Euroopan unionin rahoittama
NextGenerationEU

Rakentamissuunnittelun lähtötiedot toteutusvaiheessa

Taustaraportti

DIGI RATA

Versio	Pvm.	Kirjoittajat	Katselmoijat	Hyväksyjä	Kommentit
1.0	5.11.2025	Marika Karhu, Karel Capek, Sami Iikkanen, Kai Kiihtelys, Tommi Koskinen, Teemu Laine, Paavo Yrtti	Saara Haapala, Juha Lehtola, Joona Neuvonen, Aapo Tiilikainen, Jere Puska, Antti Lepistö	Juha Lehtola	Ensimmäinen hyväksytty versio.

Tiivistelmä

Työn tavoitteena on määrittää Digiradan toteutusvaiheen turvalaitesuunnittelun rakentamissuunnittelussa tarvittavat lähtötiedot siten, että ETCS-turvalaitesuunnittelun lopputulos on turvallinen, kustannustehokas ja täyttää tulevat operointivaatimukset. Selvitystyö tukee rakentamissuunnittelua varten laadittavien suunnitteluvaatimusten määrittelyä Digirata-hankkeen toteutusvaiheessa. Työ nojaa ensimmäisen kaupallisen radan (EKA-radan) rakentamissuunnittelusta saatuihin kokemuksiin sekä asiantuntijahaastatteluihin. Ajantasaiset, määräävyydeltään selkeät ja systemaattisesti hallitut lähtötiedot ovat edellytys laadukkaalle suunnittelulle, virheiden vähentämiselle, realistisille kustannusarvioille ja tehokkaalle aikataulunhallinnalle. ETCS-suunnitteluperusteet ovat keskeinen ohjaava lähtötieto suunnitteluohjeiden ohella.

Junaliikenteen operatiivisten tarpeiden toteutuminen riippuu monista tekijöistä, kuten nykyisestä ja ennakoidusta matkustaja- ja tavaraliikenteen kysynnästä, rautatieyritysten vaatimuksista, käytettävissä olevasta kalustosta, radan välityskyvystä, kapasiteettivaatimuksista, mahdollisista ratainfrastruktuurin kehityshankkeista, poliittisista päätöksistä ja rahoituksesta. Lähtökohtaisesti ETCS-järjestelmä mitoitetaan siten, että mahdollistetaan riittävän suuri ratakapasiteetti kustannustehokkaasti.

Liite 1 sisältää lähtötietoerittelyn Excel-muodossa. Listaus palvelee niin tilaajaa/suunnitteluttajaa kuin suunnittelijoita. Suosituksena on varata riittävästi aikaa lähtötietojen hankintaan ja validointiin ennen varsinaisen rakentamissuunnittelun aloittamista. Tämä dokumentti täydentää tilaajan työohjetta rakentamissuunnittelusta (Digirata 2025: Käsikirja - 02866 - Työohje: Rakentamissuunnittelu) taustoittamalla lähtötietoihin liittyviä näkökantoja. Lisäksi on tuotu esille lähtötietoihin liittyviä haasteita ja jatkoselvitystarpeita.

Sisältö

1 JOHDANTO 4

2 TAUSTA JA MENETELMÄT 5

2.1 Julkaisut 5

2.2 Hankelistaukset 5

2.3 Asiantuntijahaastattelut ja sidosryhmien osallistaminen 6

2.3.1 Rautatieyritysten ja HSL:n kuuleminen 6

2.3.2 Rahdinantajien kuuleminen 8

2.4 Kokemukset EKA-radan rakentamissuunnittelusta 9

3 MUIDEN HANKKEIDEN HUOMIOINTI 11

3.1 Keskeiset ratahankkeet 11

3.2 Hankkeiden yhteensovitus 14

3.3 Radan kunnossapito 16

4 KESKEISET EROT VERRATTUNA PERINTEISEEN TURVALAITESUUNNITTELUUN 17

4.1 Elementtien sijoittelu ja tarkkuus 17

4.2 Nopeuden valvonta ja ennakkotietojen suunnittelu 17

4.3 Suunnitteluohjeet 18

4.4 Riskienhallinta ja muutoksen merkittävyyden arviointi 18

4.5 Alustava arvio lisäkapasiteetin kustannuksista 18

4.6 Yhteenveto ja käytännön vaikutukset 21

5 RAKENTAMISSUUNNITTELUUN LIITTYVÄT LÄHTÖTIEDOT 22

5.1 Suunnittelua ohjaavat tavoitteet 22

5.2 Lähtötietoerittely 23

5.3 Edeltävien rataosa-alueiden opit 23

5.4 Operatiivisten tarpeiden huomiointi 24

5.5 Rautatielogistiikan kilpailukyvyn huomiointi 25

5.6 Lähtötietomalli osana ETCS-turvalaitesuunnittelua 26

5.7 ETCS-suunnitteluperusteet 27

5.7.1 Suunnitteluperusteiden tarve ja kehitys 27

5.7.2 Hankekohtaiset suunnitteluperusteet 28

5.7.3 Muuttuva toimintaympäristö 28

6 LÄHTÖTIETOIHIN LIITTYVIÄ HAASTEITA 29

7 AVOIMET ASIAT JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI 30

8 YHTEENVETO 31

9 LÄHTEET 32

10 LIITTEET 33

1 Johdanto

Työn tavoitteena on selvittää, millaisia lähtötietoja tulisi jatkossa käyttää Digiradan rataosa-alueiden rakentamissuunnittelussa, jotta ETCS-turvalaitesuunnittelu täyttää tulevat operointivaatimukset ja -tarpeet ja lopputulos on turvallinen ja kustannustehokas. Työ keskittyy nimenomaan turvalaitesuunnitteluun, joten työstä on rajattu pois muun muassa laitetilasuunnittelu ja tietoliikenneverkon suunnittelu. Selvitystyö tukee rakentamissuunnittelua varten laadittavien suunnitteluvaatimusten määrittelyä Digirata-hankkeen toteutusvaiheessa.

Oikeat ja ajantasaiset lähtötiedot parantavat suunnittelun laatua ja vähentävät virheitä. Hyvät lähtötiedot mahdollistavat realistisen kustannusarvion laadinnan ja tehostavat suunnitteluresurssien käyttöä. Kun tarvittavat tiedot ovat saatavissa alusta alkaen, hankkeen aikataulua voidaan hallita tehokkaammin ja vältytään lähtötietoihin liittyviltä viivästyksiltä. Selkeän kokonaiskuvan muodostaminen tarvittavista lähtötiedoista ja junaliikenteen operatiivisista tarpeista auttaa infrastruktuurin suunnitteluvaatimusten määrittelyssä.

Junaliikenteen operatiivisten tarpeiden toteutuminen riippuu monista tekijöistä, kuten nykyisestä ja ennakoidusta matkustaja- ja tavaraliikenteen kysynnästä, rautatieyritysten vaatimuksista, käytettävissä olevasta kalustosta, radan välityskyvystä, kapasiteettivaatimuksista, mahdollisista ratainfrastruktuurin kehityshankkeista, poliittisista päätöksistä ja rahoituksesta. Ratainfrastruktuuri, mukaan lukien ETCS-laitteet, tulee suunnitella mahdollisimman hyvin vastaamaan junaliikenteen operatiivisia tarpeita.

Ratahankkeiden suunnittelu etenee tyypillisesti vaiheittain (esiselvitys, yleissuunnitelma, ratasuunnitelma ja rakentamissuunnitelma), mutta vaiheita on mahdollista yhdistää (Väylävirasto 2023). Tämä dokumentti käsittelee ainoastaan ETCS-rakentamissuunnittelussa tarvittavia lähtötietoja, sillä Digirata-hanke voidaan pääosin rinnastaa turvalaitteiden uusimishankkeeseen. Tarve esisuunnittelulle tulee arvioida rataosakohtaisesti. Mikäli rakennetaan uutta rataa, tulee huomioida eri suunnitteluvaiheet. ETCS-turvalaitteiden rakentamissuunnittelun työn määrittelyä, hankintaa ja ohjausta on käsitelty tarkemmin *Rakentamissuunnittelun työohjeessa* (Digirata 2025d).

Työssä on huomioitu vain valtion rataverkko. Työn maantieteellinen rajaus on toteutusvaiheen toteutussuunnitelman mukainen, eli rataosa-alueet ROA2–ROA11. EKA-radan (ROA1) toteutus tehdään toteutusvaihetta edeltävän kehitys- ja verifiointivaiheen aikana. EKA-radan rakentamissuunnittelusta saadut opit ovat olleet tärkeässä roolissa, kun on tunnistettu turvalaitesuunnittelijoiden kannalta olennaisia lähtötietoja. Oppimuistioiden lisäksi tietoa on kerätty asiantuntijahaastatteluilla ja sidosryhmätyöskentelyllä.

2 Tausta ja menetelmät

Tämä selvitys on koottu useiden lähteiden pohjalta. Työn aikana on käyty läpi Väyläviraston, Traficomin ja maakuntaliittojen julkaisuja ja ohjeita, haastateltu eri asiantuntijoita, analysoitu EKA-radan rakentamissuunnittelun kokemuksia sekä muodostettu hankelistauksia käynnissä ja suunnitteilla olevista ratahankkeista.

2.1 Julkaisut

Väyläviraston ratahankkeilla on neljä suunnitteluvaihetta: esiselvitys, yleissuunnitelma, ratasuunnitelma ja rakentamissuunnitelma (Väylävirasto 2023). Rataosuuksien kehitystarpeet ilmenevät usein esiselvityksistä. Julkiset selvitykset on koottu julkaisuarkisto Doriaan. Lisäksi muut tahot, kuten esimerkiksi maakuntaliitot, voivat teettää selvityksiä. Esiselvityksistä käy yleensä ilmi, onko esimerkiksi rataosuuden välityskyvyssä parantamistarpeita, mikä on Digirata-hankkeen kannalta tärkeä tieto. Todennäköisesti toteutuvien ratahankkeiden listaamisessa tärkeitä lähteitä ovat Väyläviraston suunnittelu- ja investointiohjelmat. Lisäksi Väyläviraston sivuilla ilmoitetaan lakisääteisistä yleis- ja ratasuunnitelmista.

Digiradan kannalta oleellista on myös liikennepaikkojen kehitystarpeiden tunnistaminen. Näitä on haastava kerätä yhteen kootusti etukäteen, sillä tarpeita on paljon ja julkisia ratapihakohtaisia lähteitä on saatavissa vain rajatusti. Vuosina 2013–2014 on kartoitettu liikennepaikkojen kehitystarpeita laajasti, ja ne löytyvät kootusti Väyläviraston tietokannasta (rajoitettu saatavuus). Koska useat nykyiset liikennepaikkakohtaiset selvitykset ovat jo vanhentuneita ainakin osittain ja vanhentuneiden selvitysten osuus kasvaa Digirata-hankkeen edetessä 2030-luvun puolelle, mikäli uusia selvityksiä ei julkaista, ei liikennepaikkojen kehitystarpeita ole listattu tässä työssä. Rakentamissuunnittelun käynnistyessä liikennepaikkojen kehitystarpeet on kuitenkin syytä huomioida ja tarvittaessa selvittää ajantasainen tilanne.

2.2 Hankelistaukset

Hankelistaukset auttavat tunnistamaan, mitä muita ratahankkeita Suomen rataverkolla on käynnissä samanaikaisesti Digiradan kanssa ja toisaalta millaisia hankkeita on suunnitteilla. Rataosa-alueittain keskeisten hankkeiden tunnistaminen on tärkeää, jotta voidaan arvioida hankkeiden vaikutukset toisiinsa ja mahdollinen yhteensovitustarve. Hankkeet, jotka valmistuvat ennen Digiradan käyttöönottoa, tulee huomioida järjestelmän suunnittelussa. Muutokset, jotka valmistuvat vasta käyttöönoton jälkeen, tulee huomioida käyttöönotetun järjestelmän muutostyönä.

Tilaaja tai suunnitteluttaja kokoaa yhteen tarvittavat tiedot rinnakkaisista hankkeista rakentamissuunnittelun lähtötiedoksi. Lisätietoja ratahankkeista saa Väyläviraston asiantuntijoilta, mutta myös julkisista lähteistä, kuten Väyläviraston investointi- ja suunnitteluohjelmista sekä valtiovarainministeriön julkaisemista talousarvioista. Hankkeiden toteutumiseen vaikuttavat valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma (Liikenne 12) ja poliittiset päätökset.

