



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu  
82/2025

# EUROOPPALAISEEN RAIDELEVEYTEEN SIIRTYMINEN POHJOIS-SUOMESSA, TEKNINEN SELVITYS

Eurooppalaisen raideleveyden ulottaminen Haaparannan/Tornion kautta Suomeen



Sami Ilikkanen, Marika Karhu, Tommi Koskinen, Antti Lepistö, Joel Vuohelainen, Kari Jalonen, Linda Autio, Markku Salo, Teemu Laine, Tero Ilikkanen, Ove Dahl Kristensen, Ralf Jugelt

## **Eurooppalaiseen raidelevyyteen siirtyminen Pohjois-Suomessa, tekninen selvitys**

Eurooppalaisen raidelevyyden ulottaminen Haaparannan/Tornion kautta Suomeen

Väyläviraston julkaisuja 82/2025

Kannen kuva: Tommi Koskinen

Verkkajulkaisu pdf ([vayla.fi](http://vayla.fi))

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-307-5

Väylävirasto  
PL 33, 00521 Helsinki  
Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki  
Puhelin 0295 34 3000

[kirjaamo@vayla.fi](mailto:kirjaamo@vayla.fi)  
[vayla.fi](http://vayla.fi)

**Sami Ikkänen, Marika Karhu, Tommi Koskinen, Antti Lepistö, Joel Vuohelainen, Kari Jalonen, Linda Autio, Markku Salo, Teemu Laine, Tero Ikkänen, Ove Dahl Kristensen, Ralf Jugelt: Eurooppalaiseen raideleveyteen siirtyminen Pohjois-Suomessa, tekninen selvitys – Eurooppalaisen raideleveyden ulottaminen Haaparannan/Tornion kautta Suomeen.** Väylävirasto Helsinki 2025. Väyläviraston julkaisu 82/2025. 106 sivua ja 18 liitettä. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-307-5.

**Avainsanat:** Raideleveys, limittäisraide, rinnakkaisraide, rataverkko

## Tiivistelmä

Kesällä 2024 voimaan tullut uusi TEN-T-asetus sisältää vaatimuksia eurooppalaisen standardiraideleveyden (1435 mm) ratojen selvittämisestä ja suunnittelusta sekä mahdollisesta edistämisestä niissä maissa, joissa on poikkeava raideleveys. Kansainvälisten läntisten liikenneyhteyksien merkitys on korostunut Suomessa viime aikoina erityisesti huoltovarmuuden, varautumisen ja sotilaallisen liikkuvuuden näkökulmista.

Työssä on tarkasteltu eurooppalaisen raideleveyden raiteen toteuttamismahdollisuuksia ja niihin liittyviä tekijöitä Pohjois-Suomessa. Työssä ei tutkittu raideleveyden muuttamista nykyisestä, vaan lähtökohtana oli nykyisten yhteyksien säilyminen. Näin ollen tutkittavana oli eurooppalaisen raideleveyden raiteen rakentaminen nykyisen raiteen rinnalle rinnakkaisraiteena eli kokonaan uutena raiteena, sekä eurooppalaisen raideleveyden toteuttaminen nykyiseen raiteeseen limittäisraiteena eli nelikiskoraiteena. Limittäisraiteen tutkiminen laajamittaisena ratkaisuna varsinkin sähköradan kannalta oli olennainen osa työtä.

Työn tarkastelualue sisältää nykyisen rataverkon Oulun pohjoispuolella sekä yhteyden Raaheen, eli seuraavat rataosuudet: Oulu–Tuomioja–Raahe, Oulu–Kemi–Laurila, Laurila–Tornio–Kolari, Tornio–Röyttä, Kemi–Ajos sekä Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi–Patokangas. Lisäksi on huomioitu mahdollinen uusi ratayhteys Kolari–Svappavaara, joka mahdollistaisi liikennöinnin Ruotsin puolella Kiirunaan ja edelleen Norjan Narvikiin. Työssä on keskitytty valtion rataverkkoon, mutta yksityisraiteet on huomioitu karkealla tasolla suunnittelussa. Rataosuudet ovat yksiraiteisia, mutta Liminka–Oulu-välille on suunnitteilla kaksoisraide. Lisäksi rataosuudet ovat sähköistettyjä lukuun ottamatta osuuksia Tornio–Kolari, Kemi–Ajos ja Tornio–Röyttä. Kolarin ja Röyttän radoille on kuitenkin suunniteltu sähköistystä.

Eurooppalainen raideleveys esitetään toteutettavaksi pääasiassa rinnakkaisraideratkaisuna, jossa uusi raide rakennetaan joko samaan penkereeseen nykyisen raiteen kanssa tai samaan ratakäytävään, mutta erilliselle penkereelle. Rinnakkaisraideratkaisu vastaa teknisesti pitkälti kaksoisraiteen toteuttamista, vaikka eurooppalainen raideleveys on 89 millimetriä suomalaista raideleveyttä kapeampi. Lyhyitä osuuksia esitetään toteutettavaksi limittäisraideratkaisulla kaventamalla ajolangan sivuttaisaseman siksakliikettä. Ratkaisu vaatii kuitenkin vielä jatkoselvittämistä. Limittäisraideosuuksia ehdotetaan maankäytöllisistä syistä lähinnä kaupunkien keskusta-alueille ja keskeisille ratapihoille. Rinnakkais- ja limittäisraideosuuksien erkanemis- ja yhdistymiskohdat suositellaan toteutettavan kääntyväkärkinä

raideristeyksinä, jolloin pääsuunnalle ei kohdistu nopeusrajoitusta. Rinnakkaisraideratkaisu vaatii paikoitellen rautatiealueen leventämistä ja kaavamuutoksia. Uusien raiteiden tulee täyttää TEN-T-asetuksen mukaiset vaatimukset.

Suomessa ja Ruotsissa on erilainen sähköistysjärjestelmä ja ajolangan nimelliskorkeudet eroavat toisistaan. Kummassakin maassa on käytettävä maakohtaista sähköistysratkaisua. Liikennöinti edellyttää kaksisijännitekalustoa, jolla voidaan liikennöidä kummankin maan järjestelmässä.

Laajamittaista limittäisraideratkaisua ei työn tulosten perusteella haluta sulkea pois, mutta sen toteutavuuteen liittyy monia epävarmuuksia. Koska sellaista sähköistyksen ratajohdon toteutusvaihtoehtoa, jolla limittäisraide voitaisiin toteuttaa laajamittaisesti ilman muutoksia vetokaluston virroittimiin ei löydetty, vaativat eri toteutusratkaisut erikoisvirroittinratkaisujen kehittämistä ja mahdollisesti sähköratarakenteiden muutoksia muillakin rataosuuksilla. Limittäisraiteeseen liittyy myös muita epävarmuuksia, kuten nykyisen raiteen ominaisuuksien säilyminen, raiteiden kunnossapidettävyyden vaikeutuminen, varaosien ja kunnossapitokaluston mahdollinen huono saatavuus, teknisten erityisratkaisujen lisääntyminen ja rautatiejärjestelmän monimutkaistuminen. Limittäisraiteen rakentamisen aikaiset vaikutukset voivat olla mittavia, sillä Pohjois-Suomessa ei ole vaihtoehtoisia liikennöintireittejä. Liikennekatkot tulisi minimoida rakentamisen aikana.

Työssä on laadittu kustannusarviot linjaosuuksille, tarkastelluille ratapihoille, tyyppiratkaisun mukaiselle kuormauspaikalle, tarvittaville kohtauspaikoille ja varikolle. Suomen rajojen sisäpuolella olevan tarkastelualueen alustaviksi kustannuksiksi on arvioitu noin 3,2 miljardia euroa sisältäen hanketehtävät. Kustannusarviot on laskettu indeksissä MAKU 145 (2020=100). Lisäksi on muodostettu kustannusarvio erilaisten tyyppipoikkileikkausten mukaiselle yhden kilometrin osuudelle eurooppalaista raidelevyettä. Kustannusarvio yhden kilometrin pituiselle limittäisraiteelle on 2,0 miljoonaa euroa. Rinnakkaisraiteen kustannusarvio yhden kilometrin osuudelle on 2,8 miljoonaa euroa rakennettaessa samalle penkereelle suomalaisen raidelevyden raiteen kanssa ja 12,3 miljoonaa euroa rakennettaessa pehmeikön vuoksi omalle penkereelle paalulaatan kanssa.

**Sami Iikkanen, Marika Karhu, Tommi Koskinen, Antti Lepistö, Joel Vuohelainen, Kari Jalonen, Linda Autio, Markku Salo, Teemu Laine, Tero Iikkanen, Ove Dahl Kristensen, Ralf Jugelt: Övergång till europeisk spårvidd i norra Finland, teknisk utredning – Utvidgning av den europeiska spårvidden till Finland via Haparanda/Torneå.** Trafikledsverket Helsingfors 2025. Trafikledsverkets publikationer 82/2025. 106 sidor och 18 bilagor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-307-5.

## Sammanfattning

Den nya TEN-T-förordningen, som trädde i kraft sommaren 2024, innehåller krav på utredning och planering av banor för den europeiska standardspårvidden (1 435 mm) samt eventuellt främjande i länder med avvikande spårvidd. I Finland har betydelsen av internationella västerländska trafikförbindelser accentuerats den senaste tiden, särskilt med avseende på perspektiven försörjningsberedskap, beredskapsplanering och militär mobilitet.

I arbetet har man undersökt möjligheterna att realisera den europeiska spårvidden och relaterade faktorer i norra Finland. I arbetet undersöktes inte ändring av spårvidden från den befintliga, utan utgångspunkten var att de befintliga förbindelserna ska bevaras. Därför granskades byggande av ett spår med den europeiska spårvidden parallellt med det befintliga spåret, dvs. som ett helt nytt spår, samt realisering av den europeiska spårvidden i form av ett spår som överlappar det befintliga spåret, dvs. ett spår med fyra järnvägsskenor. Undersökning av det överlappande spåret som en storskalig lösning, särskilt för den elektrifierade banan, var en väsentlig del av arbetet.

Granskningsområdet i arbetet innefattar det befintliga bannätet norr om Uleåborg samt förbindelsen till Brahestad, dvs. följande spåravsnitt: Uleåborg–Tuomioja–Brahestad, Uleåborg–Kemi–Laurila, Laurila–Torneå–Kolari, Torneå–Röyttä, Kemi–Ajos och Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi–Patokangas. Dessutom har hänsyn tagits till en eventuell ny banförbindelse mellan Kolari och Svappavaara, vilket skulle möjliggöra trafikering på svenska sidan till Kiruna och vidare till Narvik i Norge. I arbetet har fokus legat på statens bannät, men på en grov nivå har privata spår beaktats i planeringen. Banavsnitten är enspåriga, men ett dubbelspår planeras på sträckan Limingo–Uleåborg. Dessutom är banavsnitten elektrifierade, med undantag för Torneå–Kolari, Kemi–Ajos och Torneå–Röyttä. Dock har elektrifiering planerats för Kolari- och Röyttäbanorna.

Ett genomförande av den europeiska spårvidden presenteras huvudsakligen som en lösning med en parallell bana, där ett nytt spår byggs antingen på samma banvall som den befintliga banan, eller på en separat banvall i samma bankorridor. Tekniskt liknar lösningen med en parallell bana i allt väsentligt ett genomförande av dubbelspåret, även om den europeiska spårvidden är 89 mm smalare än den finska spårvidden. Det föreslås att korta avsnitt genomförs med en lösning med ett överlappande spår genom att sicksackrörelsen hos kontaktledningens tvärposition minskas. Lösningen kräver dock fortfarande fortsatt utredning. Avsnitt med överlappande spår föreslås av markanvändningsskäl, främst i städernas centrumområden och på centrala bangårdar. Det rekommenderas att divergerings- och konvergeringspunkterna

för avsnitten med parallella och överlappande spår genomförs som spårkorsningar med rörlig korsningspets, så att huvudriktningen inte blir föremål för någon hastighetsbegränsning. Lösningen med parallella spår kräver på vissa ställen breddning av järnvägsområdet och planändringar. De nya spåren måste uppfylla kraven i TEN-T-förordningen.

Elsystemen i Finland och i Sverige är olika och kontaktledningens nominella höjder skiljer sig åt. En landspecifik elektrifieringslösning måste användas i vardera landet. Trafikering förutsätter rullande materiel med dubbelspänningsutrustning, som möjliggör trafikering i systemen i båda länderna.

Baserat på resultaten av arbetet vill man inte utesluta en storskalig lösning med överlappande spår, men dess genomförbarhet är förknippad med många osäkerheter. Eftersom det inte gick att hitta ett alternativ för storskalig realisering av en kontaktledning för elektrifiering av överlappande spår utan att draglokens strömavtagare ändras, kräver olika genomförandelösningar utveckling av speciella strömavtagarlösningar och eventuellt ändringar i konstruktioner på elektrifierade banor även på andra banavsnitt. Det finns också andra osäkerheter förknippade med överlappande spår, såsom att egenskaperna hos det befintliga spåret bibehålls, att underhållet av spåren försvåras, potentiellt dålig tillgänglighet på reservdelar och underhållsutrustning, ökat antal tekniska speciallösningar och att järnvägssystemets komplexitet ökar. Konsekvenserna kan bli betydande under den tid som man bygger de överlappande spåren, eftersom det inte finns några alternativa trafikeringsrutten i norra Finland. Trafikavbrotten under byggtiden måste minimeras.

I arbetet har det upprättats kostnadsberäkningar för linjeavsnitt, för granskade bangårdar, för en lastningsplats enligt typlösningen, för nödvändiga mötesplatser och för en depå. De preliminära kostnaderna för granskningsområdet inom Finlands gränser har beräknats till cirka 3,2 miljarder, inklusive projektaktiviteter. Kostnadsuppskattningarna är beräknade i index MAKU 145 (2020=100). Dessutom har det upprättats en kostnadsuppskattning för ett kilometerlångt avsnitt med europeisk spårvidd och olika typiska tvärprofiler. Kostnadsuppskattningen för en kilometerlång bana med överlappande spår är 2,0 miljoner euro. Kostnadsberäkningen för ett kilometerlångt avsnitt med parallella spår är 2,8 miljoner euro om man bygger på samma banvall tillsammans med den finska spårvidden och 12,3 miljoner euro om man på grund av svag undergrund bygger på en egen banvall tillsammans med en pålplatta.

**Sami Iikkanen, Marika Karhu, Tommi Koskinen, Antti Lepistö, Joel Vuohelainen, Kari Jalonen, Linda Autio, Markku Salo, Teemu Laine, Tero Iikkanen, Ove Dahl Kristensen, Ralf Jugelt: Transition to the European track gauge in Northern Finland, technical study – Extending use of the European track gauge to Finland via Haparanda/Tornio.** Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2025. Publications of the FTIA 82/2025. 106 pages and 18 appendices. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-307-5.

## Abstract

The new TEN-T regulation, which entered into force in summer 2024, includes requirements for the identification and design of railway lines with a European standard track gauge (1,435 mm) and possible promotion in countries with a different gauge. The importance of international western transport connections has recently been emphasised in Finland, especially from the perspectives of security of supply, preparedness and military mobility.

The study has examined the possibilities of implementing a track with a European track gauge as well as the related factors in Northern Finland. The study did not look at changing the current track gauge, but rather at maintaining existing connections. Thus, the study involved the examination of building a track with European track gauge alongside the existing track as a parallel track, i.e. a completely new track, and the implementation of the European track gauge on the current track as an overlapping track, i.e. a four-rail track. The study of an overlapping track as a large-scale solution, especially for the electrified railway, was an essential part of the work.

The scope of the study includes the existing railway network north of Oulu and the connection to Raahe, i.e. the following track sections: Oulu–Tuomioja–Raahe, Oulu–Kemi–Laurila, Laurila–Tornio–Kolari, Tornio–Röyttä, Kemi–Ajos, and Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi–Patokangas. In addition, a possible new connection, Kolari–Svappavaara, has been considered, which would enable services to Kiruna on the Swedish side and on to Narvik in Norway. The work has focused on the national rail network, but private railways have been taken into account at a rough level of planning. The sections are single-track, but a double track is planned for the Liminka–Oulu section. In addition, the track sections are electrified, except for the Tornio–Kolari, Kemi–Ajos and Tornio–Röyttä sections. However, electrification is planned for the Kolari and Röyttä track sections.

The European track gauge is mainly proposed as a parallel track solution, where the new track is either built on the same embankment as the existing track or in the same corridor but on a separate embankment. The parallel track solution is technically very similar to building a double track, although the European track gauge is 89 mm narrower than the Finnish gauge. Short sections are proposed to be implemented with an overlapping track solution by narrowing the zigzag movement of the lateral position of the overhead contact line. However, the solution requires further investigation. For land-use reasons, the overlapping track sections are proposed mainly in city centres and central railway yards. It is recommended that the junctions of the parallel and overlapping track sections be implemented as movable

crossings, so that the main line is not subject to speed restrictions. The parallel track solution will require widening of the railway area in some places as well as rezoning plans. The new tracks must meet the requirements of the TEN-T regulation.

Finland and Sweden have different electrification systems and different nominal overhead contact line heights. In both countries, a country-specific electrification solution must be used. The traffic requires dual-voltage equipment that can operate on both countries' systems.

The results of the work do not rule out a large-scale overlapping solution, but there are many uncertainties about its feasibility. As no option for the implementation of the electrification overhead contact line was found that would allow the implementation of the overhead contact line on a large scale without modifying the pantographs of the tractive stock, the different implementation solutions require the development of special pantograph solutions and possible modifications of structures on electrified tracks on other track sections. There are also other uncertainties associated with an overlapping track, such as maintaining the characteristics of the existing track, making it more difficult to maintain the track, the possible lack of availability of spare parts and maintenance equipment, the increase in special technical solutions and the increasing complexity of the railway system. The impact during the construction of an overlapping track could be significant, as there are no alternative transport routes in northern Finland. Traffic disruptions should be minimised during construction.

Cost estimates have been prepared for the track sections, the yards examined, the standardised loading bays, the necessary meeting places and the depot. The preliminary cost of the area under review within Finland's borders is estimated to be around EUR 3.2 billion, including project tasks. The cost estimates are calculated using the index MAKU 145 (2020=100). In addition, a cost estimate has been established for a one-kilometre section of European track gauge with different types of standardised cross sections. The cost estimate for a one-kilometre section of overlapping track is EUR 2.0 million. The estimated cost of a parallel track for one kilometre is EUR 2.8 million when built on the same embankment as the Finnish track gauge and EUR 12.3 million when built on a separate embankment with pile slabs due to weak soil.

## Esipuhe

Kesällä 2024 voimaan tullut TEN-T-asetus sisältää vaatimuksia eurooppalaisen standardiraideteveyden (1435 mm) ratojen selvittämisestä ja suunnittelusta sekä mahdollisesta edistämisestä niissä maissa, joissa on poikkeava raideleveys. Kansainvälisten läntisten liikenneyhteyksien merkitys on korostunut Suomessa viime aikoina erityisesti huoltovarmuuden, varautumisen ja sotilaallisen liikkuvuuden näkökulmista. Kriittisen infrastruktuurin varmistaminen liikennejärjestelmän yhteensovittamisessa ja radanpidossa on yksi keskeinen lähtökohta.

Väylävirasto on saanut liikenne- ja viestintäministeriöltä toimeksiannon laatia selvitys eri ratkaisuisista eurooppalaisen raideleveyden ratayhteyden ulottamisesta Haaparannalta Suomen puolelle sekä mahdollisten uusien, eurooppalaisella raideleveydellä rakennettavien ratayhteyksien rakentamistarpeesta Suomesta Ruotsiin. TEN-T-asetuksen valmistelun aikana liikenne- ja viestintäministeriö on teettänyt keväällä 2023 julkaistun selvityksen eurooppalaisen raideleveyden käyttöönoton mahdollisuuksista ja vaikutuksista Suomessa. Aiempi selvitys on toiminut Pohjois-Suomea koskevan tarkemman selvitystyön lähtökohtana.

Toimeksiannosta tehty selvitystyö jakautuu neljään osaan: pääselvitys, hankearviointi, liikenteen kysyntäselvitys sekä tekninen selvitys. Tämä julkaisu koskee teknistä selvitystä, joka sisältää rautatieinfrastruktuuria koskevat tarkastelut teknisistä ratkaisuisista kustannuksineen ja vaikutuksineen. Työssä on tarkasteltu eurooppalaisen raideleveyden raiteen toteuttamismahdollisuuksia ja niihin liittyviä tekijöitä Pohjois-Suomessa. Työ on tehty esiselvitystarkkuudella. Lisäksi työn aikana käynnistyi selvitystyö vaihtuvakselisen kaluston käyttömahdollisuuksista Ruotsin rajan ylittävässä liikenteessä.

Selvitys on laadittu lokakuun 2024 ja kesäkuun 2025 välillä. Teknistä selvitystyötä ovat ohjanneet Väylävirastosta Marketta Ruutiainen, Erika Helin ja Janne Kojo. Lisäksi työryhmän toimintaan ovat osallistuneet Väylävirastosta Tuija Myllymäki, Anssi Saari, Karoliina Saarniaho, Harri Sakki, Henri Seppälä, Jorma Sillanpää ja Simo Toikkanen. Työn aikana on myös haastateltu sidosryhmiä. Selvityksen toteutuksesta on konsulttina vastannut Ramboll Finland Oy, jossa työn projektipäällikkönä on toiminut Sami Ilikkanen. Lisäksi konsultin työryhmään ovat kuuluneet Linda Autio, Tero Ilikkanen, Kari Jalonen, Ralf Jugelt, Marika Karhu, Tommi Koskinen, Ove Dahl Kristensen, Teemu Laine, Markku Salo, Anna-Liisa Siika-aho, Anna-Liisa Sillanpää, Joel Vuohelainen ja Antti Lepistö (alikonultti Ratantti Oy).

Helsingissä elokuussa 2025

Väylävirasto  
Liikenneverkkojen suunnittelu

# Sisällys

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>12</b>
1.1	TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET .....	12
1.2	LÄHTÖTIEDOT .....	13
1.3	LVM:N AIEMPI RAIDELEVEYTTÄ KOSKEVA SELVITYS .....	13
<b>2</b>	<b>LIIKENNEPOLIITTINEN TAUSTA</b> .....	<b>15</b>
2.1	TEN-T-ASETUS .....	15
2.2	VALTAKUNNALLINEN LIIKENNEJÄRJESTELMÄSUUNNITELMA .....	18
<b>3</b>	<b>ALUEEN RATAVERKON NYKYTILANTEEN KUVAUS</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RATAVERKON KEHITTÄMIS- JA PERUSKORJAUSTARPEET</b> .....	<b>22</b>
4.1	YLEISTÄ.....	22
4.2	RAAHE–TUOMIOJA–OULU.....	23
4.3	OULU–KEMI–LAURILA .....	24
4.4	KEMI–AJOS.....	24
4.5	LAURILA–TORNIO–HAAPARANTA .....	25
4.6	TORNIO–KOLARI.....	25
4.7	TORNIO–RÖYTTÄ.....	26
4.8	LAURILA–ROVANIEMI–PATOKANGAS .....	26
<b>5</b>	<b>EUROOPPALAISEN RAIDELEVEYDEN SUUNNITTELURATKAISUT</b> .....	<b>27</b>
5.1	YLEISTÄ.....	27
5.2	TYYPPIPOIKKILEIKKAUS JA SÄHKÖISTYJSÄRJESTELMÄ .....	29
5.3	LIMITTÄISRAIDE .....	31
5.3.1	RAITEET JA VAIHTEET .....	32
5.3.2	MATKUSTAJALAITURIT .....	34
5.3.3	SÄHKÖRATA .....	35
5.3.4	TURVALAITTEET .....	42
5.3.5	SILLAT .....	43
5.3.6	VAIKUTUKSET LIIKENTEEN KAPASITEETTIIN JA TYÖNAIKAISEEN LIKKNÖINTIIN.....	44
5.4	RINNAKKAISRAIDE.....	45
5.5	LIMITTÄIS- JA RINNAKKAISRAITEEN VERTAILU .....	46
5.6	KUSTANNUSTEN MÄÄRITTÄMINEN ERI RATKAISUILLE .....	49
5.7	VAIHTOEHTOKOHTAISIA VAIKUTUKSIA.....	52
<b>6</b>	<b>TYYPPIRATKAISUT</b> .....	<b>56</b>
6.1	KOHTAUSPAIKAT .....	56
6.2	KUORMAUSPAIKAT.....	60
<b>7</b>	<b>KALUSTO</b> .....	<b>62</b>
7.1	KALUSTON SAATAVUUS JA MITOITUS.....	62
7.2	KALUSTOKUSTANNUKSET .....	65
7.3	VARIKKO.....	67
<b>8</b>	<b>ESITETTY SUUNNITELMARATKAISU</b> .....	<b>67</b>
8.1	LINJAOSUUDET .....	67
8.2	SÄHKÖRATA.....	70
8.3	SILLAT.....	72
8.4	RATAPIHAT .....	73
8.5	MAANKÄYTÖN TARKASTELU RINNAKKAISRAITEEN SIOJTTUMISESTA KOKO TARKASTELUALUEELLA	
	80	
<b>9</b>	<b>KUSTANNUSARVIOT</b> .....	<b>84</b>
9.1	LÄHTÖKOHDAT .....	84

9.2	KOKO TARKASTELUALUEEN KUSTANNUSARVIO ESITETYILLÄ SUUNNITTELURATKAISUILLA .....	85
9.3	YKSITYISRAITEISTOJEN KUSTANNUKSET .....	88
<b>10</b>	<b>VAIKUTUSTEN ARVIOINTI .....</b>	<b>89</b>
10.1	TEKNISTEN RATKAISUJEN VAIKUTUKSET .....	89
10.2	ILMASTOVAIKUTUKSET .....	92
<b>11</b>	<b>RISKIEN ARVIOINTI .....</b>	<b>94</b>
<b>12</b>	<b>JATKOSELVITETTÄVIÄ ASIOITA .....</b>	<b>96</b>
12.1	JATKOSELVITYSTARPEET .....	96
12.2	SÄHKÖRATA JA KALUSTO .....	96
12.3	RATATEKNIikka JA KUNNOSSAPITO .....	96
12.4	LIIKENNEPAIKAT JA VARIKOT .....	96
12.5	KULUNVALVONTA .....	97
12.6	TORNIONJOEN SILTA JA MUUT SILLAT RINNAKKAISRAIDERATKAISUSSA .....	97
12.7	LIMITTÄISRAITEEN PILOTOINTI .....	98
<b>13</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>98</b>
13.1	TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	98
13.2	RAITEEN SUUNNITTELURATKAISUT .....	99
13.3	ESITETTY RATKAISU .....	100

## LIITTEET

LIITE 1: TARKASTELUALUE RAAHE–OULU 1
LIITE 2: TARKASTELUALUE RAAHE–OULU 2
LIITE 3: TARKASTELUALUE OULU–KEMI–TORNIO 1
LIITE 4: TARKASTELUALUE OULU–KEMI–TORNIO 2
LIITE 5: TARKASTELUALUE TORNIO–KOLARI 1
LIITE 6: TARKASTELUALUE TORNIO–KOLARI 2
LIITE 7: TARKASTELUALUE TORNIO–KOLARI 3
LIITE 8: TARKASTELUALUE TORNIO–KOLARI 4
LIITE 9: TARKASTELUALUE LAURILA–ROVANIEMI 1
LIITE 10: TARKASTELUALUE LAURILA–ROVANIEMI 2
LIITE 11: TARKASTELUALUE ROVANIEMI–PATOKANGAS 1
LIITE 12: TARKASTELUALUE ROVANIEMI–PATOKANGAS 2
LIITE 13: ROVANIEMEN RATAPIHA
LIITE 14: KEMIN RATAPIHA
LIITE 15: OULUN HENKILÖRATAPIHA
LIITE 16: OULUN TAVARARATAPIHA
LIITE 17: OULUN NOKELAN RATAPIHA
LIITE 18: VÄHÄHIILISYYDEN ARVIOINTI, EUROOPPALAINEN RAIDELEVEYS POHJOIS-SUOMESSA, TEKNINEN SELVITYS

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Kesällä 2024 voimaan tullut TEN-T-asetus sisältää vaatimuksia eurooppalaisen standardiraidelevyyden (1 435 millimetriä) ratojen selvittämisestä ja suunnittelusta sekä mahdollisesta edistämisestä niissä maissa, joissa on poikkeava raideleveys. Liikenne- ja viestintäministeriö on toimeksiannossaan 3.6.2024 pyytänyt Väylävirastoa laatimaan kirjallisen selvityksen eri ratkaisuisista eurooppalaisen raidelevyyden ratayhteyden ulottamisesta Haaparannalta Suomen puolelle sekä mahdollisten uusien, eurooppalaisella raidelevyeydellä rakennettavien ratayhteyksien rakentamistarpeesta Suomesta Ruotsiin. Nykytilanteessa eurooppalainen raideleveys ulottuu Haaparannalta Suomen puolelle vain Tornion ratapihalle saakka. Muualla Suomen rataverkolla on käytössä vain suomalainen raideleveys (1 524 millimetriä).

Selvitystyö jakautuu osaselvityksiin:

- liikenteen kysynnän selvitys
- tekninen infrastruktuuria koskeva selvitys
- hankearviointi
- pääselvitys täydentää osaltaan kokonaisuutta ja kokoaa tiedon yhdeksi selvitykseksi.

Tämän työn tavoitteena oli laatia Pohjois-Suomea koskevan raidelevyys selvityksen tekninen selvitys esiselvitystarkkuudella. Työssä ei tutkittu raidelevyyden muuttamista nykyisestä, vaan lähtökohtana oli nykyisten yhteyksien säilyminen. Näin ollen tutkittavana oli eurooppalaisen raidelevyyden raiteen rakentaminen nykyisen raiteen rinnalle rinnakkaisraiteena eli kokonaan uutena raiteena, sekä eurooppalaisen raidelevyyden toteuttaminen nykyiseen raiteeseen limittäisraiteena eli nelikiskoraiteena. Limittäisraiteen tutkiminen laajamittaisena ratkaisuna varsinkin sähköradan kannalta oli olennainen osa työtä. Lisäksi työn aikana käynnistyi selvitys vaihtuva-akselisen kaluston käyttömahdollisuudesta Ruotsin ja Suomen rajan ylittävässä liikenteessä. Selvityksestä tehdään erillinen julkaisu.

Työn tarkastelualue sisälsi nykyisen rataverkon Oulun pohjoispuolella sekä yhteyden Raaheen eli seuraavat rataosuudet: Oulu–Tuomioja–Raahe, Oulu–Kemi–Laurila, Laurila–Tornio–Kolari, Tornio–Röyttä, Kemi–Ajos sekä Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi–Patokangas. Lisäksi otettiin huomioon mahdollinen uusi ratayhteys Kolari–Svappavaara(–Kiiruna). Työn tarkastelualue määrittyi osin kysyntäselvityksen perusteella. Laajempi vuoropuhelu sidosryhmien ja esimerkiksi teollisuusyritysten kanssa on käyty osana kysyntäselvitystä. TEN-T-asetus sisältää vaatimuksia tarkastella rataverkkoa myös muualla kuin Pohjois-Suomessa. Rataverkon laajemmat tarkastelut on tarkoitus tehdä Pohjois-Suomen selvitysten jälkeen valtakunnallisen näkemyksen muodostamiseksi.

Työn aikana on kuultu rautatieyrityksiä (Fenniarail Oy ja VR-Yhtymä Oy) sekä käyty vuoropuhelua eri osaselvitysten välillä. Lisäksi on haastateltu Väyläviraston asiantuntijoita. Kansainvälisiä kokemuksia on selvitetty muun muassa tutkimusten ja julkaisujen avulla.

## 1.2 Lähtötiedot

Työssä on hyödynnetty lähtötietoina muun muassa seuraavia dokumentteja ja asiantuntijahaastatteluja:

- selvitystyökokonaisuuden muut selvitykset
- TEN-T-asetus
- *Eurooppalaisen raidelevyyden käyttöönoton mahdollisuudet ja vaikutukset Suomessa* -julkaisu
- viimeaikaiset tarveselvitykset ja hankearvioinnit suunnittelualueelta
- käynnissä olevien parantamis- ja suunnitteluhankkeiden tiedot
- ratayhteys selvitykset Sodankylä–Kittilä–Ylläs & Tunturirata
- rajan ylittävä raideliikenne Perämeren alueella -selvitys
- Pohjois-Suomen kunnossapidon tarveuistiot/-selvitykset
- asiantuntijahaastattelut Väylävirastossa (kunnossapito, sähkörata ja muut tekniset asiantuntijat)
- keskustelutilaisuus rautatieyritysten kanssa teknisistä ratkaisuksista
- Digirata-hankkeen tiedot eurooppalaisesta kulunvalvontajärjestelmästä ja hankkeen aikataulu
- vertailuanalyysi (benchmarking) limittäisraiteen käytöstä muualla Euroopassa.

## 1.3 LVM:n aiempi raidelevyyttä koskeva selvitys

Keväällä 2023 julkaistussa liikenne- ja viestintäministeriön selvityksessä *Eurooppalaisen raidelevyyden käyttöönoton mahdollisuudet ja vaikutukset Suomessa* [1] on esitetty kolme vaihtoehtoista laajuutta toteuttaa eurooppalainen raideleveys Suomessa sekä vertailuvaihtoehtona nykytilanne, jossa kaikki radat säilyvät jatkossakin 1 524 millimetrin raidelevyydellä (sisältäen nykyisen limittäisraideratkaisun Tornio–Haaparanta-välillä). Selvityksessä todettiin, että mikään tarkastelluista vaihtoehtoista (Kuva 1) ei ole perusteltavissa suorilla liikennejärjestelmän tehokkuusnäkökulmilla. Investointikustannukset ovat korkeat suhteessa suoriin hyötyihin, joten puhtaasti hyöty-kustannusanalyysin näkökulmasta VE0+ olisi suositeltavin vaihtoehto. Raidelevyyteen ja rataverkon kehitykseen liittyy kuitenkin myös muita näkökulmia, kuten huoltovarmuus, sotilaallinen liikkuvuus ja EU-politiikka.

