



Euroopan unionin  
rahoittama  
NextGenerationEU

# Toteutusvaiheen laajuus

Toteutusvaiheen toteutussuunnitelma



**DIGI  
RATA**

Taulukko 1 - Versiohistoria

Versio	Pvm.	Kirjoittajat	Katselmoijat	Hyväksyjä	Kommentit
1.0	19.9.2024	Anu Ylä-Pietilä, Saara Haapala	Oskari Forsblom, Johanna Kuismin, Mikko Natunen, Jan Tiri, Pekka Niskanen, Jani Westerling	Jari Pylvänäinen	Ensimmäinen versio.

## Tiivistelmä

Tässä kappaleessa kuvataan toteutusvaiheen ajallista, maantieteellistä ja sisällöllistä laajuutta yleisellä tasolla.

Toteutussuunnitelman välijulkaisu

# Sisältö

<b>1</b>	<b>TOTEUTUSVAIHEEN LAAJUUS .....</b>	<b>3</b>
1.1	Maantieteellinen laajuus .....	3
1.1.1	Toteutus vaiheistetaan yhteentoista osioon .....	3
1.2	Sisällöllinen laajuus .....	5
1.2.1	Ratavarustelu .....	5
1.2.2	Keskitetty turvalaitejärjestelmä, ulkolaiteohjaimet ja ulkolaitteet .....	6
1.2.2.1	Hybridijunanilmaisinkonsepti .....	6
1.2.3	Liikenteenhallintajärjestelmä (TMS) .....	7
1.2.3.1	Automaattiajo (ATO).....	7
1.2.4	Radioratkaisu.....	8
1.2.5	Kalustovarustelu .....	8
1.3	Riippuvuudet.....	9
1.4	Rautatiejärjestelmän kuvaus .....	9

# 1 Toteutusvaiheen laajuus

Toteutusvaiheen laajuutta tarkastellaan toteutusvaiheen toteutussuunnitelmassa useista näkökulmista: maantieteellinen laajuus, ajallinen laajuus sekä sisällöllinen laajuus. Tässä dokumentissa keskitytään sisällölliseen laajuuteen. Maantieteellistä ja ajallista laajuutta tarkastellaan toteutussuunnitelman **Toteutusvaiheen aikataulu ja vaiheistus** -asiakirjassa.

Maantieteellisesti toteutusvaiheen laajuus kattaa valtion omistaman, kaupallisen liikenteen käytössä olevan rataverkon. Maantieteellisesti toteutus on pilkottu osiin siten, että rataverkon varustelu uudella ERTMS-kulunvalvontajärjestelmällä toteutetaan maantieteellisesti rajattu käyttöönottovaihe kerrallaan. Käyttöönottovaiheiden suunnittelulle raamin on asettanut paitsi maantieteellinen laajuus, myös ajallinen laajuus, sillä toteutuksen on oltava valmis vuonna 2040. Näin ollen käyttöönottovaiheet on suunniteltu kyseinen aikaraami huomioiden.

Sisällöllinen laajuus käsittää ne osa-alueet, jotka on suunniteltava ja toteutettava hankkeessa, jotta rautatieliikenne toimii Suomessa vuonna 2040 uuden ERTMS-kulunvalvontajärjestelmän piirissä. Edellisten lisäksi toteutuksessa on huomioitava muut hankkeelle asetetut tavoitteet, jotka mahdollistuvat teknologisten innovaatioiden (esimerkiksi ATO, HTD) kautta.

Maantieteellinen, ajallinen ja sisällöllinen aspekti yhdistyvät käyttöönottovaiheiden projektimallissa, jonka avulla voidaan suunnitella ja aikatauluttaa käyttöönottovaiheisiin sisältyvät työkokonaisuudet. Käyttöönottovaiheet ja vaihemalli on kuvattu tarkemmin toteutussuunnitelman **Toteutusvaiheen aikataulu ja vaiheistus** -asiakirjassa.