2.3 Asiantuntijahaastattelut ja sidosryhmien osallistaminen

Työn aikana haastateltiin Fintrafficin ja Väyläviraston asiantuntijoita sekä EKA-radan rakentajakonsulttia seuraavista teemoista:

- Toteutusvaiheen toteutussuunnittelun näkökulmat (Saara Haapala)
- EKA-radan rakentamissuunnittelukokemukset (Pasi Kråknäs, Johanna Kuismin ja Antti Lepistö)
- Rataverkon kunnossapito (Mikko Sauni)
- Tulevat ratahankkeet ja hankkeiden yhteensovitus (Kristiina Hallikas, Maija Märkälä, Taru Palsa ja Jukka Ronni)

Lisäksi työn aikana järjestettiin erilliset keskustelutilaisuudet kolmen rautatieyrityksen sekä Helsingin seudun liikenteen (HSL) kanssa. Tehdyt haastattelut ja käydyt keskustelut tukivat kattavan kokonaiskuvan muodostamista tarvittavista lähtötietoista ja yhteensovitettavista asioista eri sidosryhmien kannalta. Haastatteluissa esiinnousseita asioita on huomioitu lähtötietomäärittelyssä. Rahdinantajien näkemyksiä rautatiejärjestelmän kehittämisestä saatiin Väylävirastolta viraston ja yritysten välisistä keskusteluista kootusti siten, etteivät yksittäiset vastaajat ole tunnistettavissa.

2.3.1 Rautatieyritysten ja HSL:n kuuleminen

Työn aikana järjestettiin erilliset keskustelutilaisuudet kolmen rautatieyrityksen (VR-Yhtymä Oyj, Fenniarail Oy ja North Rail Oy) sekä Helsingin seudun liikenteen (HSL) kanssa. Keskustelujen pääpaino oli operatiivisten tarpeiden huomioimisessa Digiradan rakentamissuunnittelussa. Tilaisuuksissa käytiin läpi turvalaitesuunnittelua, rakentamissuunnittelussa tarvittavia lähtötietoja, hankkeiden yhteensovitusta sekä junaliikenteen visioaikataulua (visioaikataulun osalta katso erillinen raportti *Junaliikenteen visioaikataulu rakentamissuunnittelun tukena, Digirata 2025*). Organisaatiot antoivat myös

näkemyksiä Digiradan suunnittelussa huomioitavista asioista. Alla on kuvattu keskeisiä nostoja rautatieyritysten ja HSL:n kuulemisesta.

Digirata-hankkeen keskeisiä hyötyjä ovat rataverkon välityskyvyn paraneminen ja asemavälisuojastuksesta eroon pääseminen. Hankkeessa tulee panostaa fyysiseen vapaanaolonvalvontaan ja tiheään suojastukseen, jotta voidaan varmistaa riittävän suuret kapasiteettihyödyt. Esimerkiksi HSL-alueella aikataulunmukainen vuorovälitavoite tulisi olla 2,5 minuuttia, ja häiriötilanteissa junien tulee pystyä liikennöimään hyvin lähellä toisiaan. Muita Digiradan tunnistettuja mahdollisia hyötyjä ovat muun muassa kulkuteiden vapautumisen nopeutuminen, häiriösietoisuuden paraneminen laitteiden vähentyessä, turvallisuuden paraneminen, tupla-ajolupamerkit liikennepaikoilla sekä vaihtotöiden operatiiviset ja tekniset innovaatiot.

Digiradan toteutuksessa tulee ottaa huomioon nykyisin käytössä olevan rautatieverkon ja suunniteltujen hankkeiden lisäksi käytöstä poistettu rautatieinfrastruktuuri. Esimerkiksi käytöstä poistettuja kuormauspaikkoja saattaa olla tarpeellista ottaa uudelleen käyttöön tulevaisuudessa. Vaihtoliikkeillä olisi hyvä olla valmis toimintamalli erityisesti niillä liikennepaikoilla, joissa tehdään harvemmin vaihtotöitä. Valmis toimintamalli tehostaisi merkittävästi häiriötilanteissa toimimista.

ETCS-järjestelmä toteutetaan rataverkolle vaiheittain, minkä vuoksi rataverkolle muodostuu siirtymävaiheessa kohtia, joissa junien kulunvalvontajärjestelmä vaihtuu matkan aikana. Rautatieyritysten näkemyksenä on, että tasonvaihto nykyisestä JKV:sta ETCS-järjestelmään sekä toisinpäin tulee pystyä tekemään liikkeessä. Mikäli kulunvalvontajärjestelmästä toiseen siirtyminen edellyttää junien pysähtymistä, aiheutuu merkittäviä matka-aikahaittoja erityisesti tavaraliikenteelle vaikuttaen samalla kielteisesti rataosuuden välityskykyyn. Lisäksi vaikutukset näkyisivät esimerkiksi liikennöintikustannuksissa.

Digiradasta huolimatta rataverkolla tarvitaan edelleen raideopastimia, joiden kautta voidaan muodostaa kulkuteitä. Käytössä tulee olemaan pitkään sellaista vaihtotyökalustoa, jossa ei ole ETCS-varustelua. Vaihtotyön mobiilikäyttöinen päätelaite (HandHeld Terminal, HHT) voi tulevaisuudessa mahdollistaa raideopastimista luopumisen. Sen avulla voitaisiin muodostaa vaihtokulkuteitä ja kääntää vaihteita sähköisesti esimerkiksi puhelimella. HHT jäi toistaiseksi toteutumatta aikataulusyistä EKA-radalla, mutta tulevaisuudessa sen käyttöönotto olisi erittäin toivottavaa.

Helsingin ratapihan suunnittelussa tulee huomioida selvitetyt mahdollisuudet välityskyvyn nostamiselle. Esimerkiksi ratapihan itäisimmiltä raiteilta lähteville ja niille saapuville junille on selvitetty ”konfliktipisteen siirtoa”, jonka myötä lähtevän ja saapuvan junan ristiinajolle on kaksi vaihtoehtoista paikkaa. Konfliktipisteen siirto vaikuttaa myös Helsingin asetinlaitteeseen. Lisäksi Etelä-Suomen keskeisillä asemilla, kuten Pasilassa ja Tikkurilassa, on tehtävä optimaaliset ratkaisut mahdollisimman sujuvan liikennöinnin varmistamiseksi.

Helsingin ratapihalla JKV-alue päättyy ennen Helsingin laitureita vaikuttaen alentavasti nopeusrajoitukseen. Tulevaisuudessa junakulunvalvonta on ulottumassa laitureille asti, jolloin voisi olla mahdollista määrittää nopeusrajoitus kulkutien perusteella. Toimenpide lyhentäisi Pasilan ja Helsingin välistä ajoaikaa.

HSL-alueella kulkutiet varautuvat turhan pitkään aiheuttaen viivytyksiä muille junille. Kulkuteiden nopeampaan vapautumiseen ja vastaavasti myöhemmin varautumiseen tulisi kehittää ratkaisuja liikenteellisen välityskyvyn parantamiseksi. Tähän voidaan vaikuttaa muun muassa vaihteiden kääntämisen tehokkaammalla ennakkovalmistelulla. Kaikki ajoaikaa lyhentävät ja kapasiteettia parantavat toimenpiteet ovat HSL-alueella hyödyllisiä.

Häiriönhallinnan näkökulmasta junia tulisi voida kääntää missä kohtaa HSL-alueen rataverkkoa tahansa riippumatta junayksiköiden määrästä tai junan pituudesta. Myös junien kokoonpanomuutosten tekeminen muuallakin kuin liikennepaikoilla toisi joustavuutta liikennöintiin. Lisäksi junien kääntöaika on pyrittävä minimoimaan paremman laiturikapasiteetin varmistamiseksi ja kalustokierron tehostamiseksi. Esimerkiksi niin sanotun takakäännön mahdollisuutta on hyvä pohtia tapauskohtaisesti.

Asemakohtaisesti toivottaisiin selkeää ohjeistusta junan viimeiselle mahdolliselle pysähtymiskohdalle, minkä lisäksi jarrutuksen (jarrukäyrien) tarkkuutta tulisi parantaa kuljettajan työskentelyn helpottamiseksi. Tarve olisi myös hyvälle junan ovien avautumista koskevalle toimintamallille. Mikäli junan jarrutus menee pitkäksi tai junassa on enemmän yksiköitä kuin laiturin pituus mahdollistaa, laiturin ulkopuolelle jäävät ovet eivät voi avautua matkustajien turvallisuuden vuoksi.

Rautatieyritykset ja HSL kokevat tulleensa kuulluiksi Digirata-hankkeessa. Yleisesti ottaen rautatieyritykset pääsevät osallistumaan rautatiehankkeisiin erityisesti esiselvitysvaiheen sidosryhmäyhteistyön kautta. Osa yrityksistä toivoo, että heitä kuultaisiin vahvemmin myös myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, jotta tehtävät infrastruktuurin kehittämistoimenpiteet palvelevat mahdollisimman hyvin liikenteellistä tarvetta.

2.3.2 Rahdinantajien kuuleminen

Työn aikana kuultiin paria rahdinantajaa rautatiejärjestelmän kehittämistarpeista. Keskeiset kysymykset olivat, miten rautatiejärjestelmää tulisi kehittää, jotta tavarakuljetuksia voitaisiin siirtää enemmän maanteiltä raiteille ja millaisia muutoksia rautatiejärjestelmään tulisi tehdä, jotta rautatiekuljetukset olisivat nykyistä houkuttelevampia.

Suurin rautateitse kuljetettava tavaralaji on raakapuu. Raakapuujunien (ja sellu/tuotejunien) maksimipituus on kasvanut modernin vetokaluston myötä. Junissa voi nykyisin olla 27 Snps-vaunua tai 30 Sp-vaunua, jolloin junan pituus on noin 635 metriä, mikä asettaa vaatimuksia kuormausraiteiden pituudelle sekä linjaraiteiden kohtaus- ja ohituspaikkojen pituuksille.

Raakapuukuormauspaikkaverkoston tulee olla toimiva, jotta raakapuukuljetuksia on mahdollista liikennöidä kustannustehokkaasti. Lisäksi kuormauspaikkojen moderni infrastruktuuri (riittävän pitkät kuormausraiteet ja tehokas kuormausjärjestelmä) ja hyvä palvelutaso (auki ympäri vuorokauden) tehostavat rautatiekuljetuksia parantaen niiden kannattavuutta. Raakapuuterminaaleissa toimiminen tulisi olla helppoa ja turvallista, ja tarpeen mukaan terminaalien tulisi olla sähköistettyjä.

Pohjois-Suomessa on panostettu kuormauspaikkaverkkoon, mutta Etelä-Suomessa kehityskulku on ollut hidasta. Olisi tärkeää säilyttää kriittiset, pienemmät kuormauspaikat siihen asti, kun vaikutusalueelle valmistuu uusia, modernimpia kuormauspaikkoja.

Viime aikoina rautateiden kilpailukyky on kehittynyt huonompaan suuntaan pääosin muista kuin rautatieninfrasta johtuvista syistä. Rautatieinfran näkökulmasta järjestelmän tulee olla mahdollisimman turvallinen ja tehokas, minkä lisäksi rataverkon sähköistäminen parantaa rautateiden kilpailukykyä. Digiradan keskeinen hyöty on rataverkon välityskyvyn nostaminen mahdollistaen junien nykyistä tiheämmän liikennöinnin.

2.4 Kokemukset EKA-radan rakentamissuunnittelusta

EKA-radan rakentamissuunnittelun kokemuksia kerättiin Digiradassa laadittujen oppimuistioiden pohjalta (Digirata 2024a ja Digirata 2024b) sekä haastattelemalla EKA-radan suunnitteluun osallistuneita suunnittelijoita ja tilaajan edustajia. Kokemusten analysoinnissa on keskitytty lähtötietoihin liittyviin huomioihin. EKA-radalla tarkoitetaan ensimmäistä kaupallista rataosaa (Lielahti-Pori/Rauma), joka toteutetaan osana Digiradan kehitys- ja verifiointivaihetta.

EKA-radan suunnittelun aikana havaittiin puutteita muun muassa objektikirjastossa, Ihku-laskentapalvelussa sekä turvalaitteiden lähtötietojen, kuten kaapelireittien ja sijoituskarttojen, ajantasaisuudessa. Myös tasojako-ohje tulisi päivittää ajantasaiseksi. ETCS-piirrossymboleja tarvitaan sekä 2D- että 3D-muodossa. Kaikkia tarvittavia turvalaite-elementtejä ei löydy vielä 3D-muodossa, joten objektikirjasto vaatii täydentämistä. Olennaista on varmistaa, että rakentamissuunnittelussa tarvittavat objektit on esitetty yksiselitteisesti ja ne toimivat tarvittavissa suunnitteluohjelmistoissa.

EKA-radan kaapelointitiedoissa havaittiin isoja puutteita. Kaapeleiden osalta haasteita ilmeni myöhemmin myös rakentamisen aikana, jolloin huomattiin, että maastokatselmuksen suorittaminen on välttämätöntä kaapelikanavien, kansien ja alitusputkien inventoimiseksi ja niiden toimivuuden testaamiseksi jo rakentamissuunnitteluvaiheessa.

Ihku-laskentapalvelussa ei ollut saatavilla kaikkia tarvittavia ETCS-järjestelmään liittyviä rakennusosia EKA-radan suunnittelun aikana. EKA-radalta tullaan saamaan toteumatietoja rakentamisen päätyttyä, jolloin viimeistään Ihkuun tulisi lisätä päivitettyjä kilometri- ja

elementtikustannuksia, mutta panosluettelon päivittämistä kannattaisi tehdä mahdollisuuksien mukaan jo aiemmin.