VE0+ Vertailuvaihtoehto	VE1 Uusi runkoyhteys (Helsinki-Oulu-Tornio)	VE2 Uudet radat (hankeyhtiöt)	VE3 TEN-T verkon muutos ja lisäkapasiteettia
<p><i>Nykyisten investointiohjelmien mukainen kehitys ja liikenneennusteen mukainen liikenne.</i></p>	<p><i>Uusi 1435 raide/raiteet nykyisen pääradan rinnalle ja yhteys Ruotsiin.</i></p> <p><i>Uusi runkoyhteys, joka toimii nykyisen rataverkon rinnalla.</i></p>	<p><i>Kaikki uudet hankeyhtiöissä edistettävät radat toteutetaan 1435 mm. Uusi henkilöliikenteen raidejärjestelmä Etelä-Suomeen.</i></p> <p><i>Huom! vaatii muutoksia myös olemassa olevaan rataverkkoon.</i></p>	<p><i>Vaihe 1: TEN-T-ydinverkon muuttaminen rakentamalla osalle verkkoa uutta ratakapasiteettia (uutta rataa) ja muuttamalla osittain nykyistä rataverkkoa.</i></p> <p><i>Vaihe 2: TEN-T kattavan verkon muuttaminen 1435 mm.</i></p>

Kuva 1. Eurooppalaisen raidelevyden käyttöönoton vaikutustenarvioinnissa tutkitut vaihtoehdot (lähde: Liikenne- ja viestintäministeriö 2023).

Vertailuvaihdossa VE0+ koko Suomen rataverkolla säilyisi käytössä nykyinen raideleveys 1 524 millimetriä. Rataverkkoa kehitettäisiin ja ylläpidettäisiin Väyläviraston investointiohjelman ja valtakunnallisen liikennejärjestelmän linjausten mukaisesti.

Vaihtoehdossa 1 (VE1) toteutettaisiin uusi runkoyhteys Helsinki–Oulu–Tornio eurooppalaisella raidelevydellä. Nykyinen rataverkko sekä sen muodostamat yhteydet säilyisivät myös kyseisellä yhteysvälillä ja muualla Suomessa. Vaihtoehdossa muodostuisi eurooppalaista raidelevyettä hyödyntävä kansainvälisen liikenteen yhteys Ruotsiin. Vaihtoehdossa rakennettaisiin uusi eurooppalaisen raidelevyden raide Tampere–Oulu–Tornio-välille ja Helsinki–Pasila-välillä muutettaisiin osa nykyisistä raiteista eurooppalaiselle raidelevydelle.

Vaihtoehdossa 2 (VE2) lähtökohtana olisi hankeyhtiöiden (Suomiradan, Länsiradan ja Itäradan) toteuttaminen eurooppalaisella raidelevydellä. Vaihtoehdon ratayhteydet vastaavat TEN-T asetusehdotuksessa laajennettua ydinverkkoa uusien rakennettavien yhteyksien osalta. Vaihtoehdossa ei muodostuisi yhteyttä muun Euroopan rataverkkoon ilman Tallinnan tunnelia, joten rataverkko palvelisi vain Suomen sisäistä henkilöliikennettä.

Vaihtoehdossa 3 (VE3) tarkasteltiin muutoksen toteuttamista asetusehdotuksen TEN-T-verkolla nykyisen rataverkon puitteissa. Ensimmäisessä vaiheessa siirtymä toteutettaisiin TEN-T-ydinverkolla ja toisessa vaiheessa muutettaisiin koko kattava verkko eurooppalaiselle raidelevydelle. Vaihtoehdossa ei tarkasteltu asetusehdotuksen mukaista laajennettua ydinverkkoa. Laajennettu ydinverkko sisältäisi hankeyhtiöiden suunnittelemaat uudet raideyhteydet, joiden toteuttamisesta ei ole tehty vielä lopullisia päätöksiä.

Tarkastelluista vaihtoehtoista tarkempaan jatkotarkasteluun suositeltiin vaihtoehtoa VE1. Sillä katsottiin olevan laajimmat hyödyt ja sen toteuttaminen aiheuttaisi vähiten haittoja nykyiselle rautatieliikennejärjestelmälle, sillä ratakapasiteettia lisätään nykyisen rataverkon viereen. Vaihtoehto voidaan toteuttaa helposti vaiheittain. Vaiheittain toteutettuna esimerkiksi jo Raahe–Tornio–radan rakentaminen toisi hyötyjä sekä henkilö- että tavaraliikenteelle ja parantaisi huoltovarmuutta. Vaihtoehdon kokonaiskustannukset ovat merkittävät, mikä johtuu uuden radan rakentamisen kustannuksista, mutta toteutus voidaan vaiheistaa pienempiin kokonaisuuksiin. Vaihtoehto vastaa hyvin sekä EU:n liikennetavoitteisiin että Suomen raideliikenteen pullonkauloihin. Myös vaihtoehdon VE2 jatkoselvittämistä suositeltiin.

Liikenne- ja viestintäministeriön selvityksessä [1] todettiin, että jos eurooppalainen raideleveys halutaan ottaa laajasti Suomessa käyttöön, olisi liikenne- ja kuljetusjärjestelmän kannalta järkevämpää vaihtaa lähes koko rataverkko eurooppalaiselle raideleveydelle. Tällöin kuitenkin rakentamisen ajan vaikutukset olisivat merkittävät ja rautatiekuljetusjärjestelmä olisi vuosien ajan sekaisin. Nykyisen kaluston telien vaihto maksaisi karkeasti arvioiden yli miljardin. Lopputilanteessa Suomella olisi kuitenkin Ruotsin tavoin täysin eurooppalaisen raideleveyden rataverkko valtion ja yksityisten raiteiden osalta. Jos idän liikenne joskus palautuisi, tarvittaisiin siirtokuormauksia tai junan vaihtoa rajalla. Yhden raideleveyden järjestelmä vähentäisi ylläpidon kustannuksia ja avaisi rautatiemarkkinoita.

## 2 Liikennepoliittinen tausta

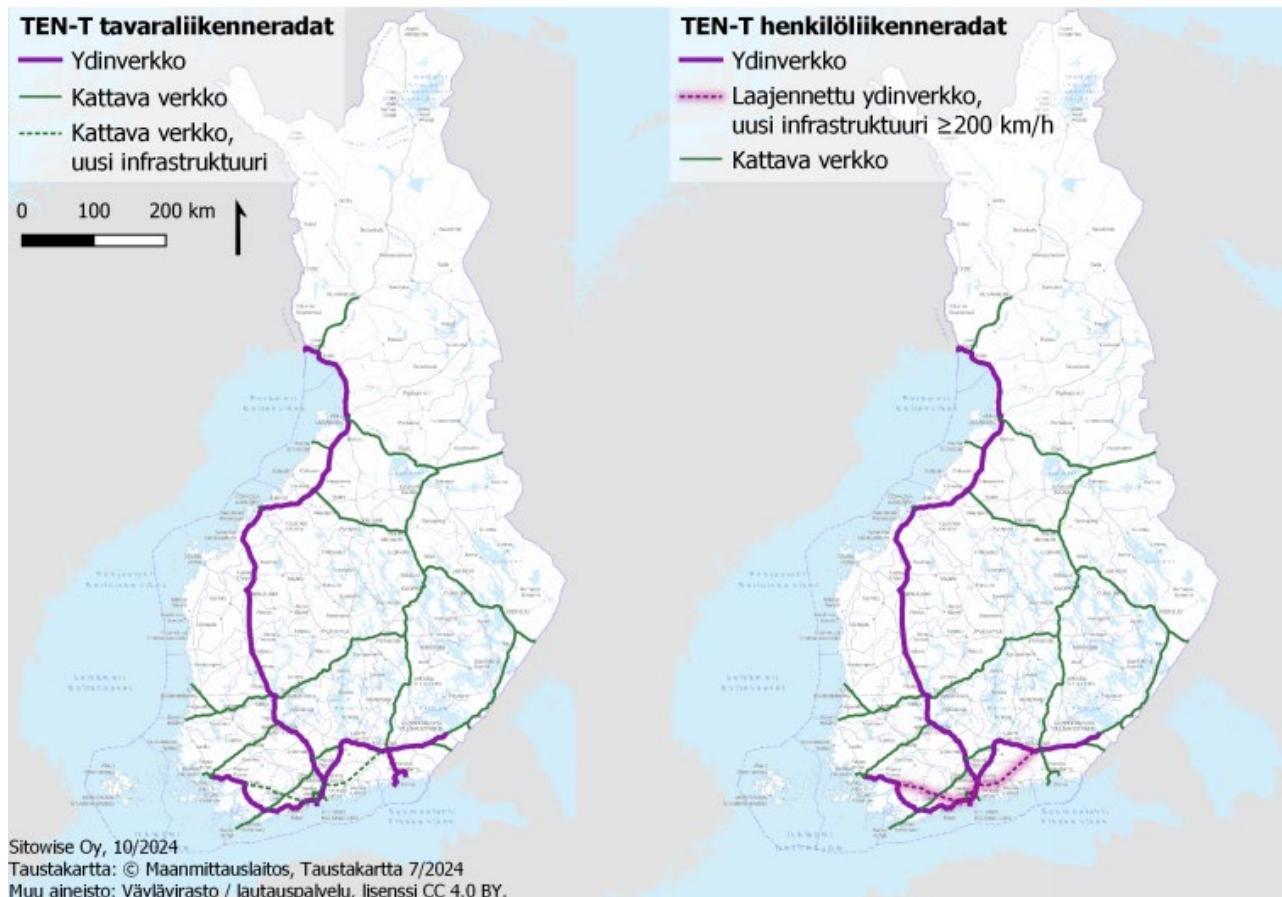
### 2.1 TEN-T-asetus

TEN-T tarkoittaa Euroopan laajuista liikenneverkkoa (Trans European Transport Network), joka yhdistää Euroopan maantiet, rautatiet, sisävesireitit, meri- ja lentoyhteydet, kaupunkisolmukohdat ja multimodaalit rahtiterminaalit laajaksi liikenneverkoksi. Tavoitteena on edistää ihmisten ja tavaroiden kestävästä liikumisesta jäsenmaasta toiseen mahdollisimman saumattomasti. Verkko kattaa kaikki liikennemuodot ja niihin liittyvät tieto- ja viestintätekniset järjestelmät. TEN-T-suuntaviiva-asetuksessa määritellään TEN-T-verkko ja säädetään muun muassa sen väyliä ja solmukohtia koskevista laatuvaatimuksista ja aikatauluista. TEN-T-verkko jakautuu kolmeen tasoon. Vaatimusten valmistumismääräaika on pääosin [2]:

- vuoteen 2030 mennessä ydinverkolla
- vuoteen 2040 mennessä laajennetulla ydinverkolla
- vuoteen 2050 mennessä kattavalla verkolla.

TEN-T-verkkoon kuuluvan rataverkon yhteispituus on Suomessa noin 3 810 kilometriä. Verkko on jaettu ydinverkkoon, laajennettuun ydinverkkoon ja kattavaan verkkoon. Näistä ydinverkon vaatimukset ja niiden aikataulu ovat tiukimmat. Suomen rataverkosta ydinverkkoon kuuluu noin 1 290 kilometriä ja kattavaan

verkkoon noin 2 270 kilometriä. Laajennettuun ydinverkkoon ei kuulu tällä hetkellä nykyistä rataa, mutta hankeyhtiöiden (Lentorata, Länsirata ja Itärata) suunnittelemat radat kuuluvat henkilöliikenteen laajennettuun ydinverkkoon ja tavaraliikenteen osalta kattavaan ydinverkkoon [3]. Tämän selvitystyön alueella Tuomioja–Oulu–Tornio-rataosuus kuuluu ydinverkkoon ja osuudet Laurila–Rovaniemi sekä Tuomioja–Raahe kattavaan verkkoon (Kuva 2).



Kuva 2. Suomen rataverkon TEN-T-verkon osat jaoteltuna tavara- ja henkilöliikenteeseen [3].

Suomen rataverkko luokitellaan erillään olevaksi verkoksi eurooppalaisesta standardiraidelevydestä (1 435 mm) poikkeavan raidelevytyensä (1 524 mm) vuoksi, minkä takia merkittävä osa TEN-T-asetuksen vaatimuksista ei ole velvoittavia Suomen rataverkolla. Suomea velvoittavat vaatimukset koskevat raidelevyettä, yhteyksiä satamiin ja lentoasemiin sekä multimodaalisia tavaraliikenneterminaaleja. Raidelevyettä koskevat vaatimukset liittyvät eurooppalaisen raidelevyden (1 435 mm) ratojen selvittämiseen ja suunnitteluun sekä mahdolliseen edistämiseen niissä maissa, joissa on poikkeava raideleveys. Liikennemuotojen yhdistäminen toisiinsa täyttyy pääosin: Lentoasemien ja ydinverkon merisatamien ja sisävesisatamien osalta vaatimukset täyttyvät. Kattavan verkon vaatimus rautatieyhteydestä merisatamiin ei täyty Inkoossa. Velvoittava vaatimus multimodaalisten tavaraliikenneterminaalien perustamisesta satamiin ja kaupunkisolmukohtiin täyttyy pääosin, joskaan terminaalien perustaminen ei ole Väyläviraston vastuulla. Suomen rataverkko täyttää monelta osin myös asetuksen ei-velvoittavat vaatimukset (Taulukko 1). [3]

Taulukko 1. TEN-T-rataverkkoa koskevat vaatimukset ja vaadittavat toimenpiteet (Lähde: Väylävirasto 2025, TEN-T-asetuksen vaatimusten täyttyminen rataverkolla -julkaisun pohjalta).

## TEN-T rataverkko



Väylävirasto  
Trafikledsverket

Teema	Vaatus	Vaadittavat toimenpiteet
<b>Suomea velvoittavat vaatimukset</b>		
<b>Raideleveys</b>	Arviot, selvitykset ja suunnitelmat 1435 mm:n raideleveyden käyttöönotosta **	Selvitykset
<b>Yhdistäminen muihin liikennemuotoihin</b>	Satamien liittäminen rautatieinfrastruktuuriin (merisatamien osalta rautatie- ja maantienfraan**, sisävesisatamien osalta rautatie- tai maantienfraan).	Ratayhteyden perustaminen Inkoon satamaan (2050 mennessä). Muilta osin vaatimukset täyttyvät.
	Satamiin multimodaalinen tavaraliikenneterminaali. * **	Vaatus täyttyy.
	Yli 12 miljoonan matkustajan lentoasemien liittäminen rautatieverkkoon.	Vaatus täyttyy.
	Kaupunkisolmukohtiin multimodaalinen tavaraliikenneterminaali. *	Kaupunkisolmukohtiin perustettava multimodaalinen tavaraliikenneterminaali (2040 mennessä).
<b>Vaatus, jotka eivät velvoita Suomea</b>		
<b>Sähköistys</b>	Rataverkon sähköistys mukaan lukien tarvittavat sivuraiteet.	Sähköistettävät osuudet kattavalla verkolla Raisio–Naantali, Imatra–Imatrankoski (raja), Säkänemi–Niirala ja Joensuu–Siilinjärvi (2050 mennessä, kustannusarvio 100 M€).
<b>Akselipaino</b>	Akselipaino tavarajunaverkolla vähintään 22,5 tonnia.	Vaatus täyttyy.
<b>Suunniteltu nopeus</b>	Henkilöliikenteen ydinverkon pituudesta 75 %:lla suunniteltu nopeus vähintään 160 km/h.	Nopeudennosto ydinverkolla rataosalla Oulu–Tornio (raja) ja useissa kohteissa välillä Helsinki–Turku (2040 mennessä, kustannusarvio 350 M€).
	Tavaraliikenteen ydinverkolla yli 75 %:a rautatieosuuden pituudesta tulee olla suunniteltu vähintään nopeudelle 100 km/h.	Vaatus täyttyy.
<b>Pitkät tavarajunat</b>	Liikennöinti mahdollista vähintään 740 metrin pituisilla junilla.	Vaatus ei täyty ydinverkolla (2030 mennessä), mutta täyttyy kattavalla verkolla.
<b>Kuormauttuma</b>	Vähintään neljän metrin korkeisten puoliperävaunujen kuljettaminen mahdollista.	Vaatus täyttyy.
<b>ERTMS</b>	(Radiopohjaisen) ERTMS-järjestelmän käyttöönotto.	Digirata-hankkeen mukaiset toimenpiteet. Vaatimuksen mukaisuus poikkeaa Digiradan aikataulusta (ydinverkon osalta 2030 mennessä, Digiradan kustannusarvio 1,4 mrd. €).

\* = Ei Väyläviraston vastuulla \*\* Voidaan hakea poikkeusta

Pohjois-Suomessa täyttyä nykytilanteessa ei-velvoittavat vaatimukset sähköistyksestä, akselipainosta, tavaraliikenteen nopeudesta ja kuormauttumasta. Ei-velvoittavissa vaatimuksissa käytetään kansallista harkintaa, ja Väylävirasto edistää toiminnassaan vaatimusten toteuttamista myös niiden vaatimusten osalta, jotka eivät velvoita Suomea. Pohjois-Suomessa ydinverkon henkilöliikenteen suunniteltu nopeus ja pitkien tavarajunien liikennöintimahdollisuudet eivät toteudu nykytilanteessa. Lisäksi ERTMS-järjestelmän käyttöönoton aikataulu poikkeaa vaatimuksen aikataulusta [3]. Mikäli Suomeen rakennetaan ratoja eurooppalaisella standardiraideleveydellä, ei kyseisiä ratoja tulkita erillään oleviksi verkoiksi, vaan niihin sovelletaan TEN-T-asetuksen vaatimuksia täysmääräisesti.

Henkilöliikenteen suunnitellun nopeuden tulisi olla vähintään 160 km/h vähintään 75 prosentilla rataosuuden pituudesta kaupunkisolmukohtien välillä sekä kaupunkisolmukohtien ja rajanylityspaikkojen välillä. Pohjois-Suomessa se edellyttäisi Oulu–Tornio-rataosuuden sekä Tornion ja Haaparannan välisen yhteyden henkilöliikenteen nopeuden nostoa. Alustava kustannusarvio nopeuden nostosta koko Oulun ja Tornio-ajan väliselle osuudelle on 265 miljoonaa euroa tai 220 miljoonaa euroa, jos nopeus olisi 160 km/h vähintään 75 prosentilla rataosuudesta. [3]

Ydinverkolla ja laajennetulla ydinverkolla on vaatimuksena, että ilman erityislupaa pitää pystyä liikennöimään tavarajunia, joiden pituus on vähintään 740 metriä (mukaan lukien veturi tai veturit). Tämä vaatimus täyttyy, jos seuraavat edellytykset täyttyvät [4]:

- kaksiraiteisilla radoilla kahdessa tunnissa vähintään yksi reitti suuntaansa ja vähintään 24 reittiä päivässä voidaan osoittaa tavarajunille, joiden pituus on vähintään 740 metriä, jos rautatieyrittäjä sitä pyytää
- yksiraiteisilla radoilla kolmessa tunnissa vähintään yksi reitti suuntaansa ja vähintään 12 reittiä päivässä voidaan osoittaa tavarajunille, joiden pituus on vähintään 740 metriä, jos rautatieyrittäjä sitä pyytää.

Vuoden 2024 syksyllä tehdyn aikataulutarkastelun perusteella Kemin ja Tornio-ajan välillä vaatimus toteutuu nykyisellä rataverkolla, sillä vuorokauden aikana on vapaita aikoja hyvin saatavilla pitkille tavarajunille. Raahe–Oulu–Kemi-välillä puolestaan vaatimus toteutuu keskimäärin vuorokauden aikana, mutta tiettyinä kellonaikoina pitkiä junia ei voida liikennöidä sujuvasti [5]. Isommaksi ongelmaksi nousevat liikennepaikat: Pohjois-Suomessa pitkät tavarajunat eivät mahdu pysähtymään kaikille ratapihoille lyhyiden raidepituuksien vuoksi. Mikäli Pohjois-Suomessa otettaisiin laajemmin käyttöön eurooppalaisen raidelevyden raide, tulisi kuormauspaikkoja lisätä. Lisäksi TEN-T-verkon vaatimus mahdollisuudesta liikennöidä vähintään 740 metrin pituisilla junilla vaatisi puolestaan muutoksia raiteiden pituuksiin liikennepaikoilla.

Suomessa ERTMS-järjestelmään (European Rail Traffic Management System) liittyvät muutokset toteutetaan osana Digirata-hanketta. Pohjois-Suomessa ERTMS-järjestelmän käyttöönotto on aikataulutettu Digirata-hankkeessa vuodelle 2036 Seinäjoki–Tornio-osuudelle, joten se poikkeaa vaatimuksen aikataulusta (2030) ydinverkolla.

## 2.2 Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma

Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma (Liikenne 12 -suunnitelma) on liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetun lain (503/2005) mukainen strateginen suunnitelma Suomen liikennejärjestelmän kehittämiseksi 12 vuodeksi. Suunnitelma sisältää muun muassa liikennejärjestelmän nykytilaa ja toimintaympäristön muutoksia koskevan arvion, valtakunnallista liikennejärjestelmää koskevat tavoitteet sekä toimenpideohjelman tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi suunnitelmaan sisältyy valtion rahoitusohjelma sekä suunnitelman vaikutusarviointi. Viimeisin hyväksytty suunnitelma on vuosille 2021–2032 [6], ja suunnitelman päivitys vuosille 2026–2037 on ollut lausunnoilla alkuvuonna 2025. [7]. Seuraavissa kappaleissa on nostoja vuosien 2026–2037 suunnitelmaluonnoksesta.

Toimintaympäristössä tapahtuneiden muutosten takia kansainvälinen ja erityisesti pohjoismainen yhteistyö korostuvat aiempaa voimakkaammin Suomen kansainvälisen saavutettavuuden parantamisessa. Erityisesti Suomen Nato-jäsenyys on aiheuttanut huoltovarmuuteen ja sotilaalliseen liikkuvuuteen liittyviä uusia yhteistyötarpeita länsinaapurien ja muiden EU-maiden kanssa. Myös Euroopan komissiossa sotilaallisen liikkuvuuden kehittämiseen kiinnitetään huomiota aiempaa enemmän. Rautateiden tavaraliikenteeseen uusia mahdollisuuksia huoltovarmuuden näkökulmasta tuo Tornio–Haaparanta-radat

sähköistys, mutta Ruotsin ja Suomen poikkeavat raidelevyydet ja vähäisten kuljetusvirtojen aiheuttama heikko kannattavuus tuovat haasteita kyseisen yhteyden käytölle. [7]

Valtion väyläverkon kehittämisessä ja kunnossapidossa huomioidaan huoltovarmuuden ja sotilaallisen liikkuvuuden priorisoidut tarpeet huomioiden liikenneverkon kaksikäyttöisyys kaikissa väylämuodoissa erityisesti TEN-T-verkolla, mutta myös muilla verkon osilla. Valtio arvioi ja selvittää raidelevyyden muutosta erityisesti Pohjois-Suomessa sotilaallisen liikkuvuuden ja teollisuuden tarpeiden näkökulmasta. [7]

Investointien vaikutusajat ovat pitkiä, jopa kymmeniä vuosia eteenpäin. Kehittämishankkeiden avulla parannetaan väyläverkon palvelutasoa. Hankkeiden priorisointia ohjaa ensisijaisesti Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-T) vaatimusten täyttäminen, ja suunnitteluohjelman valmistelussa huomioidaan ennakkoivasti TEN-T-asetuksen mukaiset vaatimukset. Väyläverkon kehittämisessä priorisoidaan liikenneverkon strategiseen tilannekuvaan pohjautuen TEN-T-asetuksen mukaisten vaatimusten täyttäminen koko verkolla osana valtakunnallista kokonaisharkintaa. Erityistä huomiota kiinnitetään TEN-T-ydinverkkokäytävien pullonkauloihin niin maanteillä, radoilla kuin vesiväylillä. [7]

Valtakunnalliselle liikennejärjestelmäsuunnitelmalle on asetettu kolme keskenään priorisoitua tavoitetta: toimivuus, turvallisuus ja kestävyys. Tavoitteita yhdistäviksi näkökulmiksi on määritetty tehokkuus, säävutettavuus ja resilienssi. Suunnitelman toimeenpanossa huomioidaan koko maata koskevien liikennejärjestelmän kehittämislinjausten lisäksi alueiden erityispiirteitä ja tunnistettuja painotuksia. Alueelliset painotukset on valmisteltu tukemaan alueellisten erityispiirteiden huomiointia suunnitelman toimeenpanossa. Pohjois-Suomen osalta painotukset ovat seuraavat [7]:

- toimivuus: Rajat ylittävän ja kansainvälisen liikenteen tarpeet sekä luonnonvarojen kestävä hyödyntäminen ja matkailu, luonto ja paikallinen elinkeinotoiminta huomioiden
- turvallisuus: Sotilaallisen liikkuvuuden tarpeet
- kestävyys: Liikkumisen edellytysten varmistaminen olemassa olevaa liikenneverkkoa hyödyntäen (mukaan lukien yksityistiet).

### 3 Alueen rataverkon nykytilanteen kuvaus

Kysyntäselvityksen myötä tarkastelualueeksi on muodostunut koko nykyinen rataverkko Oulun pohjoispuolella sekä yhteysväli Raahe–Tuomioja–Oulu. Tarkastelualue on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 3).



Kuva 3. Työn tarkastelualueen rataverkko Suomen puolella (Taustakartta: Väylävirasto 2024).

Tarkastelualueen raja on esitetty sinisellä katkoviivalla.

Lisäksi työssä huomioidaan uusi ratayhteys Kolarista Ruotsin Kiirunaan. Kolarista lähtiessään rata voi osan matkasta kulkea liikenteeltä suljettua, entiselle Äkäsjoen liikennepaikalle johtavan radan ratakäytävää pitkin. Ruotsin puolella uusi rata tarvitaan Svappavaaraan asti, sillä ratayhteys on nykyisin olemassa Svappavaaran ja Kiirunan välillä.

Tarkastelualueella keskeisiä ratapihoja ovat Oulu, Kemi, Tornio, Rovaniemi, Röyttä ja Rautaruukki (Raahen terästehdas). Tarkastelualueen rataverkko on yksiraiteista lukuun ottamatta lyhyttä osuutta kaksoisraiteista Kemissä Kemin ratapihalta kolmioraiteelle. Liminka–Oulu-välille on laadittu suunnitelma kaksoisraiteesta.

Tarkastelualueella sijaitsee yli 300 tasoristeystä, joista valtaosa (noin 75 %) on niin kutsuttuja vartioimattomia tasoristeysksiä, eli niitä ei ole varustettu tasoristeyslaitoksella. Osa tasoristeyksistä on tarkoitus poistaa tai parantaa lähivuosina osana valtakunnallista tasoristeyshanketta sekä alueellisissa hankkeissa, kuten Oulu–Laurila–radan peruskorjauksen yhteydessä.

Tarkastelualueen rataverkolla suurin sallittu akselipaino on 225 kN (22,5 tonnia) paitsi Oulun ja Raahen välillä, jossa se on 250 kN (25 tonnia). Radan suurin sallittu nopeus on pääosin 140 km/h Oulun ja Laurilan välillä. Laurila–Koivu-välillä suurin sallittu nopeus on 140 km/h ja Koivusta Rovaniemelle 120 km/h. Tasoristeysten suuri määrä vaikuttaa nopeustasoon. Rovaniemi–Kemijärvi-rataosuudella suurin sallittu nopeus on 100 km/h. Kemijärven ja Patokankaan välillä suurin sallittu nopeus on 50 km/h. Laurilasta Tornioon suurin sallittu nopeus on 120 km/h ja Tornioista Kolariin 100 km/h. Tornion ja Haaparannan välillä nopeustaso on nykytilanteessa alhainen, vain 40 km/h.

Tarkastelualueen rataverkko on osittain sähköistetty. Sähköistyksen ratajohtojärjestelmänä on 25 kV 50 Hz, ratajohdon sähkönsyöttöjärjestelmänä joko 25 kV tai 2 x 25 kV. Sähköistämättömiä rataosia ovat Kemi–Ajos, Tornio–Röyttä ja Tornio–Kolari. Hallitusohjelmassa olevalle Tornio–Kolari-välille on arvioitu tarvittavan kolme sähkönsyöttöasemaa radan sähköistyksen yhteydessä [13]. Yhteysvälin sähköistyksen on tässä työssä oletettu toteutuneen ennen eurooppalaisen raidelevyden raiteen toteutusta. Myös Tornio–Röyttä-rataosan sähköistämistä on selvitetty Väyläviraston toimesta.

Tarkastelualue on varusteltu rautatieturvallitteilla ja junakulunvalvonnalla (JKV) lukuun ottamatta yksityisraiteita sekä rataosia Raahe–Rautaruukki, Kemi–Ajos ja Tornio–Röyttä. Tornion ratapihalta Haaparannalle on käytössä kaksi raidelevyettä, mikä mahdollistaa suomalaisen kaluston liikennöinnin Haaparannan ratapihalle ja ruotsalaisen kaluston liikennöinnin Tornion ratapihalle. Haaparannan ratapihan pohjoislaidassa on suomalaisen raidelevyden raiteita, jotka mahdollistavat siirtokuormauksen ruotsalaiseen vaunukalustoon. Vastaavasti Tornion ratapihan itä- ja länsilaidassa on eurooppalaisen raidelevyden raiteita. Rataosuudelle on tehty vuonna 2024 turvalaitelaajennus osana Laurila–Tornio–Haaparanta-hanketta, jossa Tornio–Haaparanta-välille toteutettiin suomalainen junakulkutieverustus, joka mahdollistaa rajan ylittävän henkilöliikenteen. Lisäksi Tornio–Haaparanta-välin suomalaisen raidelevyden raiteen sähköistys on valmistunut vuonna 2024.

Yhteysvälin Raahe–Oulu on noin 55 siltaa. Rataosuuden Raahe–Tuomioja sillat on rakennettu 1960-luvulta alkaen ja ne ovat tyypiltään teräsbetonisia alikulkusilltoja. Tuomioja–Oulu-välin sillat ovat pääasiassa uusittu 2000-luvulla. Tyypiltään sillat ovat teräsbetonisilltoja, joiden hyötyleveys täyttää nykyohjeistuksen.

Rataosuudella Oulu–Kemi–Laurila on noin 60 siltaa. Pääasiassa sillat on rakennettu 1950–1960-luvulla ja ne ovat hyötylevydeltään kapeita. Osa silloista on jo uusittu radan peruskorjaus- ja tasoristeyshankkeiden yhteydessä. Enimmäkseen sillat ovat teräsbetonisia ratasiltoja sekä alikulkusilltoja. Rataosuudella on

muutamia alkuperäisiä isoja jokia ylittäviä ratasiltoja, joiden uusimisesta on käynnissä suunnitteluhankkeita.

Rataosuudella Laurila–Tornio–Kolari on noin 70 siltaa. Pääasiassa rataosan Laurila–Tornio sillat on rakennettu 1980–2020-luvuilla ja rataosan Tornio–Kolari sillat 1920–1960-luvulla. Sillat ovat pääasiassa teräsbetonisia siltoja, joista vanhimpien hyödyllinen leveys ei täytä nykyohjeistusta. Rataosuudella on muutamia alkuperäisiä 1930–1960-luvulla rakennettuja jokia ylittäviä hyötyleveydeltään kapeita teräksisiä ratasiltoja.

Rataosuudella Laurila–Patokangas on noin 90 siltaa. Suurimmaksi osaksi rataosan Laurila–Rovaniemi sillat on rakennettu 1960-luvulta eteenpäin. Suurin osa silloista on hyötyleveydeltään kapeahkoja teräsbetonisia rata- ja alikulkusiltaja. Ratavälillä on myös muutamia alkuperäisiä 1930–1960-luvulla rakennettuja jokia ylittäviä hyötyleveydeltään kapeita teräksisiä ratasiltoja. Rataosuuden Rovaniemi–Patokangas sillat on rakennettu pääasiassa 1940–1960-luvuilla. Sillat ovat pääasiallisesti teräsbetonisia ja teräksisiä hyötyleveydeltään kapeita ratasiltoja.

Alueen henkilöjunaliikenne koostuu kaukojunaliikenteestä osuudella Tuomioja–Oulu–Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi. Lisäksi on yöjunaliikennettä Kolariin, Rovaniemelle ja Kemijärvelle. Osuuden Laurila–Tornio–Kolari henkilöliikenne on vain yöjunaliikennettä. Yöjunaliikenne on liikenne- ja viestintäministeriön ostoliikennettä. Oulun eteläpuoleinen kaukojunaliikenne on markkinaehtoista ja pohjoispuoleinen ostoliikennettä. Tornio–Itäisen ja Haaparannan välillä ei ole nykytilanteessa henkilöjunaliikennettä, mutta sitä on suunniteltu ja neuvottelut rahoituksesta ovat käynnissä.

Tarkastelualueen merkittävin tavaraliikennevirta on ylivoimaisesti raakapuu, jota kulkee erityisesti Kemian biotuotetehtaalta. Raakapuun kuormauspaikkoja on Kolarissa, Pellossa, Rovaniemellä, Patokankaalla ja Ruukissa. Myös Raahen terästehtaan kuljetusmäärät ovat merkittäviä, mutta suurin osa liikenteestä suuntautuu Tuomiojalta etelään. Muita rautatiekuljetuksia käyttäviä paikkoja ovat muun muassa Oulun satama ja kartonkitehdas, Outokummun terästehdas Røyttässä, Ajoksen satama sekä Patokankaan saha. Tornion ja Kolarin välillä on vain raakapuuliikennettä.

## 4 Rataverkon kehittämis- ja peruskorjaustarpeet

### 4.1 Yleistä

Väyläviraston asiantuntijahaastatteluiden [8] perusteella Oulun pohjoispuolella Pohjois-Suomen alueella radan päällysrakenteen kunto on pääosin hyvä lukuun ottamatta Oulu–Laurila-rataosuutta, sillä alueella on maltilliset kuljetusmäärät ja betoniratapölkkyt. Oulu–Laurila-rataosuudella on parhaillaan käynnissä

peruskorjaushanke, jonka on tarkoitus valmistua kokonaisuudessaan vuonna 2027. Toistuvia ongelmia on kuitenkin routapaikkojen ja isojen vesistösiltojen kanssa. Merkittävimmille routapaikoille joudutaan asettamaan kausittaisia nopeusrajoituksia. Moni alueen ratasilloista tulisi uusia 10–15 vuoden päästä. Pohjois-Suomessa rautatieturvallisuuden suojustusvälit ovat pitkiä, mikä vaikuttaa muun muassa ratatöihin ja talvikunnossapitoon.