## 1.1 Maantieteellinen laajuus

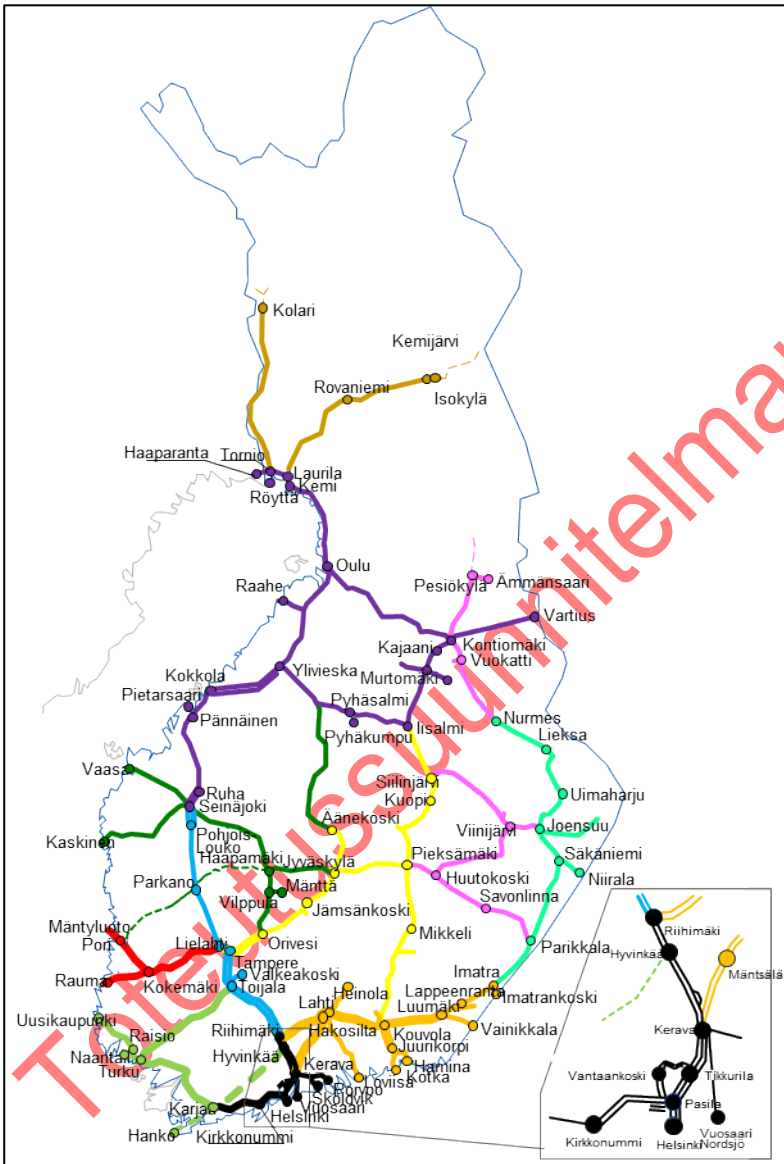
### 1.1.1 Toteutus vaiheistetaan yhteentoista osioon

Digirata-hankeen toteutusvaihe on suunniteltu käyttöönotettavaksi yhdessätoista osiossa (rataverkko jaettu ko. osioihin), joita kutsutaan käyttöönottovaiheiksi. Käyttöönottovaiheiden suunnittelun taustalla on hyödynnetty useita kriteerejä, jotka liittyvät esimerkiksi kaluston ja JKV-järjestelmän elinkaaren näkökulmiin. Näitä kriteerejä on kuvattu yksityiskohtaisesti valmisteluvaiheen loppuraportin taustalla olevassa Roll-out-työryhmän loppuraportissa sekä erillisessä perustelumistiössä.

On huomioitava, että käyttöönottovaiheita ja hankintoja ei tule sekoittaa keskenään – yksittäinen hankinta voidaan kohdistaa kerralla useaan käyttöönottovaiheeseen. Hankinnat,

ja mihin käyttööntövaiheeseen ne kohdistuvat, on kuvattu kokonaisuudessaan hankintasuunnitelmassa.

[Seuraavissa toteutussuunnitelman versioissa kuvataan tässä kohdassa yksityiskohtaisemmin kutakin käyttööntövaihetta sekä vaiheiden yksityiskohtaisia rajoja. Rajojen, eli niiden sijaintien, jossa siirrytään JKV-järjestelmästä ERMTS-järjestelmän alueelle, määrittäminen tehdään teknisen toteutettavuuden sekä rakennettavuuden näkökulmasta. Toteutussuunnitelma-työn osana on käynnissä parhaillaan myös kartan ajankohtaisuuden ja päivitystarpeiden kartoittamisen työ.]