EKA-radan suunnittelussa sovellettiin pääosin perinteistä turvalaitesuunnittelua, ja tiedot vietiin tietomalliin vasta projektin loppuvaiheessa loppudokumentointia ja arkistointia varten. Jatkossa tietomallia ja sen tarjoamia ominaisuuksia on mahdollista hyödyntää tehokkaammin eri vaiheissa. Väyläviraston väylätiedonhallinnan visio vuodelle 2030 on rakentaa mahdollisimman hyvin väylänpitoa tukeva väyläverkon digitaalinen malli ja tärkeimmistä kohteista digitaalinen kaksonen, joka sisältäisi ajantasaisen infratiedon lisäksi myös väylien kunto- ja ennustemallit (Väylävirasto 2024d).

Digirata-hankkeella on syksystä 2025 alkaen käynnissä ratainfratiedon hallintaan liittyviä selvityksiä. Suomen ratainfratiedon datastandardin määrittelytyössä selvitetään eri järjestelmien tarvitsemat tietotyypit ja parametrit, sekä laatu- ja tarkkuuskriteerit, jotta voidaan muodostaa yhtenäinen datastandardi. Lisäksi standardoidun tiedonsiirtomallin käytöstä ja soveltamisohjeista toteutusvaiheessa laaditaan erillinen selvitys.

ETCS-suunnittelu tehdään tarkemmalla tasolla kuin JKV-suunnittelu, joten raidegeometrian mittausperustan huolelliseen laatimiseen on varattava riittävästi aikaa. Mittaukset tulee sitoa voimassa olevaan viralliseen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään, eikä raidegeometriaa voi siirtää sellaisenaan koordinaattijärjestelmästä toiseen. Mobiililaserkeilaus on hyvä tapa kerätä infran lähtötietoa suunnitteluun. Siten saadaan muodostettua tietomallissa tarvittava maanpintamalli ja voidaan määrittää turvalaite-elementtien sijainnit. Kerättyä tietoa voidaan hyödyntää olemassa olevien suunnitelmien ajantasaisuuden tarkistamisessa geometriatietojen suhteen. Rakentamissuunnittelussa on tärkeää varmistaa, että keilausajankohdan jälkeen mahdollisesti tapahtuneet inframuutokset, kuten esimerkiksi vaihteenvaihdot ja tuennat, ovat suunnittelijoiden tiedossa. Olennaista on myös varmistaa, että käyttöönoton jälkeen mittatieto on ajan tasalla. Aihetta käsitellään tarkemmin Suomen ratainfratiedon datastandardissa.

EKA-radan lähtötiedoissa todettiin olevan paljon laaduntarkistusta vaativaa tietoa, mikä korostaa lähtötietojen määrittelyn merkitystä. Eri rekistereistä saatavat tiedot tulee validoida. Esimerkiksi tasoristeyksen sijainti saattaa vaihdella eri tietolähteissä. Parasta olisi, jos suunnittelijoilla olisi heti työn alussa käytössä validoidut lähtötiedot ja lähtötietomalli. Kaikki rataosalla tehdyt muutokset tulee kirjata lähtötietomalliin. EKA-radan suunnittelussa huomattiin, että eri lähteistä hankitut lähtötiedot poikkesivat toisinaan. Mitä pidemmälle epävarmuudet tai virheet suunnittelussa päätyvät, sen vaikeampi niitä on myöhemmin korjata. Näin ollen lähtötietojen keräämiseen, lähtötietomallin laatimiseen ja tietojen validoimiseen on varattava riittävästi aikaa.

Digiradan Tietovirta-projektissa havaittiin, että vaikka EKA-radan suunnittelukonsultit käyttivät samoja suunnitteluohjeita, erosivat lopputulokset toisistaan. Suunnitelmien yhtenäisyys kärsi ja suunnitelmien yhtenäistämiseen tarvittiin lisätyötä, mikä puolestaan vaikutti projektin kokonaislaatuun, aikatauluun ja tavoitteiden saavuttamiseen. (Digirata

2025c.) EKA-radan suunnittelijoiden näkökulmasta eroja tuntui olevan lähinnä piirustustekniikassa, mutta myös mahdollisia tulkintaeroja esimerkiksi RATO 22 -ohjeesta. Parannustoimenpiteenä ehdotetaan ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista pidettävää kehitysvaihetta, johon eri suunnittelutahot osallistuisivat. Tuolloin sovittaisiin yhtenäiset menettelytavat ja se, miten varmistetaan aineistojen yhteensopivuus.

Tietovirta-projektissa todettiin, että liikennesuunnitelmalla on keskeinen rooli rataosakohtaisessa suunnittelussa ja toteutuksessa. Liikennesuunnitelma mahdollistaa liikennejärjestelyjen ja tulevaisuuden tarpeiden kattavan huomioimisen. Hyvin laadittu liikennesuunnitelma toimii tärkeänä tietolähteenä ja ohjenuorana päätöksenteossa varmistamalla, että ratkaisut perustuvat tarkkaan tietoon kyseisen rataosan erityispiirteistä ja tarpeista niin nykyhetkellä kuin pitkän aikavälin näkökulmasta. (Digirata 2025c.)

3 Muiden hankkeiden huomiointi

3.1 Keskeiset ratahankkeet

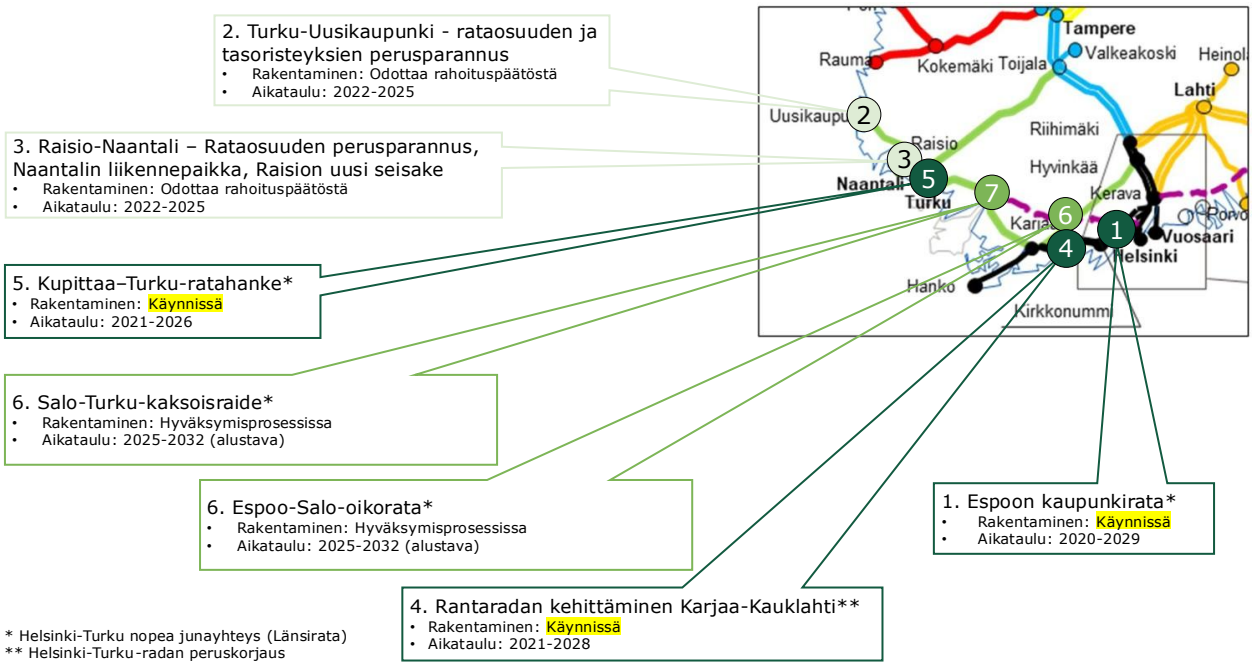
Tämän raportin kirjoitushetkellä Suomen rataverkon keskeisimpiä ratahankkeita ovat Suomen pääradan ja Rantaradan sekä Savon radan ja Karjalan radan perusparannukset ja kehittäminen sekä erillisten hankeyhtiöiden, kuten Länsiradan, Itäradan ja Lentoradan, edistämä kehityssuunnittelu. Keskeisimmät hankkeet sijoittuvat pääosin suurimpien kasvukäytävien ja Euroopan laajuisen liikenneverkon TEN-T-ydinalueelle. Lisäksi koko Suomen rataverkon kattavia hankkeita ovat tasoristeysturvallisuuden parantamisohjelma, ratapihojen, henkilöliikennepaikkojen ja raakapuukuormauspaikkojen kehittäminen sekä ratasähköistyksen laajentaminen. Eurooppalaiseen raideleveyteen siirtyminen Pohjois-Suomessa on kansallisen selvityksen alla. Keskeisimmät ratahankkeet on kerätty pääosin Väyläviraston suunnitteluohjelmasta vuosille 2025–2028 (Väylävirasto 2024e).

Suomen pääradalle, eli Helsingistä Ouluun sisältyville rataosuuksille, on suunnitteilla monia hankkeita, jotka liittyvät varsinkin rataosuuksien välityskyvyn ja kapasiteetin kehittämiseen tulevaisuuden liikennemäärien turvaamiseksi sekä skaalautuvuuden parantamiseksi. Pääradan merkittävin kehittämishanke sijoittuu Helsinki–Riihimäki-osuudelle (Digiradan toteutusvaiheessa osa rataosa-aluetta ROA4), jossa parannetaan sen liikennepaikkoja ja rakennetaan lisäraiteita henkilöjunaliikenteen ja tavarajunaliikenteen yhteensovittamisen sekä häiriönsietokyvyn ja kapasiteetin parantamiseksi. Rakennushanke ulottuu tämänhetkisten tietojen perusteella ainakin vuoteen 2030. Lisäksi suunnittelussa on kohtauspaikkojen lisääminen rataosuudelle Riihimäki–Tampere. Muita keskeisiä pääradan suunnitteluhankkeita ovat rataosuuksien Liminka–Oulu (ROA6) ja Lielahti–Lakiala (ROA3)

kaksoisraiteiden suunnittelu sekä usean liikennepaikan kehittäminen Tampereen ja Oulun välillä. Näiden hankkeiden suunnittelu on joko hyväksytty tai käsittelyssä vuoden 2025 aikana.

Rataosa-alueiden ROA2 ja ROA4 välillä sijaitsevan Rantaradan, eli Helsingin ja Turun välisen rataosuuden merkittävin hanke on käynnissä oleva Karjaa–Kauklahti-osuuden kehittäminen, jossa radan korjaus- ja kehittämistoimenpiteiden avulla pyritään varmistamaan rataosuuden liikenteen sujuvuus ja turvallisuus sekä parantamaan muun muassa matkustusmukavuutta. Hanke valmistuu tämänhetkisen tiedon mukaan vuonna 2028. Helsingin ja Turun välinen nopea junayhteys, eli Länsirata, koostuu eri hankkeista, joista keskeisimpiä ovat tällä hetkellä käynnissä oleva Espoon kaupunkirata (arvioitu valmistuminen 2029) sekä kokonaan uusi, mahdollisesti rakennettava Espoo–Salo-oikorata.

Kuvaan 1 on koottu esimerkkinä sekä rataosa-alue ROA2:n keskeisimmät tulevat hankkeet että Länsirataan liittyvät käynnissä olevat hankkeet. Lisäksi Raisio–Naantali-osuudelle on suunniteltu optio henkilöjunaliikenteen aloittamiselle. Kuten kuvasta huomataan, huomioitavia hankkeita saattaa olla useampi käynnissä samanaikaisesti ROA2:n rakentamissuunnittelun ja toteutuksen aikana.



Kuva 1. Karttakuva ROA2:n ja Länsiradan keskeisimmistä ratahankkeista (tilanne 06/2025).

Länsiradan lisäksi Itäradan ja Lentoradan suunnittelu on alussa, joten hankkeiden laajuus ja toteutuminen on epävarmaa. Digiradan toteutusvaihetta ajatellen Lentoradan eli Helsinki-Vantaan lentoaseman yhdistäminen Suomen päärataan, sekä myöhemmin mahdollisesti myös Itärataan (pääkaupunkiseudun raideliikenteen yhdistäminen Porvoon ja Kouvolan kautta Itä-Suomeen) olisivat kuitenkin merkittäviä hankkeita toteutuessaan. Molemmat

hankkeet tulevat olemaan suunnitteluvaiheessa vielä 2030-luvulla, joten suunnitelmat ja reittivaihtoehdot voivat vielä muuttua Digiradan rataosa-alueiden toteutusvaiheen aikana.

