistyö sekä toiminnan tehokas seuranta ja kehittäminen. Tämän toiminnallisen rakenteen puitteissa hallinnonalan organisaatiot jatkavat yhteisiä ponnistelujaan liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen kehityksen, yhteen toimivuuden ja hyödyntämisen edellytysten rakentamiseksi.

3.2 Väylävirasto, Traficom, Ilmatieteen laitos ja Fintraffic jatkavat omien digikaksosten hyödyntämistä ja kehittämistä.

Organisaatiokohtaisten digitaalisten kaksosten hyödyntäminen ja kehittäminen sekä toimintaan liittyvän osaamisen syventäminen jatkuu. Integraatoratkaisujen tuottaminen ja skaalautuvuus korostuvat toiminnassa. Toiminnan ohjaus ja seuranta siirtyvät hallinnonalan yhteisestä tiedon ja digitaalisen toiminnan hallinnoinnista vastaavan johtamisjärjestelmän alaisuuteen, jolla varmistetaan, että toimintaan liittyvä yhteistyö organisaatioiden välillä jatkuu tavoitteellisenä ja tuloksekkaana (tavoite 3.1.).

3.3 Liikennejärjestelmätasoisesta digitaalisesta kaksosesta tuotetaan kypsä, vaikuttava ja integroitu ratkaisu, joka tukee koko liikennejärjestelmän toimivuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä.

Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen hyödyntämiseen soveltuvat käyttötapaukset laajenevat samoin kuin toimintaa tukeva tekninen kyvykkyys. Digitaalisen kaksosen toiminnallisuuksia parannetaan ja jatkokehitetään pilotoinneista saatujen tulosten ja kokemusten pohjalta. Digitaalinen kaksonen integroituu yhä tiiviimmin osaksi hallinnonalan tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuutta. Hallinnonalan puitteissa toteutettu digitaalisen kaksosen ensimmäinen aihio (ensikaksonen) on teknisesti kypsä, tuo lisää vaikuttavuutta hallinnonalan toimintoihin ja hyödyntää tarjolla olevia teknologioita ja hallinnonalan yhteistä tietopääomaa monipuolisesti. Liikennejärjestelmätasoisesta digitaalisen kaksosen kehitystyön ohjaus ja koordinointi siirtyvät uuden johtamisjärjestelmän alaisuuteen (tavoite 3.1.).

5.3 Toimenpiteet

Taulukossa 2 on kuvattu tarkemmin tiekartan toimenpiteet eri vaiheissa ja osa-alueissa. Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan kokonaiskuva hallinnonalan tietopääomasta ja digitaalisesta toiminnasta. Tätä varten perustetaan hallinnonalan organisaatioista koostuva työryhmä, joka määrittää yhteisen ydinprosessin ja mittariston nykytilan arviointiin. Työryhmän koollekutsujuna toimisi liikenne- ja viestintäministeriö. Samalla organisaatiot aloittavat omien ensikaksosten ja käyttötapauksen kehittämisen, tunnistuen niihin liittyvät tietotarpeet. Lisäksi laaditaan konseptuaalinen määritelmä liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta. Ensimmäisen vaihe on tarkoitus toteuttaa vuosien 2025–2026 aikana.

Toisessa vaiheessa keskitytään jatkokehitykseen ja pilotointiin. Ydinprosessille kehitetään johtamisjärjestelmä, ja organisaatiot kehittävät edelleen omia kaksosiaan, jakavat oppeja ja rakentavat koordinoitusti yhteentoimivuutta. Liikennejärjestelmätasolla toteutetaan ensimmäinen organisaatorajat ylittävä pilotti, jonka pohjalta toimintaa ja teknisiä ratkaisuja arvioidaan. Toisen vaiheen yhteistyötä koordinoidaan ensimmäisessä vaiheessa perustetussa työryhmässä. Toisen vaiheen aloitus on alustavasti suunniteltu vuodelle 2027.

Kolmannessa vaiheessa pyritään jalkauttamaan pysyvä toimintamalli, jossa hallinnonalan tietopääomaa ja digitaalista toimintaa ohjaava, yhteinen johtamisjärjestelmä otetaan käyttöön samalla, kun organisaatiot jatkavat kaksostensa kehittämistä yhteisesti sovitussa ohjauksessa. Liikennejärjestelmän digitaalinen kaksonen kypsytetään hallinnonalan puitteissa tuotantovalmiiksi. Kokonaisuus tähtää tietojohdamisen ja digitaalisten työkalujen hyödyntämiseen liikennejärjestelmän tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävyys tukemiseksi. Toiminnan hallinnollinen ohjaus keskittyy yhteisen johtamisjärjestelmän alle, ja samanaikaisesti käytännön yhteistyön fasilitointivastuuta siirretään hallinnonalan toimijoille, esimerkiksi Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:lle.