Kunnossapidon näkökulmasta erikoiskohteissa, kuten harvinaisempien vaihdetyyppien osalta, on jo nykyisellään ongelmia varaosien saatavuuden kanssa. Näin ollen toisen raidelevyden rakentaminen etenkin limittäisraiteena lisäisi erikoiskohteiden määrää rataverkolla. Kuitenkaan Tornio–Haaparanta-välin nykyisestä limittäisraiteesta ei ainakaan toistaiseksi ole tullut erityistä palautetta kunnossapidon osalta. [8]

Oulun pohjoispuolella siltakanta on pääosin vanhaa. Laskennallinen mitoituskuormitus ei vastaa nykyisiä kantavuusvaatimuksia sekä sillan ikä näkyy sillan kunnossa ja rapautumisasteessa. Käynnissä olevien peruskorjausten, kuten Oulun ja Laurilan välisen peruskorjauksen yhteydessä uusitaan ja korjataan olemassa olevia siltoja. Rataosuudet sisältävät lukuisia jokia ylittäviä pitkiä teräksisiä ja teräsbetonisia siltoja, joiden kunto rupeaa olemaan heikohko. Osasta näitä siltoja on parhaillaan käynnissä uusimisen tai peruskorjauksen suunnitteluhankkeita (esimerkiksi Kuivajoen ratasilta).

Nykytilanteen keskeisiä kehittämis- ja peruskorjaustarpeita on esitelty seuraavaksi yhteysvälikohtaisesti. Tiedot perustuvat pääosin Väyläviraston asiantuntijoiden haastatteluihin, tarveuistioihin ja tarveselviksiin siltä osin kuin niitä oli saatavissa.

## 4.2 Raahe–Tuomioja–Oulu

Yhteysväli Raahe–Tuomioja–Oulu jakautuu kolmeen sähköistettyyn rataosaan: Rautaruukki–Raahe (9 km), Raahe–Tuomioja (28 km) ja Tuomioja–Oulu (54 km). Osuus Tuomioja–Oulu on osa ratayhteyttä Seinäjoki–Oulu, joka on parannettu 2010-luvulla, eikä laajamittaista tarvetta peruskorjaukselle ole pitkään aikaan [32]. Mahdollinen kehittämishanke on osuuden Liminka–Oulu kaksoisraide, josta on laadittu rata-suunnitelma. Rakentamispäätöstä ei ole.

Osuus Rautaruukki–Raahe–Tuomioja eli niin sanottu Raahen rata erkanelee Seinäjoen ja Oulun välisestä radasta Tuomiojalla, jossa on kolmioraide. Radan päätepiste eli Rautaruukin liikennepaikka palvelee Raahen terästehdasta, ja alueella on raideyhteyksiä myös Raahen satamaan. Raahen radalla on ainoastaan tavaraliikennettä ja sen suurin sallittu nopeus on 80 km/h sekä akselipaino 250 kN. Rata on hyvässä kunnossa 2010-luvulla tehdyn akselipainon nostoon liittyvän peruskorjauksen jäljiltä, ja korjaustarpeet käsittävät lähinnä yksittäisiä kohteita. Nykyisillä liikennemäärillä kiskojen laskennallinen käyttöikä päättyy vuonna 2027. [31]

### 4.3 Oulu–Kemi–Laurila

Oulu–Kemi–Laurila-rataosuus on 112 kilometriä pitkä, ja se jakaantuu kahteen rataosaan: Oulu–Kemi (105 km) ja Kemi–Laurila (7 km), joiden välissä sijaitsee Kemin ratapiha. Rataosat on sähköistetty ja suurin sallittu akselipaino on 225 kN. Rataosuuden päällysrakenteet ovat tulleet elinkaarensa päähän, minkä vuoksi alueella on käynnissä peruskorjaushankkeen mukaiset suunnittelu- ja rakentamistyöt. Peruskorjaushankkeella jatketaan rataosan elinkaarta uusimalla päällysrakenteet. Tasoristeyskiä poistetaan tai parannetaan. Peruskorjaus auttaa palauttamaan rataosuuden liikenteellisen palvelutason alkuperäisen mukaiseksi. [9]

Oulu–Laurila-rataosuudella on yhteensä 77 siltaa, joista 66 on rautatiesiltoja ja 11 radan ylittävää tiesiltoja. Silloista 30 korjataan tai uusitaan. Rataosuudella on 43 käytössä olevaa tasoristeystä. Tasoristeysturvallisuutta parannetaan poistamalla tai parantamalla 16 tasoristeystä. Lisäksi rakennetaan uusi junien kohtaamispaikka eli Kellon liikennepaikka. [9]

Oulu–Kemi–Laurila-välillä vikailmoituksia on tehty kiskojen osalta suhteellisesti enemmän mitä muualla Suomessa. Sen jälkeen suurimmat vikailmoitusluokat ovat opastin- ja vaihdeviat, jotka puolestaan korostuvat Länsi- ja Etelä-Suomessa. Vaikka peruskorjaushankkeen yhteydessä uusitaan useita siltoja, jää alueelle useita siltoja, kuten Kemijoki–Isohaaran patosilta, joita ei paranneta hankkeen yhteydessä. Peruskorjaushanke auttaa poistamaan pistemäisiä nopeusrajoituksia. Kaksoisraiteen rakentamista ei pidetä tarpeellisena nykytilanteessa vähäisen kysynnän vuoksi, vaan tarvittaessa pärjättäisiin lisäliikennepaikkojen rakentamisella. Oulun seudun lähijunaliikenteen mahdollisesta toteutustavasta ei ole vielä tehty päätöksiä. [8]

Radan suurin sallittu nopeus on pääosin 140 km/h Oulun ja Laurilan välillä. Henkilöliikenteen nopeutta tulisi nostaa Oulu–Kemi–Laurila-rataosuudella, jotta TEN-T-verkon vaatimus henkilöliikenteen nopeudesta täyttyisi (henkilöliikenteen ydinverkon pituudesta 75 prosentilla suunniteltu nopeus on vähintään 160 km/h).

### 4.4 Kemi–Ajos

Kemi–Ajos on yhdeksän kilometriä pitkä sähköistämätön rataosa Kemin ratapihalta Kemin satamaan. Osuudelta erkanee raiteita Veitsiluotoon, joka sataman ohella kuuluu Ajoksen liikennepaikkaan. Rataosaa ei ole varustettu junien kulunvalvontajärjestelmällä. Ajokseen liikennöidään nykytilanteessa vain vaihtotyönä, joten nopeusrajoitus on 35 km/h ja akselipaino 225 kN. Rataosan betonipölkkyosuudet ovat tyydyttävässä kunnossa, mutta puupölkkyraidetta ja siltoja tulisi korjata. Tasoristeukset ja luvattomat ylityspaikat vaatisivat toimenpiteitä. Jos kuljetukset Ajoksen satamaan lisääntyisivät merkittävästi, voidaan arvioida sähköistystarvetta Kemistä Ajoksen suuntaan. Ajoksen raiteistoa ja liikenteenohjauksen järjestelyjä

tulisi kehittää liikennetarpeen mukaisesti (turvalaitteet, vaihteiden keskistys ja junakulkutieraitteet). Kemi–Ajos- ja Oulu–Kemi-rataosien risteämäkohdan eritasoratkaisusta on laadittu suunnitelma. Päätöksiä malmi- ja rikastekuljetusten lisäämisestä ei ole tehty. Rataosan mantereen puolen osuudesta on vuonna 2018 laadittu toteuttamiskelpoisuustarkastelu uudesta linjauksesta moottoritien varteen. [8, 10]

## 4.5 Laurila–Tornio–Haaparanta

Laurila–Tornio on 19 kilometriä pitkä rataosa ja Tornio–Haaparanta neljä kilometriä pitkä rataosuus. Suurin sallittu akselipaino on 225 kN. Rataosuudet on sähköistetty vuosina 2023–2025 osana Laurila–Tornio–Haaparanta-hanketta. Sähköistettyä raidetta on Laurilasta Ruotsin rajalle asti yhteensä 22 kilometriä ja Ruotsin puolella yksi kilometri Haaparannalle asti. Hanke sisälsi Laurila–Tornio–Haaparanta-rataosan sähköistyksen, tasoristeysten turvallisuuden parantamista, sähköistyksen vaatimia avartamisia ristikkosilloille (Tornionjoen ratasilta ja Raumonjoki) sekä Tornion ratapihalle tehtävät muutokset, kuten uuden matkustajaliikenteen laiturin rakentamisen. Myös Ruotsin puolella on tehty muutoksia Haaparannan asemalla raiteiston osalta sekä rakennettu uusi matkustajalaituri suomalaisen raidelevyyden raiteiden puolelle. Hanke edesauttaa henkilöjunaliikenteen käynnistämistä Suomen ja Ruotsin välillä. [11]

Rataosuudella ei ole kiireellisiä korjaustarpeita lukuun ottamatta Tornionjoen ratasillan kantavuuteen liittyviä haasteita. Tukikerros ei täytä kaikilta osin ratateknisten ohjeiden määräyksiä. Haasteena on vähintään 22,5 tonnin akselipainovaatimusten täytyminen. Lisäksi tasoristeykset tulisi saattaa määräysten mukaisiksi. Rataosuuden päällysrakenteen peruskorjaus on ajankohtaista 2040-luvulla. [8, 12]

Henkilöliikenteen nopeutta tulisi nostaa Laurila–Tornio-rataosalla valtakunnan rajalle asti, jotta TEN-T-verkon vaatimus henkilöliikenteen nopeudesta täyttyisi (henkilöliikenteen ydinverkon pituudesta 75 prosentilla suunniteltu nopeus vähintään 160 km/h). Nykytilanteessa suurin sallittu nopeus on 120 km/h Laurilasta ja Tornioon. Tornion ja Haaparannan välillä on nopeusrajoitus 40 km/h.

## 4.6 Tornio–Kolari

Tornio–Kolari on 183 kilometriä pitkä sähköistämätön rataosa, jonka suurin sallittu nopeus on 100 km/h ja akselipaino 225 kN. Rataosan päällysrakenne on uusittu 2010-luvun vaihteessa. Rataosan suurimpia ongelmia ovat alusrakenteen routaongelmat ja vahvistamattomat pehmeikkökohteet. Tornion ja Kolarin välillä esiintyy säännöllisesti vuotuisia routaongelmapaikkoja, joiden vuoksi joudutaan asettamaan kausittaisia nopeusrajoituksia. Lisäksi kuivatusjärjestelmiä, tasoristeysturvallisuutta ja siltoja tulee parantaa. Kolarissa rataosaan liittyvät liikenteeltä suljetut radat Rautuvaaraan ja Äkäsjöelle. [8, 13]

Kolarin radan tarveselvityksen perusteella rataosan keskeinen kehittämistarve on välityskyvyn parantaminen. Ensisijaisina toimenpiteinä rataosuuden kehittämiseksi on esitetty Niemenpään uuden

kohtauspaikan toteuttamista, rataosuuden sähköistämistä sekä liikenneturvallisuuden parantamista tasoristeystoimenpiteillä ja luvattomien ylityspaikkojen aitaamisella. Lisäksi henkilöliikennepaikkojen esteettömyyden parantaminen ja Sieppijärven kohtausmahdollisuuden toteuttaminen ovat mahdollisia toimenpiteitä. Jos Hannukaisen kaivos aloittaisi toimintansa, Rautuvaaran rata pitäisi parantaa ja avata liikenteelle. Kaivoksen avaaminen vaikuttaisi myös välityskykytarpeisiin. [13]

## 4.7 Tornio–Röyttä

Tornio–Röyttä on yhdeksän kilometriä pitkä sähköistämätön rataosa, jonka suurin nopeus on 20–40 km/h ja akselipaino 225 kN. Rataosa erkanee Tornion ja Haaparannan väliseltä limittäisraideosuudelta Tornion ratapihan ja Tornionjoen välissä. Tornion ja Haaparannan välinen osuus on varustettu junien kulunvalvontajärjestelmällä, mutta ei Röyttään menevä osuus.

Rautatiekuljetukset Röyttästä Ruotsiin ovat päättyneet, koska kuljetusmatka Suomen puolella on lyhyt ja siirtokuormaus Haaparannalla nostaa kustannuksia. Aiemmassa selvityksessä on tarkasteltu limittäisraiteen jatkamista Tornionista Röyttään, jotta Outokummun terästehtaan Ruotsiin suuntautuvia kuljetuksia olisi kustannustehokkaampaa palauttaa rautateille. Limittäisraiteen rakentamiskustannuksiksi sisältäen peruskorjauksen, mutta ei sähköistystä ja turvalaitteita, on arvioitu 20,9–21,0 miljoonaa euroa (MAKU 145, 2020=100) riippuen siitä, miten vaihteet toteutetaan. Ensimmäisessä vaihtoehdossa toteutettaisiin uudentyyppisiä vaihteita, joissa molemmilla raidelevyksillä voidaan liikennöidä poikkeavaan suuntaan ja joita ei ole Suomessa käytössä. Tarveselvityksessä ei saatu varmuutta uusien vaihdetyyppien toteuttamisesta, joten toisessa vaihtoehdossa vaihdeyhteydet toteutettaisiin samaan tapaan kuin Torniossa, jossa limittäisraide on vain vaihteen suorassa suunnassa ja eri raidelevyksien vaihteet sijoitetaan peräkkäin. Limittäisraiteen toteuttaminen on rataosuuden merkittävin kehittämistarve. [14]

Eurooppalaisen raidelevyden raiteen toteuttamisen lisäksi potentiaalinen kehittämistoimenpide Röyttän radalla on sähköistys ja varustelu turvalaittein. Ne palvelisivat erityisesti Elijärveltä tulevia rikastekuljetuksia, eli hyötyjen saavuttaminen vaatisi Elijärven radan osalta vähintään sen kunnostamista. Luonnollisesti Elijärven nykyiset maantiekuljetukset tulisi siirtää rautateille. [14]

## 4.8 Laurila–Rovaniemi–Patokangas

Laurila–Rovaniemi–Kemijärvi–Patokangas on noin 200 kilometriä pitkä sähköistetty rataosuus, jonka suurin sallittu akselipaino on 225 kN. Matkustajajunien suurin pääsääntöinen sallittu nopeus on Laurilasta Koivuun 140 km/h, Koivusta Rovaniemelle 120 km/h ja Rovaniemeltä Kemijärvelle 100 km/h. Linjaosuuksilla ja liikennepaikkojen yhteydessä on joitakin lyhyitä nopeusrajoitusalueita. Linjalla nopeustaso on akselipainoltaan 225 kN tavarajunille suurimmillaan 100 km/h ja tätä kevyemmille tavarajunille 120 km/h.

Kemijärven ja Patokankaan välillä nopeusrajoitus on 50 km/h. Tärkeimmät kehittämis- ja peruskorjaustarpeet liittyvät alueen tasoristeyksiin, raidegeometriaan, routaongelmiin ja kuivatuspuutteisiin. [15]

Kiireellisimmät peruskorjaustarpeet kohdistuvat Vikajoen I ratasiltaan sekä Kemijärven liikennepaikkaan. Tervolan, Muurolan ja Koivun liikennepaikoilla on parantamistarpeita. Rataosuuden välityskyvyn parantaminen uusilla rautatieturvallisuuden välisuojastuspisteillä on selkeä kehittämistoimenpide. Rautatieliikennepaikkojen välisen linjasuojastuksen täysimittaiset hyödyt on mahdollista saada kolmansien junakulkutieraitteiden lisäämisellä liikennepaikoille. [15]

## 5 Eurooppalaisen raidelevyden suunnitteluratkaisut

### 5.1 Yleistä

Eurooppalaisen raidelevyden toteuttamista on tutkittu nelikiskoisena limittäisraideratkaisuna ja rinnakkaisraideratkaisuna. Limittäisraiteella tarkoitetaan Suomen rataverkolla ratkaisua, jossa samaan raiteeseen on toteutettu sekä eurooppalainen että suomalainen raidelevyys. Rinnakkaisraiteella tarkoitetaan ratkaisua, jossa eurooppalaisen raidelevyden raide toteutetaan nykyisen suomalaisen raidelevyden raiteen rinnalle kokonaan omana raiteenaan. Rinnakkaisraide voidaan toteuttaa joko samaan penkereeseen tai omalle penkereelle suomalaisen raidelevyden raiteen rinnalle. Eurooppalaisen raidelevyden raide olisi mahdollista toteuttaa myös uuteen maastokäytävään. Suunnittelun osalta se vastaisi uuteen maastokäytävään suunniteltavaa suomalaiselle raidelevydellemme toteutettavaa raidetta. Uuden maastokäytävän hyötynä olisi TEN-T-vaatimuksen (nopeus 160 km/h) täyttäminen, sillä ydinverkkoon kuuluvan osuuden Oulu–Tornio nykyisen ratakäytävän geometria ei monin paikoin mahdollista kyseistä nopeutta.

TEN-T-vaatimukset edellyttävät 22,5 tonnin akselipainoa, mutta TEN-T-ydinverkko on Suomessa mitoitettu pääasiassa 25 tonnin akselipainolle. Tämän työn lähtökohtana on toteuttaa eurooppalaisen raidelevyden raide 25 tonnin akselipainolle koko tarkastelualueella. Ruotsissa on mitoitettu ratoja jopa tätä korkeammille akselipainoille.

Luvuissa 5.2–5.5 on tuotu esiin, mitä etuja ja haasteita liittyy limittäis- ja rinnakkaisraideratkaisuihin. Ratkaisut eivät ole toistensa vaihtoehtoja, vaan ne soveltuvat eri olosuhteisiin. Rinnakkaisraiteen toteuttaminen omalle penkereelle nykyisen penkereen leventämisen sijaan tulee kyseeseen paikoissa, joissa pohjaolosuhteet ovat heikot. Limittäisraideratkaisu puolestaan on joissain paikoissa välttämätön tiiviin maankäytön takia, tai alhaisen nopeustason lyhyillä sivuradoilla (Kemi–Ajos, Tornio–Röyttä) jopa suositeltava. Limittäisraideratkaisun toteutukseen sisältyy lukuisia teknisiä haasteita, jotka täytyy ratkaista ennen mahdollista jatkosuunnittelua.

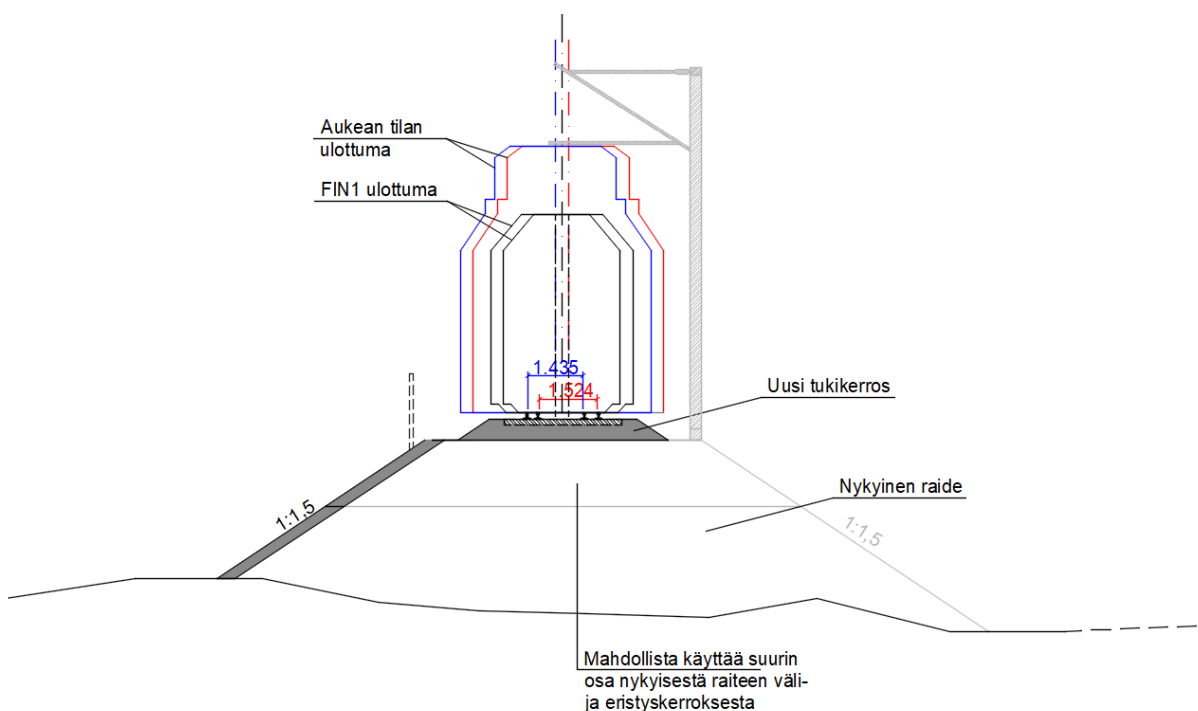
Euroopassa neljän kiskon limittäisraideratkaisuja käytetään lähinnä valtioiden rajoilla. Limittäisraideosuudet ovat pääasiassa lyhyitä, sähköistämättömiä osuuksia ja ne on yleensä rakennettu tavaraliikennettä varten. Euroopassa käytössä olevia nelikiskoisia limittäisraideosuuksia on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2). Taulukossa on keskitytty osuuksiin, joissa toisen raiteen leveys on 1 520 millimetriä ja toisen raiteen leveys 1 435 millimetriä. Kolmella kiskolla toteutetut limittäisraideratkaisut, kuten Espanjassa, on jätetty pois vertailusta. Osuuksien nopeusrajoitukset ovat pääasiassa alhaisia. Huomiona on, ettei yhdelläkään radalla ole Suomessa käytössä olevaa 25 kV-sähköratajärjestelmää.

Taulukko 2. Esimerkkejä eurooppalaisista neljän kiskon limittäisraideratkaisuksista (1 435 mm ja 1 520 mm).

Yhteysväli	Valtiot	Sähköistys	Huomiot
Medyka–Mostyska	Puola–Ukraina	3 kV DC	Rajan ylittävä liikenne
Čierna nad Tisou–Chop–Mukachevo	Slovakia–Ukraina	3 kV DC	Rajan ylittävä liikenne
Kaunasin tunneli	Liettua	3kV DC (muutetaan 25 kV AC)	Limittäisraiteella on vältetty toisen tunnelin rakentamistarve.
Eperjeske Rendező–Batevo	Unkari–Ukraina	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne
Batevo–Korolevo–Halmeu	Ukraina–Romania	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne
Sighetu Marmăției – Valea Vișeuului	Romania	Sähköistämätön	Rakennettu Ukrainan rajaliikennettä varten
Tornio–Haaparanta	Suomi–Ruotsi	Suomalaisen raideleveyden raide sähköistetty	Rajan ylittävä liikenne, raideleveydet 1524 mm ja 1435 mm
Dornești–Vadul-Siret	Romania–Ukraina	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne
Socola–Ungheni	Romania–Moldova	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne, osuus ei ole käytössä
Bogdănești–Prut-2	Romania–Moldova	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne, osuus ei ole käytössä
Galati Brateș–Giurgiulești	Romania–Moldova	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne
Werchrata–Rava-Ruska	Puola–Ukraina	Sähköistämätön	Rajan ylittävä liikenne
Šeštokai–Mockava	Liettua	Sähköistämätön	Rakennettu alun perin Puolan ja Liettuan välistä rajaliikennettä varten
Skandawa–Schelesnodoroschny	Puola–Venäjä	-	Rajan ylittävä liikenne, osuus ei ole käytössä

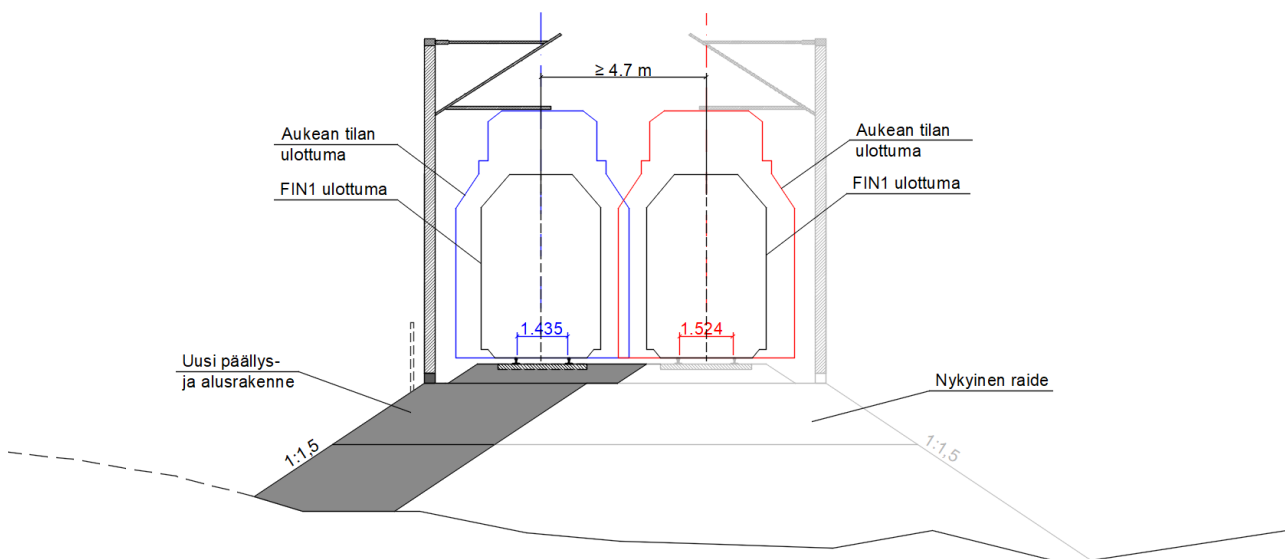
## 5.2 Tyypipoikkileikkaus ja sähköistysjärjestelmä

Työssä laadittiin tyypipoikkileikkaus limittäisraiteelle (Kuva 4) sekä kaksi tyypipoikkileikkausta rinnakkaisraiteelle (Kuva 5 ja Kuva 6). Tyypipoikkileikkauksissa on esitetty aukean tilan ulottuma ja Suomessa yleisesti kuormaulottumana käytetty FIN1-ulottuma.

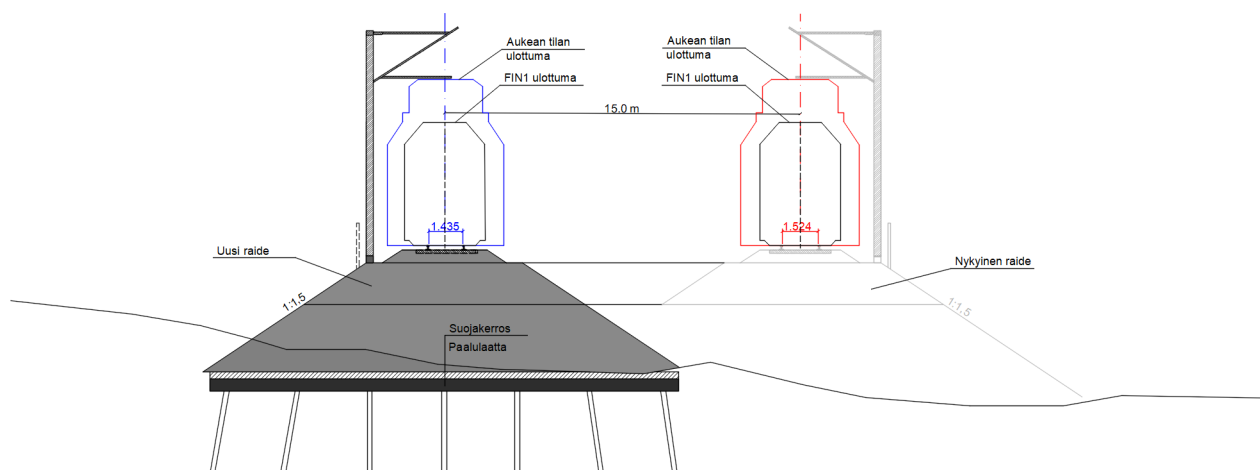


Kuva 4. Tyypipoikkileikkaus limittäisraiteelle.

Limittäisraideratkaisussa ratajohto on esitetty ratalinjojen keskellä, jolloin liikennöinti on mahdollista normaalilla virroittimella vähentämällä ajolangan sivuttaisaseman muutosta. Ajolangan kapea siksak voi lisätä virroittinhiilen paikallista kulumista, minkä vuoksi sähköistetty limittäisraide ei sovellu pitkille rata-osuuksille. Toteutuksessa tulee varmistaa, että sivuttaisasema riittää pitämään ajolangan hiilellä. Tyypiratkaisussa tulee leventää nykyistä pengertä.



Kuva 5. Rinnakkaisraide (1435 mm) nykyisellä penkereellä.



Kuva 6. Rinnakkaisraide (1435 mm) omalla uudella penkereellä.

Rinnakkaisraiteen toteuttaminen nykyiselle penkereelle vaatii olemassa olevaa raidetta vastaavien sähköraitelementtien toteuttamisen uudelle raiteelle. Samalle penkereelle toteutuksessa nykyistä pengertä tulee leventää arviolta 0,5 metriä raidevälin ollessa vähintään 4,7 metriä. Pehmeikköosuuksilla pohjavahvistusmenetelmäksi on esitetty paalulaattaa, joka vaatii erillisen penkereen uudelle raiteelle. Erilliseen penkereeseen toteutuksessa raideväliksi on esitetty 15 metriä mitattuna raiteen keskilinjasta keskilinjaan. Nykyiselle penkereelle esitetty tyyppi-poikkileikkaus on kustannusten ja tilavarauksen kannalta suositeltavampi ratkaisu.

Eurooppalaisen raidelevyden raiteen suunnittelussa sekä limittäisraide- että rinnakkaisraideratkaisuna on huomioitava kyseisellä osuudella suomalaisen raidelevyden raiteella käytössä oleva suurin sallittu

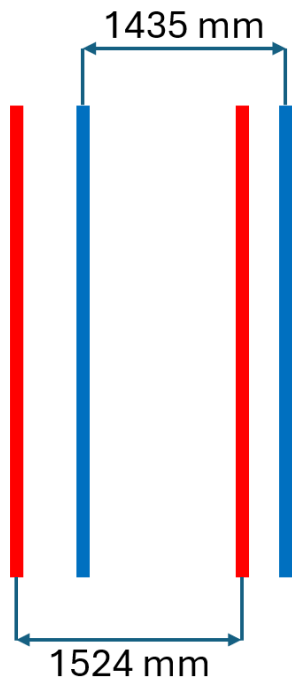
akselipaino. Suomessa vielä suurella osalla rataosuuksia ja ratapihoja suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia ja kiskotyyppi 54E1. 30 tonnin akselipainolla tulisi käyttää tätä painavampaa kiskoa, jolloin kiskon selän korkeudet olisivat eri tasolla. Asia voidaan kuitenkin ratkaista sillä, että raideristeyksissä käytetään raskaampaa kiskoprofiilia myös suomalaisen raidelevyden raiteella.

Suomen (25 kV 50 Hz) ja Ruotsin (15 kV 16 2/3 Hz) sähköistyksen ratajohtojärjestelmät ja ajolangan nimelliskorkeudet (6,15–6,30 m vs. 5,5–5,6 m) eroavat toisistaan. Rinnakkaisraiteita käytettäessä Ruotsin puolelta voitaisiin jatkaa Ruotsin sähköistystä arviolta 20–30 kilometriä Suomen puolelle, mutta enimmäisetäisyyden tarkempi määrittäminen vaatii jatkoselvitystä. Pidemmän matkan toteutus vaatisi syöttöä Suomen sähköverkosta ja muuntamista Ruotsin sähköistykseen sopivaksi, mikä tarkoittaisi erittäin merkittäviä investointeja ja tuottaisi teknisiä haasteita esimerkiksi sähköistysjärjestelmien toisistaan eristämisen ja maadoitusten kannalta. Suomen sähköistysjärjestelmä on Ruotsin järjestelmää modernimpi, joten siirtyminen Ruotsin järjestelmään ei ole realistinen vaihtoehto. Ratkaisuna on toteuttaa vain yksi maa-kohtainen sähköistysratkaisu, joka toimii lähtöolettamana kaikissa vertailuissa suunnitteluratkaisuissa. Tällöin valtakunnan rajan ylittävä liikenne vaatii kaksijännitekaluston käyttämistä.

Ratkaisua, jossa ruotsalainen sähköistysjärjestelmä tuotaisiin rajatun matkan päähän valtakunnan rajasta, kuten Kemiin, ei suunniteltu. Kahden eri sähköistysjärjestelmän käyttö olisi haastavaa erityisesti ratapihoilla, kun järjestelmät tulisi erotella toisistaan. Käytännössä kaikkialla tulisi olla aina rinnakkaisraide mahdollisesti hyvin lyhyitä erotusjaksoja lukuun ottamatta. Järjestelmien erottamisen vuoksi myös Tornionjoen yli tulisi rakentaa rinnakkaisraide, ellei suomalaista sähköistystä purettaisi Haaparannalta. Liikenteen kannalta ratkaisua vaikuttaisi puoltavan lähinnä tilanne, jossa ruotsalainen henkilöliikenne ulotettaisiin vain Kemiin saakka korvaten suunnitellun Haaparannan suomalaisen liikenteen. Norrtåg (Pohjois-Ruotsin alueellisen henkilöjuna liikenteen järjestävä yhtiö) nykyinen junakalusto ei ole kaksijännitteistä, jolloin ruotsalaisen järjestelmän käyttäminen helpottaisi liikenteen järjestämistä. Ruotsalaisilla tavaraliikenneoperaattoreilla on käytössä kaksijännitekalustoa, vaikkakin rajattu määrä. Liikenteen jatkaminen Kemistä pidemmälle Suomeen vaatisi joka tapauksessa kaksijännitekalustoa.

### 5.3 Limittäisraide

Limittäisraide tulee Suomessa toteuttaa nelikiskoisena ratkaisuna (Kuva 7) eli niin sanottuna nelikiskoraiteena, sillä raidelevyysvälinen ero (89 mm) on liian pieni kolmen kiskon ratkaisuun, joka on käytössä esimerkiksi Espanjassa. Nykytilanteessa Haaparannalta Tornioon ulottuva eurooppalainen ja suomalainen raidelevyys on toteutettu nelikiskoraiteena.



Kuva 7. Neljän kiskon limittäisraide kuvattuna ylhäältä päin.

### 5.3.1 Raiteet ja vaihteet

Limittäisraide lisää teknisten erityisratkaisuiden määrää. Näihin lukeutuvat muun muassa raideristeykset, vaihteet sekä pidemmät ratapölkkyt. Esimerkkikuvia mahdollisuuksia erotella eri raideleveyksien raiteita liikennepaikoilla on esitetty luvussa 6.1. Nykyisellä limittäisraideosuudella on Tornion ratapihan eteläpäässä eurooppalaisen raideleveyden vaihde (Kuva 8) ja Röyttän radan erkanemispaikassa suomalaisen raideleveyden vaihde (Kuva 9). Ensimmäisessä kuvassa (Kuva 8) raide tekee vaihteen kohdalla pienisäteisen kaarteen, mikä on tyypillistä uusien vaihteiden asentamisessa, jotta komponenttien asentaminen on helpompaa. Osuuden nopeusrajoitus (40 km/h) ja kunnossapitoluokka poikkeavat merkittävästi rataosuuksista, joille tässä työssä suunnitellaan eurooppalaista raideleveyttä.