Rataosa-alueeseen ROA5 (osana Karjalan rataa) on kohdistunut paljon etenkin välityskykyä parantavia hankkeita. Luumäki–Imatra-rataosuuden kapasiteetin ja välityskyvyn kehityshankkeen valmistuttua vuonna 2024 ja Kouvola–Kotka–Hamina-rataosuuden valmistuessa vastaavasti vuonna 2025, tulevia keskeisimpiä ratahankkeita ovat Luumäki–Joutseno-rataosuuden nopeuden nosto ja kaksoisraiteiden suunnittelu sekä Kouvola–Luumäki-rataosuuden peruskorjaus. Jälkimmäinen hanke ehtii tämänhetkisen tiedon perusteella valmistua vuoden 2027 loppuun mennessä. Suunnittelussa on lisäksi Kotkassa sijaitsevan uuden Kotolahti–Mussalo-läpiajoraiteen rakentaminen.

Keskeisimmät ratahankkeet suurimpien kasvukäytävien ulkopuolella ovat rataosa-alueella ROA8 sijaitsevan Savon radan (Kouvolan ja Kuopion välillä) nopeuden nosto ja kapasiteetin parantaminen, sekä kapasiteetin parantaminen Iisalmen ja Kontiomäen välillä uusien liikennepaikkojen ja välisuojastuspisteiden avulla. ROA7:n Karjalan radalle (Imatran ja Joensuun välillä) tarvitaan lisää kapasiteettia, ja tämän kehityshankkeen tavoitteena on pitkällä aikavälillä parantaa rataosuuden välityskykyä ja lyhentää matka-aikoja. Näiden hankkeiden suunnittelu jatkuu ainakin vuoteen 2027 asti.

Koko Suomen rataverkon kattavista hankkeista tasoristeysturvallisuuden parantamisohjelmalla pyritään poistamaan tasoristeyksiä, varustamaan ne tasoristeyslaitoksella tai muulla tavoin parantamaan tasoristeysolosuhteita. Tasoristeysten poistaminen tukee osaltaan nopeudennostotavoitteita. Nämä toimet parantavat liikenneturvallisuutta etenkin kasvukäytävien ulkopuolella olevilla tavaraliikenneosuuksilla, ja niitä pyritään yhteensovittamaan muun muassa perusparannushankkeiden kanssa. Keskeisimpiä perusparannushankkeita ja samalla tasoristeysturvallisuuden parantamiseen liittyviä hankkeita ovat rataosuudet Seinäjoki–Kaskinen (Suupohjan rata) ja Seinäjoki–Vaasa (ROA10), rataosa-alueen ROA8 Jyväskylä–Pieksämäki (valmistuu 2028) ja kuvassa 1 mainittu Turku–Uusikaupunki. Myös yksittäisiin tasoristeyksiin liittyvät parannukset tulee huomioida rakentamissuunnittelussa, sillä tasoristeyslaitoksen poistaminen tai uuden rakentaminen vaatii muutoksia keskitettyyn turvalaitejärjestelmään.

Rataosuuksien lisäksi ratapihojen ja erillisten liikennepaikkojen kehittämisen osalta keskeisimpiä hankkeita ovat Tampereen henkilöratapiha (valmistuu 2031) sekä Oulun henkilöratapiha, jonka ratasuunnitelma on hyväksynnässä vuoden 2025 aikana. Lisäksi lähivuosina on tarkoitus kehittää muun muassa Lappeenrannan, Kellon ja Vammalan liikennepaikkoja.

Lappeenrannan liikennepaikan kehittäminen on merkittävin tulevaisuuden hanke koskien rataosuuksista erillisiä liikennepaikkahankkeita. Muita pienempiä hankkeita ovat Oulussa sijaitsevan Kellon liikennepaikan rakentaminen sekä Sastamalassa sijaitsevan Vammalan liikennepaikan kehittäminen.

Ratasähköistyksen laajentamiseen liittyviä ajankohtaisia hankkeita ovat vuonna 2025 valmistuneen Hyvinkää–Karjaa–Hanko-rataosuuden (ROA4) lisäksi Tornio–Kolari (ROA9) sekä Raisio–Naantali-sähköistys (ROA2).

3.2 Hankkeiden yhteensovitus

Hankkeita pyritään mahdollisuuksien mukaan yhteensovittamaan rakentamisen aikaisten liikennekatkojen ja myös rakentamiskustannusten minimoimiseksi. Yhteensovittamisen suunnittelun helpottamiseksi tarvitaan hyvissä ajoin tieto hankkeiden laajuudesta, työvaiheista ja suunnitellusta toteutusajankohdasta. On kuitenkin mahdollista, että päätökset esimerkiksi yksittäisten tasoristeysten poistamisesta tehdään, kun jokin laajempi hanke on jo toteutuksessa, jolloin yhteensovittamisen valmistelu tehdään pikaisella aikataululla. Ylipäätään peruskorjaushankkeita ei voida aina toteuttaa suunnitellussa laajuudessa ja aikataulussa.

Digirata-hankkeen kannalta optimaalisinta olisi mahdollisimman vähäinen yhteensovitus muiden hankkeiden kanssa. Keskeisenä syynä tähän on muiden hankkeiden mahdollinen aikataulun pitkittyminen, joka vaikuttaisi tällöin myös Digiradan toteutuksen aikatauluun. Yhteensovitusta ei kannata suunnitella, ennen kuin on tehty päätös hankkeiden toteutuksesta ja niiden laajuudesta. Kuitenkin yhteensovitukseen tulee kiinnittää riittävästi huomiota etenkin pääradan tiheän liikenteen alueilla, jotta pääradan liikenne ei vaikeudu liikaa eri hankkeiden toteuttamisen vuoksi lähivuosina.

Digiradan ROA-toteutusjärjestystä ei ole mahdollista muuttaa muiden infrahankkeiden yhteensovituksen takia, sillä kaluston varustelu ja tarvittavat muutokset vievät useita vuosia. Esimerkiksi operaattorit joutuvat käynnistämään kaluston varustelun monia vuosia etukäteen liikennöidäkseen ETCS-varustellulla rataosalla. Myös esimerkiksi liikenteenhallintajärjestelmän (TMS) uusiminen pitkäkestoisine hankintasopimuksineen vie paljon aikaa. Muiden infrahankkeiden aikataulun muuttaminen ei välttämättä sekään ole mahdollista, sillä rahoituspäätökset kohdistuvat tietyille vuosille. Näin ollen hankkeiden yhteensovitusta voi tehdä vain silloin, kun se ei aiheuta merkittäviä kustannuksia, viivästytä Digiradan toteutusta tai muutoin aiheuta merkittävää haittaa toteutukselle.

Väyläviraston vuosittain julkaisemassa kapasiteettistrategiassa on käyty läpi kapasiteetin ennakkosuunnitteluun, kapasiteetin jakoprosessin uudistamiseen sekä ratatöiden ja liikenteen yhteensovittamisen kehittämiseen liittyviä asioita kolmen vuoden päähän. Kapasiteettistrategiassa on listattu esimerkiksi merkittävimpiä ennakoituja kapasiteettirajoitteita. Verkkoselostuksesta löytyy puolestaan lyhyemmän aikavälin näkymiä tuleviin ratatöihin lähivuosille.

Digiradan yhteensovittamisen osalta on keskeistä miettiä, minkälaiset hankkeet ovat yhteensovitettavissa Digiradan toteutuksen kanssa. Esimerkiksi Digiradan

käyttöönottokatkoon ei ole yhdistettävissä sillan siirtäminen tai muu vastaava hanke, joka estää liikennöinnin, sillä käyttöönottoon sisältyy merkittävä määrä testiajoja.

Yhteensovitettavat hankkeet voivat sijaita rakennettavalla rataosuudella, mutta liikennekatkojen optimoinnissa tulee ottaa huomioon myös muut rataverkolla tehtävät hankkeet, jotta liikenteelliset vaikutukset jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Yhteensovittamisen lisäksi tulee pohtia, mitkä hankkeet kannattaa tehdä ennen Digiradan toteuttamista ja mitkä jälkeen. Esimerkiksi radan geometriamuutokset kannattaa tehdä lähtökohtaisesti ennen Digiradan toteutusvaiheen ajankohtaa. Toisaalta on huomioitava, että geometriamuutosten tekeminen ennen Digirataa voi johtaa kahteen kertaan tehtäviin turvalaitemuutoksiin. Jos peruskorjaushanke ja ETCS-turvalaitevarustelu osuvat ajallisesti lähelle toisiaan, voi olla hyödyllistä toteuttaa Digiradan valmistelevia töitä osana peruskorjaushanketta. Mikäli ETCS-varustelu on jo toteutettu ja peruskorjaus tehdään vasta sen jälkeen, on tärkeää ymmärtää, miten ETCS-varustelua käsitellään ja miten se tulee huomioida peruskorjauksessa. Myös rakentamisen jälkeen käytön aikana voi ilmetä yhteensovitustarpeita esimerkiksi ERTMS-järjestelmään liittyvien ohjelmistopäivitysten tai -korjausten vuoksi.

Inframuutoksia on syytä tarkastella myös elinkaarinäkökulmasta. Jos ratainfraa muutetaan Digiradan toteuttamisen jälkeen, vaatii se usein muutoksia ERTMS-järjestelmään. Mikäli kustannuksiin ei ole osattu sisällyttää ETCS-varustelun päivityskustannuksia, voi se johtaa budjettiylityksiin. ETCS perustuu tarkkaan sijaintitietoon, joten esimerkiksi pienetkin geometriamuutokset voivat vaatia järjestelmän tietojen päivittämistä. Ongelmien minimoimiseksi tarvitaan kokonaisvaltaista elinkaarihallintaa ja hyvää ennakkosuunnittelua, jossa huomioidaan eri järjestelmien ja komponenttien erilaiset elinkaaret.

Digiradan toteutusvaiheen eteneminen tulee sovittaa yhteen muiden infraan vaikuttavien hankkeiden, kuten peruskorjausten, tasoristeyshankkeiden ja tavanomaisten infran pienien muutosten kanssa tapauskohtaisesti. On syytä pohtia rataosakohtaisesti, miten eri hankkeet onnistuvat parhaiten. Hankkeiden vaiheistuksessa on huomioitava kustannustekijät ja vaikutukset käyttöönottoon. Alla on kuvattu eri vaihtoehtoja hankkeiden toteuttamisjärjestykselle ja mahdollisia seurauksia:

- Jos kohteen peruskorjaus tehdään ennen Digirataa, sovitetaan se nykyjärjestelmän mukaiseksi. Digiradan vuoksi tulevat mahdolliset muutostarpeet käsitellään myöhemmin.
- Jos kohteen peruskorjaus tehdään suoraan ETCS-järjestelmän mukaiseksi, ei sitä voi ottaa käyttöön JKV-aikana.
- Jos peruskorjaus ja ETCS-muutokset tehdään samanaikaisesti, pitää hankkeet sovittaa hyvin yhteen, jotta vältytään pitkiltä liikennekatkoilta ja töiden yhteensovittamisen haasteilta.

Katkoista aiheutuvat liikennehaitat tulee minimoida ja hyödyntää mahdollisuuksien mukaan samanaikaisia työrakoja muiden käynnissä olevien hankkeiden kanssa. EKA-radalla hyviä kokemuksia pienimuotoisista yhteensovituksista on Nokian liikennepaikan, Tampere–Pori-tasoristeyshankkeen ja Tampereen henkilöratapihan tuomien liikennekatkojen yhteensovituksessa Digiradan töihin. Katkosuunnittelua tehdään usein rakentamissuunnittelun rinnalla, ja työnaikaisessa suunnittelussa voidaan tehdä työvaihesuunnittelua, josta voi olla apua liikennekatkojen määrittelyssä.

Yhteensovittamisen alustavaa suunnittelua hyödyttää hankkeiden tarkastelu paikkatietomuodossa. Esimerkiksi Suomen Väylät -paikkatietopalvelussa on mahdollista tarkastella käynnissä olevia ratahankkeita sekä toteutukseen tähtääviä suunnitelmakohteita. Käynnissä olevista ratahankkeista on esitetty toteutusajankohta ja hankkeen kuvaus. Suunnitteilla olevista hankkeista on saatavilla kuvaus, suunnitteluajankohta, suunnitelmavaiheen tila sekä mahdollisuuksien mukaan arvio toteutusajankohdasta.

3.3 Radan kunnossapito

Radan kunnossapito tarjoaa lähtötietoja radan kunnosta sekä mahdollisista ongelmakohdista, kuten puuttuvista ja heikkokuntoisista radan nousupaikoista tai huoltotieyhteyksistä. Turvalaitekaappien sijoittelussa on hyvä huomioida huoltotieyhteydet ja niiden kunto. Kaapeloinnin osalta kaapelikanavien, kansien ja alitusputkien kunnossapito on tärkeää. Radan turvallisuuden ja kunnossapidon näkökulmasta on olennaista, että radoille lisätään nousupaikkoja ja mahdollistetaan lisää työrakoja kunnossapidolle. Vanhan asetinlaitekannan uusiminen on tärkeää etenkin sellaisissa kohteissa, joissa laitetoimittajan tuki on päättynyt tai varaosia ei ole saatavilla. Kunnossapidossa joudutaan välillä kustannussyistä ylläpitämään ratkaisuja, jotka eivät ole enää käytössä. Näennäisesti pienillä inframuutoksilla, kuten keskitetyn vaihteen poistamisella tai junakulkutien lisäämisellä, voi olla suuri kustannusvaikutus.