Taulukko 2. Kuvaus tiekartan toimenpiteistä eri vaiheissa ja osa-alueissa.

Osa-alueet	Vaihe 1: Ensiaskeleet ja perustan rakentaminen 2025-2026	Vaihe 2: Jatkokehitys, pilotointi ja laajentaminen 2027	Vaihe 3: Vakiintuminen ja vaikuttava jatkokehitys 2028
Hallinnonalan yhteisen tiedon ja digitaalisen toiminnan kehittäminen	Perustetaan valmisteluryhmä inventoimaan hallinnonalan tiedon ja digitaalisen toiminnan kokonaisuus. Valmisteluryhmässä määritetään kokonaisuuteen kytkeytyvä, koko hallinnonalan yhteinen ydinprosessi eli tietojohtamiseen liittyvä päätehtävä sekä maturiteettimalli mittaamaan nykytilaa. Tuotos: Inventoitu hallinnonalan tietopääoma ja digitaalinen toiminta sekä määritetty tietojohtamiseen liittyvä päätehtävä. Valmistelu: Työryhmä, jota vetää LVM	Valmisteluryhmässä kehitetään ydinprosessille johtamisjärjestelmä, jolla ohjataan hallinnonalan yhteistä tietopääomaa ja digitaalista toimintaa. Tuotos: Esitys johtamisjärjestelmäksi Valmistelu: Työryhmä, jota vetää LVM	Ydinprosessi ja tätä ohjaava johtamisjärjestelmä otetaan käyttöön ja vakiinnutetaan osaksi hallinnonalan pysyvää toimintaa. Tuotos: Perusta liikennejärjestelmän digitaaliselle kaksoselle on luotu hallinnon-alalle. Tiedon ja digitaalisen toiminnan ohjaus vakiintunut osa ministeriön hallinnonalan johtamisjärjestelmää. Valmistelu: Kukin organisaatio uuden johtamisjärjestelmän ohjauksessa
Digitaalisiin kaksosiin liittyvän osaamisen ja organisaattoristen kyvykkyyksien kehittäminen	Hallinnonalan organisaatiot nostavat oman toiminnan digitaalisuustasetta sekä kehittävät digitaalisten kaksosten edellyttämiä kyvykkyyksiä. Organisaatiot kartoittavat ja täsmentävät digitaalisten kaksosten käytötapauksia sekä rakentavat ensimmäisiä "ensikaksosia". Käyttötapausten ja ensikaksosten määrittäminen tapahtuu organisaatioiden omista lähtökohdista, ensisijaisena tavoitteena optimoida toimintaa. Ensikaksosten kehityksessä tulee tunnistaa tietotarpeita ja puutteita tiedon saavutettavuudessa, jotta muut hallinnonalan toimijat pystyvät reagoimaan niihin. Tuotos: Ensimmäiset organisaatiokohtaiset ensikaksoset	Organisaatiokohtaisia ensikaksosia ja niiden edellyttämiä kyvykkyyksiä jatkokehitetään. Organisaatiot vaihtavat kokemuksia ja parhaita käytäntöjä omista ensikaksosta sekä edistävät toimintaprosessien digitalisointia. Jatkokehityksessä huomioidaan mm. muiden organisaatioiden tietotarpeet, integraatoratkaisut ja ensikaksosten skaalautuvuus. Tuotos: Jatkokehitetty ensikaksoset, kehitystyöstä sa-	Organisaatiot laajentavat ja kehittävät omia digitaalisia kaksosiaan, ohjaten samalla niiden kehitystä suuntaan, joka mahdollistaa kaksosten yhteen kytken. Organisaatiot tiivistävät yhteistyötään ja toiminnan koordinaatiota. Toimintaprosessien digitalisointi jatkuu tavoitteena luoda edellytykset niiden kytkemiselle liikennejärjestelmätasoiseen digikaksoseseen. Tuotos: Digitaalisia kaksosia koskeva osaaminen, kyvykkyys sekä käytännön