Kuva 8. Eurooppalaisen raidelevyden vaihde Tornion ratapihan eteläpäässä (Lähde: Ratakuvapalvelu, ennen kohteen sähköistystä).



Kuva 9. Suomalaisen raidelevyden vaihde Röttän radan erkanemispaikassa (Lähde: Ratakuvapalvelu, ennen kohteen sähköistystä).

Haasteeksi erityisesti limittäisraideratkaisussa muodostuvat rautatieliikennepaikkojen raideristeykset, jotka voivat aiheuttaa nopeusrajoituksen myös pääraiteelle. Esimerkiksi Kemin ja Oulun tai Laurilan ja Rovaniemen välillä ei olisi liikenteellisesti hyväksyttävää, että liikennepaikkojen kohdalla aiheutuisi raideristeyksen tavanomainen 90 km/h-nopeusrajoitus pääraiteelle. Ensisijaiseksi ratkaisuksi esitetään kääntyväkärkistä risteystä, joka on yleisin ratkaisu maailmalla risteysalueen epäjatkuvuuskohtan poistamiseen. Kääntyväkärkinen risteysrakenne voi mahdollistaa jopa 230–360 km/h nopeustason hyödyntämisen pääraiteella sen mukaan, millaisia suunnitteluparametrejä on käytetty [16].

Suomalaisen ja eurooppalaisen raidelevyden raiteet kuluvat eri tahtiin raiteiden erilaisten käyttöasteiden takia. Limittäisraiteiden erityisluonteen takia raiteiden tasauksesta ja linjauksista tulee huolehtia tarkasti, jotta varmistetaan junien tasainen ja turvallinen kulku. Limittäisraideratkaisu lisänee raiteen vaatimia kunnossapidollisia ratatyökatkoja. Erityisesti vaihteet ja raideristeykset ovat erityisratkaisuuksina haasteellisia kunnossapidon näkökulmasta, ja varaosien saatavuus erityisratkaisuille on heikompi.

Limittäisraiteiden perustusten tulee kestää raskaan liikenteen aiheuttamat kuormitukset, mikä voi vaatia erityisiä tukirakenteita. Ratapenkereen geoteknisestä ja rakenteellisesta kestävydestä tulee varmistua limittäisraideosuuksia jatkosuunniteltaessa ja rakennettaessa.

### 5.3.2 Matkustajalaiturit

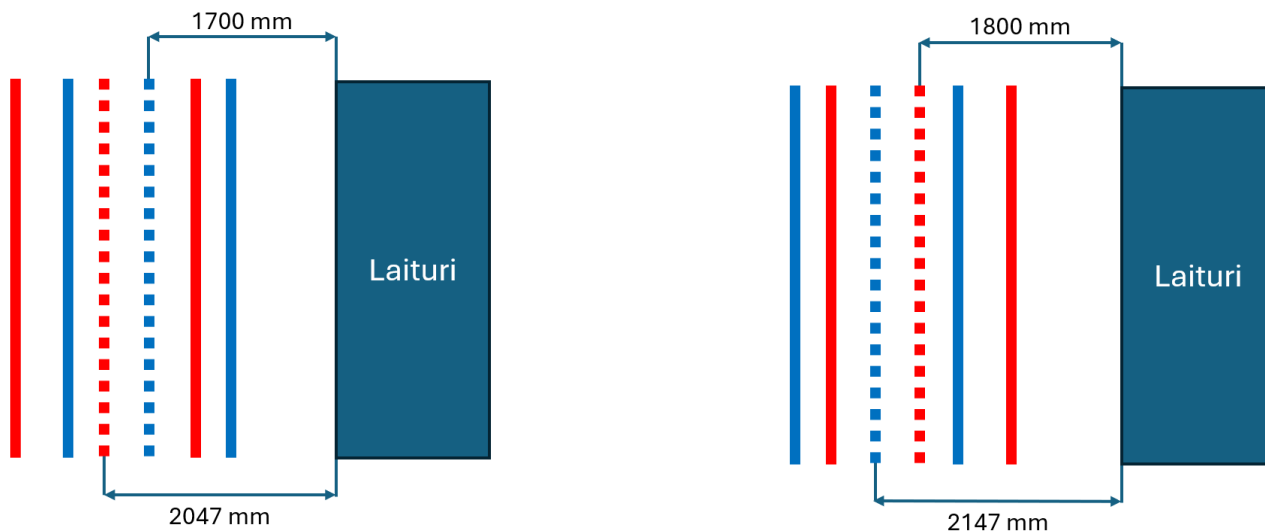
Matkustajalaitureiden suunnittelussa on huomioitava eri maissa käytettävä laiturikorkeus ja etäisyys raiteesta. Suomen ja Ruotsin erot laitureiden suunnittelussa on esitetty alla (Taulukko 3). Limittäisraiteella laiturit pystytään matkustajien sisäänkäyntien näkökulmasta suunnittelemaan optimaalisesti vain joko eurooppalaisen raidelevyden tai suomalaisen raidelevyden kalustolle. Ruotsissa laiturin etäisyys raiteen keskilinjasta on 100 millimetriä pienempi kuin Suomessa.

Taulukko 3. Erot Ruotsissa ja Suomessa käytettävissä laitureissa [34, 35, 36].

	Raideleveys	Laiturikorkeus	Laiturin etäisyys raiteen keskilinjasta
Suomi	1 524 mm	550 mm	1 800 mm
Ruotsi (uusi)	1 435 mm	Keskikorkea 550 mm Korkea 760 mm	1 700 mm
Ruotsi (vanha)	1 435 mm	Keskikorkea 580 mm Korkea 730 mm	
INF YTE (EU)	1 435 mm	550 mm tai 760 mm	Ulottuman perusteella

Mikäli limittäisraiteelle toteutetaan yhteinen laiturimolemmille raidelevyksille, normaalia suurempi etäisyys laiturin reunasta toisen raidelevyden osalta siis minimoituisi sillä, että eurooppalaisen raidelevyden kiskot sijoitetaan lähemmäs laituria. Mikäli limittäisraide toteutetaan siten, että raidelevyksien keskilinjojen ero on 347 millimetriä kuten nykyään Tornionjoen ratasillalla (Kuva 11) ja eurooppalaisen raidelevyden raiteen keskilinja sijoitetaan 1 700 millimetrin päähän laiturista kuten Ruotsissa, on suomalaisen raidelevyden raiteen keskilinjasta etäisyys laiturista 2 047 millimetriä eli 247 millimetriä enemmän kuin normaalisti. Jos suomalaisen raidelevyden raide sijoitetaan lähemmäs laituria normaalin etäisyyden päähän, on eurooppalaisen raidelevyden raiteen keskilinjasta etäisyys laiturista 447 millimetriä enemmän kuin normaalisti. Kuvassa 10 on havainnollistettu näitä kahta vaihtoehtoa. Tekniset erityisratkaisut, kuten

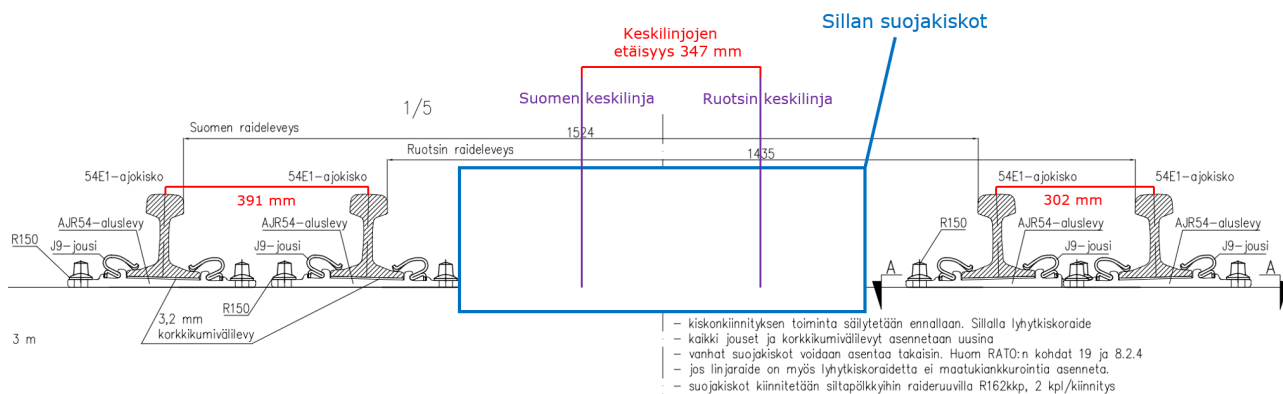
junan oviaukosta työntyvä levy mahdollistaisivat junaan nousemisen normaalia kauempana laiturin reunasta sijaitsevaan kalustoon. Käytettävä kalusto vaikuttaa joka tapauksessa siihen, miten etäisyydet kannattaa suunnitella ja priorisoida raidelevyksiä kesken. Eri raidelevyksiä laiturit voidaan myös sijoittaa limittäisraiteen eri puolille, jolloin etäisyys on molempien raidelevyksiä osalta normaali (Kuva 10).



Kuva 10. Raiteiden keskilinjojen etäisyyksiä laiturin reunasta sen mukaan, kumpi raide sijoitetaan lähemmäs laituria normaalin etäisyyden päähän. Eurooppalaisen raidelevyden raide on esitetty sinisellä ja suomalaisen raidelevyden raide punaisella.

### 5.3.3 Sähkörata

Limittäisraideratkaisussa vetokaluston sähkönsyöttö voidaan toteuttaa vain yhdellä Suomen määräykset ja vaatimukset täyttävällä ja käytössä olevalla ajojohtimella, jonka tulisi palvella molemmilla raidelevyksillä liikennöivää vetokalustoa. Sähköistyksen toteutuksessa merkittävimmät rajoittavat tekijät ovat riittävä ajolangan siksak (sivuttaisaseman muutos ripustuspuiteiden välillä suhteessa raiteen keskilinjaan), jolla mahdollistetaan virroittimen hiilen tasainen kuluminen, sekä määräysten mukainen virroitinleveys, joka varmistaa, ettei ajolanka pysty luisumaan virroittimen kontaktiosan ulkopuolelle missään tilanteessa. Limittäisraideratkaisussa raiteet ovat kuitenkin toisistaan liian etäällä (Kuva 11), jotta nykyisin Suomessa käytössä olevilla virroittinratkaisuilla pystyttäisiin liikennöimään yhdellä ajojohtimella molemmilla raiteilla samalla täyttäen ohjeistusten vaatimat ajolangan sivuttaisaseman siksak- ja turvallisuusperiaatteet.



Kuva 11. Nykytilanne Tornionjoen ratasillalla. Esitetyt mitat eivät ole virallisia, vaan ne on mitattu kuvasta käsin perustuen siihen, että kuva on mittakaavassa. Kiskojen keskikohtien etäisyyksien erotus 391 mm - 302 mm = 89 mm kuitenkin täsmää raideleveyksien erotukseen. Sillan suojakiskot on peitetty kuvasta, jotta kuusi eri kiskoa ei hämäisi kuvan katsojaa. Nykyisin sähköistys on toteutettu vain suomalaisen raideleveyden raiteelle.

Jotta ajolangan sivuttaisaseman siksak- ja turvallisuusperiaatteet toteutuvat, sähköistuksen ratajohdon toteutus molempia raiteita palvelevaksi vaatii ajolangan sivuttaisaseman sovittamista joko suomalaisen tai eurooppalaisen raideleveyden raiteen keskilinjalle tai molempien raiteiden yhteiselle keskilinjalle, ja vastaavasti joko virroitinkelkan aseman tai leveyden muutosta jommallakummalla tai molemmilla raiteilla liikennöivään kalustoon. Nämä sovitussivut vaihtoehdot on havainnollistettu alla olevassa taulukossa (Taulukko 4).

Taulukko 4. Vaihtoehtoiset tavat sovittaa ajolangan sivuttaisasema ja niihin liittyvät vaatimukset.

Ajolangan keskilinjan asemoinen vaihtoehto	Suomalaisella raidelevyydellä (1 524 mm) liikennöitäessä	Eurooppalaisella raidelevyydellä (1 435 mm) liikennöitäessä
VE1: Ajolangan keskilinja asemoituna suomalaisen raidelevyyden keskilinjaan.	Ei erityisvaatimuksia. Limittäisraideosuuksilla voidaan liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.	Kaluston oltava kaksijännitteistä ja vaaditaan erikoisvirroittinratkaisu. Limittäisraideosuuksilla ei voida liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.
VE2: Ajolangan keskilinja asemoituna eurooppalaisen raidelevyyden keskilinjaan.	Kalusto vaatii erikoisvirroittinratkaisun. Limittäisraideosuuksilla ei voida liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.	Kaluston oltava kaksijännitteistä, mutta ei muita erityisvaatimuksia. Limittäisraideosuuksilla voidaan liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.
VE3: Ajolangan keskilinja asemoituna molempien raiteiden yhteiseen keskilinjaan.	Kalusto vaatii erikoisvirroittinratkaisun. Limittäisraideosuuksilla ei voida liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.	Kaluston oltava kaksijännitteistä ja vaaditaan erikoisvirroittinratkaisu. Limittäisraideosuuksilla ei voida liikennöidä normaalilla virroittimella varustetulla kalustolla.

Toteutusvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 toisella raiteella voidaan liikennöidä normaalilla virroittimella ja toisella raiteella liikennöinti vaatii erikoisvirroittinratkaisun. VE3 puolestaan vaatii erikoisvirroittinratkaisun molemmilla raiteilla liikennöivän kaluston osalta, eikä näillä osuuksilla voida liikennöidä lainkaan normaalilla virroittimella.

Erikoisvirroittinratkaisuna voisi toimia normaalileveysinen virroitin (1950 mm), jonka asemaa voidaan veturissa sivuttaissuuntaisesti liikuttaa liikennöitävän rataosuuden ajolangan keskilinjan aseman mukaisesti, eli niin sanottu lossiratkaisu. Tällaisia liikuteltavia virroittinratkaisuja ei tiettävästi ole kuitenkaan markkinoilla valmiina tarjolla, joten toteutus sisältää epävarmuuksia ja ratkaisu vaatisi kalustotekniikkaan liittyen jatkoselvitystä ja merkittävää kehittämistyötä.

Toinen vaihtoehto erikoisvirroittinratkaisuksi voisi olla normaalia leveämpi virroitin, jolla mahdollistetaan virroittimen sivuttaissuuntainen suurempi ulottuma. Ratateknisten ohjeistuksien vaatimuksena virroittimen leveys Suomessa on 1 950 millimetriä. Euroopan rautatieviraston määrittelemässä Euroopan laajuisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (ENE YTE) on määritelty virroittimen

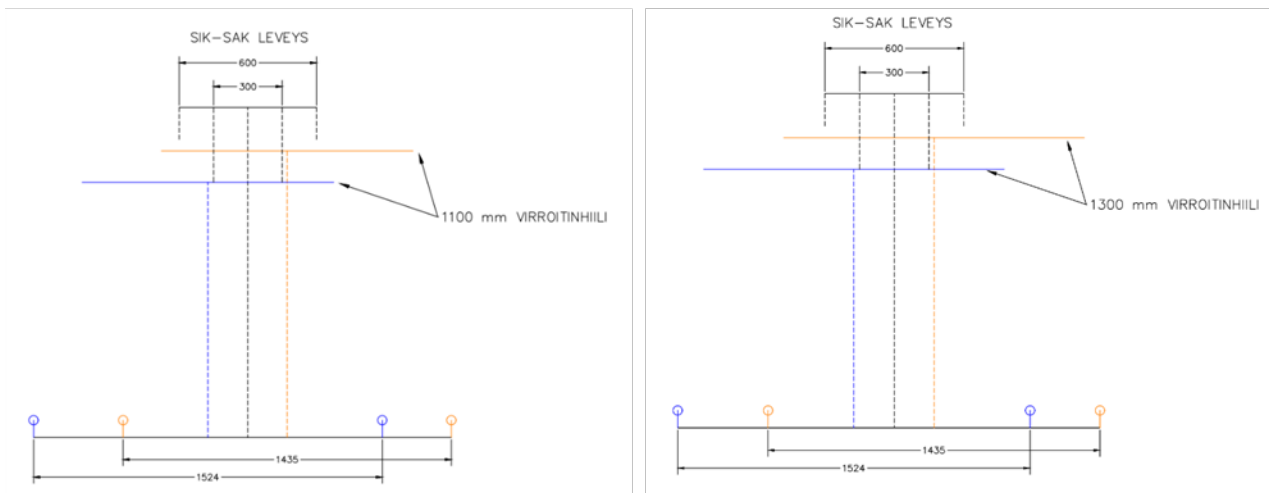
enimmäisleveydeksi 2 000/2 260 millimetriä, ja tätä leveämmän virroittimen käyttö vaatii todennäköisesti poikkeusluvan ENE YTE:n määräyksistä.

Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 ajolangan asemointi vaatii, että virroittimen tulee ulottua sivuttaissuunnassa sen raiteen keskilinjalle, jolle ajolanka on asemoitu. Tämä vaatimus täyttyy todennäköisesti vain liikuteltavalla virroitinratkaisulla, sillä virroitinta ei välttämättä pystytä leventämään riittävästi, jotta ulottuma mahdollistaisi toisen raiteen mukaan asemoidulla ajolangalla liikennöinnin samalla täyttämällä ajolangan sivuttaisaseman siksak- ja turvallisuusperiaatteet.

Vaihtoehdossa VE3 virroittimen tulee ulottua sivuttaissuunnassa molempien raiteiden yhteiselle keskilinjalle, ja tässä vaihtoehdossa voitaisiin käyttää VE1 ja VE2 tapaan liikuteltavaa virroitinratkaisua tai vaihtoehtoisesti normaalia leveämpää virroitinta. Erikoisleveillä virroittimilla ei voida kuitenkaan liikennöidä muilla normaaleilla rataosuuksilla, sillä virroittimen leventäminen vaatii myös vaunun yläpuolisen aukean tilan ulottuman (niin sanotun ylä-ATU:n, joka on varattu sähköistykselle) leventämistä. Mikäli halutaan välttää veturinvaihdot, tarkoittaa se ratarakenteiden mukauttamista ylä-ATU:n mukaiseksi kaikilla sähköistetyillä rataverkon osuuksilla, joilla tällaisilla virroittimilla halutaan liikennöidä. Käytännössä tämä tarkoittaa ainakin kääntöorsien ja opastimien siirtoa.

Vetureissa on yleisesti kaksi virroitinta, mutta jos virroittimien määrää kasvatettaisiin kolmeen, voitaisiin virroittimien asemointi toteuttaa ilman liikuteltavaa lossiratkaisua siten, että yksi virroitin on asemoituna sivuttaissuunnassa muulle rataverkolle sopivaksi ja kaksi virroitinta limittäisraiteelle (yhteiselle keskilinjalle) sopivaksi, jolloin veturilla voidaan liikennöidä kumpaankin suuntaa. Yksi virroitin limittäisraiteelle eli yhteensä kaksi virroitinta riittäisi vain, jos veturi olisi aina samoin päin. Kuten lossiratkaisussa, myös tässä ratkaisussa samalla vetokalustolla pystyttäisiin liikennöimään muulla rataverkolla ilman ratarakenteiden muutoksia. Vaihtoehto kuitenkin heikentää veturin virroittimien vikaantumisresilienssiä merkittävästi, kun eri kohtiin asemoiduille virroittimille ei ole varavirroitinta.

Sähköistyksen ajojohtimen toteutuksessa limittäisraiteille vaihtoehtona erikoisvirroitinratkaisuille on poiketa ajolangan siksak-periaatteesta. Kaventamalla ajolangan siksak-leveyttä voitaisiin ajolangan sivuttaisaseman keskilinja asemoida siten, että molemmilla raiteilla voidaan liikennöidä normaalileveillä virroitinkelkoilla ilman että virroittimen asemaa tarvitsee muuttaa. Alla olevassa kuvassa (Kuva 12) on havainnollistettu kahdella ohjeistuksen mukaisella virroitinleveydellä ajolangan yhteiskeskilinjalla asemointi ja siksakin leveyksiä suhteessa.



Kuva 12. Ajolangan sivuttaisasemoinnin ja siksakin leveyksiä havainnollistettuna kahdelle eri virroitinleveydelle 1524 mm ja 1435 mm limittäisraiteilla. Normaali siksak 600 mm (+/- 300 mm raiteiden yhteiskeskilinjasta). Kapeampi esimerkki-siksak 300 mm (+/- 150 mm).

Tässä vaihtoehdossa kuitenkin siksak-periaatteesta poikkeaminen vaatii tarkempaa selvitystä, miten asemointi voidaan toteuttaa turvallisesti eri tilanteissa. Yleisesti tavanomaisesta poikkeavat ajojohdintarvikkeet vaativat tarkastelua sekä määräysten ja ohjeiden (ENE YTE, Traficomien määräykset ja Väyläviraston ohjeet) että vetokaluston yhteentoimivuuden kannalta. Yhteentoimivuutta tulee tarkastella eri nopeuksilla, sillä poikkeava ajojohdintarvikke voi rajoittaa rataosuudella sallittuja ajonopeuksia normaalia pienemmiksi. Kapeampi siksak tarkoittaa myös todennäköisesti suurempaa paikallista virroittinhiilen kulumaa näillä osuuksilla. Turvallisuuden varmistamiseksi ja epätasaisen kuluman välttämiseksi tätä ratkaisua ei voida suositella käytettäväksi kuin suhteellisen lyhyillä osuuksilla, joilla ei ole jyrkkiä kaarteita tai muita radan ominaisuuksia, jotka voivat aiheuttaa ajolangan lipsahtamisen virroittimen toiminta-alueen ulkopuolelle.

Alla olevaan taulukkoon (Taulukko 5) on listattu yhteenvedona vaikutuksia sähköradan eri toteutusvaihtoehdoissa limittäisraideratkaisussa. Rajan ylittävässä liikenteessä tarvitaan kaksijännitekalustoa kaikissa tapauksissa. Lähtöoletuksena on, että Suomessa on käytössä 25 kV 50 Hz -sähköjärjestelmä, Ruotsissa puolestaan 15 kV 16 2/3 Hz. Lyhyillä soveltuvilla limittäisraideosuuksilla siksak voidaan kaventaa, jolloin muutoksia virroittimiin ei tarvita. Pitkillä limittäisraideosuuksilla ajolangan asemointiin on kolme eri vaihtoehtoa (Taulukko 4), jotka vaativat erikoisvirroittinratkaisun joko toisen tai molempien raideleveyksien vetokalustoon. Erikoisvirroittinratkaisuja ei ole todennäköisesti valmiina saatavilla, joten rautatieyritysten kiinnostus tällaisen erikoiskaluston käyttöönottoon voi olla korkea. Erityisesti erikoisvirroittinratkaisujen edellyttäminen ruotsalaisten rautatieyritysten kalustolle voi nostaa rajan ylittävän liikennöinnin kynnyksiä merkittävästi.

Taulukko 5. Sähköradan toteutusvaihdot limittäisraiteena.

Vaihtoehto	Vaikutukset / Hyödyt	Haasteet	Vaikutukset Suomen rataverkkoon
<p><b>Limittäisraide vain lyhyillä osuuksilla –</b> ajolangassa kapea siksak</p>	<p>Voidaan liikennöidä normaalilla (maakohtaisella) virroittimella molemmilla raideleveyksillä.</p>	<p>Virroittinhiilen mahdollinen nopeampi kuluminen kapeamman siksakin takia. Mahdolliset nopeusrajoitukset.</p> <p>Ratkaisun soveltuvuus erityyppisille rataosuuksille selvitettävä ja määriteltävä kansallisiin ohjeistuksiin.</p> <p>Ratkaisua ei ole myöhemmässäkään vaiheessa laajennettavissa pidemmille osuuksille.</p> <p>Ratkaisu vaatii toteutettavuuden tarkistuksen myös ENE YTE:n vaatimusten mukaisuudesta.</p>	<p>Ei muutoksia Suomen nykyiseen rataverkkoon. Laajamittaisen eurooppalaisen raideleveyden toteutus rinnakkaisraideratkaisuna.</p>
<p><b>Limittäisraide pitkällä osuuksilla –</b> ajolangassa normaali siksak, ajolangan keskilinja 1524 mm raideleveyden mukaan</p>	<p>1435 mm raideleveyden vetokalustoon tarvitaan erikoisvirroittinratkaisu, jolla virroittin asemoidaan 1524 mm raideleveyden ajolangalle.</p> <p>Vaihtoehtona joko sivuttaissiirtyvä virroittin tai kaksi eri sivuille asemoitua virroitinta ja yksi normaalisti asemoitu</p>	<p>Limittäisraideosuuksilla ei voida 1435 mm raideleveydellä liikennöidä normaalivirroittimellisella vetokalustolla.</p> <p>Ruotsin puolella limittäisraideosuuksille suoritettava veturinvaihtoja tai varustettava kaikki sekä limittäisraideverkkoa että muuta rataverkkoa käyttävät ruotsalaiset veturit</p>	<p>Ei vaikutuksia Suomen nykyiseen rataverkkoon.</p>

Vaihtoehto	Vaikutukset / Hyödyt	Haasteet	Vaikutukset Suomen rataverkkoon
	<p>virroitin (huono resilienssi).</p> <p>1524 mm raidelevyden vetureille ei erityisvaatimuksia.</p>	<p>erikoisvirroittinratkaisulla. Rajan ylittävään liikennöintiin vaaditaan kaksoisjänniteveturi, joten kaluston käyttö on rajattua joka tapauksessa.</p> <p>Voiko Suomi vaatia erikoisvirroittinratkaisuja toisen valtion vetokalustoon?</p>	
<p><b>Limittäisraide pitkillä osuuksilla –</b> ajolangassa normaali siksak, ajolangan keskilinja 1435 mm raidelevyden mukaan</p>	<p>1524 mm raidelevyden vetokalustoon tarvitaan erikoisvirroittinratkaisu, jolla virroitin asemoidaan 1435 mm raidelevyden ajolangalle.</p> <p>Vaihtoehtona sivuttaissiirtävä virroitin tai kaksi eri sivuille asemoitua virroitinta ja yksi normaalisti asemoitu virroitin (huono resilienssi).</p> <p>1435 mm raidelevyden vetureille ei erityisvaatimuksia.</p>	<p>Limittäisraideosuuksilla ei voida 1524 mm raidelevydyllä liikennöidä normaalivirroittimellisella vetokalustolla.</p> <p>Suomessa limittäisraideosuuksille suoritettava veturinvaihtoja tai varustettava kaikki sekä limittäisraideverkkoa että muuta rataverkkoa käyttävät suomalaiset veturit erikoisvirroittinratkaisulla.</p>	<p>Ei vaikutuksia Suomen nykyiseen rataverkkoon.</p>
<p><b>Limittäisraide pitkillä osuuksilla –</b> ajolangan normaali siksak, ajolangan keskilinja</p>	<p>Molempien raidelevyksien vetokalustoon tarvitaan joko leveämpi virroitin, sivuttaissiirtävä virroitin tai kaksi eri sivuille asemoitua virroitinta ja</p>	<p>Limittäisraideosuuksilla ei voida liikennöidä normaalivirroittimellisella vetokalustolla.</p>	<p>Leveämmän virroittimen ratkaisussa vaunun ylä-ATU levenee, minkä vuoksi tarvitaan muutoksia rataa ympäröiviin rakenteisiin kaikilla niillä rataosuuksilla, joilla</p>

Vaihtoehto	Vaikutukset / Hyödyt	Haasteet	Vaikutukset Suomen rataverkkoon
aseoituna raiteiden yhteisen keskilinjan mukaan	yksi normaalisti aseoitu virroitin (huono resilienssi).	<p>Limittäisraideosuuksille suoritettava veturinvaihtoja tai varustettava kaikki sekä limittäisraideverkkoa että muuta rataverkkoa käyttävät veturit erikoisvirroittinratkaisulla.</p> <p>Leveämmän virroittimen ratkaisu vaatii toteutettavuuden tarkistuksen ENE YTE:n vaatimusten mukaisuudesta.</p>	leveämmällä virroittimella liikennöidään.

Limittäisraideratkaisu ei sinänsä lisää sähkötehoa vaativaa kapasiteettia, koska radan liikenteellinen välityskyky ei kasva. Limittäisraideratkaisu ei vaadi uusien syöttöasemien rakentamista tai sähköjärjestelmän muuttamista nykyisestä 2x25 kV-järjestelmästä 1x25 kV-järjestelmäksi. Syöttöasematärpeistä ja sähköjärjestelmästä on kerrottu luvussa 5.4.

### 5.3.4 Turvalaitteet

Rautatieturvalaitteiden osalta asioita tarkastellaan sillä olettamalla, että tarkasteltava rata ja sillä liikennöivä kalusto on lähtökohtaisesti varustettu ETCS-tason 2 (European Train Control System) kulunvalvontajärjestelmällä. ETCS-tason 2 kulunvalvontajärjestelmän veturilaitteilla varustetut yksiköt voivat liikennöidä rajan yli kumpaankin suuntaan lähtökohtaisesti sellaisenaan, mikäli rata on myös tarkasteltavalta alueelta varusteltu vastaavan tason kulunvalvontajärjestelmällä raiteeseen liittyvistä ratkaisuista riippumatta.

Limittäisraiteen kannalta keskeisessä roolissa turvalaitteita tarkasteltaessa ovat radan baliisit. Baliisi on junien kulunvalvontajärjestelmään kuuluva, rataan asennettava komponentti, joka välittää junan kulkuun liittyvää tietoa veturin ajotietokoneelle sekä rekisteröi sen ylittäneen junan sijainnin sekä tämän kulku-suunnan ratalaitteille.

Limittäisraiteen radan poikkisuuntainen geometria tulee huomioida baliisien metallittoman alueen toteutumisen osalta. Baliisien metalliton alue limittäisraiteella ei ole nykyisin ongelma JKV-varustellulla Tornio-Haaparanta-rataosuudella. On kuitenkin huomioitava, että alueella on matala 40 km/h nopeusrajoitus. Korkeamman nopeustason limittäisraiteilta, joilla on baliiseja, ei löydy vielä näyttöä niiden häiriöttömyydestä, mutta asiantuntijahaastattelujen perusteella häiriöiden ilmeneminen on epätodennäköistä.

Samankaltaisena huomioitavana asiana limittäisraiteen poikkisuuntaisen geometrian osalta on baliisien poikkeava keskilinja. Baliisit eivät siis sijaitse limittäisraiteella fyysisesti keskellä raidetta kummallakaan raideleveydellä. Tämäkään ei ole ongelma JKV-varustellulla Tornio–Haaparanta-limittäisraideosuudella sen alhaisilla nopeustasoilla, mutta korkeammilta nopeustasoilta ei myöskään baliisien keskilinjasta poikkeamisen suhteen löydy kokemusta mahdollisista häiriöistä.

Baliisien sanomien luettavuuteen ja niiden metallittomaan alueeseen liittyen täytyy lisäksi huomioida, että kokemukset Tornio–Haaparanta-rataosuudelta perustuvat EBICAB-900-järjestelmän (JKV) baliiseihin, eikä ETCS-tasolla 2 käytettäviin erityyppisiin eurobaliiseihin.

Huomioitavaa limittäisraiteen tapauksessa turvalaitteiden osalta on se, että kaikki raiteeseen kiinnitettävät elementit, kuten raiteen vapaanaolonvalvonta sekä raiteensulut tulee fyysisesti kahdentaa, vaikka niitä käsitellään asetinlaitteen logiikassa yhtenä elementtinä kullakin hetkellä käytössä olevan raiteen perusteella.

Jos ratkaisumalli sisältää limittäisraiteen sekä rinnakkaisraiteen käyttöä, on mahdollista, että erkanevilla raiteilla, jotka voivat kulkutiemielessä olla samaa kulkutietä, on toisistaan poikkeavat ratageometriat tai nopeustasot. Edellä kuvattuun tilanteeseen ei ole Suomessa olemassa vielä valmista ratkaisua tai määrittelyä, mutta se voidaan kuitenkin ratkaista valitun tavan mukaan junan paikantamisella joko raiteen vapaanaolonvalvontaa käyttäen tai jatkuvatoimisen ETCS-tason 2 kulunvalvonnan paikannukseen käytettävällä baliisiryhmällä.

### **5.3.5 Sillat**

Pääasiallisesti tarkastelualueen sillat ovat sen verran iäkkäitä, ettei niiden suunnittelua mitoituksen ja kansirakenteen leveyden osalta ole toteutettu nykyohjeistuksen mukaisesti. Tämä tarkoittanee sitä, ettei limittäisraideratkaisun vaatimaa raiteiden sijainnin muutosta siltakannella voida toteuttaa viemällä raiteita lähemmäksi sillan reunaa. Tämän vuoksi kyseenomaiset siltarakenteet tulee uusia leveämpinä siltoina, jotta kaikki neljä kiskoa voidaan sijoittaa siltakannelle riittävillä reunaetäisyyksillä. Alustavasti arvioituna uuden sillan hyötyleveyden tulee olla noin 7,8 metriä.

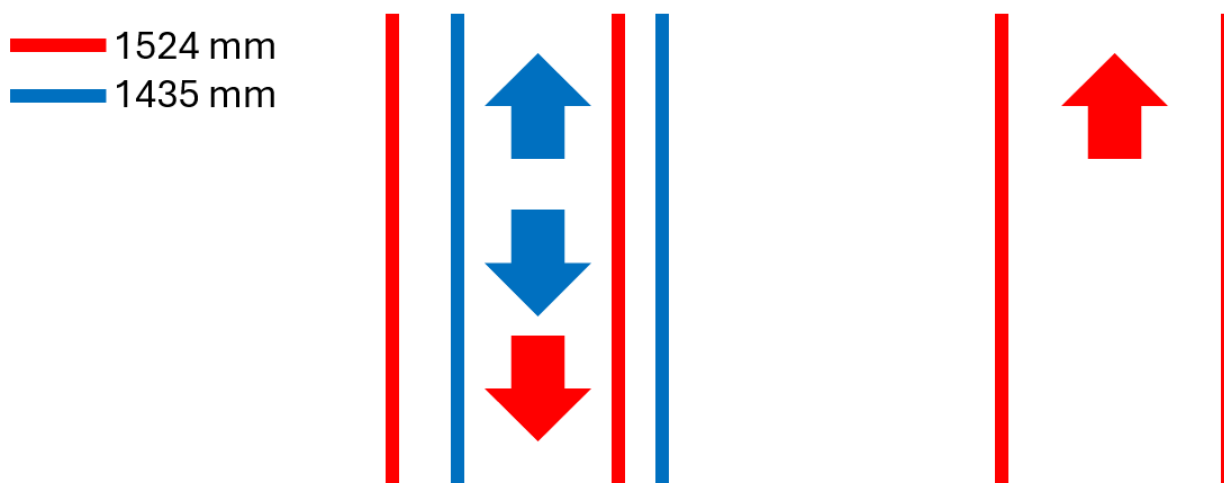
Mahdollisesti joissakin uudemmissa siltakohteissa voidaan hyödyntää vanhaa rakennetta esimerkiksi asentamalla sillan reunapalkkiin huoltokäytävä molemmien puoleisen riittävän reunaetäisyyden saavuttamiseksi. Alustavasti arvioituna huoltokäytävän leveyden voidaan olettaa olevan 0,5 metriä toisella puolella siltakantta. Mahdollinen sillan leventäminen huoltokäytävää käyttäen riippuu sillan rakenteesta, mitoituskuormasta, hyötyleveydestä ja rakenteen kunnosta. Käyttömahdollisuus tulee tarkastella siltakohtaisesti.