4 Keskeiset erot verrattuna perinteiseen turvalaitesuunnitteluun

Tämän raportin alkuperäisellä kirjoitushetkellä vuonna 2025 on käynnissä ensimmäisen kaupallisen rataosan (EKA-radan) rakentamistyöt Tampereen ja Porin sekä Kokemäen ja Rauman välisillä rataosuuksilla. EKA-radan rakentamissuunnittelu valmistui loppuvuodesta 2024. Lisäksi Suomessa on aiempaa kokemusta ETCS-turvalaitesuunnittelusta Kouvola–Kotka/Hamina-rataosuudelta ETCS-testiradalta. Testiradalta saatu kokemus on auttanut määrittelemään sopivia suunnitteluprosesseja sekä -aineistoja EKA-radalle. Kokemus useammasta kuin yhdestä laitetoimittajasta on eduksi, sillä suunnitteluvaatimusten tulee olla yleisesti täytettävissä, eivätkä ne saa sisältää laitetoimittajakohtaisia ominaisuuksia. ETCS-turvalaitesuunnittelun ja JKV-suunnittelun keskeisimpiä eroavaisuksia on käyty läpi lyhyesti seuraavissa alaluvuissa. Aiheesta löytyy lisätietoja myös rakentamissuunnittelun työohjeesta (Digirata 2025d).

4.1 Elementtien sijoittelu ja tarkkuus

Suomessa tuotetaan perinteisesti turvalaitteiden perussuunnittelulla kaikki tarvittava aineisto asetinlaitteen ja junien kulunvalvontajärjestelmän toiminnallisuuteen ja rakentamiseen. Niin JKV- kuin ETCS-turvalaitesuunnittelussa tarvittavat elementit sijoitetaan rakentamista varten koordinaatistoon, minkä lisäksi niille annetaan sijainti ratakilometrijärjestelmässä yhden metrin tarkkuudella. Sijainnin virhemarginaali on kuitenkin jatkossa operoinnissa pienempi, sillä ETCS-kulunvalvontajärjestelmässä baliisisanomissa annetut etäisyydet määritetään yhden metrin tarkkuudella ja baliisiryhmien sijainnin tarkkuus on ± 3 metriä. JKV:ssä opastinbaliisien ketjutuksen epätarkkuus on 10 % + 100 m. Näin ollen on tärkeää, että ETCS-baliisit on asennettu metrin tarkkuudella suunniteltuun sijaintiinsa ja ne säilyttävät asemansa myös kunnossapitotoimenpiteistä huolimatta.

4.2 Nopeuden valvonta ja ennakkotietojen suunnittelu

Toisena merkittävänä erona korostuu nopeuden valvontaan määriteltävien ennakkotietojen suunnittelu. ETCS-turvalaitesuunnittelu perustuu nopeuden valvonnan osalta dynaamisuuteen, eli radan geometria, nopeusprofiilit sekä radan ennakkotiedot määritellään suunnitelmissa radiosuojastuskeskukselle (RBC). Näin ollen voidaan hyödyntää räätälöityjä junakohtaisia nopeusprofiileja asetinlaitteen asettamalle kulkutielle. Toiminnallisuuden kansallinen vaatimusmäärittely on vielä kesken, joten sen toteutuminen on riippuvainen laitetoimittajasta. Lisäksi nopeuskaavioiden kehittäminen voi olla tarpeen jatkossa.

4.3 Suunnitteluohjeet

Suunnitteluohjeiden osalta EKA-radalla käytettiin niin sanottua hybridimallia. EKA-radalla suunnitteluohjeina käytettiin soveltuvilta osin uutta ETCS-kulunvalvontajärjestelmää koskevaa ratateknisten ohjeiden (RATO) osaa 22, mutta monessa perinteisessä Digiradan piiriin kuulumattomassa turvalaitteisiin liittyvässä asiassa sovellettiin edelleen ratateknisten ohjeiden osaa 6, joka käsittelee turvalaitteita. Käytöstä poistuvaa kulunvalvontajärjestelmää (JKV) koskevia ratateknisten ohjeiden osaa 10 hyödynnetään soveltuviin osin lähinnä tasonvaihtoalueiden suunnittelussa, sillä kahden eri kulunvalvonnan rajapinta vaatii yhteensovittamista siirtymävaiheessa, jolloin osa rataosista on jo varustettu ETCS:llä ja osa edelleen JKV:llä. Tarvetta yhtenäistää suunnitteluohjeita ja jakaa osa suunnittelua koskevista ohjeista ja vaatimuksista uudella tavalla eri ohjeiden välillä arvioidaan osana Digirata-hanketta. Ratateknisiä ohjeita päivitetään tarpeen mukaan tulevina vuosina.

4.4 Riskienhallinta ja muutoksen merkittävyyden arviointi

EKA-radalla on tehty muutoksen merkittävyyden arviointia ohjaus-, hallinta- ja merkinantojärjestelmälle (CCS:lle), ohjekokonaisuudelle, pätevyyksille ja koulutuksille sekä radioverkkoratkaisulle. Merkittäviksi arvioiduille muutoksille sovelletaan YTM-asetuksen mukaista riskienhallintaa. Jatkossa tuleville rataosa-alueille tehdään oma muutoksen merkittävyyden arviointi. EKA-radan hankinnan ja suunnittelun riskienhallinnassa on pyritty tunnistamaan, mitkä riskeistä koskevat vain EKA-rataa ja mitkä mahdollisesti laajemmin tulevaa toteutusvaihetta.

4.5 Alustava arvio lisäkapasiteetin kustannuksista

Osana raporttia on tehty asiantuntijatyönä kustannusarvioita eri skenaarioista, joissa kapasiteettia lisätään rakentamalla yksi uusi suojaväli. Kustannusvertailussa on mukana kolme vaihtoehtoista toteutusmallia. Ensimmäisessä vaihtoehdossa kyseessä on perinteinen turvalaitteiden uusimishanke: Elinkaarensa päässä oleva turvalaitejärjestelmä puretaan ja korvataan uudella B-luokan turvalaitejärjestelmällä. Uusimisen yhteydessä suunnitellaan ja rakennetaan yksi ylimääräinen suojaväli.

Toisessa vaihtoehdossa tarkastellaan erillistä yksittäishanketta: Rataosuudelle, jossa on käytössä perinteinen B-luokan turvalaitejärjestelmä, lisätään yksi suojaväli ilman muiden samanaikaisten töiden tarjoamia kustannussynergioita. Kolmas vaihtoehto edustaa Digiradan toteutusvaihetta, jossa arvioidaan yhden lisäsuojavälin kustannuksia osana Suomen kansallista turvalaitejärjestelmän uudistushanketta.

Digiradan rakentamiseen liittyvät toteumakustannukset eivät ole tämän raportin kirjoitushetkellä vielä saatavilla, joten vertailutaulukon kustannusarvioihin tulee suhtautua varauksella. Ilman toteumatietoja osa varsinkin uuteen turvalaitejärjestelmään liittyvistä

kustannusarvioista nojautuu vahvasti asiantuntija-arvioihin. Perinteisen ja muuttumattoman hintatiedon lähteenä on käytetty lähtökohtaisesti IHKU-laskentapalvelua (MAKU-indeksi 128,5, 2020=100).

Kustannusarvioista on tehty rakennusosatasolla mahdollisimman läpinäkyviä, jotta lukijan on helppo säädellä arvioita paremman tai päivittyneen tiedon avulla. Kustannusarvioita tarkasteltaessa on huomioitava, että laskelmat koostuvat ainoastaan rakennusosista. Ne eivät sisällä tilaaja-, projektinhallinta- tai suunnittelukustannuksia, käyttöönottokuluja tai mahdollisia laitetiloihin kohdistuvia kustannuksia. Liikenteenohjausjärjestelmän mahdollisen päivityksen on oletettu sisältyvän laitetoimittajan ratkaisuun.

Hintavertailussa on käytetty kerrointa 1,2 (+20 %) kuvaamaan erillishankintana toteutettavan yksittäisen suojavälin synergiattomuutta verrattuna tilanteeseen, jossa suojaväli lisätään osana alueella toteutettavaa laajempaa turvalaitteiden uudistushanketta. Kerroin huomioi siis suhteellisesti rakennustyömaan perustamisen, logistiikan ja muut järjestelyt.

Hintavertailu ei myöskään sisällä elinkaarikustannuksia. Toteumatiedon puuttuessa voidaan kuitenkin olettaa, että ETCS-suojavälin elinkaarikustannukset ovat JKV-suojaväliä alhaisemmat jo pelkästään sillä perusteella, että maastoon sijoitettavia ja kunnossapitoa vaativia elementtejä on ETCS-järjestelmässä vähemmän. Euromääräistä arviota ei kuitenkaan ole tässä esitetty.

Taulukko 1. Suojavälin lisäämisen kustannukset eri toteutusvaihtoehdoissa (MAKU 128,5, 2020=100). Kustannukset on otettu IHKU-laskentapalvelusta paitsi tähdellä (*) merkityt perustuvat asiantuntija-arvioon. Kaapelit on arvioitu kokonaisuutena yksittäisten kaapeleiden sijaan.

Rakennus-osa yhdelle suojavälille	Turva-laitteiden uudistus-hanke (JKV)	Yksittäisen suojavälin erillishankinta (JKV)	Digiradan toteutus-vaihe (ETCS)	Huomioita
Opastin/ ajolupa-merkki (sisältää perustukset)	25 000 € (2 kpl, merkit kohdakkain)	25 000 € (2 kpl, merkit kohdakkain)	1 000 €* (2 kpl, merkit kohdakkain sähkörata-pylväisiin asennettuina)	Esiopastimia ei ole huomioitu osana vertailua.
Turvalaite-kaappi	6 500 € (1 kpl)	6 500 € (1 kpl)	6 500 € (1 kpl)	

Rakennus-osa yhdelle suojavälille	Turva-laitteiden uudistus-hanke (JKV)	Yksittäisen suojavälin erillishankinta (JKV)	Digiradan toteutus-vaihe (ETCS)	Huomioita
Akselin-laskija	1 000 € (1 kpl)	1 000 € (1 kpl)	1 000 € (1 kpl)	
Baliisi-ryhmä	30 000 € (4 kpl, sisältää yhteensä 8 kpl baliiseja)	30 000 € (4 kpl, sisältää yhteensä 8 kpl baliiseja)	15 000 € (2 kpl, sisältää yhteensä 4 kpl baliiseja)	ETCS:llä ei toistopisteitä.
Baliisi-ryhmä-merkki	500 € (2 kpl, merkit kohdakkain)	500 € (2 kpl, merkit kohdakkain)	-	ETCS:llä ei merkata sijainnin-korjauspisteitä baliisiryhmä-merkeillä.
Kaapeli	60 000 €* (Tarvittavat kaapelit: runkokaapeli, syöttökaapelit JKV:lle ja akselinlaskijalle ja baliisien kytkentäkaapeli)	75 000 €* (Tarvittavat kaapelit: runkokaapeli, syöttökaapelit JKV:lle ja akselinlaskijalle ja baliisien kytkentäkaapeli)	30 000 €* (Tarvittavat kaapelit: syöttökaapeli akselinlaski-jalle)	Uudistus-hankkeessa voidaan hyödyntää mahdollisesti olemassa olevia kaapeleita.
Koodain	13 000 € (2 kpl)	13 000 € (2 kpl)	-	ETCS:llä ei koodaimia.
Logiikka-elementti	194 000 € (2 kpl)	194 000 € (2 kpl)	150 000 €* (2 kpl)	Turvalaite-järjestelmän konfigurointi- ja muutostyöt. ETCS:llä logiikkaelementin hinnoittelu on edullisempi, sillä laitetoimitus sisältää

Rakennus-osa yhdelle suojavälille	Turva-laitteiden uudistus-hanke (JKV)	Yksittäisen suojavälin erillishankinta (JKV)	Digiradan toteutus-vaihe (ETCS)	Huomioita
				vähemmän elementtejä.
YHTEENSÄ	**330 000 €**	345 000 € x 1,2 = **414 000 €**	**203 500 €**	Yksittäisen suojavälin erillishankinnan kustannusten kertoimella (1,2) on huomioitu hankinnan synergiattomuus. Muutos aiheuttaisi päivitystarpeen niin keskitettyyn turvalaite-järjestelmään kuin ulkolaiteohjaimeen .