Kuva 1. Käyttööntövaiheistuskartta, jossa kutakin käyttööntövaihetta on kuvattu yhdellä värillä. Punainen väri kuvastaa Ensimmäistä Kaupallista Rataosaa, jonka toteutus on osa Digirata-hankkeen Kehitys- ja verifiointivaihetta, eli se ei lähtökohtaisesti kuulu osaksi toteutusvaihetta.

## 1.2 Sisällöllinen laajuus

Työnosituksessa hyödynnetään paitsi vaihemallia, myös sisällöllisen laajuuden ositusta. Toteutusvaiheen sisällöllinen laajuus muodostuu seuraavista osa-alueista:

- ratavarustelu
- keskitetty turvalaitejärjestelmä, ulkolaiteohjaimet ja ulkolaitteet
  - HTD (hybridi junanilmaisinkonsepti)
- Liikenteenhallintajärjestelmä (TMS) ja sen osana kauko-ohjausjärjestelmä (CTC)
  - ATO (automaattiajo)
- radioratkaisu
- kalustovarustelu

Osa-alueet on kuvattu ylätasolla seuraavissa alikappaleissa. Osa-alueet ovat keskinäisissä riippuvuussuhteissa toisiinsa nähden, ja näitä riippuvuuksia on kuvattu tarkemmin kappaleessa 1.3.

### 1.2.1 Ratavarustelu

ERTMS-kulunvalvontajärjestelmä edellyttää radan varustelun muuttamista. Radalle on asennettava uusia baliiseja sekä erilaisia ulkolaitteita ohjaavia ja valvovia ulkolaiteohjaimia sekä ulkolaitteita. Ulkolaitteita ovat esimerkiksi vaihteet, akselinlaskijat ja tasoristeyslaitokset. Lisäksi radalle on rakennettava laitetiloja, joihin ulkolaiteohjaimia voidaan sijoittaa. (Huom. ERTMS-kulunvalvontajärjestelmä tarvitsee laitetiloja myös muualle kuin radan varteen, katso kappale 1.2.2.) Laitetilat, ulkolaiteohjaimet ja ulkolaitteet edellyttävät myös sähkö- ja tietoliikennekaapeleiden asennuksia. ERTMS-kulunvalvonnan myötä radalle asennetaan myös uusia fyysisiä kylttejä kalustoa liikennöiviä kuljettajia varten. Uusien laitteiden ja kylttien asennusten yhteydessä on jollakin tavoin myös poistettava käytöstä tarpeettomiksi jäävät opastimet ja ulkolaitteet. Ennen ratavarustelun toteuttamista on myös suunniteltava uusien baliisien, ulkolaitteiden ja kylttien sijoittelu (tehtäväkokonaisuutta kutsutaan rakentamissuunnitteluksi). Laitteiden sijoittelulla on riippuvuus keskitetyn turvalaitejärjestelmän toimintaan ja esimerkiksi rataosan kapasiteettiin. Rakentamissuunnittelua edeltävällä tiedonkeruulla on myös riippuvuus automaattiajoon (ATO), sillä riittävän tarkka digitaalinen malli ratageometriasta on välttämätön edellytys automaattiajolle.

## 1.2.2 Keskitetty turvalaitejärjestelmä, ulkolaiteohjaimet ja ulkolaitteet

ERTMS-kulunvalvontajärjestelmän ”sydän” on keskitetty turvalaitejärjestelmä (eng. Centralized Safety System CSS). Edellisessä kappaleessa mainitut ulkolaiteohjaimet toimivat tiedonvälityskanavana ulkolaitteiden ja keskitetyn turvalaitejärjestelmän välillä. Keskitetty turvalaitejärjestelmä korvaa perinteiset paikalliset asetinlaitteet, joihin ulkolaitteet on aiemmin kytketty. Nimensä mukaisesti keskitetty turvalaitejärjestelmä ei ole maantieteelliseen paikkaan sidottu, vaan voi sijaita konesalissa tai laiteilassa missä päin maata tahansa. Keskitetty turvalaitejärjestelmä (kuten asetinlaitteet aiemmin) on yhdistetty myös kauko-ohjausjärjestelmään, jonka kautta liikenteenohjaus voi luoda junille kulkuteitä, seurata junien kulkua ja valvoa ulkolaitteiden toimintaa.