### 5.3.6 Vaikutukset liikenteen kapasiteettiin ja työnaikaiseen liikennöintiin

Limittäisraiteen vaikutukset rautatieliikenteeseen riippuvat siitä, millaisiin teknisiin ratkaisuihin sekä kassan osalta infrastruktuurin osalta päädytään. Tässä luvussa on keskitytty liikenteen kapasiteettiin ja työnaikaisiin järjestelyihin.

Kapasiteetin kannalta limittäisraide vastaa yksiraiteista rataosaa, kun molempien raideleveyksien liikenne kulkee samalla raiteella. Työn tarkastelualueella kapasiteetti ei lähtökohtaisesti perustele rinnakkaisraideita, vaan limittäisraide on riittävä ratkaisu, kunhan kohtaupaikkoja on tarpeeksi. Ratkaisussa tulee kuitenkin välttää pullonkaulat, ja lisäksi täytyy ottaa huomioon kapasiteetinjakoprosessin toimivuus kahden eri raideleveyden verkolla. Ratkaistavat asiat koskevat yhtä lailla yksittäisiä limittäisraideosuuksia ja ratapihoja, vaikka linjaosuuksilla laajamittainen ratkaisu olisikin muuten rinnakkaisraide.

Mikäli limittäisraide toteutetaan sellaiselle rataosuudelle, jossa on kaksoisraide suomalaisella raideleveydellä, on otettava huomioon raiteiden pääasialliset liikennöintisuunnat. Mikäli limittäisraide toteutetaan vain toiselle raiteelle, eurooppalaisen raideleveyden junista toisen suunnan junat kulkevat raiteen pääasiallista liikennöintisuuntaa vastaan (Kuva 13). Tällainen ei ole suositeltavaa, ellei eurooppalaisen raideleveyden käyttö ole todella vähäistä. Työn tarkastelualueella ei tällä hetkellä ole kaksoisraideosuuksia (pois lukien Kemin ratapihan ja kolmioraiteen välinen osuus, jossa itäinen raide on kuitenkin pääraide molempiin suuntiin). Oulun ja Limingan väli on selvitysalueella tällä hetkellä ainoa rataosuus, johon on tehty suunnitelma kaksoisraiteesta.



Kuva 13. Kaksoisraiteen pääasialliset liikennöintisuunnat, mikäli limittäisraide toteutetaan vain toiselle raiteelle.

Limittäisraide on työnaikaisten järjestelyjen kannalta rinnakkaisraidetta haastavampi, kun ainoa raide täytyy sulkea liikenteeltä. Pohjois-Suomen rataverkolla korvaavia reittejä ei ole. Kustannustehokkainta

olisi ajoittaa limittäisraiteen rakentaminen peruskorjaushankkeen yhteyteen. Peruskorjaushankkeissa muun muassa uusitaan päällysrakennetta, siltoja ja sähkörataa, poistetaan tasoristeyksiä ja saatetaan toteuttaa pengerialueita, joka sisältyy myös limittäisraiteen rakentamiseen.

## 5.4 Rinnakkaisraide

Rinnakkaisraiteen rakentamisessa nykyiseen ratapenkereeseen täytyy ottaa huomioon suomalaisen ja eurooppalaisen raidelevyden raiteiden toisistaan poikkeavat ominaisuudet. Vilnan yliopiston tutkimuksen mukaan 1 520 millimetrin raidelevyden raiteen nopeusrajoitus kaarteissa voi olla 4 % suurempi kuin saman penkereen 1 435 millimetrin raidelevyden raiteen [21].

Rinnakkaisraideratkaisussa raideristeyksiltä ei välttyä kokonaan uuden raiteen puolisuuden vaihtuessa esimerkiksi maankäytöllisistä syistä. Uuden raiteen puolisuuden vaihtuessa, kääntyväkärkisestä risteyksestä huolimatta nopeusrajoituksen välttäminen molempien pääraiteiden osalta sisältää haasteita, sillä kaarresäde täytyy pitää loivana ja risteysalueesta muodostuu pitkä. Mikäli suomalaisen raidelevyden raiteen linjausta ei raideristeyksen kohdalla muuteta, geometria rajoittaa ainoastaan eurooppalaisen raidelevyden raiteen nopeutta. Raideristeykset onkin hyvä pyrkiä sijoittamaan ratapihojen ja suurten liikennepaikkojen läheisyyteen, suuret linjanopeudet omaavien paikkojen sijaan.

Rinnakkaisraiteilla sähköistys voidaan toteuttaa Suomessa käytössä olevilla perinteisellä ratajohtojärjestelmällä (25 kV), jossa molemmilla raiteilla on sama ratajohtojärjestelmä ja oma ratajohto. Raiteiden lisäyksestä seuraava liikennöintikapasiteetin lisäys vaatii kuitenkin sähkönsyöttöjärjestelmän eli syöttöasemien tehon sovittamista uudelle kapasiteetille, mikä tarkoittaa käytännössä uusien syöttöasemien rakentamista rinnakkaisraideosuuksille. Rinnakkaisraidetoteutuksessa radan välityskyky teoriassa kaksinkertaistuu, käytännössä puolitoistakertaistuu, jolloin myös sähköradan tehontarve kasvaa, ja rataosille mahdollisesti tarvitaan uusia sähkönsyöttöasemia. Tarvittavaa syöttöasemien määrää tulee kuitenkin arvioida myöhemmissä suunnitteluvaiheissa sen perusteella, mitkä ovat arvioidut liikenne-ennusteiden mukaiset liikennemäärät, rataosuuskohtaiset liikennöintitarpeet ja aikataulurakenteet sekä niistä aiheutuvat sähkövetokaluston tehotarpeet.

Ratajohdon sähkönsyöttöjärjestelmänä voi olla joko 25 kV tai 2x25 kV. Päätös rataosakohtaisesta sähkönsyöttöjärjestelmästä tehdään viimeistään rakentamissuunnitteluvaiheessa. 2x25 kV-järjestelmä on vähäliikenteisten rataosien yleisin ratajohdon sähkönsyöttöjärjestelmä, jolla pystytään syöttämään noin 70–90 kilometrin mittaisia rataosuuksia. Vähäliikenteisten rataosien välityskykyyn vaikuttaa liikenteenhoidollisten rautatieliikennepaikkojen määrä ja rautatieturvalaitejärjestelmän suojastuksen periaate. Siten vähäliikenteisten rataosien sähkövetokaluston tehotarve per aikayksikkö on yleensä vähäinen, koska rataosan ratainfraan loogisesti (välityskyvyllisestä) rakenteesta tai aikataulurakenteesta johtuen, ei kahta paljon sähkötehoa vaativaa sähkövetokalustoa ole yhtä aikaa samalla sähköaseman syöttöosuudella.

Aikataulurakenne vaikuttaa sähkönsyöttötarpeisiin siksi, että se määrittää kuinka monta junaa on samanaikaisesti samalla syöttöosuudella.

Mikäli liikenne-ennusteiden mukainen liikennemäärä tai rataosan ratainfraan loogisen rakenteen muutos ennustaa tai mahdollistaa suurempia liikennemääriä, tarvitaan myös ratajohtojärjestelmään lisätehoa. Suurempi sähkövetokaluston tehotarve vaatii uusia syöttöasemia. Syöttöasemat sijoittuvat yleensä nykyisten syöttöasemien puoliväliin. Samalla myös ratajohdon sähkönsyöttöjärjestelmä voidaan tarvittaessa muuttaa 1x25 kV-järjestelmäksi. Rakentamissuunnitteluvaiheessa, kun liikenne-ennusteet ovat tarkentuneet, suunnitellaan tarkemmat sähköistykseen ratkaisut. Sähköistykseen ei tarvita muutoksia, mikäli liikenteelliset tarpeet eivät sitä vaadi.

Pääsääntöisesti rinnakkaisraideratkaisussa joudutaan nykyisen sillan viereen rakentamaan kokonaisuudessaan uusi silta. Siltarakenteen tulee alustavasti olla vähintään nykyisen sillan pituinen ja täyttää nykyisin vaaditut rakenneratkaisut, kuten sillan hyötyleveysvaatimuksen ( $HL \geq 7,2$  metriä). Toisaalta nykyisiä siltoja uusittaessa voitaisiin huomioida eurooppalaisen raidelevyden raide, jolloin ei välttämättä tarvita kahta vierekkäistä siltaa.

Periaatteessa mahdollista olisi rakentaa uusi raide nykyisen viereen limittäisraiteena, jolloin vältettäisiin limittäisraiteesta kohdistuvat haitat nykyiseen suomalaisen raidelevyden raiteeseen, ja samalla suomalaisen raidelevyden liikenteen kapasiteetti paranisi. Oulun alueen pohjoispuolella merkittävää tarvetta toiselle suomalaisen raidelevyden raiteelle ei kuitenkaan ole tällä hetkellä näköpiirissä ja ratkaisu sisältyisi kuvassa 13 esitetyn rajoitteen liikennöintisuuntien osalta.

## 5.5 Limittäis- ja rinnakkaisraiteen vertailu

Luvussa on vertailtu limittäis- ja rinnakkaisraideratkaisujen hyötyjä ja haittoja keskenään. Lisäksi luvussa on esitetty limittäisraideratkaisuun liittyviä epävarmuuksia.

### Limittäisraideratkaisun hyötyjä

- alhaisemmat rakentamiskustannukset
- alhaisemmat rakentamisesta aiheutuvat päästöt
- oletettavasti lyhyempi rakentamiseen kuluva aika
- pienempi tilantarve, pienemmät vaikutukset ympäröivään maankäyttöön ja ympäristöön
- vaatii vähemmän ratarakenteita, maaleikkausta tai täyttöä
- sähkörata:
  - Alhaisemmat kustannukset. Kun tehotarve ei lisäännä, ei tarvita myöskään uusia syöttöasemia.

- Lyhyillä osuuksilla mahdollista toteuttaa molempien raiteiden sähköistys ilman erikoisvirroitinratkaisuja kaventamalla siksakia. Vaatii kuitenkin kansallisen ohjeistuksen uudelleen määrittelyä ja tarkempaa selvitystä asemoinnin turvallisesta toteutuksesta eri tilanteissa.
- turvalaitteet: alhaisemmat kustannukset.

#### Limittäisraiteen haittoja, rajoitteita ja epävarmuuksia

- tekniset erityisratkaisut lisääntyvät:
  - vaihdealueet: valmiita vaihdetyyppejä ei ole olemassa, vaatii kehitystyötä
  - pidemmät ratapölkyt
  - heikompi varaosien saatavuus
- kunnossapito:
  - kunnossapito haastavampaa teknisten erityisratkaisujen lisääntyessä
  - mahdollisesti tarvitaan erikoiskalustoa
  - tarvittavien kunnossapitorakojen tarve oletettavasti lisääntyy
- eri raideleveyksien raiteiden ominaisuuksien yhteensovittaminen
- elinkaarikustannusten kasvu kunnossapidon hankaloituessa
- työnaikaiset haitat liikenteelle
- heikompi liikenteellinen välityskyky; juna varaa molemmat raiteet samanaikaisesti
- neljän kiskon limittäisraideratkaisuista ei ole laajasti kokemuksia
  - Muualla Euroopassa neljän kiskon limittäisraideratkaisut ovat pääasiassa sähköistämättömiä, lyhyitä osuuksia.
- raideristeysten vaikutus nopeusrajoitukseen kohtauspaikkojen vaihdealueilla sekä limittäis- ja rinnakkaisraiteen yhtymäkohdissa
  - Pääraiteen nopeusrajoitus pyritään välttämään kääntyväkärkisellä risteyksellä.
- vaatii laajamittaisen siltojen uusimisen.
  - Nykyisen sillan purkaminen ja uuden rakentaminen on kalliimpaa kuin rinnakkaisraiteelle rakennettava uusi silta.

- sähkörata:
  - Ajolangan sivuttaisasemointi on sovittava siten että palvelee molempia raiteita. Vaatii uuden ratajohtorakenteen määrittelyn kansalliseen ohjeistukseen.
  - Pitkät limittäisraideosuudet vaativat erikoisvirroitinratkaisuja, joista voi seurata muun muassa veturivaihtoja tai muutoksia ratarakenteisiin (vaikutukset on esitetty laajemmin luvussa 5.3.3). Erikoisvirroitinratkaisujen toteutuksiin liittyy epävarmuuksia.
  - ENE YTE -määräyksistä poikkeaville ratkaisuille on haettava poikkeusluvat.
- turvalaitteet, kokemattomuus seuraavista asioista laajamittaisemmin ja suuremmilla nopeustasoilla:
  - raiteeseen kiinnitettävien turvalaite-elementtien kahdentaminen
  - baliisien häiriöttömyys metallittoman alueen suhteen
  - baliisien häiriöttömyys eri raidelevykyksien raiteiden keskilinjojen poiketessa toisistaan.

#### Rinnakkaisraiteen hyötyjä

- Raide on optimoitu omalle raidelevydelle eikä limittäisraideratkaisuun liittyviä rajoitteita, epävarmuuksia ja teknisiä erityisratkaisuja ole.
- Työnaikaiset haitat ovat vain tavanomaisen kaksoisraidetyömaan kaltaisia.
- Eri raidelevykyksien liikenne on eroteltu toisistaan.

#### Rinnakkaisraiteen haittoja

- suuremmat rakentamiskustannukset
- suuremmat rakentamisesta aiheutuvat päästöt
- suuremmat vaikutukset maankäyttöön ja ympäristöön
- suuret vaikutukset ympäristöön erityisesti suomalaisen raidelevyden kaksoisraiteen toteutuessa (Oulun seutu), sillä tällöin tarvitaan yhteensä kolme raidetta.
- uudet ratakilometrit lisäävät kunnossapitotarvetta
- Uuden raiteen puolisuuden vaihtuessa tarvitaan raideristeys. Nopeusrajoitus pyritään välttämään kääntyväkärkisellä risteyksellä, mutta molempien raiteiden nopeusrajoituksen välttämiseen vaaditaan hyvin pitkä risteysalue loivalla geometrialla.
- sähkörata:
  - Uuden raiteen myötä kasvava tehontarve vaatii mahdollisesti uusia syöttöasemia. Tehontarve kuitenkin määrittäyty liikenteellisten tarpeiden perusteella. Uusilla syöttöasemilla voidaan varautua siihen, että sähköistyksen aiheuttamia rajoituksia liikenteelle ei muodostuisi.

- Vaatii mahdollisesti ratajohdon syöttöjärjestelmän 2x25 kV-järjestelmän muuttamisen 25 kV-järjestelmäksi. Päätös tehdään viimeistään rakentamissuunnitteluvaiheessa.

## 5.6 Kustannusten määrittäminen eri ratkaisuille

Työssä on tutkittu eri ratkaisujen kustannuksia, jotta saataisiin laajempi kokonaiskuva niiden vaikutuksista. Eri ratkaisujen kustannuksia on tarkasteltu sekä kilometrin pituisella osuudella että esimerkiosuudella Laurilan ja Tornion välillä.

Kustannusarviot on laadittu karkealla tasolla huomioiden raiteet, päälly- ja alusrakenteet, pohjaolosuhteet, sähköratarakenteet, turvalaitteet ja taitorakenteet. Kustannusarviot on laadittu IHKU-kustannuslaskentaohjelmistolla indeksissä MAKU 145 (2020=100). Kustannuslaskenta on tehty hankeosalaskentatarkkuudella ja tarvittaessa on hyödynnetty rakennusosalaskentaa. Mikäli toimenpiteelle ei ole löytynyt kustannusta hankeosalaskennasta tai rakennusosalaskennasta, on hinta arvioitu asiantuntijan arviona, jolloin aikaisempien hankkeiden kustannuksia on käytetty apuna arvioinnissa.

Hankeosalaskentamallissa on käytetty seuraavia perustietoja:

- Suunnitteluvaihe: Esisuunnittelu
- Hankkeen sijainti: Pohjois-Suomi
- Toteutusympäristö: Rakennettu ympäristö
- Kustannustaso: MAKU 145 (2020=100)
- Kuljetusmatkat:
  - Välivarasto: 10 km
  - Läjitys: 50 km
  - Loppusijoitus sisältäen vastaanottomaksun: 10 km
  - Sisäiset: 10 km
  - Tuotavat: 50 km

Kustannusarviossa on käytetty IHKU:n oletusprosenttiarvoja hanketehtäville:

- Työmaatehtävät 25 %:
  - Rakentamisen johtotehtävät
  - Urakoitsijan yritystehtävät
  - Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut
  - Työmaapalvelut

- Työmaan kalusto
  
- Tilaajatehtävät:
  - Suunnittelutehtävät 7,3 %
  - Rakennuttamistehtävät 3,8 %
  - Omistajatehtävät 1,0 %
  - Varaukset 14,0 %

Kustannusten määrittämiseksi sekä rinnakkaisraiteelle (eurooppalaisella raidelevyvedellä) että limittäisraiteelle on käytetty IHKU:n ratalinjamallia. Koska hankeosamalli on mukautettu suomalaiselle raidelevyvedelle, mallia on muokattu sen mukaan, mitä on mahdollista. Kaikille ratkaisuille on käytetty seuraavat perustiedot ratalinjamallille: ratatyypinä sekaliikenne, akselipainona 250 kN, suurimpana sallittuna nopeutena tavaraliikenteelle 100 km/h (oletus), suurimpana sallittuna nopeutena henkilöliikenteelle 200 km/h (oletus), rataluokkana D (kiskot 60E1) ja rakennekerroksen paksuutena 2,6 metriä (suurin vaihtoehto IHKU:ssa). Ratalinjamallia on käytetty pohjana kaikissa ratkaisuissa, ja eri ratkaisuiden rakennusosien määriin on tehty tarvittavia muokkauksia.

Limittäisraiteen tapauksessa on oletettu, että eurooppalainen raideleveys rakennetaan nykyisen ratapenkereen päälle. Ratalinjan kustannusten määrittämiseksi on oletettu, että alusrakenne voidaan hyödyntää nykyisellään, ja kustannukset on laskettu ainoastaan uudelle päällysrakenteelle kuten uudelle tukikerrokselle, ratapölkylle ja -kiskoille. Ratajohtorakenteiden osalta on käytetty oletttamaa, että kolmasosa nykyisistä ratajohtorakenteista, ennen kaikkea ratajohtopylväät, voidaan hyödyntää nykyisellään ja uusia ratajohtorakenteita tarvitaan yksi kolmasosa. Kuitenkin kääntöorsia joudutaan joka tapauksessa muuttamaan.

Siltojen kustannuslaskennan periaatteena on käytetty taitorakennerekisteristä saatua nykyisen sillan pituutta ja siltatyyppiä. Uusien siltojen osalta on arvioitu siltatyyppi seuraavalla jaottelulla: pitkä vesistösilta, lyhyt vesistösilta, pitkä alikulkusilta tai lyhyt alikulkusilta. Sillan kustannus on laskettu käyttäen kutakin siltatyyppiä edustavaa kansineliöhintaa. Käytetty kansineliömäärä muodostuu sillan pituudesta ja hyötyleveydestä. Rinnakkaisraidetoteutuksessa uusi silta on oletettu rakennettavan suurin piirtein samanpituuisena suomalaisen raidelevyden sillan vierelle. Suomalaisen raidelevyden siltojen peruskorjaus- tai uusimistarvetta ei ole rinnakkaisraidetoteutuksen kustannusarvioissa huomioitu. Limittäisraiteiden kansineliöhinnassa on huomioitu lisäkustannuksina vanhan sillan purkukustannus ja uuden sillan siirtokustannus. Nykyisille ylikulkusilloille ei ole arvioitu uusimis- tai muutuskustannuksia. Työssä on oletettu, että raidelisäykset voidaan toteuttaa nykyisten siltojen alle.

Turvalaitteiden osalta limittäisraiteen kustannusarviossa on huomioitu kilometrikertoimella rataan kiinnitettävien turvalaitteiden kahdentamiskulut, kun nykyisiä laitteita hyödynnetään, näistä johtuvat

asetinlaitemuutokset sekä kaapelien suojausta sekä mahdollisia ajolupamerkkien siirtoja ATU:n ulkopuolelle. Tämän lisäksi baliisien irrotus ja uudelleen kiinnitys rataan on huomioitu kustannusarviossa.

Rinnakkaisraiteelle on arvioitu kustannukset kahdelle eri ratkaisulle. Ensimmäinen, jossa rinnakkaisraide toteutetaan osittain nykyisen ratapenkereen päälle lyhyemmällä raidevälillä (Kuva 5), ja toinen, jossa rinnakkaisraide rakennetaan erilliselle penkereelle huonommissa pohjaolosuhteissa (Kuva 6). Kun rinnakkaisraide rakennetaan osittain nykyisen ratapenkereen päälle, on oletettu, että raideväli nykyisen raiteen ja uuden eurooppalaisen raidelevyden raiteen välillä on 4,7 metriä. Tässä tapauksessa on käytetty oletamaa, että noin 75 prosenttia alusrakenteesta voidaan hyödyntää nykyisellään, ja ainoastaan päällysrakenteen tarvitaan kokonaan uutena. Kun rinnakkaisraide toteutetaan huonommissa pohjaolosuhteissa omalle penkereelle, on oletettu, että sekä alusrakenne että päällysrakenne uusitaan. Huonommissa pohjaolosuhteissa on myös paalulaatta laskettu mukaan pohjanvahvistusmenetelmänä.

Rinnakkaisraiteen vertailukustannuksiin on jyvitetty uusien sähkösyöttöasemien kilometrikustannukset, olettamalla, että tarvitaan nykyisten syöttöasemien puoliväliin uusia syöttöasemia lisääntyneen tehotarpeen takia. Rinnakkaisraiteen kustannusarvio on hinnoiteltu turvalaitteiden osalta siten, että se pitää sisällään täysin uuden radan turvalaittevarustelun linjaosuudelle yksikköä kohden sisältäen tarvittavat elementit, kaapelit sekä turvalaitteiden laitetoimituskulut. Ratkaisuiden kustannusarvio kilometrin pituiselle osuudelle on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Eri ratkaisuiden kustannusarvio kilometrin pituiselle osuudelle (MAKU 145 (2020=100)).

Kustannuserä	Kustannus M€		
	Limittäisraide	Rinnakkaisraide samalla penkereellä	Rinnakkaisraide paalulaatalla omalla penkereellä
Ratalinja	0,88	1,21	1,73
Pohjanvahvistusrakenteet	-	-	5,4
Turvalaitteet	0,005	0,046	0,046
Sähkörata	0,15	0,25	0,25
Sähkösyöttöasema	-	0,055	0,055
Siltarakenteet	0,23	0,22	0,22
Työmaatehtävät 25 %	0,32	0,45	1,93
Tilaaajatehtävät 24,6 %	0,43	0,61	2,65
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>2,0</b>	<b>2,8</b>	<b>12,3</b>

Kilometrin pituisen osuuden tueksi on myös arvioitu eri ratkaisuiden kustannukset Laurila–Tornio-osuudelle, jotta saataisiin kattavampi kuva niiden eroista kustannusnäkökulmasta. Laskentamenetelmä perustuu samaan menetelmään kuin kilometrin pituisen osuuden laskenta. Maaperätarkastelun perusteella on

oletettu, että Laurilan ja Tornion välillä on kuusi kilometriä pehmeiköä, mikä puolestaan vaatisi tällä osuudella pohjanvahvistusta rinnakkaisraideratkaisulle. Rinnakkaisraideratkaisussa on oletettu, että sähkösyöttöjärjestelmän teho sovitetaan uudelle kapasiteetille, mikä käytännössä tarkoittaisi uuden sähkösyöttöjärjestelmän rakentamista rinnakkaisraiteelle. Eri ratkaisuiden kustannusarvio Laurilan ja Tornion väliselle osuudelle on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 7).

Taulukko 7. Eri ratkaisuvaihtoehtojen kustannusarvio osuudella Laurila–Tornio (MAKU 145 (2020=100)).

Kustannuserä	Kustannus M€	
	Limittäisraide 19 km	13 km rinnakkaisraide samalla penkereellä + 6 km rinnakkaisraide paalulaatalla ja omalla penkereellä
Ratalinja	19,6	31,8
Pohjanvahvistusrakenteet	-	32,4
Turvalaitteet	0,1	0,8
Sähkörata	2,9	4,8
Sähkösyöttöasema	-	5,0
Siltarakenteet	13,4	12,6
Työmaatehtävät 25 %	9,0	21,8
Tilaaajatehtävät 24,6 %	12,4	30,0
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>57,3</b>	<b>139,2</b>

## 5.7 Vaihtoehtokohtaisia vaikutuksia

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 8) on vertailtu eurooppalaisen raidelevyden raiteen toteuttamisvaihtoehtojen vaikutuksia Pohjois-Suomessa. Lähtöoletuksena on, että rataverkko on sähköistetty. Vertailuvaihtoehdossa VE0 suomalainen rataverkko säilyy ennallaan, eli Pohjois-Suomeen ei toteuteta 1 435 millimetrin raidelevyden raidetta. Vaihtoehdossa VE1 eurooppalaisen raidelevyden raide toteutetaan vain limittäisraiteena ja vaihtoehdossa VE2 vain rinnakkaisraiteena. VE3 kuvaa tässä työssä suunniteltua kokonaisuutta, jossa limittäisraidetta käytetään vain lyhyillä osuuksilla pääosin tiiviissä ympäristössä ja muutoin käytetään rinnakkaisraidetta.

Taulukko 8. Yhteenveto eri rakentamisvaihtoehtojen vaikutuksista.

Arvioitavat vaikutukset	VE0: Ei eurooppalaista raidelevyettä	VE1: 1435 mm vain limittäisraiteena	VE2: 1435 mm vain rinnakkaisraiteena	VE3: 1435 mm limittäis- ja rinnakkaisraidekokonaisuus
Saavutettavuus sekä matkojen ja kuljetusten palvelutaso	Saavutettavuus ja palvelutaso säilyvät ennallaan eli rajan ylittävä liikenne vaatii kaluston suhteen erityisratkaisuja, kuten telinvaihdon, tai henkilöliikenteessä vaihtamisen junien välillä ja tavaraliikenteessä siirto-kuormauksen.  Rataverkon ominaisuudet, käytettävyys ja palvelutaso pysyvät ennallaan.	Mahdollistaa liikenteen Ruotsin suuntaan ilman vaihtoja tai siirto-kuormasta. Sähkökaluston tekniset erityisratkaisut nostavat kynnystä uuden liikenteen toteutumiselle.  Suomalaisen raidelevyden liikenteen palvelutaso voi heikentyä, jos raiteen ominaisuudet (esimerkiksi nopeustaso) heikenevät tai limittäisraideverkolla käytetään eri kalustoa.  Suomalaisen raidelevyden kapasiteetti heikentyy.  Rakentamisen aikaiset liikennekatkot heijastuvat palvelutasoon.  Huoltovarmuus paranee verrattuna VE0:aan. Ei kuitenkaan varayhteyksiä	Mahdollistaa liikenteen Ruotsin suuntaan ilman vaihtoja tai siirtokuormasta.  Suomalaisen raidelevyden liikenteen palvelutaso voi heikentyä, jos uusi raide hankaloittaa suomalaisen raidelevyden matkustajalaitureiden sijoittamista.  Huoltovarmuus paranee verrattuna VE0:aan. Huoltovarmuuskuljetusten toimintavarmuus on parempi kuin limittäisraideratkaisuilla.	Mahdollistaa liikenteen Pohjois-Suomesta Ruotsin suuntaan ilman vaihtoja tai siirtokuormasta. Suomalaisen raidelevyden liikenteen palvelutaso voi heikentyä, jos raiteen ominaisuudet limittäisraideosuuksilla heikenevät tai jos uusi raide hankaloittaa suomalaisen raidelevyden matkustajalaitureiden sijoittamista. Suomalaisen raidelevyden kapasiteetti heikentyy limittäisraideosuuksilla, mikä voi heijastua palvelutasoon.  Limittäisraideosuuksien rakentamisen aikaiset liikennekatkot heijastuvat palvelutasoon.  Huoltovarmuus paranee verrattuna VE0:aan. Limittäisraideosuuksilla ei kuitenkaan ole varayhteyksiä

Arvioitavat vaikutukset	VE0: Ei eurooppalaista raidelevyettä	VE1: 1435 mm vain limittäisraiteena	VE2: 1435 mm vain rinnakkaisraiteena	VE3: 1435 mm limittäis- ja rinnakkaisraidekokonaisuus
		huoltovarmuuskuljetuksille raiteen ollessa poissa käytöstä.		raiteen ollessa poissa käytöstä.
Sosiaalinen kestävyys	Säilyy ennallaan.	Ei juuri vie tilaa nykyiseltä maankäytöltä ja maankäytön kehittymiseltä.	Oletettavasti merkittäviä maankäytöllisiä vaikutuksia erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla (mm. rakennusten purkaminen ja kiinteistöjen lunastaminen). Vie tilaa uudelta maankäytöltä.	Maankäytölliset vaikutukset pienemmät kuin VE2:ssa.
Liikennejärjestelmän turvallisuus	Säilyy ennallaan.	Tieliikenteen turvallisuus voi parantua, mikäli rautateiden kulkumuoto kasvaa ja tieliikenteen määrä vähenee.	Tieliikenteen turvallisuus voi parantua, mikäli rautateiden kulkumuoto kasvaa ja tieliikenteen määrä vähenee.	Tieliikenteen turvallisuus voi parantua, mikäli rautateiden kulkumuoto kasvaa ja tieliikenteen määrä vähenee.
Taloudellinen kestävyys	Säilyy ennallaan, eli Pohjois-Suomesta Ruotsiin suuntautuvien kuljetusten tehokkuus on heikompi, kun vaaditaan siirto-kuormaus.	Vaatii kaksijännitekaluston rajan ylittävälle liikenteelle. Vaatii erikoisratkaisuja suomalaiseen ja/tai ruotsalaiseen sähkökalustoon. Rakentaminen aiheuttaa kustannuksia, mutta	Vaatii kaksijännitekaluston rajan ylittävälle liikenteelle. Ei vaadi muita muutoksia kalustoon. Rakentaminen aiheuttaa kustannuksia. Kustannukset ovat merkittävästi korkeammat kuin	Vaatii kaksijännitekaluston rajan ylittävälle liikenteelle. Ei vaadi muita muutoksia kalustoon. Rakentaminen aiheuttaa kustannuksia. Lyhyet limittäisraideosuudet alentavat kustannuksia verrattuna VE2:een.

Arvioitavat vaikutukset	VE0: Ei eurooppalaista raidelevyettä	VE1: 1435 mm vain limittäisraiteena	VE2: 1435 mm vain rinnakkaisraiteena	VE3: 1435 mm limittäis- ja rinnakkaisraidekokonaisuus
		<p>kustannukset ovat merkittävästi alhaisemmat kuin rinnakkaisraideratkaisussa.</p> <p>Rataverkon kunnossapitotarve kasvaa. Kunnossapito hankaloituu ja mahdollisesti tarve hankkia kunnossapidon erityiskalustoa.</p> <p>Rakentamisaikaiset liikennekatkot aiheuttavat negatiivisia taloudellisia vaikutuksia suomalaisen raidelevyden liikenteeseen.</p>	<p>limittäisraideratkaisussa. Rataverkon kunnossapitotarve kasvaa.</p>	<p>Rataverkon kunnossapitotarve kasvaa. Limittäisraideosuuksien kunnossapito hankaloituu ja mahdollinen tarve hankkia kunnossapidon erityiskalustoa limittäisraideosuuksia varten.</p> <p>Limittäisraideosuuksien rakentamisaikaiset liikennekatkot aiheuttavat negatiivisia taloudellisia vaikutuksia suomalaisen raidelevyden liikenteeseen.</p>
Ekologinen kestävyys	Säilyy ennallaan.	<p>Rakentaminen aiheuttaa päästöjä, mutta päästöt ovat merkittävästi alhaisemmat kuin rinnakkaisraideratkaisussa. Luonnonvarojen käyttö on limittäisraiteella tehokkaampaa kuin rinnakkaisraiteella. Erityiset tekniset</p>	<p>Rakentaminen aiheuttaa päästöjä. Päästöt ovat merkittävästi korkeammat kuin limittäisraideratkaisussa. Luonnonvaroja kuluu enemmän kuin limittäisraideratkaisussa. Nykyistä maankäyttöä joudutaan</p>	<p>Rakentaminen aiheuttaa päästöjä. Lyhyet limittäisraideosuudet alentavat päästöjä verrattuna VE2:een. Luonnonvarojen kuluminen pienempää kuin VE2:ssa. Maankäytölliset vaikutukset pienempiä kuin</p>

Arvioitavat vaikutukset	VE0: Ei eurooppalaista raidelevyettä	VE1: 1435 mm vain limittäisraiteena	VE2: 1435 mm vain rinnakkaisraiteena	VE3: 1435 mm limittäis- ja rinnakkaisraidekokonaisuus
		<p>ratkaisut heikentävät materiaalitehokkuutta.</p> <p>Ei merkittävää vaikutusta yhdyskuntarakenteen kestävyteen tai luonnon monimuotoisuuteen. Vaikutukset pohjavesiin ja vesistöihin selvästi pienemmät kuin muissa rakentamismavaihtoehdoissa.</p>	<p>muokkaamaan radan välittömässä läheisyydessä (mm. teiden uudelleen linjaaminen ja viheralueiden kaventuminen).</p> <p>Metsien ja viheralueiden kaventuminen voi vaikuttaa negatiivisesti luonnon monimuotoisuuteen. Rakentaminen voi aiheuttaa haittoja pohjavesialueille ja vesistöille.</p>	<p>VE2:ssa.</p> <p>Vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, pohjavesiin ja vesistöihin pienemmät kuin VE2:ssa.</p>

## 6 Tyypiratkaisut

### 6.1 Kohtauspaikat

Lähtökohtana on eurooppalaisen raidelevyden raiteen suunnittelu TEN-T-asetuksen mukaiseksi, mikä aiheuttaa vaatimuksia myös kohtauspaikkojen määrälle. TEN-T-asetuksessa [4] on määritelty, että ydin-, laajennetun ydin- ja kattavan verkon radoilla tulee varata tavarajunille kapasiteettia seuraavasti:

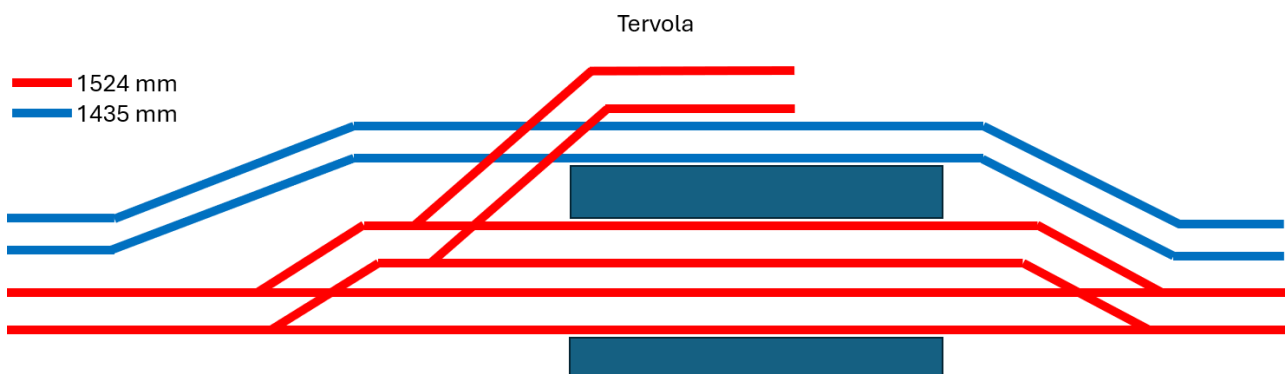
- Artikla 16: Jäsenvaltioiden on varmistettava laajennetun ydinverkon osalta vuoden 2040 loppuun mennessä ja ydinverkon osalta vuoden 2030 loppuun mennessä, että yksiraiteisilla radoilla kolmessa tunnissa vähintään yksi reitti suuntaansa ja vähintään 12 reittiä päivässä voidaan osoittaa tavarajunille, joiden pituus on vähintään 740 metriä, jos rautatieyritys sitä pyytää. Tämä siis koskee ydinverkon kuuluvaa osuutta Tuomioja–Oulu–Tornio.