Kuten edellä todettiin, suojavälin lisäämisen kokonaiskustannukset niin JKV- kuin ETCS-ympäristössä lienevät alakanttiin, sillä laskelmissa ei ole huomioitu muun muassa jo edellä mainittuja tilaajakustannuksia, projektinhallintakustannuksia, suunnittelukustannuksia sekä käyttöönottokustannuksia eikä mahdollisia laitetiloja koskevia muutoksia. Lisäksi kustannukset voivat vaihdella eri rataosilla kohteiden ominaispiirteiden vuoksi. Väylävirastolta saatujen muiden hankkeiden toteumahintatietojen perusteella (joissa JKV-asemavälisuojastuksille on hankittu kahdella erillisellä hankinnalla välisuojastuspisteitä), voidaan todeta, että tässä esitetyt asiantuntija-arviot ovat suuruusluokiltaan käyttökelpoisia käytettäväksi toteutusvaiheen varustelua koskeviin alustaviin arviointeihin ja päätöksiin kunnes tarkempaa tietoa alkaa olla saatavilla toteumatiedon kautta.

4.6 Yhteenveto ja käytännön vaikutukset

Mitä pidemmälle Digiradan toteutusvaihe etenee, sitä enemmän Suomessa kertyy kokemusta ETCS-turvalaitesuunnittelusta. On myös mahdollista, että Suomessa päätetään ottaa uusia toiminnallisuuksia käyttöön, joita ei ole ollut mukana EKA-radan hankinnassa.

Näin ollen jatkossa ETCS-turvalaitesuunnittelun ja perinteisen turvalaitesuunnittelun välillä saattaa olla aiempaa enemmän eroja.

5 Rakentamissuunnitteluun liittyvät lähtötiedot

Suunnittelun käynnistäminen on nopeampaa, mikäli lähtötiedot on kerätty valmiiksi erillisenä toimeksiantona ennen varsinaisen suunnittelutoimeksiannon aloittamista. Ennen rakentamissuunnittelun aloitusta suunnittelukokonaisuuden tilaajan tai suunnitteluttajan on syytä olla tietoinen alueen muista infrahankkeista ja tarpeen mukaan tunnistaa etenkin sellaisia infran muutostarpeita, jotka vaikuttavat liikenteen välityskykyyn. Tilaajan valtuuttama suunnitteluttaja vastaa suunnitteluperusteiden prosessin läpiviennistä. Tilaaja määrittelee lähtötietona luovutettavan aineiston määräävyyden ja käyttötarkoituksen tarjouspyynnössä ja varmistaa asianmukaisen käytön suunnittelun edetessä.

5.1 Suunnittelua ohjaavat tavoitteet

Jatkossa rakentamissuunnittelussa tulee huomioida Digiradan tavoitteet entistä tarkemmin jo suunnittelun alkuvaiheessa. Tavoitteet tulee esittää riittävän konkreettisessa muodossa, jotta ne tulevat huomioiduiksi. Suunnittelun loppuvaiheessa on tärkeää arvioida, kuinka hyvin suunnittelu on onnistunut suhteessa asetettuihin tavoitteisiin.

Suunnittelun laadun takaamiseksi on tärkeää, että suunnittelutoimeksiannon lopputulos, eli laadittavat suunnitelmat, on määritetty selkeästi suunnittelutoimeksiannossa. Lisäksi rakentamissuunnittelua tekevien on hyvä olla tietoisia järjestelmän ominaisuuksiin ja rajoituksiin liittyvistä järjestelmä- ja asetinlaitevaatimuksista. Mahdollinen kapasiteetin lisäämistarve tulee olla tiedossa ennen rakentamissuunnittelun aloitusta. ETCS-järjestelmässä kapasiteetin lisääminen tiheämmillä suojaväleillä on edullisempaa kuin JKV:ssa, ja EKA-radan rakentamisen edetessä aiheesta saadaan toteutuneita kustannustietoja.

Rakentamissuunnittelussa voidaan jo varhaisessa vaiheessa huomioida käyttöönoton aikainen siirtymävaihe. Elementtien sijoittaminen suunnitellaan siten, että niitä tarvitsee siirtää mahdollisimman vähän järjestelmien välisen siirtymävaiheen aikana. Aihetta käsitellään tarkemmin toteutusvaiheen toteutussuunnitelman siirtymissuunnitelma. Yhteenvetona voidaan todeta, että rakentamissuunnittelun, siirtymissuunnittelun sekä käyttöönoton eri vaiheet tulee huomioida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta siirtyminen järjestelmien välillä sujuu tehokkaasti ja turvallisesti.

5.2 Lähtötietoerittely

Tämän raportin ohessa on laadittu tilaajan rakentamissuunnittelun ohjeistukseen lisättävä suunnittelun lähtötietoerittely. Samainen listaus rakentamissuunnittelussa tarvittavista lähtötiedoista löytyy myös tämän raportin liitteenä 1. Lähtötietoerittely toimii rakentamissuunnittelua varten tuotettavien, määriteltävien ja ohjaavien lähtötietojen muistiohjeena, joka tarjoaa lukijalleen kyseiseen lähtötietoon liittyvää taustatietoa, mahdollisuuden ennakoida lähtötietotarpeita sekä keinoja niiden laadintaan.

Lähtötietoerittelytaulukossa (liite 1) lähtötiedot on jaoteltu sen mukaan, miten ne muuttuvat verrattuna perinteiseen turvalaitesuunnitteluun. Digirata-hankkeessa erityisesti uuden ETCS-kulunvalvontajärjestelmän myötä turvalaitesuunnittelussa uudistuu moni lähtötietotarve. Sen vuoksi osa turvalaitteiden suunnittelussa tarvittavista lähtötiedoista on luokiteltu uusiutuvina, sillä ne sisältävät päivittyneitä tai kokonaan uusia lähtötietoja. Taulukossa on mukana luokittelu myös perinteisille lähtötietotarpeille, jotka eivät muutu Digiradan vuoksi.

Tässä työssä yleisillä lähtötiedoilla tarkoitetaan hankkeesta riippumattomasti ylläpidettäviä suunnitteluohjeita ja rekisterejä, joiden sisältöä käytetään suunnittelun lähtötietona. Tarvittaviin yleisiin lähtötietoihin tulee viitata projektin tai hankkeen tehtävänmäärittelyaineistossa tai suunnitteluperusteissa.

Suunnittelualuekohtaisilla lähtötiedoilla tarkoitetaan puolestaan sellaisia lähtötietoja, joita ei ole saatavissa entuudestaan, mutta jotka vaikuttavat rakentamissuunnittelussa tehtäviin valintoihin. Suunnittelualuekohtaisia lähtötietoja voidaan tuottaa aikaisemmassa suunnitteluvaiheessa tai osana rakentamissuunnittelua. Tällaisia lähtötietoja voivat olla esimerkiksi selvitykset, simuloinnit, asiantuntijahaastattelut ja sidosryhmäyhteistyön kautta saatu palaute. Hyödynnettävät lähtötiedot on määritetty suunnitteluperusteissa.

5.3 Edeltävien rataosa-alueiden opit

Jo suunniteltujen rataosa-alueiden rakentamissuunnitteluun liittyvät oppimuistiot, jatkosuunnittelumuistiot, jälkiarviointiraportit tai vastaavat dokumentit tulee sisällyttää lähtötietoihin toteutusvaiheen rakentamissuunnitelmassa varsinkin toteutusvaiheen alkupuolella, kun kokemus ETCS-rakentamissuunnittelusta on vielä melko vähäistä. Oppimuistioiden tulee olla riittävän yksityiskohtaisia ja perusteellisia, jotta ne ovat ymmärrettäviä myös sellaisille lukijoille, jotka eivät ole osallistuneet kyseisen kohteen suunnitteluun.

Myös riskeihin liittyviä oppeja on tärkeää siirtää eteenpäin. Digiradan toteutuksen edetessä kaikilta rataosa-alueilta laaditaan YTM-asetuksen mukainen vaararekisteri, kuten on tehty EKA-radalla. Havaittuja riskejä siirretään tiedoksi Digiradan toteutusvaiheen seuraaviin vaiheisiin, jotta voidaan mahdollisuuksien mukaan välttää tiettyjen riskien muodostumista

hyödyntämällä esimerkiksi tietynlaisia suunnitteluratkaisuja. Näin ollen olemassa olevat vaararekisterit toimivat yhtenä lähtötietona seuraavien rataosa-alueiden rakentamissuunnittelussa.

5.4 Operatiivisten tarpeiden huomiointi

Operatiivisten tarpeiden huomiointi varhaisessa vaiheessa tukee suunnitteluperusteiden laatimista siten, että käytettävät ratkaisut vastaavat asetettuihin tavoitteisiin mahdollisimman hyvin. Eri käyttäjäryhmien kuuleminen ja huomioiminen on keskeinen osa suunnitteluprosessia, jotta ETCS-hanketta ei käsitetä vain vanhan tekniikan korvaamisena, vaan aidosti rautatieympäristöä parantavana hankkeena. Pyrkimällä asetettujen tavoitteiden mukaiseen lopputulokseen voidaan parantaa muun muassa rautateiden turvallisuutta, kapasiteettia ja elinkaarikestävyyttä.

On tärkeää osallistaa sidosryhmät suunnitteluun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tiedon keräämiseen on monia keinoja, kuten aikaisempien suunnitteluvaiheiden hyödyntäminen, selvitykset, haastattelut ja katselmoinnit. Uusiutuvan teknologian tarjoamat toteutusvaihtoehdot ja niihin liittyvät reunaehdot on hyvä selventää sidosryhmille, kun näkemyksiä kerätään.

Erityisesti vaihtotyön suorittajia ja asiantuntijoita sekä alueen liikenteenohjausta tulee kuulla liikenteellisestä näkökulmasta, kun suunnitellaan yhteyksiä, kulkutietyyppejä, käytettäviä alueita ja niiden suojauksia. Näin varmistetaan, että juna- ja vaihtotyöliikenne toimivat mahdollisimman tehokkaasti ja haittaavat toisiaan mahdollisimman vähän.

Rautatieyritysten lisäksi muun muassa kuntien, satamien, merkittävien teollisuuskohteiden ja uusia ratahankkeita edustavian tahojen kuuleminen auttaa tunnistamaan kuljetustarpeita ja niihin riittyviä reunaehtoja. Olennaista on tunnistaa, millaisia kuljetuksia ja millaisella kalustolla alueella liikennöidään nykytilanteessa ja tulevaisuudessa.

Liikennesuunnitelmalla on tärkeä rooli operatiivisten tarpeiden huomioimisessa. Ratahankkeiden liikennesuunnittelu tehdään lähtökohtaisesti yleis- tai ratasuunnitelmavaiheessa. Mikäli kyseisiä suunnitteluvaiheita ei ole tehty, liikennesuunnittelu tehdään osana rakentamissuunnittelua. Liikennesuunnittelun tehtävänä on koota aiempien liikenneselvitysten sisältö, analysoida se ja yhteensovittaa eri tahojen tarpeita. Liikennesuunnittelu painottuu hankkeen suunnittelun alkuvaiheisiin, jolloin tarkastellaan laajoja kokonaisuuksia ja käsitellään toiminnallisiin kokonaisuuksiin vaikuttavia vaihtoehtoja. (Väylävirasto 2024b.)

Liikennesuunnittelu määrittää liikennettä ja sen välityskykyä koskevat reunaehdot, jotka on huomioitava muussa suunnittelussa. Jotta liikenteellinen näkemys säilyisi koko hankkeen suunnitteluprosessin ajan johdonmukaisena, aikaisemmat liikenteelliset suunnitelmat on

suunnittelun aluksi tarkastettava. Jos liikennesuunnittelun lähtötiedoissa ei tapahdu oleellisia muutoksia hankkeen suunnittelun edetessä, rakentamissuunnittelussa ei ole tarve palata liikennesuunnittelun toiminnallisiin tavoitteisiin. Liikennesuunnittelulle asetettavat yleiset liikenteelliset tavoitteet päivitetään ainoastaan, jos teknisessä suunnittelussa tai hankkeen tarpeissa ilmenee uusia asioita, jotka edellyttävät muutoksia toiminnallisiin ratkaisuihin. (Väylävirasto 2024b.)

Liikennesuunnitelmassa käydään läpi liikenteellisiä taustatietoja, perusteita ja lähtökohtia. Ainakin seuraavia asioita on syytä käsitellä (Väylävirasto 2024b):

- liikennepaikkojen ja linjaosuuksien liikennöinti- ja raiteistomalli
- asema- ja kuormauspaikkajärjestelyt
- radannopeus- ja akselipainotavoitteet
- välityskykytarpeet turvalaiteratkaisujen lähtökohdaksi.