Asetinlaitteen lisäksi keskitetty turvalaitejärjestelmä käsittää kokonaan uuden osan, radiosuojastuskeskuksen. Radiosuojastuskeskus on tulevaisuudessa yhdistetty radioverkkoa hyödyntävien tietoliikenneyhteyksien kautta junien ETCS-veturilaitteisiin. Yhteyden kautta radiosuojastuskeskus voi välittää junille digitaaliset ajoluvat, jotka korvaavat perinteisten opastinten antamat ”kulkuluvat”. Junat käyttävät vastaavasti samaa tietoliikenneyhteyttä raportoidessaan mm. sijainnistaan ja nopeudestaan radiosuojastuskeskukselle.

Uusi aspekti turvalaitejärjestelmäkokonaisuudessa ovat radiosuojastuskeskuksen lisäksi tukijärjestelmät, joilla jatkossa hallitaan ja valvotaan järjestelmien toimintaa eri tavoin. Käyttäjä- ja pääsynhallinnan avulla valvotaan jatkossa sitä, ketkä pääsevät järjestelmiin ja mitä käyttäjät saavat niissä tehdä. Järjestelmien toiminnan valvonnan ja hallinnan tueksi kerätään tukijärjestelmillä loki- ja järjestelmätietojen (myös kalustosta) monitoroinnin ja analytiikan hyödynnettäväksi. Kyberturvallisuuden hallinnan tueksi tukijärjestelmillä kerätään tietoja kyberlokeihin ja monitoroidaan tietoliikennettä epäilyttävän liikenteen havaitsemiseksi. Kyberturvallisuuden hallinta ulotetaan myös kalustoon asennettaviin järjestelmiin, laitteisiin ja tietoliikenteeseen.

### 1.2.2.1 Hybridijunanilmaisinkonsepti

Perinteinen junankulunvalvonta ja asetinlaitteiden logiikka on perustunut fyysisiin raideosuuksiin, joiden varausta (tieto siitä, onko raideosuus vapaa vai varattu) on valvottu radalle asennetuin laittein. Tyypillisesti raideosuuksien vapaanaolon valvontaan on käytetty ns. raidevirtapiirejä tai raideosuuksien rajoille asennettuja akselinlaskureita. Asetinlaite on hyödyntänyt fyysisten raideosuuksien varaustietoa varmistaessaan junille kulkutietä. Lisäksi asetinlaitteen saama ja eteenpäin välittämä varaustieto on näytetty liikenneohjaajille kauko-ohjausjärjestelmissä.

Hybridijunanilmaisinjärjestelmä (eli HTD, eng. Hybrid Train Detection) on uusi konsepti, jossa raiteet on jaettu fyysisten raideosuuksien sisälle sijoitettuihin ns. virtuaalisiin raideosuuksiin. Virtuaalisten raideosuuksien varausten valvontaan ei tarvita fyysisiä laitteita, vaan niiden varaus voidaan päätellä fyysisen raideosuuden varustiedoista sekä junien ilmoittamista sijaintitiedoista. Mikäli raide on varustettu virtuaalisilla raideosuuksilla, voidaan junia tarvittaessa ajaa samaan kulkusuuntaan lähempänä toisiaan eli pienemmillä suojavaleilla.

Fyysisten raideosuuksien vapaanaolon valvontaan käytettäviä laitteita hyödynnetään nykyisin ja jatkossakin myös junakokoonpanon eheyden valvontaan. HTD-toiminnallisuuden hyödyntäminen kuitenkin edellyttää, että junat vastaavat jatkossa itse omasta junakokoonpanon eheydenvalvonnasta. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että juniin on asennettava erillinen eheydenvalvontaa hoitava laite (eli TMS, eng. Train Integrity Monitoring System TMS).

### 1.2.3 Liikenteenhallintajärjestelmä (TMS)

Liikenteenhallintajärjestelmällä (eng. Traffic Management System TMS) tarkoitetaan järjestelmäkokonaisuutta, jolla voidaan luoda junaliikenteen aikataulut ratapasiteetin jakamisen kautta, kauko-ohjata junaliikennettä (eng. Centralized Traffic Control CTC) sekä mahdollisesti ennakoida ja ratkaista ruuhka- ja myöhästymistilanteiden aiheuttamia liikenteellisiä ristiriitoja.

Liikenteenhallintajärjestelmään rakennetaan myös ATO TS -osuus mahdollistamaan automaattiajoa välittämällä junille tarkat aikataulutiedot.

#### 1.2.3.1 Automaattiajo (ATO)

Raideliikenteen automatisointi (ATO, Automatic Train Operation) on ollut pitkään yleistä metroliikenteessä, mutta rautateillä automatisointi ei ole vielä yleistynyt. Viimeisten vuosien aikana myös rautateillä on ollut kehitteillä sääntelyä eri tasoisiin automatisointeihin, joista matalampien tasojen sääntelyn pitäisi valmistua lähivuosina.