- Artikla 15: Kattavan verkon yksiraiteisia ratoja (Raahe–Tuomioja, Laurila–Rovaniemi) koskevia kapasiteettivaatimuksia ei ole.

Lisäksi on operatiivisia painopisteitä (artikla 19), joiden ei tulkita olevan samalla tavoin velvoittavia kuin ylempi listaus. Tavoite yksiraiteisten ratojen osalta on se, että kahdessa tunnissa voidaan osoittaa vähintään yksi reitti suuntaansa tavarajunille, joiden pituus on vähintään 740 metriä. Käytännössä tämä siis tarkoittaisi tavarajunille kahden tunnin vuorovälin mahdollistamista TEN-T-verkkoon kuuluvilla osuuksilla Raahe–Tuomioja–Oulu–Tornio ja Laurila–Rovaniemi. Nykyisillä tavarajunien matka-ajoilla teoreettinen vähimmäismäärä olisi yksi kohtauspaikka Kemien ja Rovaniemen välillä, yksi Oulun ja Kemien välillä sekä yksi Oulun ja Raahen välillä. Käytännössä suositeltava vähimmäismäärä työn koko tarkastelualueella on kuitenkin enemmän. Mikäli eurooppalaisen raidelevyden raiteella ajetaan myös henkilöliikennettä tai verkko toteutetaan laajamittaisemmin limittäisraiteella eli riippuvuus suomalaisen raidelevyden raiteen liikenteestä kasvaa, tarvittava kohtauspaikkojen määrä kasvaa.

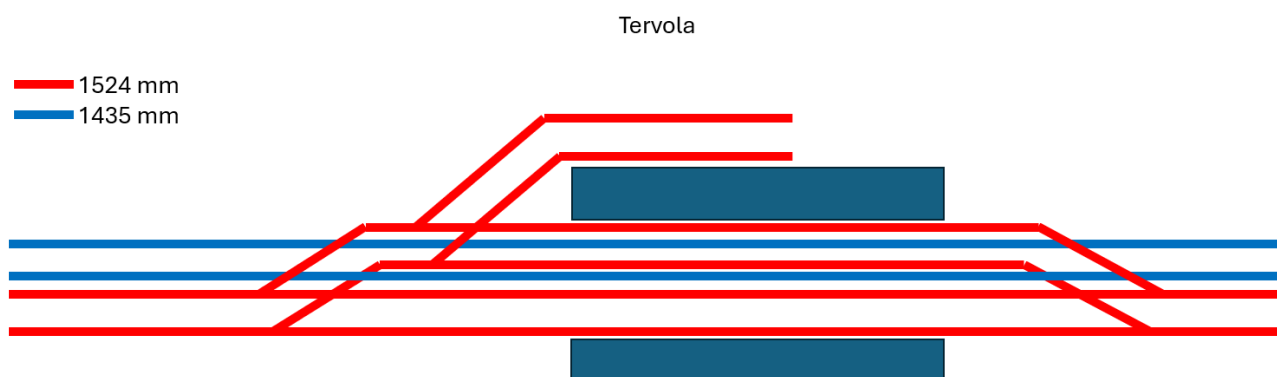
### Rinnakkaisraide

Nykyisillä kohtauspaikoilla ja pienemmillä asemilla täytyy ratkaista, miten uusi raide ohittaa liikennepaikan sujuvasti. Rajallisen tilan vuoksi eurooppalaisen raidelevyden kohtausraidetta ei välttämättä kannata sijoittaa samoihin paikkoihin kuin suomalaisen raidelevyden kohtauspaikkoja, vaan eurooppalaisen raidelevyden raide ainoastaan ohittaa nykyiset kohtauspaikat. Lähtökohtana on uuden linjaraiteen sijoittaminen liikennepaikkojen sivuraiteiden puolelle. Joillain liikennepaikoilla laitimmainen sivuraide on kuitenkin radanpitoa ja esimerkiksi sepelinkuormausta palveleva raide, joka lähtökohtaisesti säilyisi laitimmaisena. Alla kahdessa kuvassa esimerkkinä on käytetty Tervolaa (suomalaisen raidelevyden raiteiston on oletettu olevan Laurila–Patokangas-tarveselvityksen kehittämissuunnitelman mukainen), jossa on radanpitoa palveleva sivuraide sekä suomalaisen raidelevyden matkustajalaiturit. Mikäli maankäyttö mahdollistaa, eurooppalaisen raidelevyden raide ohittaa suomalaisen raidelevyden raiteiston ilman risteämiä junakultieraideiden kanssa (Kuva 14). Ratkaisu mahdollistaisi laiturin myös eurooppalaisen raidelevyden raiteelle. Risteämää kuormausraiteen kanssa ei voida välttää, mikäli kuormausraide säilytetään laitimmaisena. Koska eurooppalaisen raidelevyden raide kiertää suomalaisen raidelevyden kohtausraiteen, eurooppalaisen raidelevyden raiteeseen aiheutuu kaarre liikennepaikan molempiin päihin.



Kuva 14. Esimerkki Tervolan liikennepaikasta uudella, liikennepaikan ohittavalla eurooppalaisen raidelevyden raiteella.

Jos maankäyttö ei mahdollista lisäraiteita, eurooppalaisen raidelevyden raiteen täytyy ohittaa liikennepaikka limittäisraiteena (Kuva 15). Mikäli eurooppalaisen raidelevyden raide kulkee koko ajan suoraan, limittäisraide tulee nykyisen kohtausraiteen kohdalle. Ratkaisu olisi haastava sekä teknisesti että liikenteellisesti. Toisen raidelevyden raide jäisi kauemmas laiturista. Molempia esitettyjä tapoja voidaan soveltaa muillekin nykyisille kohtauspaikoille.



Kuva 15. Esimerkki Tervolan liikennepaikasta uudella, liikennepaikan ohittavalla eurooppalaisen raidelevyden raiteella, mikäli maankäyttö ei mahdollista lisäraidetta.

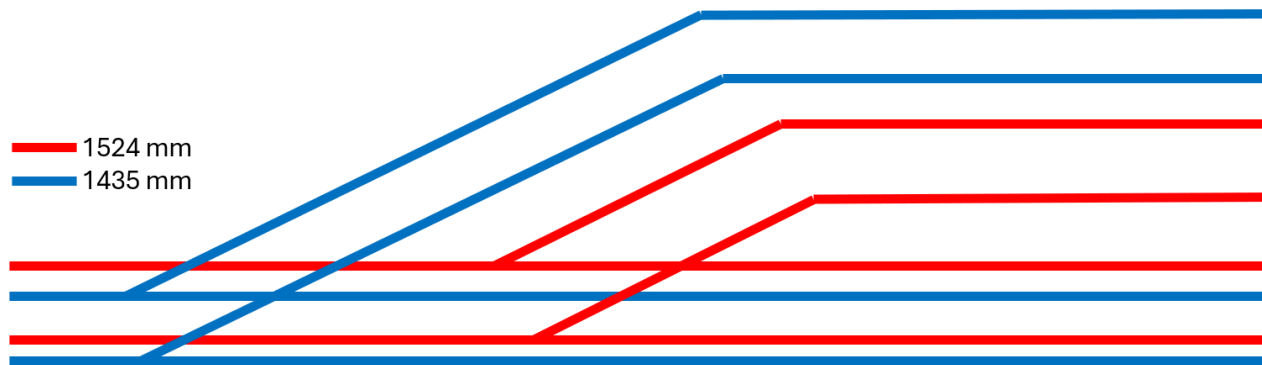
Eurooppalaisen raidelevyden kohtauspaikat voidaan toteuttaa erillisinä uuteen paikkaan (Kuva 16).



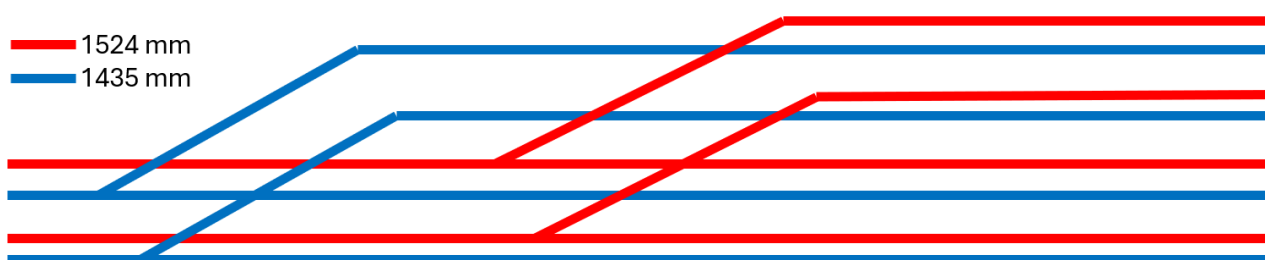
Kuva 16. Eurooppalaisen raidelevyden kohtauspaikka.

### Limittäisraide

Liikennepaikan sivuraiteet voidaan toteuttaa joko erillisinä raiteina (Kuva 17) tai limittäisraiteina (Kuva 18) käytettävissä olevan tilan ja tarpeiden mukaisesti. Lähtökohdana on teknisistä syistä se, että eri raidelevyksien vaihteet sijaitsevat peräkkäin eivätkä samassa kohdassa.

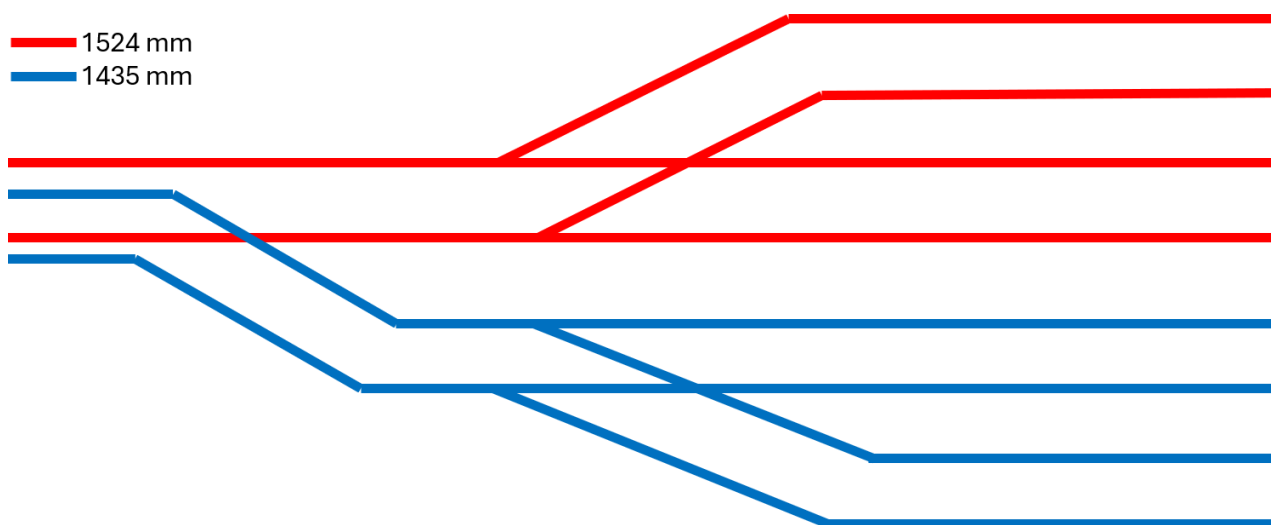


Kuva 17. Limittäisraide, erilliset kohtausraiteet.



Kuva 18. Limittäisraide, kohtausraide limittäisraiteena.

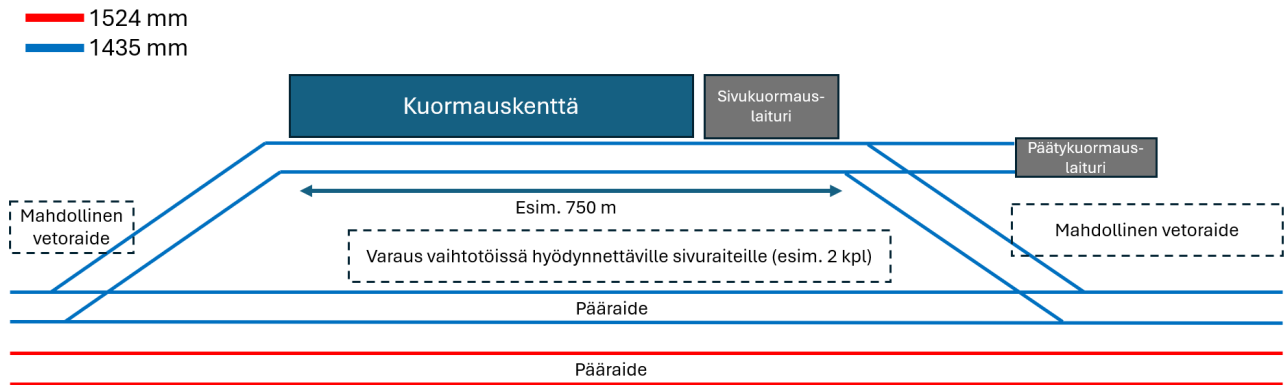
Teknisten erityisratkaisuiden minimoimiseksi vaihteet voidaan sijoittaa kokonaan limittäisraideosuuden ulkopuolelle, mutta tällöin vähintään toiseen pääraiteeseen aiheutuu kaarre (Kuva 19). Kuten rinnakkaisraideratkaisussa, myös limittäisraiteella uudet eurooppalaisen raidelevyden kohtauspaikat voidaan toteuttaa kokonaan uusina liikennepaikkoina eri sijainteihin kuin nykyiset suomalaisen raidelevyden kohtauspaikat.



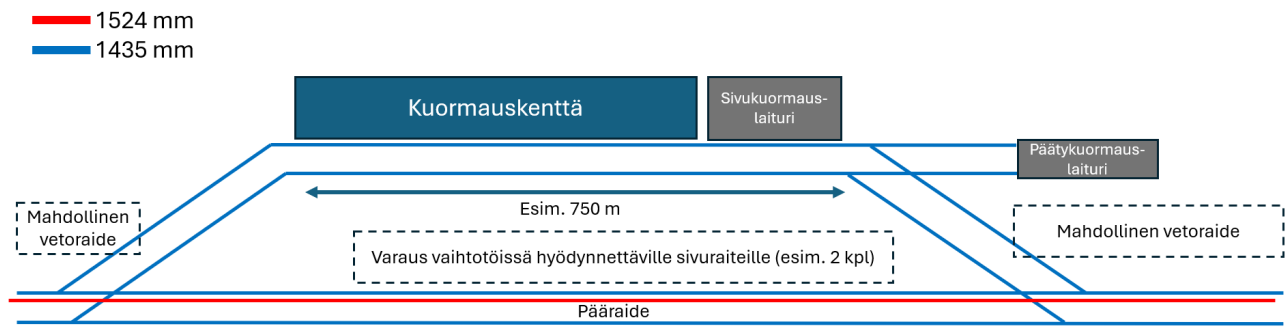
Kuva 19. Limittäisraide, erilliset kohtausraiteet ilman vaihteita limittäisraideosuudella.

## 6.2 Kuormauspaikat

Työssä laadittiin tyyppiesimerkki uudelle kuormauspaikalle (Kuva 20 ja Kuva 21). Kuten ratapihoilla, jokaisen kuormauspaikan tarpeet ja ratkaisut tulee arvioida tapauskohtaisesti. Tyyppiratkaisu palvelee sekä irtotavaran kuormaamista kuormauskentällä että ajoneuvojen kuormauksia sivu- tai päätykuormauslaituria käyttäen. Vaihtotöitä varten kuormauspaikalle voidaan toteuttaa sivu- ja vetoraiteita tarpeiden mukaan.

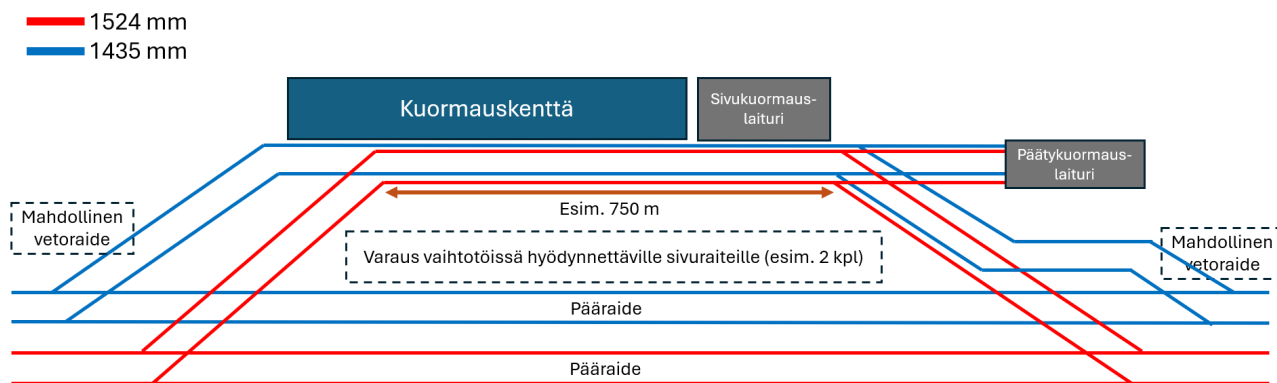


Kuva 20. Eurooppalaisen raidelevyden kuormausraide, pääraiteet rinnakkaisraiteita.

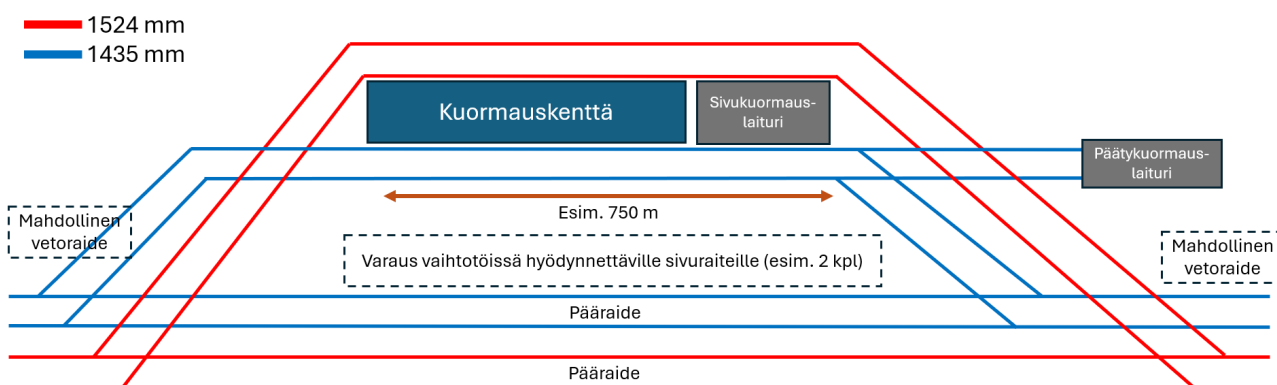


Kuva 21. Eurooppalaisen raidelevyden kuormausraide, pääraide limittäisraiteena.

Tyyppiratkaisuun voidaan sisällyttää myös suomalaisen raidelevyden raide palvelemaan esimerkiksi Lapista Etelä-Suomeen suuntautuvia rikastekuljetuksia (Kuva 22). Toisen raidelevyden raide voidaan tarvittaessa toteuttaa toiselle puolelle kuormauskenttää lisäämään kuormauskapasiteettia, mahdollistamaan siirtokuormaus raidelevyksien välillä sekä mahdollistamaan lyhyempi etäisyys kuormauskentästä ja sivukuormauslaiturin reunasta myös toisen raidelevyden raiteeseen (Kuva 23).

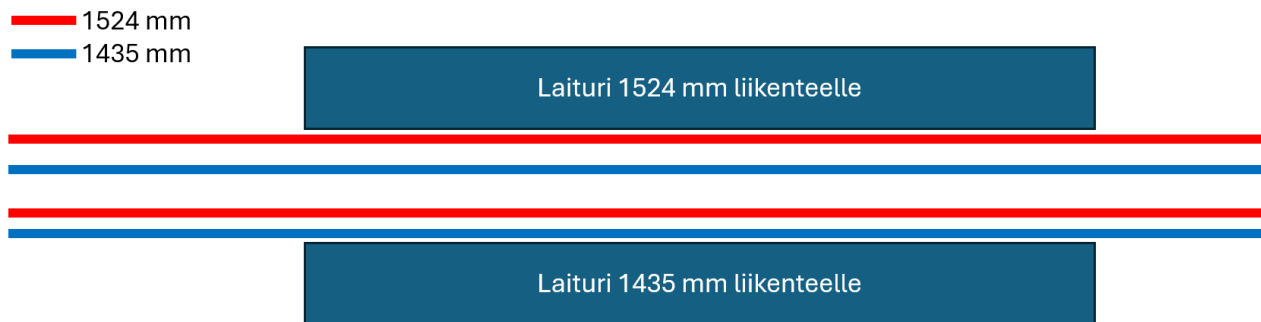


Kuva 22. Eurooppalaisen ja suomalaisen raideleveyden kuormausraide.



Kuva 23. Eri raideleveyksien raiteet eri puolin kuormauskenttää.

Kuormauspaikoilla, satamissa ja kaupunkien taajama-alueilla sijaitsevilla ratapihoilla tilaa on usein rajoitetusti, jolloin on varauduttava sivu- ja kuormausraiteiden toteuttamiseen limittäisraiteena. Limittäisraiteen aiheuttamat rajoitteet nostamalla tapahtuvalle tavarantoiminnalle tai purulle riippuvat ainakin käytettävästä kuormauskalustosta, kun suurempi etäisyys toisen raideleveyden vaunusta vaikuttaa kuorman painopisteeseen. Sivukuormauslaituria käytettäessä ulompänä sijaitsevan raideleveyden vaunu jää kauemmas laiturin reunasta, ja sama pätee henkilöliikenteessä asemalaituriin. Kumipyöräkalustoa vaunun lastatessa kauempana sijaitseva laiturin reuna ei välttämättä muodostu ongelmaksi esimerkiksi silloin, jos käytetään ajoluiskia vaunun ja laiturin välissä tai jos lastattavan kaluston renkaat ovat hyvin suuret. Limittäisraiteen rajoitteisiin eivät vaikuta pelkästään edellä mainitut asiat, vaan myös tavaravaunukalusto. Vaikka kuormauslaiturin tai -kentän etäisyys kiskosta olisi suurempi, etäisyys vaunun reunasta välttämättä ei, sillä tietyt ruotsalaiset tavaravaunut ovat suomalaisia vaunuja leveämpiä. Myös vaunujen lattioiden korkeus vaikuttaa laiturin käytettävyyteen. Erityisesti henkilöliikenteessä laiturit voidaan sijoittaa saman raiteen eri puolille, mikäli molemmilla raideleveyksillä on tarve laiturin käytölle (Kuva 24). Samaakin matkustajalaituria voidaan käyttää, mikäli asia ratkaistaan kaluston eikä infrastruktuurin keinon, eli esimerkiksi oviaukosta työntyvän levyn avulla. Saman matkustajalaiturin käyttömahdollisuuksista on kerrottu luvussa 5.3.2.



Kuva 24. Limittäisraide, asema-/kuormauslaituri.

Kahdelle tyyppiesimerkille on esitetty karkeat kustannusarviot alla olevassa taulukossa (Taulukko 9). Toisessa tyyppiesimerkissä kuormausraiteet on toteutettu ainoastaan eurooppalaiselle raideleveydelle (Kuva 20), ja toisessa kahdelle eri raideleveydelle (Kuva 22). Laskelmat sisältävät kuormausraiteiden raiteet, kuormausalueen, turvalaitteet, laiturit, vaihteet ja raideristeykset. Laskelmat eivät sisällä tyyppiratkaisuiden kuviin merkittyjä raidevarauksia.

Taulukko 9. Tyyppiratkaisun mukaisen kuormausalueen kustannusarvio (MAKU 145 (2020=100)).

Kustannuserä	Kustannus M€	
	Ilman 1 524 mm:n raiteita	1 524 mm:n raiteilla
Ratalinja, sähköistämätön	3,45	5,94
Kuormausalue	1,36	1,36
Turvalaitteet	1,42	1,82
Laiturit	0,11	0,11
Vaihteet ja raideristeykset	0,44	1,49
Työmaatehtävät 25 %	1,70	2,68
Tilaaajatehtävät 24,6 %	2,33	3,68
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>10,83</b>	<b>17,08</b>

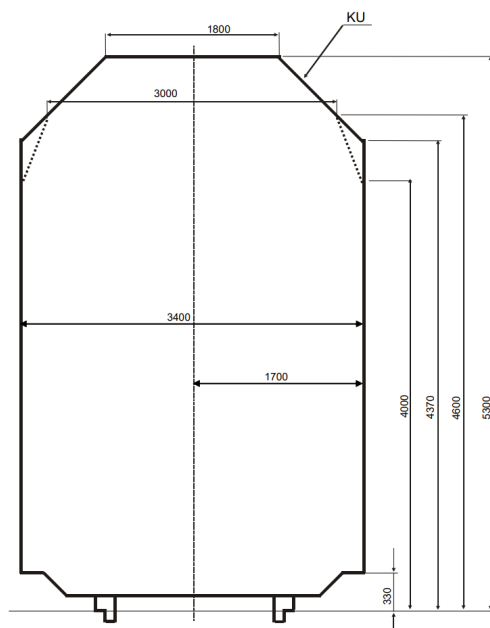
## 7 Kalusto

### 7.1 Kaluston saatavuus ja mitoitus

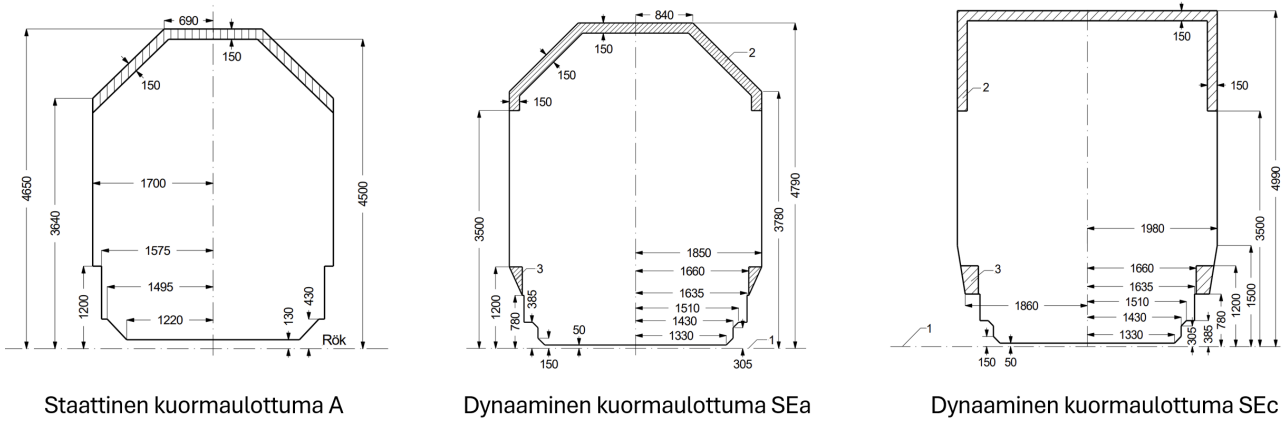
Valtaosa (yli 90 %) Euroopan unionin rautatiekalustosta on 1 435 millimetrin raideleveydelle soveltuvaa kalustoa. EU:n sisäiset kalustomarkkinat ovat siten huomattavasti suomalaisen raideleveyden

saatavuutta paremmat. Suomi kuitenkin kuuluu ympäristövaatimusten osalta lämpötila-alueeseen T2, joka asettaa kalustolle erityisvaateita talviolosuhteissa toimimiselle (muun muassa korroosiosuojaus, riittävä lämmitys ja komponenttien pakkasenkestävyys). Lämpötila-aluevaatimukset heikentävät eurooppalaiselle raidelevydelle suunnatun kaluston saatavuutta ja nostavat kaluston hankintakustannuksia [1]. Muita lämpötila-alueeseen T2 kuuluvia Euroopan unionin jäsenvaltioita ovat Ruotsi, Viro, Latvia ja Liettua [33].

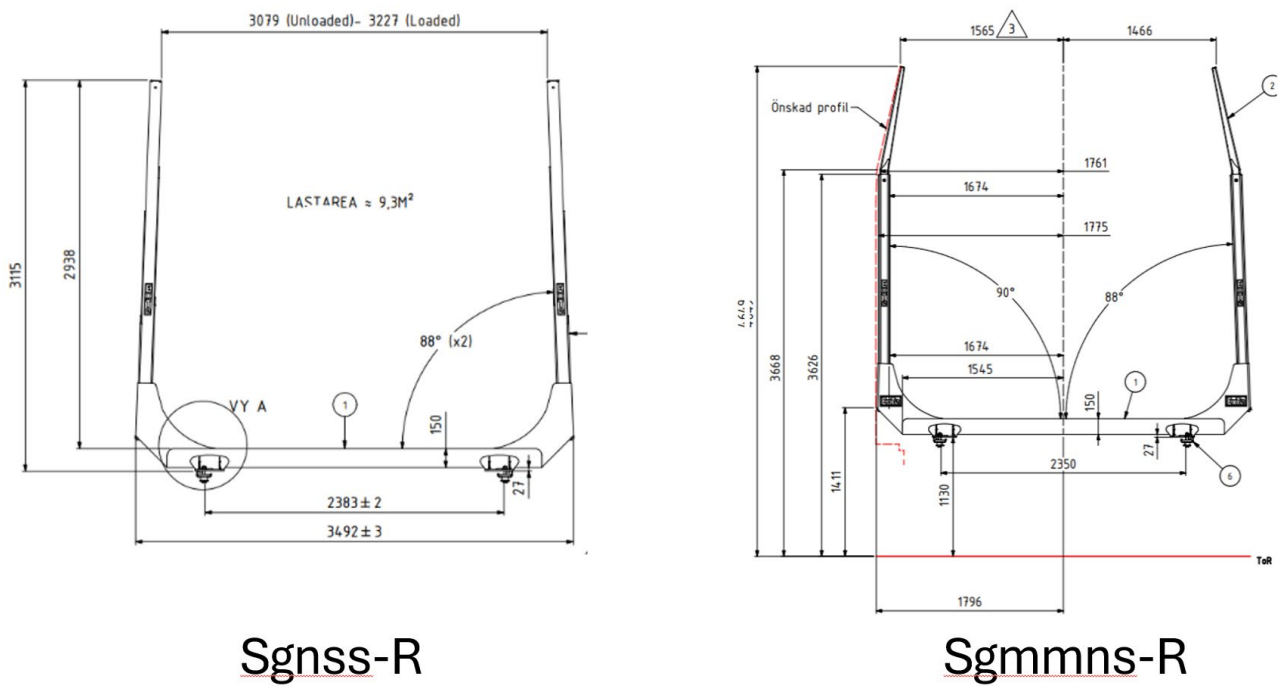
Kaluston kuormaulottumat eroavat toisistaan eri valtioissa. Suomessa suurin sallittu korkeus on 5,3 metriä ja Ruotsissa alle viisi metriä. Myös muualla Euroopassa on käytössä Suomea matalampi kuormaulottuma. Suurin sallittu leveys on Suomessa 3,4 metriä, kun taas Keski-Euroopassa kuormaulottuma on kaapeampi (3,15 metriä). Pienemmän kuormaulottuman vuoksi eurooppalaisen tavaravaunun kaluston enimmäistilavuus on suomalaista kalustoa pienempi. Ruotsissa perinteisen staattisen kuormaulottuman A leveys on sama kuin Suomessa eli 3,4 metriä, kun taas uusilla radoilla käytettävä dynaaminen kuormaulottuma C on leveämpi kuin suomalainen kuormaulottuma (Kuva 25 ja Kuva 26). Osa ruotsalaisista raakapuuvaunuista onkin suomalaisia leveämpiä. Toistaiseksi vain tietyillä Ruotsin nykyisillä radoilla voidaan käyttää kuormaulottuman C mukaista kalustoa, joten esimerkiksi Sgmmns-R-raakapuuvaunut (Kuva 27) eivät voi kulkea kaikkialla Ruotsissa [24, 27].