Osana tätä työtä on laadittu kokeiluluonteisesti junaliikenteen vaihtoehtoisia visioaikatauluja vuodelle 2040. Junaliikenteen visioaikataulujen on tarkoitus tuottaa tietoa liikenteen operatiivisista tarpeista, ja sitä kautta palvella rakentamissuunnittelua. Ne kuvastavat tulevaisuuden mahdollista aikataulurakennetta, ja niiden avulla voidaan tutkia, että turvalaitejärjestelmän modernisointi vastaa tällä hetkellä tiedossa olevia tulevaisuuden operatiivisia tarpeita. Visioaikataulut on laadittu rataosuuksille Hyvinkää–Karjaa–Hanko, Turku–Uusikaupunki ja Raisio–Naantali. Laadittuja visioaikatauluja on käsitelty yksityiskohtaisesti raportissa *Junaliikenteen visioaikataulu rakentamissuunnittelun tukena* (Digirata 2025e). Visioaikataulujen laatimista ja hyödyntämistä lähtötietona suositellaan, sillä ne auttavat havainnollistamaan tulevaisuuden liikennöintimalleja ja tunnistamaan suunnittelulle keskeisiä vaatimuksia, jotta päästään haluttuihin tavoitteisiin esimerkiksi junien vuorovälin, kapasiteettitason ja pysähdyspaikkojen osalta.

5.5 Rautatielogistiikan kilpailukyvyn huomiointi

Elinkeinoelämän tarpeiden ja rautatielogistiikan kilpailukykytekijöiden huomioimista on käsitelty ohjeessa rautatielogistiikan kilpailukyvyn huomiointiin ERTMS-suunnittelussa (Väyläviraston ohjeita 6/2025). Ohjetta tulisi hyödyntää Digiradan toteutusvaiheen edetessä merkittävimpien rautatielogistiikan kilpailukykytekijöiden sekä ERTMS:n suunnittelun yhteensovittamisessa. Ohjeen mukainen selvitys tulee laatia jokaiselle rataosa-alueelle rakentamissuunnittelun lähtötiedoksi tai vähintäänkin on arvioitava selvityksen tarpeellisuus, jolloin perustellusta syystä selvitys voidaan jättää laatimatta, mikäli kilpailukykytekijöitä on selvitetty tarpeeksi aiemmin muilla keinoin. (Väylävirasto 2025.)

Huomioimalla suunnittelussa mahdollisimman kattavasti rataosien erityispiirteet ja rautatielogistiikkaa käyttävien elinkeinoelämän toimijoiden toiveet voidaan vastata entistä paremmin rautatielogistiikan kilpailukykyyn liittyviin ongelmakohtiin. Ohjeessa on käyty läpi, millaisia lähtötietoja, sidosryhmätyöskentelyä ja analyysiä selvitystyön laatimiseksi tarvitaan. Niiden pohjalta voidaan määrittää toiminnallisuuden tavoitetila sekä kartoittaa ja vertailla eri varustevaihtoehtoja. (Väylävirasto 2025.)

Toiminnallisuuden tavoitetila tulisi lähtökohtaisesti määrittää jo ennen rataosa-aluekohtaista rakentamissuunnittelua, jolloin sidosryhmien näkemykset ja toiminnallisuuden tavoitetila voidaan huomioida hankkeen suunnitteluperusteita laadittaessa. Jos hankkeen suunnitteluperusteet on jo laadittu ennen kilpailukykyyn liittyvän selvitystyön laatimista, toiminallisuuden tavoitetila tulee laatia huomioiden jo tehdyt linjaukset. (Väylävirasto 2025.)

Toiminallisuuden tavoitetila määritetään sidosryhmätyöskentelyn ja tarkastelualueelta aiemmin laadittujen selvitysten pohjalta. Rautatielogistiikan kilpailukykytekijöiden kartoittaminen sidosryhmittäin ja ERTMS:n varustelaajuuden määrittäminen on keskeinen osa ERTMS-suunnittelua, jotta rautatiekuljetusten kilpailukykyä voidaan vahvistaa muihin kuljetusmuotoihin verrattuna. Keskeisiä sidosryhmiä ovat käyttäjät (esimerkiksi teollisuusyritykset, satamat ja paikallisten yritysten edustajat kuten kunnat, kauppakamarit ja kehitysyhtiöt), rautatieyritykset, rataverkon haltija ja viranomaistahot. (Väylävirasto 2025.)

ERTMS-varustevaihtoehtojen kartoituksen ja vertailun jälkeen arvioidaan, miten kilpailukykytekijöitä ja tarpeita on mahdollista huomioida käytännössä rataosan suunnittelussa. Määrittely voidaan tehdä joko teemoittain tai linja- ja liikennepaikkakohtaisesti. Tavoitteena on nimetä ratkaisuja ja toimenpiteitä, joilla rataosan toiminnallinen tavoitetila voidaan saavuttaa. (Väylävirasto 2025.)

5.6 Lähtötietomalli osana ETCS-turvalaitesuunnittelua

Lähtötietojen validoimiseen pitää varata riittävästi aikaa. Eri lähteistä kerättyjen lähtötietojen mahdollisia eroja voidaan tutkia esimerkiksi koneellisen tarkastuksen avulla. Lähtötietomallin laadintaa varten on hyödynnetty mobiililaserkeilausta, joka on viime vuosina nopeasti yleistynyt ja kehittynyt mittaustekniikka. Se on kustannustehokas ja turvallinen tapa kerätä mittausdataa suurilta alueilta nopeasti ja tarkasti. Mobiililaserkeilaus tuottaa pistepilviaineistoa, josta voidaan luokitella turvalaitteet ja muut rakennetun ympäristön kohteet omiksi kokonaisuuksiksi, jolloin niitä voidaan käyttää sellaisenaan lähtötietomallina, eikä erillistä mallinnusvaihetta välttämättä tarvita. Aineistossa voidaan esittää säilyvät ja poistettavat turvalaitteet.

Pistepilven erottelukyky riittää hyvin suurien ja keskikokoisten esineiden tunnistamiseen, mutta pieniä kohteita, kuten akselinlaskijoita ja raide-eristyksiä, ei aina saada koneellisesti

tunnistettua pistepilviaineistosta. Pienien esineiden tunnistamiseen tarvitaan perinteisiä maastomittausmetodeja ja aineistoja täydentämään pistepilviaineistoa. Raidegeometrian laskennan osalta pistepilviaineiston mittaustarkkuusvaatimukset eivät täyty.

Pistepilviaineiston avulla voidaan varmistaa suunnittelun lähtötietona olevien elementtien todellinen sijainti suhteessa omaisuudenhallinnan osoittamiin sijainteihin. Erityisesti baliisien tapauksessa niiden todellinen sijainti voi jo ensimmäisellä asennuskerralla aiheuttaa virheitä toteumasijainnissa johtuen pölkkyväleistä, joihin baliisit kiinnitetään. Tämän vuoksi on tärkeää päivittää sijainnin toteuma suunnitteluaineistoon, mikäli asennuksen yhteydessä mitattu sijainti poikkeaa suunnitellusta. Baliisien tarkan ketjutustiedon valvonnan vuoksi ETCS-kulunvalvontajärjestelmällä baliisien suunnittelu- ja toteumasijainnin vastaavuuden avulla voidaan välttää baliisien ketjutusvirheitä radan käyttöönottovaiheessa.

Tietomallia hyödyntämällä voidaan tehdä esimerkiksi törmäystarkasteluja, eli varmistetaan, että elementtejä ei ole sijoitettu päällekkäin. Turvalaitesuunnittelussa kuitenkin elementtejä on yleensä melko vähän ja ne ovat verrattain pieniä suhteessa sijoitettavaan alueeseen, jolloin niiden sijoittamista liian lähelle toisiaan voidaan yleensä helposti välttää ilman suurempia haasteita. Käytössä olevan turvalaitejärjestelmän elementtien kohdalle ei saa suunnitella tai sijoittaa ETCS-elementtejä. Tietomallin käytön tarpeellisuuden arvioiminen ja tarkkuustason määrittäminen tulee tehdä toimeksiantokohtaisesti omaisuudenhallinnan tai rakentamisen näkökulmasta, sillä suunnittelussa tunnistetut käyttötarkoitukset ovat toistaiseksi melko vähäisiä.

5.7 ETCS-suunnitteluperusteet

5.7.1 Suunnitteluperusteiden tarve ja kehitys

Suunnittelua rajaavat ja ohjaavat lähtökohdat on määritetty hankekohtaisesti suunnitteluperusteet-asiakirjassa. Perinteisen turvalaitesuunnittelun suunnitteluperusteita on tarpeen muokata ETCS-suunnittelulle sopivaksi, sillä nykyisessä suunnitteluperusteet-pohjassa ei ole kaikkia sopivia otsikoita uusille ETCS-vaatimuksille.

Suunnitteluperusteiden laadinta tulee tehdä huolellisesti, jotta toteutuksesta tulee sekä teknisesti, taloudellisesti että turvallisuuden kannalta onnistunut kokonaisuus. Vaikka kyseessä on ratainfraan keskittyvä tekninen dokumentti, hyvin laaditut suunnitteluperusteet ohjaavat rakentamissuunnittelua siten, että hankkeelle asetetut tavoitteet, kuten kapasiteetin lisääminen ja täsmällisyyden parantaminen, voidaan saavuttaa. Suunnitteluperusteiden laadinnassa tulisi hyödyntää jo laadittuja selvityksiä, kuten liikennesuunnitelmia ja logistiikkaselvityksiä. Esimerkiksi simulointia ja liikenne-ennusteita kannattaa hyödyntää, kun halutaan tutkia rataverkon välityskykyä ja tunnistaa mahdollisia

inframuutostarpeita, jotka tulisi toteuttaa erillään Digiradasta, jotta ETCS:n mahdollistama lisäkapasiteetti voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti.

5.7.2 Hankekohtaiset suunnitteluperusteet

EKA-radan suunnittelun yhteydessä tunnistettiin tarve ETCS-suunnittelulle räätälöidylle suunnitteluperusteluille, sillä rakentamissuunnittelun edetessä tunnistettiin lisämäärittelyjä ja ohjeistusta vaativia suunnittelukokonaisuuksia (Digirata 2024a). Digiradasta syntyy merkittävä määrä muutoksia rautatieympäristöön, joten suunnittelussa tulee huomioida käyttäjän näkökulma.

Työn aikana tehtyjen asiantuntijahaastattelujen pohjalta suositellaan, että jatkossa jokaiselle rataosa-alueelle (ROA:t) laaditaan omat suunnitteluperusteet, jotka pohjautuvat Digiradan yhtenäisiin ETCS-suunnitteluperusteisiin. Näin voidaan varmistaa suunnittelua ohjaavien periaatteiden jatkuvuus toteutusvaiheessa huomioiden kuitenkin rataosa-alueiden erityispiirteet. Vaikka suunnitteluperusteita räätälöidään hankekohtaisesti, suunnittelukäytäntöjen tulee olla johdonmukaisia, jotta suunnittelua ohjaavat periaatteet jatkuvat yhdenmukaisesti toteutusvaiheessa rataosasta toiseen. Näin varmistetaan, että suunnittelu on mahdollisimman tasalaatuista ja vaiheittain valmistuva kokonaisuus on järkevä.

5.7.3 Muuttuva toimintaympäristö

Niin JKV- kuin ETCS-turvalaitesuunnitteluun liittyvät määräävät säännöt löytyvät ratateknisistä ohjeista (RATO). Suunnitteluperusteissa otetaan myös tarpeen mukaan kantaa käytettäviin arvioihin silloin kun suunnitteluohjeissa on vaihtoehtoja tarjolla. ETCS-suunnitteluperusteille on tarvetta myös suunnittelua ohjaavissa muodollisissa asioissa ja määrittelyissä, joita ei ole ehditty vielä päivittämään ohjeisiin nopeasti muuttuvan toimintaympäristön vuoksi. Esimerkkejä tällaisista suunnittelua ohjaavista asioista ovat turvalaitteiden ja alueiden nimeämiseen, kokoihin ja numerointiin liittyvät säännöt, ajolupamerkkien sijoitus ja kiinnitystavat sekä eri kulkutietyyppien käyttö eri paikoissa. Muuttuva turvalaite- ja kulunvalvontaympäristö tuo rautateiden käyttäjälle paljon uutta, joten suunnittelun korkea laatutaso ja suunnittelukäytäntöjen toisteisuus ovat tärkeässä osassa hallittua muutosta, jotta erot suunnitteluorganisaatioissa tai hankkeiden maantieteellisessä sijainnissa eivät vaikuta kielteisesti lopputulokseen.