Raideliikenteen automaattiotasot jaetaan vaativuutensa perusteella viiteen eri tasoon (eng. Grade of Automation, GoA). ATO:n yhteydessä puhutaan automaattiotasoista GoA2-GoA4, sillä GoA0- ja GoA1-tasolla tarkoitetaan järjestelmää, jossa valvotaan korkeintaan vaihteita ja junan kulkua perinteisellä kulunvalvontajärjestelmällä. Digirata-hankkeen tavoitteeksi on asetettu, että Suomessa otetaan käyttöön vähintään GoA2-tason automaattiajo. Myöhemmin hankkeen aikana tarkastellaan myös korkeampien automaattiotasojen hyödyntämistä. Valmisteluvaiheen aikana todettiin, että korkeampien



automaatiotasojen teknologian hyödyntämistä Suomen rautatieliikenteessä olisi mahdollista arvioida 2030-luvun loppupuoliskolla.

GoA2-automaatiotasolla järjestelmä huolehtii junan liikkumisesta asemaväleillä kuljettajan annettua liikkeellelähöluvan. Kuljettaja on ohjaamossa ja vastaa täysin turvallisuudesta kulunvalvonnan ohella esimerkiksi pysäyttämällä junan poikkeustilanteissa. Kuljettaja vastaa myös matkustajajunissa ovien käyttämisestä.

GoA2-tason toiminnallisuuden voidaan ajatella koostuvan **neljästä** osakokonaisuudesta. Liikkuvaan kalustoon asennetaan junan liikkumista ohjaava ajoneuvotietokone (**ATO OB**). Palvelinsalissa sijaitseva sovellus (**ATO TS**) välittää junien ATO OB-laitteille niiden tarvitsemat tiedot aikatauluista ja rataanfron ominaisuuksista. ATO TS saa automaattisen ajon tarpeisiin vaadittavat ratatiedot rekisteristä (**ATO REK**) ja aikataulutiedot liikenteenhallinnasta (**ATO TMS**).

## 1.2.4 Radioratkaisu

Uusi ERTMS-kulunvalvontajärjestelmä perustuu keskitetyn turvalaitejärjestelmän ja junien väliseen tietoliikenneyhteyteen. Tietoliikenneyhteys toteutetaan radioratkaisulla, joten se on keskeinen osa ERTMS-kokonaisuutta. Suomessa ei ole tarkoitus rakentaa erillistä tietoliikenne-/radioverkkoa rautatieliikenteen käyttöön, vaan tavoitteena on hyödyntää kaupallisia, jo olemassa olevia verkkoja. Tämän kirjoitushetkellä sääntelyssä ei ole määritelty kaupallisten verkkojen käyttöä, joten Suomessa tarvitaan siirtymäajaksi kansallinen ratkaisu. Kun sääntely päivittyy, korvataan kansallinen ratkaisu sääntelyn mukaisella yleiseurooppalaisella ratkaisulla. Radioratkaisulla mahdollistetaan paitsi tiedonvälitys junien ja radiosuojastuskeskuksen välillä, myös korvataan nykyinen VIRVE-verkkoon perustuva puheviestinnän ratkaisu.

Radioratkaisu muodostuu kalustoon asennettavista laitteista (esim. antenni), keskitetyn turvalaitteen tietoliikenneyhteyksistä sekä luonnollisesti televerkosta. Radioratkaisun merkittävin riippuvuus on kalustovarusteluun, erityisesti jos kansallinen radioratkaisu ja yleiseurooppalainen ratkaisu edellyttävät eri laitteiden asennuksia kalustoon.

## 1.2.5 Kalustovarustelu

Uuden ERTMS-kulunvalvontajärjestelmän käyttöönotto edellyttää erilaisia kalustovarustelun muutoksia. Kalustoon asennettavien tukijärjestelmien osalta (lisätietoja kappaleessa 1.2.2) suunnitelmat ovat vielä kesken, joten niitä ei ole lisätty alla olevaan listaukseen. Karkeasti ottaen keskeiset kalustoon asennettavat laitteet ovat seuraavat:



Euroopan unionin  
rahoittama  
NextGenerationEU



[Kirjoita teksti]

[digirata.fi](https://digirata.fi)