Kuva 25. Suomen kuormaulottuma.



Kuva 26. Ruotsin kuormalottumia, kuvat eivät ole keskenään mittakaavassa [27].



Kuva 27. Kahden ruotsalaisen raakapuuvaunutyypin mittoja, kuvat eivät ole keskenään mittakaavassa [24].

Taulukko 10. Joidenkin raakapuuvaunujen mittoja [22, 23, 24, 25, 26]. Tilavuudet ovat suuntaa antavia: Esimerkiksi suomalaisessa Snps-vaunussa pankkojen alaosa on kaareva, joten tilavuus on todellisuudessa jonkin verran esitettyä pienempi.

	Suomi, VR Transpoint, Sp(s)	Suomi, VR Transpoint, Snps(s)	Ruotsi, Green Cargo, Lnps 053	Ruotsi, Green Cargo, Sgnss- R	Ruotsi, Green Cargo, Sgmmns- R	Saksa, DB Cargo, Snps	Itävalta, Rail Cargo Group, Rnoos- uz
Vaunun pituus	20,68 m	21,24 m	14,3 m	19,74 m	13,61 m	20,84 m	22,35 m
Kuormatilan pi- tuus	19,5 m	20 m	13,06 m	18,684 m	12,37 m	19 m	21,296 m
Kuormatilan pinta-ala pysty- suunnassa	8,1 m <sup>2</sup>	9,15 m <sup>2</sup>	7,5 m <sup>2</sup>	9,3 m <sup>2</sup>	10,14 m <sup>2</sup>	5,45 m <sup>2</sup>	5,34 m <sup>2</sup>
Tilavuus	158 m <sup>3</sup>	183 m <sup>3</sup>	98 m <sup>3</sup>	173,8 m <sup>3</sup>	125,4 m <sup>3</sup>	103,6 m <sup>3</sup>	113,7 m <sup>3</sup>
<b>Tilavuus vaunu- metriä kohden</b>	<b>7,64 m<sup>3</sup></b>	<b>8,61 m<sup>3</sup></b>	<b>6,85 m<sup>3</sup></b>	<b>8,8 m<sup>3</sup></b>	<b>9,21 m<sup>3</sup></b>	<b>4,97 m<sup>3</sup></b>	<b>5,09 m<sup>3</sup></b>

Yllä olevaan taulukkoon (Taulukko 10) esimerkeiksi valittujen keskieurooppalaisten raakapuuvaunujen tilavuudet ovat siis pienempiä kuin suomalaisten vaunujen kuormauttumiensa erojen vuoksi. Esimerkiksi tyypillisen suomalaisen 27 Snps-vaunusta koostuvan raakapuuvaunun vaunuston pituus on noin 573 metriä, jolloin saman tilavuuden saavuttamiseksi keskieurooppalaisella vaunukalustolla vaunuston tulisi olla yli 900 metriä pitkä. Sen sijaan ruotsalaista vaunukalustoa käyttämällä voidaan päästä samoihin tai jopa suurempiin tilavuuksiin, mikäli eurooppalaisen raidelevyyden raide mitoitetaan ruotsalaisen kuormauttuman C mukaisesti.

## 7.2 Kalustokustannukset

Tässä alaluvussa on arvioitu eurooppalaisen raidelevyyden kalustolle aiheutuvia kustannuksia Suomessa liikennöimisestä. Kustannukset koskevat vain sähkökalustoa. Digirata-hanke eli ETCS-järjestelmä oletetaan toteutuvaksi, joten kulunvalvontalaitteistosta ei lasketa aiheutuvan lisäkustannuksia. Sähkökalustolle koituvat kustannukset voidaan jakaa kahteen osaan: eri sähköistysjärjestelmästä koituvat kustannukset (koskee sekä rinnakkais- että limittäisraideratkaisua) sekä erityisistä virroitinratkaisuista aiheutuvat kustannukset (koskee vain laajamittaista limittäisraideratkaisua). Kaluston virroitinratkaisuvaihtoehtoja limittäisraideratkaisulla on käsitelty luvussa 5.3.3.

Eri sähköistysjärjestelmästä koituu ruotsalaiselle kalustolle kustannuksia, mikäli kalusto ei ole valmiiksi kaksijännitteistä. Ruotsin suurimmista tavaraliikenneoperaattoreista Green Cargolla ja Hector Raililla on

käytössä rajattu määrä kaksijännitevetureita, joten lähtökohdat liikennöidä Suomessa ilman ylimääräisiä kustannuksia ovat melko hyvät. Mikäli uusia sähkövetureita kuitenkin hankitaan, kaksijännitteen aiheuttama lisäkustannus veturin hankintahintaan on arviolta 10 %.

Veturivetoiisiin henkilöjuniin pätee sama kuin tavaraliikenteeseen, mutta henkilöliikenteessä lähtökohta on moottorijunien käyttö. Ruotsin ja Tanskan välillä Öresundstågin moottorijunat ovat kaksijännitekalustoa, mutta Pohjois-Ruotsin Norrtåg:n nykyiset sähkömoottorijunat eivät, joten liikennöinnistä Suomessa aiheutuisi lisäkustannuksia. Vaihtoehtona on joko nykyisen kaluston muuttaminen kaksijännitteiseksi tai kokonaan uuden kaluston hankinta kaksijännitteisenä. Lisäkustannusten arvioimiseen ensisijaiseksi ratkaisuksi esitetään uutta kalustoa, sillä sitä ollaan hankkimassa tietyllä aikavälillä joka tapauksessa ja kalustoa tarvittaisiin myös lisääntyvän junatarjonnan vuoksi. Uudella sähkömoottorijunakalustolla kaksijännitteen aiheuttama lisäkustannus hankintahintaan on arviolta 5 %. Vanhan kaluston muuttamiseen liittyen tšekkiläinen Leo Express ilmoitti hiljattain muuttavansa Flirt-sähkömoottorijunia kaksijännitekalustoksi [20]. Viiden yksikön muuttaminen maksaa noin 16 miljoonaa euroa. Tšekin valtio osallistuu kustannuksiin, ja infrastruktuurin haltija sitoutuu muuttamaan 3 kV DC-ilmajohtoja 25 kV 50 Hz AC -järjestelmäksi. Muunnettu kalusto vaatii osittain uuden käyttöönottoluvan ennen liikennöinnin aloittamista. Muunnettu kalusto on tarkoitus ottaa käyttöön 2020-luvun loppupuolella. Suomen ja Ruotsin järjestelmillä muuttaminen saattaisi olla hieman yksinkertaisempaa.

Laajamittaisesta limittäisraideratkaisusta aiheutuu kalustolle kustannuksia virroitinmuutosten vuoksi. Näitä eri virroitinratkaisuja on esitelty tarkemmin luvussa 5.3.3. Sivuttaissuunnassa liikuteltavan virroittimen (lossiratkaisu) toteutuksesta koituisi ensivaiheessa kustannuksia kertaluonteisesta kehittämistyöstä, jolle voidaan esittää karkea arvio suuruusluokassa 500 000 €. Kehittämistyön jälkeen voitaisiin siirtyä tuotantoon, jolle karkea arvio on 100 000 € per virroitin eli 200 000 € per veturi.

Leveämmän virroittimen toteutuskustannukset riippuvat siitä, pystytäänkö virroittimen leventäminen toteuttamaan täyttäen edelleen ENE YTE:n asettamat vaatimukset. Jos toteutuksessa voidaan käyttää jo olemassa olevia määriteltäviä enimmäisvirroitinleveyksiä, kohdentuvat kustannukset lähinnä kaluston osalta virroittimien muutostyöhön. Kuitenkin merkittävämmät kustannukset aiheutuvat ratainfrastruktuurin ylä-ATU:n muutoksista aiheutuvista ratarakenteiden muutoksista (esimerkiksi kääntöorsirakenteiden uusiminen, turvalaitteiden opastinsiirrot), joille voidaan arvioida karkea kustannus 50 000 euroa kilometriä kohden niillä rataosuuksilla, joilla kyseinen veturi liikennöi. Jos ENE YTE:n tai ratainfrastruktuurin muutosvaatimuksia ei pystytä täyttämään, vaihtoehdoksi jää veturin lossiratkaisu, jonka kustannukset on kuvattu edellisessä kappaleessa.

## 7.3 Varikko

Eurooppalaista raidelevyettä käyttävälle kalustolle on varauduttava toteuttamaan varikko. Varikkotoimintoja voi olla mahdollista yhdistää nykyiseen Oulun kunnossapitovarikkoon tai Kemin veturitallin alueelle. Vaihtoehtoisesti eurooppalaista raidelevyettä käyttävälle kalustolle voidaan toteuttaa erillinen varikko, joka voi tulla ajankohtaiseksi joka tapauksessa, mikäli Oulussa tai Kemissä ei ole riittävästi tilaa.

Varikon potentiaalista sijaintia tutkittiin karttatarkasteluna Kemin alueelle. Mikäli varikkotoimintoja ei ole Kemissä mahdollista sijoittaa Kemin veturitallin alueelle, tulee ne sijoittaa todennäköisesti melko kauas ratapihasta asemakaavoitetun alueen ulkopuolelle. Ajantasa-asemakaavassa radan varsi on hyvin tiiviisti kaavoitettua.

Vuonna 2013 valmistuneen Oulun varikon rakentamisen kustannukset olivat noin 50 miljoonaa euroa [18]. Varikko on olettavasti suurempi kuin eurooppalaisen raidelevyeden kalusto tulee tarvitsemaan, mutta hintataso on noussut 12 vuodessa. HSL-liikenteelle suunnitellun Jäspilän varikon kustannusarvio on 48 miljoonaa euroa (MAKU 130, 2010 = 100) [19], joten 50 miljoonaa on sopiva referenssihintaa uudelle varikolle. Jatkosuunnittelussa tulee tutkia toimintojen yhdistettävyyttä Ouluun tai Kemiin. Lisäksi tulee varmistaa ja suunnitella varikolla tarvittavat toiminnot.

# 8 Esitetty suunnitelmaratkaisu

## 8.1 Linjaosuudet

Keskeisenä lähtökohtana oli suunnitella TEN-T-vaatimukset täyttävä, sähköistetty eurooppalaisen raidelevyeden raide 25 tonnin (250 kN) akselipainolla. Suunnittelu sisälsi ratalinjaustarkastelut koko tarkastelualueella, joka käsittää nykyisen rataverkon Oulun pohjoispuolella, yhteysvälin Oulu–Tuomioja–Raahe sekä yhteysvälin Kolari–Svappavaara. Laurilaan suunniteltiin kolmioraide mahdollistamaan Tornion ja Rovaniemen suunnan välisen liikennöinnin. Esitetty suunnitelmaratkaisu laadittiin rinnakkaisraiteeseen perustuen, sillä limittäisraiteen laajamittainen toteuttaminen sisältää vielä merkittäviä epävarmuuksia. Vaikka suunnittelu tehtiin rinnakkaisraiteella, päätöstä jatkoon valittavasta ratkaisusta ei tehty, vaan ainoastaan tuotettiin materiaalia päätöksentekoa ja tilavarauksia varten.

Käytännössä tarkastelualueella tutkittiin yhden lisäraiteen vaatima tila. Suunnitteluperiaatteena oli raitteen rakentaminen samaan ratakäytävään nykyisen raitteen kanssa. Tässä periaatteessa on otettava huomioon, että TEN-T-asetuksen vaatimukset nopeudesta 160 km/h eivät täytyisi kaikkialla, sillä lukuisissa paikoissa nykyisen ratakäytävän geometria ei mahdollista kyseistä nopeutta. Tilankäytöllisesti

rinnakkaisraide vastaa kaksoisraidetta, joskin se on suunniteltavissa myös etäämmälle nykyisestä raiteesta. Oulun ja Limingan välillä, johon on suunniteltu suomalaisen raidelevyden kaksoisraidetta, tutkittiin kolmen raiteen vaatima tila. Yksittäisissä, maankäytön kannalta ahtaissa paikoissa ratkaisuksi on esitetty limittäisraidetta. Lyhyellä matkalla limittäisraide ei vaadi erityisratkaisuja sähköraitaan, kun kavennetaan ajolangan siksak-levyettä.

Pääsääntöisesti rinnakkaisraide on suositeltavaa toteuttaa sille puolelle, jossa rataosuuden liikennepaikkojen sivuraiteet sijaitsevat. Asemarakennukset ja mahdolliset matkustajalaiturit sijaitsevat usein sivuraiteisiin nähden vastakkaisella puolella, eikä uutta raidetta haluta sijoittaa niiden tilalle. Oulun ja Kemin välillä uusi raide sijoittuisi itäpuolelle sekä Laurilan ja Rovaniemen välillä länsipuolelle. Tornion ja Kolarin sekä Laurilan ja Rovaniemen välillä uutta raidetta ei kannata sijoittaa nykyisen raiteen ja joen väliin myöskään siksi, että siinä on asutusta.

Raiteen suunnittelussa on otettava huomioon maankäyttö ja sen kehittyminen. Pohjois-Suomen alueella maankäyttö on pääasiassa harvaa, eikä se merkittävästi rajoita raiteen suunnittelua. Esitetyt limittäisraideosuudet rajattiin lyhyisiin rataosuuksiin, jolloin virroittimen hiilen kuluminen on vähäistä. Limittäisraideratkaisua on esitetty seuraaville osuuksille (suluissa perustelu):

- Oulun alue (Alueen maankäyttö on tiivistä.)
- Kemi–Ajos (Pidempi, noin 8 kilometrin osuus limittäisraidetta. Osuutta ei ole sähköistetty.)
- Kemin biotuotetehtaan raide (Alueen maankäyttö on tiivistä.)
- Tornio–Röyttä (Pidempi, noin 8 kilometrin osuus limittäisraidetta. Osuutta ei ole sähköistetty, mutta 1524 mm raiteen sähköistystä on selvitetty. Osa rataosuudesta voitaisiin tilan puolesta toteuttaa rinnakkaisraiteena.)
- Ylitornion keskusta (Rajallinen tila toteuttaa rinnakkaisraide.)
- Rovaniemen keskusta (Alueen maankäyttö on tiivistä.)
- Kemijärven keskusta (Alueen maankäyttö on tiivistä.)
- Kemijärvi–Patokangas (Rajallinen tila toteuttaa rinnakkaisraide.)

Kemin Isohaaran voimalaitoksen kohdalla on todennäköistä, että nykyinen ratalinjaus siirtyy nykyisestä paikasta. "Kemi–Laurila ratalinjaukset"-esiselvityksessä [17] on tunnistettu jatkosuunnitteluun kaksi vaihtoehtoista linjausta. Suomalaisen ja eurooppalaisen raidelevyden raiteet on tässä työssä esitetty kulkemaan nykyisen linjauksen kaltaisen vaihtoehdon mukaisesti.

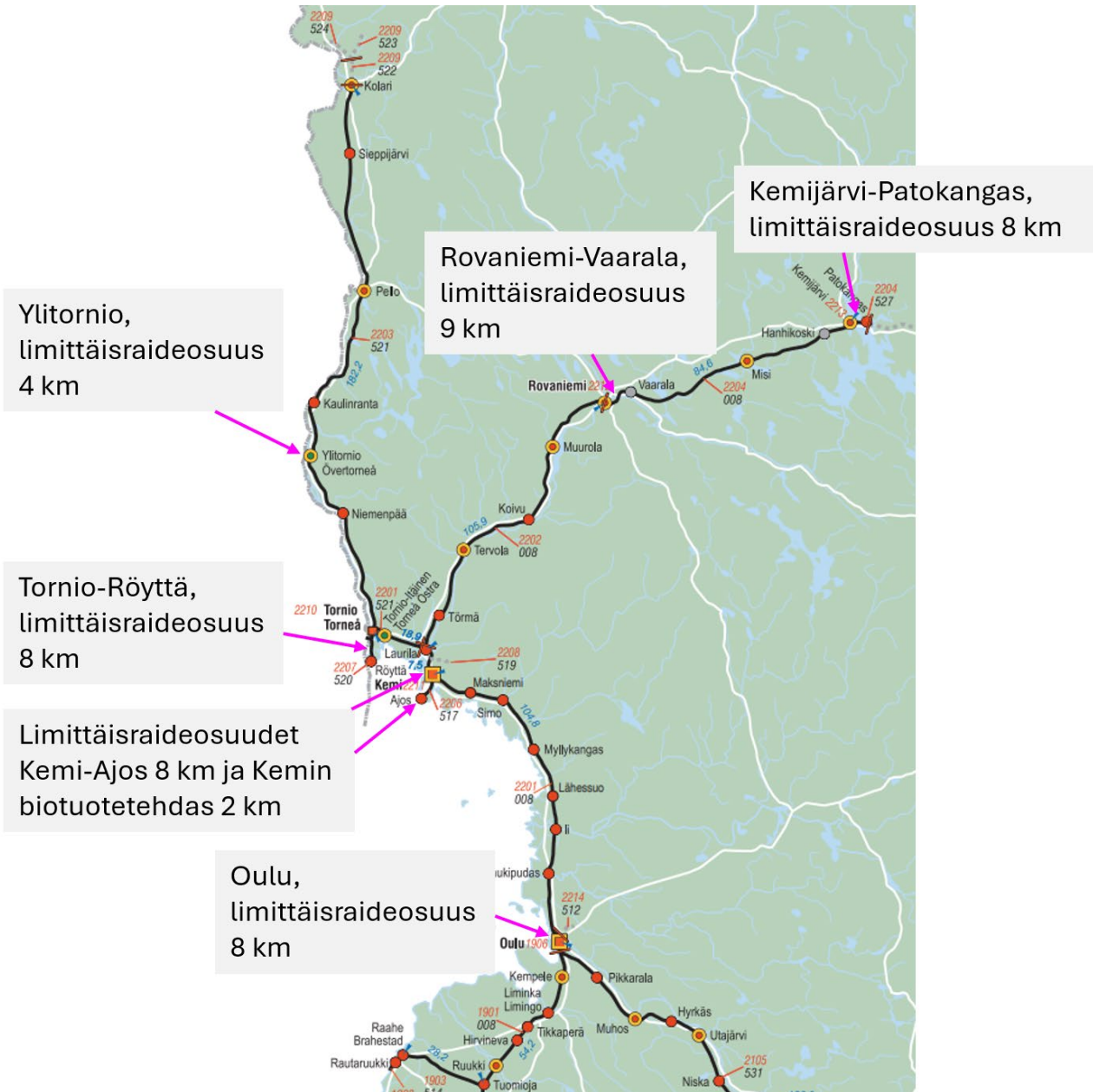
Tornio–Haaparanta-yhteysvälin limittäisraideosuudella suurin sallittu akselipaino on nykyisin 25 tonnia (225 kN). Tavoitteena oleva 25 tonnin (250 kN) akselipaino edellyttää päällysrakenteen vaihtoa. Lisäksi rataosuudella on vanhoja siltoja, jotka esitetään uusittavan.

Tarkastelualueen erityiskohteena on Liminka–Oulu–väli, jolle on laadittu ratasuunnitelma kaksoisraiteesta nykyiselle raideleveydelle. Kaksoisraiteen toteutuessa rinnakkaisraide vaatisi kolmannen raiteen ratakäytävään. Lähtökohtaisesti myös kolmas raide tulisi nykyisen raiteen itäpuolelle, koska asemarakennekset sijaitsevat raiteiden länsipuolella Kempeleessä ja Limingassa. Kaksoisraiteen tämän hetken ratasuunnitelmassa Kempele on suunniteltu muutettavaksi kahden pääraiteen ja kahden reunalaiturin liikennepaikaksi ilman sivuraiteita. Limingassa kahden pääraiteen lisäksi olisi kolmas raide Oulusta päin päättyvänä pussiraiteena. Rataosuuden kolmannen raiteen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon lähijunaliihenne, eli suomalaisen raideleveyden raiteille täytyy pystyä toteuttamaan laiturit Kempeleen ja Limingan lisäksi tarvittaville muille seisakkeille. Laiturit voitaisiin toteuttaa reunalaitureina, jos eurooppalaisen raideleveyden raide sijoitettaisiin keskimmäiseksi raiteeksi, mutta toisaalta ratkaisu lisäisi raideristeysten määrää ja vaikeuttaisi suomalaisen raideleveyden kaksoisraiteen raiteenvaihtopaikkojen toteuttamista.

Kolarin ja Svappavaaran välisen uuden ratayhteyden osalta tehtiin linjaustarkastelu Suomen puoleisesta osuudesta (ratakilometrit 1 069–1 087). Svappavaarasta on yhteys Kiirunaan ja edelleen Narvikiin nykyistä Ruotsin rataverkkoa pitkin. Liikenteeltä suljettu osuus ja ratapohja Kolarista entiselle Äkäsjoen liikennepaikalle on esitetty hyödynnettävän kokonaisuudessaan. Äkäsjoen entiseltä ratapihalta Kalkkikankaan alueelta uuden yhteyden on esitetty jatkuvan suoraan Muonionjoen yli Ruotsin puolelle. Ratalinjalle tutkittiin vain yksi raide eurooppalaisella raideleveydellä; suomalaisen raideleveyden raide päättyisi Kolariin nykytilanteen mukaisesti. Mikäli Hannukaisen kaivoksen toiminta alkaisi ja suomalaista raideleveyttä jatkettaisiin Kolarista Rautuvaaraan, tulisi Kolarin ja Niesan välille sekä eurooppalaisen että suomalaisen raideleveyden raide.

Työn tarkkuustasolla ei suunniteltu, kummalle puolelle uudet kiskot limittäisraideosuuksilla asennetaan. Lähtökohtaisesti uudet kiskot tulisivat vastakkaiselle puolelle sähköratapylviä. Tarkastelualueella sähköratapylviät ovat pääsääntöisesti koko ajan samalla puolella rataa, eikä suurta vaihtelua esiinny. Oulun ja Laurilan välillä pylviät ovat itäpuolella, Laurilan ja Tornion välillä pohjoispuolella sekä Laurilan ja Rovaniemen välillä Kemijoen puolella. Liikennepaikoilla asia luonnollisesti vaihtelee enemmän.

Tarkastelualueen limittäisraideosuudet on esitetty alla (Kuva 28). Lisäksi joidenkin liikennepaikkojen yksittäisiä raiteita sekä tarkastelualueelle sijoitettavia yksityisraiteita esitettiin toteutettaviksi limittäisraiteena. Osuuksien tarpeellisuutta ja edellytyksiä voidaan tarkentaa seuraavissa suunnitteluvaiheissa; esimerkiksi Oulun aseman pohjoispuolella esitettyä pidempi matka rinnakkaisraidetta voisi olla toteutettavissa, sillä Oulun ja Kellon välille on tehty selvitys kaksoisraiteen tilavarauksesta.



Kuva 28. Tarkastelualueen tutkitut limittäisraideosuudet.

## 8.2 Sähkörata

Mikäli liikenne-ennusteiden mukainen liikennemäärä tai rataosan ratainfraan loogisen rakenteen muutos ennustaa tai mahdollistaa suurempia liikennemääriä, tarvitaan myös ratajohtojärjestelmään lisätehoa. Mitä suurempi on sähkövetokaluston tehotarve, aikataulurakenteen tai välityskyvyn takia, joudutaan rataosille rakentamaan uusia syöttöasemia. Selvityksen syöttöasematarpeiden suunnittelussa on lähdetty siitä, ettei syöttöasemien määrä rajoita eurooppalaisen raidelevyden raiteen välityskykyä, aikataulusuunnittelua ja liikennöintiä.

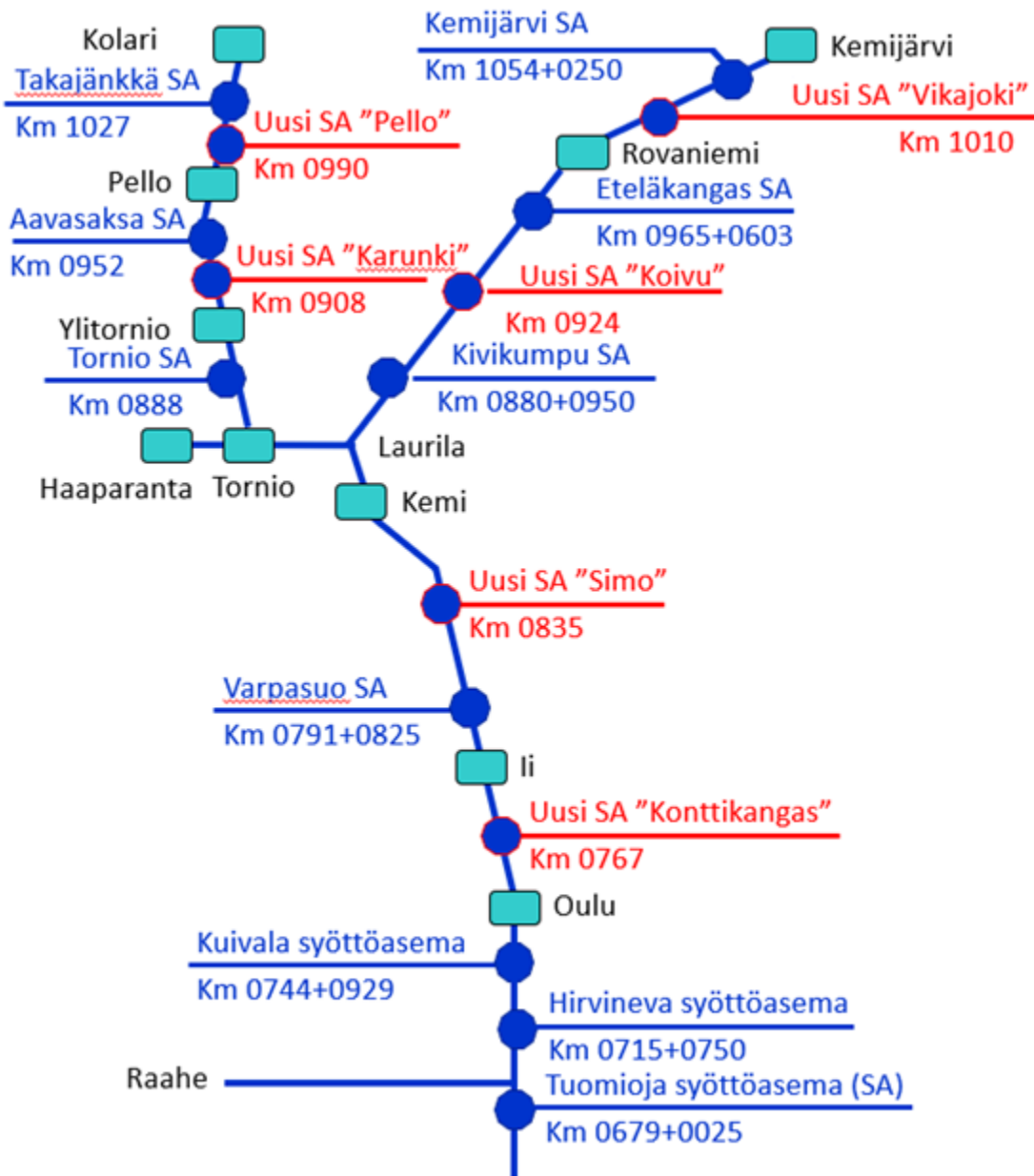
Työssä on oletettu Tornio–Kolari-rataosan sähköistyksen (sisältäen kolme syöttöasemaa) olevan toteutettu ennen eurooppalaista raidelevyettä. Rinnakkaisraiteen myötä Tornio–Kolari-osuudelle on arvioitu tarvittavan kaksi uutta syöttöasemaa mahdollistamaan eurooppalaisen raidelevyeden raiteella liikennöinti ilman sähköradan rajoitteita, vaikkakaan kaksi uutta syöttöasemaa eivät ole kysyntäselvityksen mukaisilla junamäärillä välttämättömiä.

Oulu–Tuomioja–Raahe-rataosuudelle on arvioitu tarvittavan joko uusi syöttöasema tai Tuomiojan syöttöaseman tehoreservin kasvattaminen. Oulu–Laurila-osuudelle uusia sähkönsyöttöasemia on esitetty kaksi kappaletta, jolloin syöttöasemien väli olisi noin 50 kilometriä. Uusien syöttöasemien tarve mainituilla yhteysväleillä tulee selvittää tulevissa suunnitteluvaiheissa.

Laurila–Patokangas-välille uusia syöttöasemia on esitetty kaksi kappaletta mahdollistamaan eurooppalaisen raidelevyeden raiteella liikennöinnin ilman sähköradan asettamia rajoitteita. Kysyntäselvityksessä arvioituilla junamäärillä tehontarpeen nostaminen ei kuitenkaan ole välttämätöntä.

Esitetyistä limittäisraideosuuksista osuuksia Kemi–Ajos ja Tornio–Röyttä ei ole nykytilanteessa sähköistetty. Rataosuuksien sähköistykseen on kuitenkin varauduttava tulevaisuudessa. Tässä työssä osuuksien sähköistys on oletettu toteutuvan eurooppalaisen raidelevyeden rakentamisen jälkeen. Limittäisraidetoteutus ei lisää sähkönsyöttötarvetta.

Syöttöasemien sijoittelua on hahmoteltu alla (Kuva 29).



Kuva 29. Uusien syöttöasemien mahdollinen sijoittelu, uudet asemat esitetty punaisella. Tornion, Aavasaksan ja Takajänkkän sähkösyöttöasemien on oletettu toteutetun Tornio–Kolari-välin sähköistyksen yhteydessä.

### 8.3 Sillat

Tarkastelualueen siltojen suunnittelussa on hyödynnetty taitorakennerekisterin tietoja. Rinnakkaisraideosuuksilla uusien siltojen on oletettu olevan vähintään nykyisellä raiteella olevien siltojen mittaisia. Rinnakkaisraiteen siltojen höytylevytenä on käytetty vähintään 7,2 metrin leveyttä.

Limittäisraideosuuksilla sillan höytylevyden tulee olla noin 7,8 metriä. Limittäisraideosuuksilla suurin osa nykyisistä silloista on oletettu korvattavan uudelle sillalla. Kuitenkin osalle uudemmissa

nykyohjeistuksen mukaan rakennetuista silloista on toteutettavissa limittäisraide siten, että sillan reuna-palkkiin asennetaan vähintään 0,5 metrin huoltokäytävä riittävän reunaetäisyyden saavuttamiseksi.

Uusien siltojen osalta on arvioitu siltatyypit seuraavalla jaottelulla: pitkä vesistösilta, lyhyt vesistösilta, pitkä alikulkusilta tai lyhyt alikulkusilta. Siltatyypikohtaiset neliöhinnat eroavat jonkin verran toisistaan. Kustannuslaskentaa on sisällytetty uutena siltakohteena Kolarin pohjoispuolella Muonionjoen ylittävä ratasilta, jonka pituudeksi on arvioitu 180 metriä.

Tornio–Haaparanta-välin nykyiselle limittäisraideosuudelle sijoittuva Tornionjoen ratasilta on oletettu korvattavan uudella sillalla. Vaihtoehtona voisi olla uuden sillan rakentaminen nykyisen sillan vierelle. Sillan toteutustapa vaatii jatkotarkastelua.

## 8.4 Ratapihat

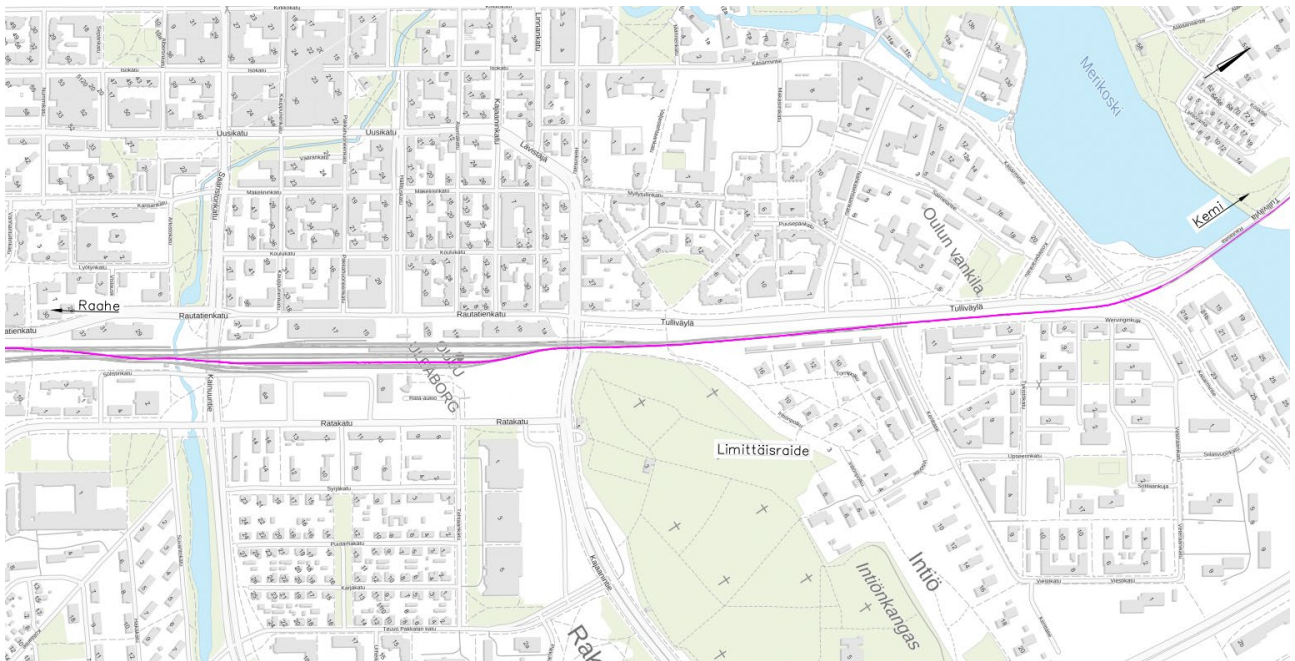
Kemin, Rovaniemen ja Oulun ratapihoista tehtiin suunnitelmakartat. Tornion, Röyttän, Ajoksen, Rautaruokin ja yksityisraiteistojen tarkastelut tehtiin karkeammin raiteistokaavioihin perustuen. Muille liikennepaikoille ei tehty tarkasteluja, vaan niihin voidaan soveltaa esitettyjä tyyppiratkaisuja. Ratapihakohtaisten tarpeiden tarkempi selvitys ei sisällynyt työhön, vaan ne tulee selvittää erikseen. Valittaviin ratkaisuihin vaikuttaa merkittävästi muun muassa se, olisiko suomalaisen raidelevyden raiteiden määrää ratapihoilla mahdollista vähentää. Tarkastelut on tehty siitä lähtökohdasta, ettei sähköistettyjen suomalaisen raidelevyden raiteiden määrää vähennetä. Kysyntäselvityksen tuottamien tulosten perusteella kullakin ratapihalla vaikuttaa olevan tarvetta vain muutamalle eurooppalaisen raidelevyden raiteelle. Vaihtotöiden kannalta raiteiden suositeltava vähimmäismäärä on kolme, jotta raiteet riittävät sekä veturin ympäriajolle että saapuvalla ja lähtevällä junarungolle, vaikka teoreettinen minimi onkin kaksi raidetta.