6 Lähtötietoihin liittyviä haasteita

Tähän lukuun on kerätty yhteenvetona aiemmista luvuista rakentamissuunnittelun lähtötietoihin liittyviä tunnistettuja haasteita. Pääosa havainnoista pohjautuu EKA-radan rakentamissuunnittelusta saatuihin kokemuksiin ja tämän työn aikana tehtyihin asiantuntijahaastatteluihin. Tunnistettuja haasteita:

- Rekistereistä saaduissa lähtötiedoissa oli puutteita (esim. kaapelireitit ja sijoituskartat)
- Eri rekistereistä ja muista lähteistä kerättyjen lähtötietojen tarkastamiseen tulee varata riittävästi aikaa
- Lähtötietojen varmentaminen voi vaatia maastokatselmuksia ja toimivuuden testaamista (esim. kaapelikanavat ja alitusputket)
- Tietojen nimeämiskäytännöt eroavat Väyläviraston ja Fintrafficin järjestelmien välillä
- ETCS-piirrossymboleihin liittyvä objektikirjasto vaatii täydentämistä
- Ihku-laskentapalvelussa ei ole kaikkia tarvittavia ETCS-järjestelmän rakennusosia kustannuslaskentaa varten
- Mobiililaserkeilauksella tuotetun pistepilviaineiston tarkkuus heikkenee varsinkin pienien elementtien kohdalla
- Osa suunnitteluohjeista päivittyy edelleen lähivuosina (esim. RATO 22)
- Tasojako-ohje tulisi päivittää
- Nopeasti muuttuva toimintaympäristö voi tuoda mukanaan muutoksia, joita ei ole vielä tunnistettu, mutta jotka on huomioitava jatkossa

EKA-radan rakentamissuunnitteluun liittyviä oppeja on käsitelty Digiradan laatimissa oppimuistioissa (Digirata 2024a ja 2024b).

7 Avoimet asiat ja suositukset jatkotoimenpiteiksi

Työn laatimisen aikana havaittiin joitakin jatkotutkimustarpeita ja selvitettäviä asioita. Osa avoimista asioista voi vaikuttaa ETCS-rakentamissuunnittelun lähtötietoihin ja osa laajemmin Digiradassa käytettäviin ratkaisuihin. Ehdotusten avulla pyritään varmistamaan, että ETCS-rakentamissuunnittelussa huomioidaan olennaiset lähtötiedot ja että avoimet kysymykset käsitellään asianmukaisesti riittävän varhaisessa vaiheessa.

Digiradassa on tämän raportin kirjoitushetkellä käynnissä selvitys siitä, mitä datastandardia tulisi käyttää keskitetyn turvalaitejärjestelmän konfigurointiin tarvittavalle tiedonsiirrolle. Tämän raportin päätelmät perustuvat nykyisiin tiedonsiirtoformaatteihin. Mikäli tiedonsiirron käytäntöihin tulee muutoksia, voivat ne vaikuttaa rakentamissuunnittelun lähtötietovaateisiin suoraan tai välillisesti. Tulevaisuudessa esimerkiksi RailML-tiedonsiirtoformaatin mahdollinen hyödyntäminen vaatisi tuekseen ohjeistuksen ja sitä tukevat prosessit.

Digiradan järjestelmien ja laitteiden osalta olisi hyvä tarkentaa, miten elinkaaren ja kestävyysteemojen huomiointi toteutuisi jatkossa vahvemmin rakentamissuunnittelussa, sillä tavoitteena on kestävä ja kustannustehokas kokonaisuus. Mahdolliset inframuutokset vaikuttavat elinkaaren hallintaan. Muun muassa kunnossapidon edustajia tulee osallistaa sidosryhmätyöskentelyyn riittävästi, jotta kunnossapidolle kohdistuvat vaatimukset ovat tarkoituksenmukaisia ja mahdollistavat ratainfran kustannustehokkaan kunnossapidon.

Tällä hetkellä ei ole tiedossa, että minkään rataosan linjaosuuden huono kokonaiskunto estäisi ETCS-varustelun rakentamista. Ratalaitteiden, kuten akselinlaskijoiden, yhteensopivuus harvemmin käytetyille kiskoprofiileille (esim. K30) esimerkiksi sivuraiteilla pitää varmistaa.

Hankkeiden yhteensovittamisen osalta on olennaista tunnistaa, miten esimerkiksi peruskorjaushankkeet tulisi aikatauluttaa suhteessa Digiradan toteutukseen ja mitä rajoitteita eri hankkeista voi aiheutua toisilleen. Infratoimenpiteiden, kuten kohtausraiteiden rakentamisen, ajoitus pitää miettiä tapauskohtaisesti. Hankkeistamisen, vaiheistuksen ja vastuiden miettiminen on olennaista etenkin silloin, jos samalla alueella on käynnissä sekä Digiradan toteutus että peruskorjaushanke samanaikaisesti. Hankkeiden yhteensovituksen kannalta olisi myös tärkeää ymmärtää, kuinka laajoja liikennekatkoja Digiradan toteutuksesta voi seurata eri rataosa-alueilla sekä tiedottaa arvioista sidosryhmille hyvissä ajoin.

ETCS-piirrossymboleihin liittyvää objektikirjastoa suositellaan päivitettävän ja Ihku-laskentapalveluun lisättävän ETCS-suunnitteluun liittyviä rakennusosia, jotta seuraavien rataosa-alueiden turvalaitteiden rakentamissuunnittelu sujuu jouhevammin.

8 Yhteenveto

Tämän raportin keskeinen johtopäätös on, että oikeat, ajantasaiset ja hyvin hallitut lähtötiedot muodostavat tukevan perustan Digiradan toteutusvaiheen rakentamissuunnittelun onnistumiselle. Laadukkaat lähtötiedot parantavat suunnittelun laatua, vähentävät virheitä, mahdollistavat realististen kustannusarvioiden laatimisen ja tehostavat resurssien käyttöä. Kun tarvittavat lähtötiedot on hankittu ja ne on validoitu jo ennen työn aloitusta tai heti työn alussa, hankkeen aikataulua voidaan hallita tehokkaammin ja vältytään lähtötietoihin liittyviltä viivästyksiltä. Tilaajan tai suunnitteluttajan tulee tunnistaa, mitä lähtötietoja on saatavilla valmiiksi esimerkiksi arkistoista ja suunnitteluohjeista ja mitkä lähtötiedot pitää hankkia erikseen. Selkeä kokonaiskuva tarvittavista lähtötiedoista ja junaliikenteen operatiivisista tarpeista tukee osaltaan infrastruktuurin suunnitteluvaatimusten määrittelyä.

Raportin liitteenä 1 oleva lähtötietoerittely toimii tilaajan muistiohjeena ja ennakoinnin tukena rakentamissuunnittelua varten tarvittavista ohjaavista ja määritettävistä lähtötiedoista. Tilaaja määrittelee tarjouspyynnössä luovutettavan aineiston määräävyyden ja käyttötarkoituksen sekä varmistaa asianmukaisen käytön suunnittelun edetessä. Digiradan tavoitteiden tulee ohjata rakentamissuunnittelua haluttuun suuntaan ja suunnitteluprosessin aikana on arvioitava, miten hyvin suunnittelu on vastannut asetettuihin tavoitteisiin. ETCS-suunnitteluperusteet ovat erityisen tärkeä suunnittelua ohjaava lähtötieto, joten niiden huolelliseen laadintaan kannattaa panostaa.

ETCS-turvalaitesuunnittelussa lähtötietojen laatu on olennainen osa suunnittelun onnistumista. ETCS-suunnittelua tehdään tarkemmalla tasolla perinteiseen JKV-suunnittelun tasoon verrattuna. Näin ollen lähtötietojen validoimiseen on varattava riittävästi aikaa, ja eri lähteistä kerättyjen tietojen mahdolliset erot on tunnistettava esimerkiksi koneellisella tarkastuksella. Mitä pidemmälle epävarmuudet tai virheet pääsevät suunnitteluvaiheessa, sitä vaikeampi niitä on korjata myöhemmin – siksi lähtötietojen keräämiseen ja validointiin on varattava riittävästi aikaa.

Hankkeita pyritään mahdollisuuksien mukaan yhteensovittamaan rakentamisen aikaisten liikennekatkojen ja myös rakentamiskustannusten minimoimiseksi. Digiradan ja muiden infrahankkeiden yhteensovittamisen osalta on keskeistä miettiä, minkälaiset hankkeet ovat ylipäätään yhteensovitettavissa Digiradan toteutuksen kanssa. Digirata-hankkeen kannalta optimaalisinta olisi mahdollisimman vähäinen yhteensovitus, sillä muun hankkeen mahdollinen aikataulun pitkittyminen vaikuttaisi kielteisesti Digiradan toteutuksen aikatauluun yhteensovitustilanteissa. Kuitenkin asiaan tulee kiinnittää riittävästi huomiota etenkin pääradan tiheän liikenteen alueilla, jotta pääradan liikenne ei vaikeudu liikaa eri hankkeiden toteuttamisen vuoksi lähivuosina.

Digiradan onnistunut toteutus edellyttää järjestelmällistä niin lähtötietojen kuin muidenkin tietojen hallintaa, joka kattaa tiedon hankinnan, validoinnin, käsittelyn, version- ja

muutoksenhallinnan sekä tietojen arkistoinnin. Tulevien operatiivisten tarpeiden huomiointi on tehtävä riittävän varhaisessa vaiheessa, jotta rakentamissuunnittelun lopputulos palvelee tulevia käyttäjiä mahdollistaen turvallisen, tehokkaan ja elinkaarikestävän rautatiejärjestelmän.

9 Lähteet

Digirata (2024a): Oppimuistio DR Rakentamissuunnittelu Lessons learnt 26.11.2024

Digirata (2024b): Toteutusvaiheen toteutussuunnitelma. Toteutusvaiheen aikataulu ja vaiheistus. Versio 2.0.

Digirata (2025a): JKV-ETCS siirtymissuunnitelman esiselvitys (luonnos 7.5.2025)

Digirata (2025b): Oppimuistio DR Työnaikainen suunnittelu Lessons learnt 29.1.2025

Digirata (2025c): Tietovirta-projekti. Loppuraportti (luonnos 11.3.2025)

Digirata (2025d): Työohje: Rakentamissuunnittelu. Tilaajan ohje työn määrittelyyn, hankintaan ja ohjaukseen. Käsikirja 02866

Digirata (2025e): Junaliikenteen visioaikataulu rakentamissuunnittelun tukena.

Haastattelu ToToN projektipäällikkö Saara Haapala (Fintraffic) 22.4.2025: Toteutusvaiheen toteutussuunnittelu (ToTo)

Haastattelu ratakunnossapidon asiantuntija Mikko Sauni (Väylävirasto) 6.5.2025: Rataverkon kunnossapito

Haastattelu liikennejärjestelmäasiantuntija Kristiina Hallikas, ostastonjohtaja Maija Märkälä, rautatieliikenteen suunnittelun asiantuntija Taru Palsa ja rautatiejohtaja Jukka Ronni (Väylävirasto) 12.5.2025: Tulevat ratahankkeet

Haastattelu EKAn rakennuttajakonsultti/suunnitteluttaminen Pasi Kråknäs (Welado Oy), KPO-työkokonaisuuden vetäjä Johanna Kuismin (Fintraffic) ja EKAn rakennuttajakonsultti/projektipäällikön varahenkilö Antti Lepistö (Ratantti Oy) 13.5.2025: EKA:n rakentamissuunnittelukokemukset

Väylävirasto (2021–2024) Ratatekniset ohjeet:

- RATO 6 Turvalaitteet (18/2021)
- RATO 10 Junien kulunvalvonta JKV (40/2021)

- RATO 17 Radan merkit (23/2024 v2)
- RATO 22 ERTMS/ETCS (70/2023)

Väylävirasto (2022): Hyvinkää–Hanko-radan kapasiteetin parantaminen. Selvitys ja hankearviointi. Väyläviraston julkaisuja 35/2022

Väylävirasto (2023): Hankkeiden suunnittelun vaiheet. Saatavissa: https://vayla.fi/suunnittelu-rakentaminen/hankkeiden-suunnittelu/hankkeiden-suunnittelun-vaiheet

Väylävirasto (2024a): Kolarin-radan tarveselvitys. Väyläviraston julkaisuja 44/2024

Väylävirasto (2024b): Liikennesuunnittelun sisältö ja tulokset ratahankkeiden eri suunnitteluvaiheissa. Opinnäytetyö 7/2024

Väylävirasto (2024c): Valtion väyläverkon investointiohjelma vuosille 2025–2032. Väyläviraston julkaisuja 26/2024

Väylävirasto (2024d): Väylätiedonhallinnan kehitys vie kohti digitaalista kaksosta. Saatavissa: https://vayla.fi/-/vaylatiedonhallinnan-kehitys-vie-kohti-digitaalista-kaksosta

Väylävirasto (2024e): Väyläviraston suunnitteluohjelma vuosille 2025–2028. Väyläviraston julkaisuja 84/2024

Väylävirasto (2025): Ohje rautatielogistiikan kilpailukyvyn huomiointiin ERTMS-suunnittelussa. Väyläviraston ohjeita 6/2025

Väyläviraston suunnitteilla, käynnissä olevat ja valmistuneet olevat kehittämishankkeet: https://vayla.fi/web/vayla/suunnittelu-rakentaminen/-/project/c/35402107

10 Liitteet

Liite 1 Excel-listaus ETCS-turvalaitesuunnittelun rakentamissuunnittelussa tarvittavista lähtötiedoista

Euroopan unionin rahoittama
NextGenerationEU

DIGI RATA

[Kirjoita teksti]

digirata.fi