	soset, täsmennetyt käyttötapaudet, alustavasti kuvautut tietotarpeet muilta organisaatiolta sekä digitaalisia kaksosia koskevan osaamisen ja kyvykkyyksien kehittäminen. Valmistelu: Jokainen organisaatio omista lähtökohdistaan. Organisaatiokohdistaista työtä seurataan LVM vetämässä työryhmässä.	tujen kokemusten jakaminen, tarvittavien kyvykkyyksien kehittäminen yhteistyössä hallinnonalan kesken. Valmistelu: Jokainen organisaatio omista lähtökohdista, ylläpitäen aktiivista vuorovaikutusta muiden organisaatioiden suuntaan – koordinoitua toimintaa. Organisaatioiden työtä ja keskinäistä vuorovaikutusta seurataan LVM vetämässä työryhmässä.	kokemukset kasvaneet merkittävästi. Toiminnan ohjaus siirtynyt hallinnonalan yhteisen johtamisjärjestelmän alle. Valmistelu: Jokainen organisaatio omista lähtökohdistaan yhteisen johtamisjärjestelmän ohjauksessa.
Liikennejärjestelmän digitaalisen kaksosen rakentaminen	Tuotetaan liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta käytännön toimintaan kytkeytyvä konseptuaalinen määritelmä. Tuotos: Tarkennettu kuvaus liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta ja sen kytkeytymisestä hallinnonalan toimintaan. Valmistelu: Työryhmä, jota vetää LVM.	Toteutetaan hallinnonalan omien resurssien pohjalta ensimmäinen pilotti liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta tarkennetun kuvauksen perusteella. Tuotos: Ensimmäinen organisaatorajat ylittävä digitaalisen kaksosen pilotointi. Valmistelu: Hallinnonalojen organisaatiot yhteistyössä. Yhteistyötä seurataan LVM:n vetämässä työryhmässä.	Liikennejärjestelmätasaisen digitaalisen kaksosen pilotoinnista saatujen kokemusten perusteella jalostetaan esitys liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta, joka on integroitu osaksi hallinnonalan toimintoja ja teknisesti kypsä. Esitetyllä ratkaisulla on edellytykset edetä tuotantokäyttöön. Tuotos: Ratkaisu liikennejärjestelmän digitaalisesta kaksosesta, joka tukee koko liikennejärjestelmän toimivuutta, turvallisuutta ja kestävyyttä. Valmistelu: Hallinnonalojen organisaatiot yhteistyössä. Yhteistyön käytännöllisten seikkojen koordinointi siirretään hallinnonalan toimijoille, esimerkiksi Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:lle.

6. Loppusanat

Digitalisaatio edellyttää tietoon ja digitaaliseen toimintaan liittyvien kyvykkyyksien ja osaamisen johdonmukaista kehittämistä. Riippumatta siitä, katsotaanko liikennejärjestelmätasoisien digitaalisen kaksosen kehittäminen tarkoituksenmukaiseksi, tulee hallinnonalan pyrkiä vahvistamaan niitä toimintansa ja ennen kaikkea yhteistyön elementtejä, joilla mahdollistetaan koneluettavan tiedon hyödyntäminen sekä uusien teknologioiden monipuolinen ja kustannustehokas käyttöönotto. Tämä edellyttää, että tietoa ja digitaalista toimintaa koskeva yhteistyö, niin hallinnonalan organisaatioiden kesken kuin myös koko toimialan ja keskeisten sidosryhmien ja viranomaisten kanssa, on johdonmukaista, symmetristä, tavoitteellista, koordinoitua ja tuloksellista. Tässä onnistuakseen, hallinnonala tarvitsee yhteisen tiedon ja digitaalisen toiminnan johtamisjärjestelmän sekä ajantasaisen tilannekuvan hallinnonalan tietopääomasta, sen hallinnoinnista ja käytöstä. Liikennejärjestelmätasoisien digitaalisen kaksosen rakentamisella on mahdollista konkretisoida ja vauhdittaa tarvittavien rakenteellisten muutosten, kyvykkyyksien, osaamisen ja teknisen kypsyyskehityksen kehitystä tarkoituksenmukaisella ja päämäärätietoisella tavalla pitkäjänteisesti. Näillä elementeillä digitalisaatiosta on rakennettavissa koko hallinnonalan yhteinen avainkyvykkyys.