Eurooppalaisen raidelevyden raiteet olisi helpointa sijoittaa ratapihan laidalle, jossa sijaitsee yleensä vähemmällä käytöllä olevia sähköistämättömiä ja turvalaittein varustamattomia raiteita, ja jotta ris-teämät raidelevyksien välillä voidaan minimoida. Ratapihan laidalla raiteet ovat kuitenkin kaikista lyhimpiä, eikä TEN-T-asetuksen mukainen 740 metrin hyötypituus täyty. Monilla ratapihoilla edes pisimmät raiteet eivät täytä 740 metrin pituustavoitetta. Ratapihakohtaisesti tarkasteltiin karkeasti mahdollisuudet pidentää ratapihan laidan raiteita 740-metrisiksi. Sen sijaan jos nykyisille pisimmille raiteille toteutetaan eurooppalaisen raidelevyden raide eikä suomalaisen raidelevyden raiteiden määrää vähennetä, täytyy ratkaisun olla limittäisraide. Keskellä ratapihaa sijaitsevien raiteiden limittäisraideratkaisussa haasteeksi muodostuvat raidevälit, jotka monilla ratapihoilla ovat jo valmiiksi suunnitteluohjeiden minimiarvojen mukaiset. Ratapihatarkastelujen limittäisraideratkaisussa tilantarpeen oletettiin kasvavan 0,3 metrillä sillä puolella, jolle uudet kiskot sijoitetaan, perustuen kuvaan 11.

Ratapihakohtaiset suunnitelmat sisältävät varauksen eurooppalaisen raidelevyden matkustajalaiturille. Jatkosuunnittelussa tulee tarkentaa, millä liikennepaikoilla on tarve henkilöjunien pysähdyksille eri raidelevyksillä. Laiturialueille valittiin pääsääntöisesti limittäisraideratkaisu, mutta samaa laituria käyttä vain toisen raidelevyden liikenne. Asemakohtaisesti tämä tarkoittaa joko sitä, että saman raiteen molemmin puolin on laiturin kuvan 24 mukaisesti, tai toisen raidelevyden liikenteelle ei ole laituria lainkaan. Näin ollen ratapihasuunnitelmiin sisältyy merkittävä määrä limittäisraiteita, mutta todellinen tarve täytyy selvittää ratapihakohtaisesti myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, mikäli suomalaisen raidelevyden raiteita voidaan vähentää. Lisäksi ratkaisuihin vaikuttaa se, mahdollistettaisiinko saman laiturin käyttö kalustoon tehtävillä varustuksilla. Alla on esitetty ratapihakohtaisesti tässä selvitystyössä laaditut alustavat ratkaisut.

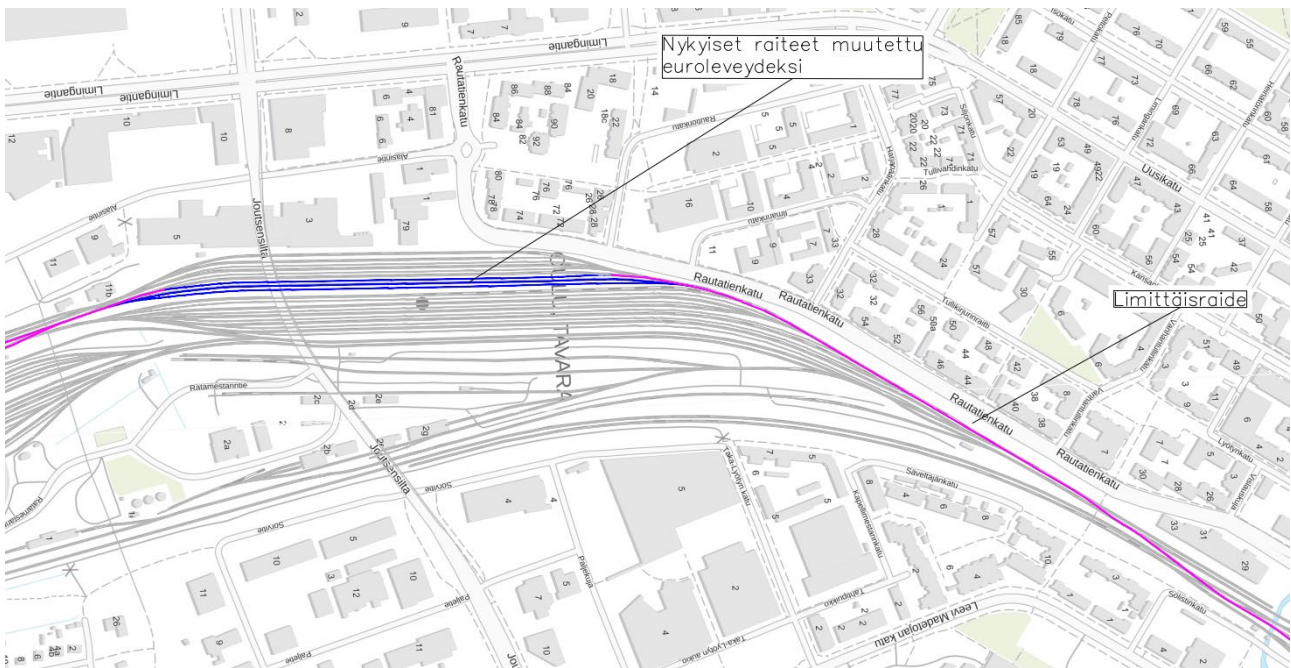
## Oulu

Oulun henkilöratapihalla (Kuva 30) suunnittelu tehtiin laaditun ratasuunnitelman pohjalta, eli viiden laituriraiteen asemaan perustuen. Nykyään asemalla on kolme laituriraidetta. Helppommalta ratkaisulta vaikuttaisi eurooppalaisen raidelevyden raiteen kulkeminen aseman ohi limittäin raidetta 5, jolloin vaikutukset kohdistuvat vain yhteen raiteeseen. Kiskot voitaisiin sijoittaa itäpuolelle, jolloin suomalainen kalusto voi käyttää raiteiden 4 ja 5 välistä laituria. Tarvittaessa raiteen 5 itäpuolelle voitaisiin rakentaa oma reunalaituri eurooppalaisen raidelevyden kalustolle. Laiturikapasiteetin jakaminen eri raidelevyksien kesken on kuitenkin hyvin riippuvainen siitä, miten henkilöliikenne toteutetaan. Mikäli henkilöliikenteestä merkittävä osa järjestettäisiin eurooppalaisella raidelevydellä, yksi raide aseman kohdalla ei riitä.

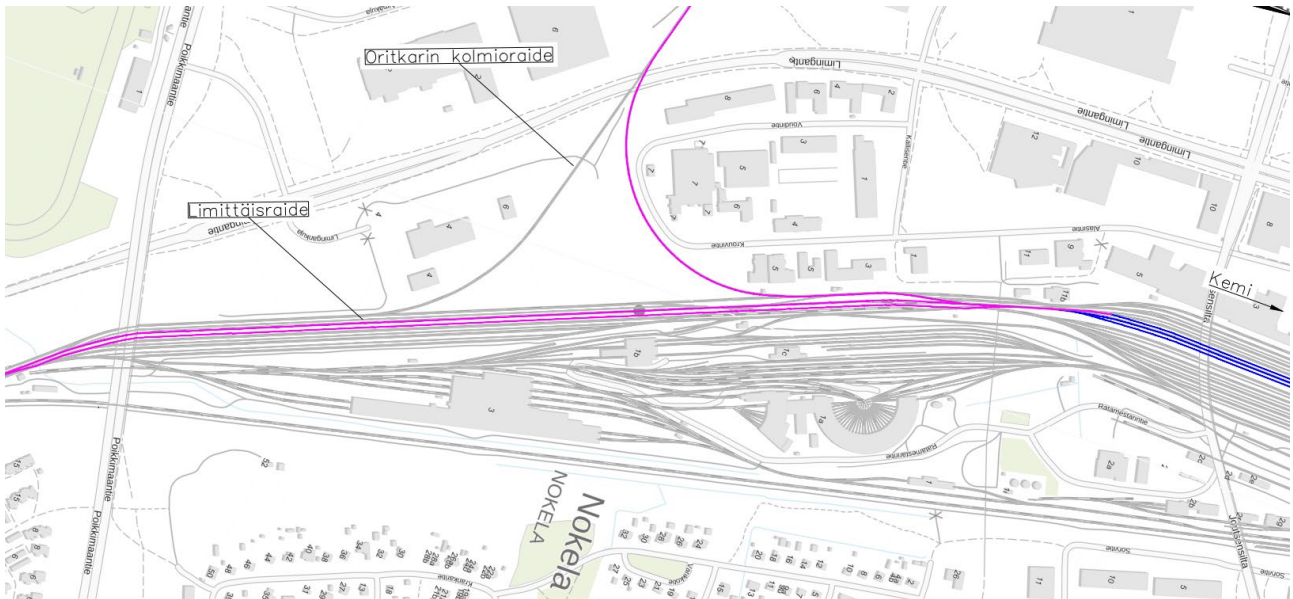


Kuva 30. Ratapihatarkastelu, Oulu asema.

Oulu tavarassa (Kuva 31) eurooppalaisen raideleveyden raiteet sijoitettiin ratapihan länsiosaan, sähköistämättömien raiteiden 107–109 tilalle. Ympäröivän maankäytön vuoksi 740 metrin raidepituutta ei saavuteta. 740 metrin pituustavoite voidaan saavuttaa Nokelassa, jossa pisimmät nykyiset raiteet ovat 905 metriä pitkiä. Nokelassa (Kuva 32) haasteeksi muodostuvat raidevälit, jotka ovat pääsääntöisesti 4,8 metriä. Ratapihan laitimaiset raiteet ovat puolestaan liian lyhyitä, mikäli ne muutettaisiin limittäisraiteiksi asentamalla uudet kiskot ratapihan ulkopuolelle. Limittäisraiteet suunniteltiin raiteille 902 ja 903, joiden raideväli on kuusi metriä. Limittäisraiteilla raideväli siis kapenee 5,4 metriin. Nykyisellä normaalilla raidevälillä voi kuitenkin olla käyttöä esimerkiksi lumitilana. Mikäli suomalaisen raideleveyden raiteiden määrää on varaa vähentää, suunnittelu helpottuu.



Kuva 31. Ratapihatarkastelu, Oulu tavarassa.

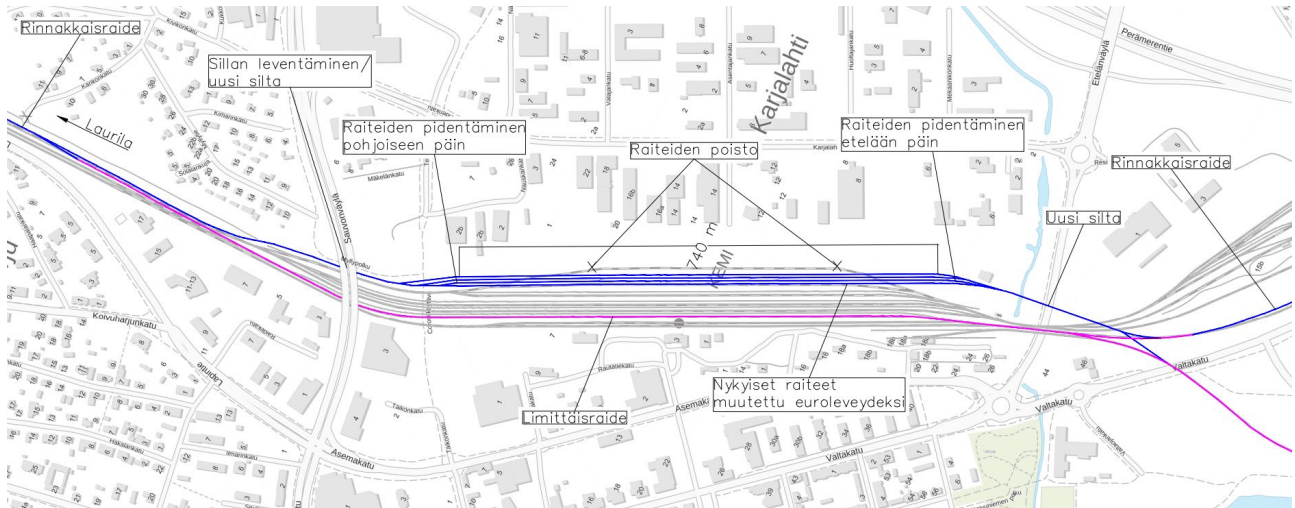


Kuva 32. Ratapihatarkastelu, Oulu Nokela.

### Kemi

Kemin ratapihalla (Kuva 33) eurooppalaisen raidelevyden raiteet sijoitettiin ratapihan laidalle, sähköistämättömien suomalaisen raidelevyden raiteiden 903–906 tilalle. 740 metrin pituuden saavuttamiseksi raiteita tulee pidentää pohjoiseen ja etelään päin. Eteläpäästä erkanevat yhteydet Ajokseen ja tarvittaessa veturitalialueelle. Uusien raiteiden itäpuolelle jäävät nykyiset sähköistämättömät raiteet 907–908 on kartalla esitetty poistettaviksi, mutta jatkosuunnittelussa niiden tarpeellisuutta tai esimerkiksi muuttamista pussiraiteiksi voidaan arvioida.

Henkilöliikennettä varten raide 523 (eli raide 3) suunniteltiin limittäisraiteeksi ja uudet kiskot sijoitettiin laiturin puolelle. Näin ollen nykyinen välilaituri, joka palvelee vain raidetta 2, levennettäisiin raiden 3 puolelle. Raide 2 palvelisi suomalaisen raidelevyden henkilöliikennettä ja raide 3 eurooppalaisen raidelevyden liikennettä. Nykyinen 10 metrin raideväli kapenee 9,7 metriin, joka on mahdollisen alikulun hissi- ja porraskanteille kapea, mutta rakenteet voitaisiin sijoittaa laiturille toispuoleisesti esimerkiksi raiden 3 puolelle kuten Oulaisten asemalla. Tällöin raiden 3 laiturin katkeaisi alikulun kohdalle, mutta laituripituudeksi mahdollistuisi kuitenkin yli 200 metriä, mikäli mahdollinen alikulku sijoittuisi suunnitellun asemarakennuksen kohdalle. Limittäisraiteesta aiheutuisi muutoksia välilaiturilla sijaitseviin sähkörataportaalien jalkoihin. Mahdolliselle Kemiin päättyvälle eurooppalaisen raidelevyden henkilöliikenteelle voitaisiin tarvittaessa toteuttaa oma pussiraide nykyisen reunalaiturin viereen, mutta kyseinen raide ei sisälly suunnitelmakarttaan eikä kustannusarvioihin.



Kuva 33. Ratapihatarkastelu, Kemin ratapiha.

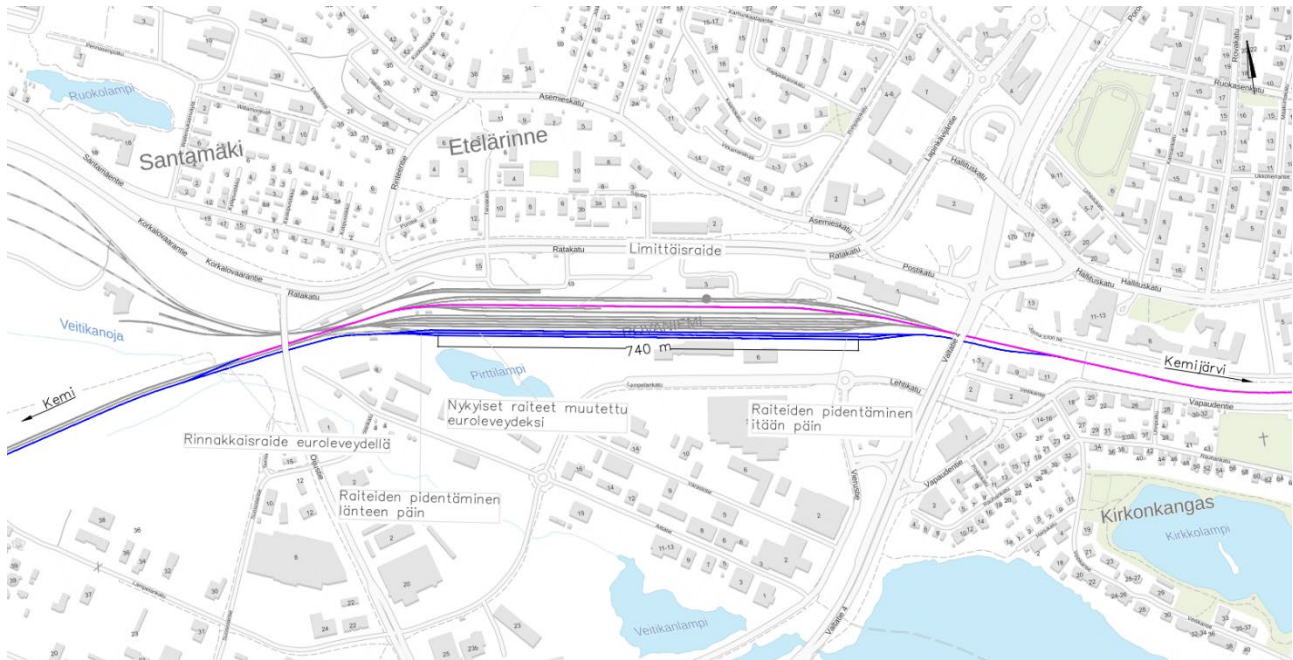
Kemin biotuotetehtaalle suunniteltiin limittäisraide ympäröivän maankäytön vuoksi. Jatkosuunnittelussa on otettava huomioon, että tehtaalla voidaan nykyään purkaa vain tiettyntyyppisiä raakapuuvaunuja.

Raiteiden pidentäminen ratapihan eteläpäässä vaatisi todennäköisesti kaavamutosta, sillä raiteet eivät todennäköisesti mahtuisi kokonaisuudessaan rautatiealueelle. Ratapihan eteläpuolelle on ajantasa-ase-makaavassa osoitettu suojaviheralue (EV), jonka alueelle pidennetyt raiteet todennäköisesti osittain sijoittuisivat. Myös Eteläväylän ylittävän ratasillan levennys ratapihan eteläpuolella tulisi tehdä raiteita pidennettäessä.

### Tornio

Tornion ratapihalla (Kuva 34) on nykytilanteessa eurooppalaisen raidelevyden raiteita, mikä selkeyttää suunnittelua. Nykyiset pussiraiteet 060 ja 062 voitaisiin muuttaa läpiajettaviksi palvelemaan myös suunnanvaihtoja Haaparannalta Röyttään. Suomalaisen raidelevyden pussiraide 011 voitaisiin muuttaa eurooppalaiselle raidelevydelle, jolloin läpiajettavia raiteita olisi ratapihan itälaidalla kolme. Mainittuja raiteita ei suunniteltu pidennettävän 740-metrisiksi, vaan tarvittaessa 762-metrinen raide 016 voitaisiin muuttaa limittäisraiteeksi. Eurooppalaisen raidelevyden raide voi jatkua Kemin suuntaan joko rinnakkaisraiteena tai raidetta 722 pitkin limittäisraiteena. Matkustajalaituria ei suunniteltu. Tarvittaessa raiteen 722 itäpuolelle voitaisiin toteuttaa matkustajalaituri, mutta suositeltavampaa on kuitenkin nykyinen laiturin kaupungin puolella. Tarve molempien raidelevyksien matkustajalaiturille Torniossa lienee vähäinen, sillä se lähtökohtaisesti tarkoittaisi molempien leveyksien ostoliikennettä välillä Haaparanta/Tornio–Kemi.

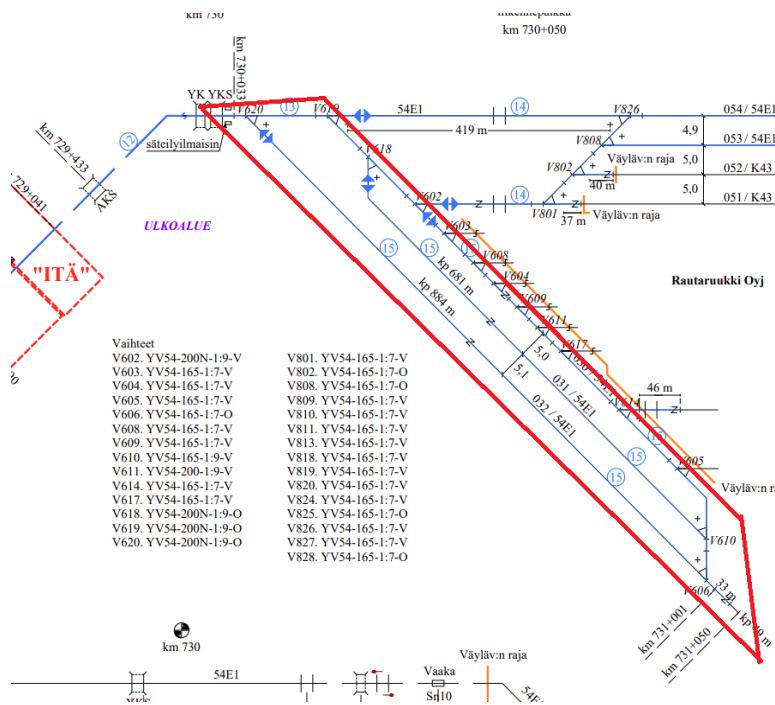




Kuva 35. Ratapihatarkastelu, Rovaniemen ratapiha.

### Rautaruukki

Raahen terästehtaan eli Rautaruukin liikennepaikan suunnittelualue rajattiin käsittämään kolmen raiteen ratapiha, josta erkanee useampi yksityisraide teräskelojen kuormausalueelle. Ratapihan raiteista yhden pituus on TEN-T-verkon vaatimusten mukaisesti yli 740 metriä. Ratapihan kaikki kolme raidetta esitetään muutettavan limittäisraiteeksi, jotta liikennepaikalla pystytään tekemään tarvittavat vaihtotyöt. Ote raiteistokaaviosta on esitetty alla (Kuva 36). Muualle Rautaruukin liikennepaikalle tai Lapaluodon satamaan ei suunniteltu eurooppalaisen raideleveyden raiteita.



Kuva 36. Ote Rautaruukin raiteistokaaviosta. Suunnittelualueen Väyläviraston alue (ratapiha ja vaihteet) on rajattu punaisella.

## 8.5 Maankäytön tarkastelu rinnakkaisraiteen sijoittumisesta koko tarkastelualueella

Koko tarkastelualueutta käsitellessä maankäytön tarkasteluissa tunnistettiin rataosuuksia, joissa rinnakkaisraiteen rakentaminen nykyisen raiteen viereen aiheuttaisi mahdollisesti maankäytöllisiä haasteita tai tarvetta leventää nykyistä rautatiealuetta. Tässä tarkastelussa keskityttiin maankäytöllisten haasteiden tutkimiseen kuntien ajantasa-asemakaavan näkökulmasta. Tarkastelun lähtökohtana oli, että rinnakkaisraide tulisi viiden tai 15 metrin päähän nykyisestä raiteesta. Tarkastelu toteutettiin siten, että nykyisen raiteen ympärille tehtiin viiden ja 15 metrin levyiset vyöhykkeet kuvaamaan karkeasti rinnakkaisraiteen vaatimaa tilaa. Poikkeuksena tästä on Limingan ja Oulun väli, jossa tarkastelu on tehty 20 metrin vyöhykkeellä. Syynä tähän on kyseiselle välille tehty kaksoisraiteen ratasuunnitelma, joten tarkastelussa tutkittiin mahdollisuutta rakentaa kaksoisraiteen lisäksi kolmas raide kyseiselle välille. Edellä mainittuja vyöhykkeitä on verrattu kuntien ajantasa-asemakaavoihin ja tunnistettu rataosuudet, joissa rinnakkaisraide ei todennäköisesti kokonaisuudessaan pysyisi rautatiealueen (LR-alue) sisällä ja täten tulisi tarve leventää rautatiealuetta.

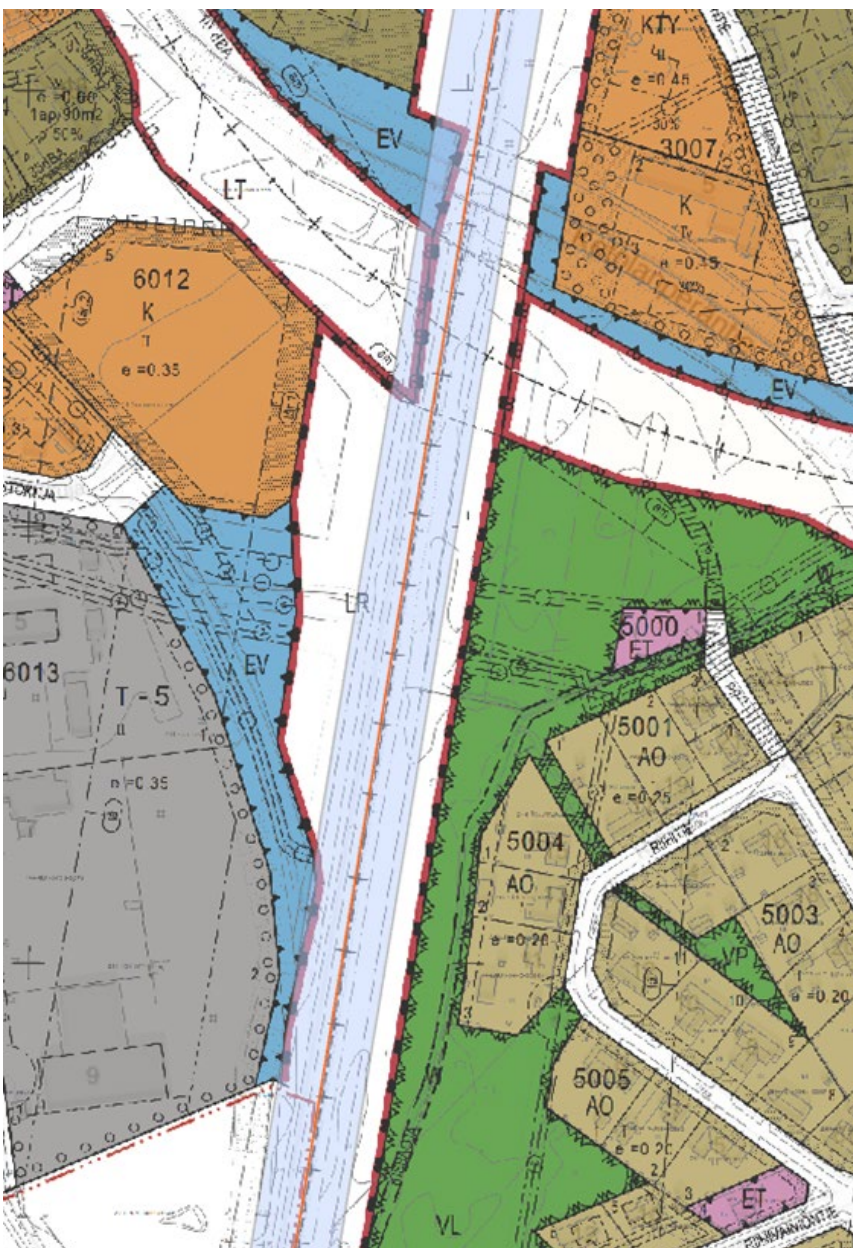
Yleisesti tarkastelun tuloksista voidaan todeta, että rinnakkaisraiteen rakentaminen viiden metrin etäisyydelle nykyisestä raiteesta ei aiheuta haasteita yksittäisiä kohtia lukuun ottamatta. Sen sijaan 15 ja 20 metrin vyöhyke sijoittuu rautatiealueen ulkopuolelle useissa kohdissa. Viittä metriä suurempi raideväli nykyisen ja uuden raiteen välillä siis aiheuttaisi useissa kohdissa tarvetta leventää rautatielle osoitettua aluetta.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 11) on lueteltu rataosuudet, joissa tarkastelussa luodut vyöhykkeet sijoittuvat vähintään osittain asemakaavan rautatiealueen ulkopuolelle. Taulukossa on erikseen mainittu rataosuudet, joissa myös viiden metrin vyöhyke sijoittuisi rautatiealueen ulkopuolelle. Alla on myös esimerkinomaisesti esitetty kuvaotteet (Kuva 37 ja Kuva 38) kahdesta paikasta, jossa vyöhykkeet menevät rautatiealueen ulkopuolelle.

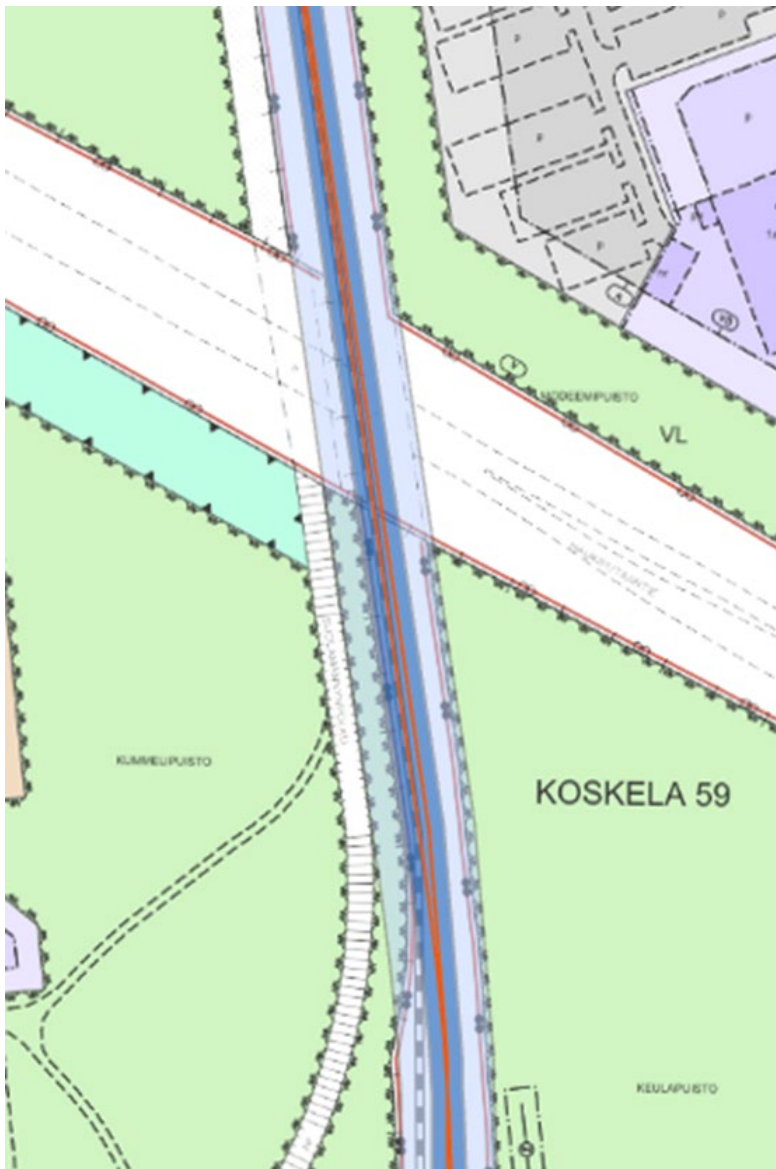
Taulukko 11. Rataosuudet, joissa tarkastelun vyöhykkeet (5, 15 tai 20 metriä) sijoittuvat vähintään osittain ajantasa-asemakaavan rautatiealueen ulkopuolelle.

Ratakilometrit	Kunta	Huomio
	Liminka	Myös 5 m vyöhyke osittain menee rautatiealueen ulkopuolelle ratapihan eteläpuolella.
735+600 – 735+800	Liminka	
740+200 – 740+600	Kempele	
741+400 – 744	Kempele	
745 – 748+900	Oulu	
754+200 – 755+100	Oulu	
756+100 – 761+300	Oulu	Myös 5 m vyöhyke osittain menee rautatiealueen ulkopuolelle, noin 759+400 kohdassa.
762+300 – 764+600	Oulu	
774+900	Oulu	Joen ylittävä silta, 5 m vyöhyke ulottuu LR-alueen ulkopuolelle.
824+100 – 824+200	li	
833 – 833+200	Simo	Myös 5 m vyöhyke osittain menee rautatiealueen ulkopuolelle.
834 – 834+200	Simo	
857+700	Kemi	
867+400 – 867+700	Kemi	Sijaitsee Ajoksen satamaradalla.
865+100	Keminmaa	
866+300 – 868+300	Keminmaa	
867+900	Keminmaa	
882+300 – 883+500	Tornio	
885+200 – 885+900	Tornio	Sijaitsee Röyttän satamaradalla.
886+700 – 887+200	Tornio	
886+700 – 889	Tornio	Sijaitsee Röyttän satamaradalla.
892+100 – 893+500	Tornio	Sijaitsee Röyttän satamaradalla.
943 – 944	Ylitornio	
945 – 946+700	Ylitornio	
947+200 – 947+900	Ylitornio	

Ratakilometrit	Kunta	Huomio
947+600 – 950	Rovaniemi	
970 – 970+400	Rovaniemi	
972+700 – 975+400	Rovaniemi	
977+100 – 978+900	Rovaniemi	
980+900 – 983	Rovaniemi	
1 003+200 – 1 004+400	Pello	
1 057 – 1 058+100	Kemijärvi	
1 062+200 – 1 062+400	Kemijärvi	



Kuva 37. Rinnakkaisraiteen sijoittumistarkastelu Kempeleessä. Kuvassa nykyinen raide sekä 20 metrin vyöhyke.



Kuva 38. Rinnakkaisraiteen sijoittumistarkastelu Oulussa (km 759+400). Kuvassa nykyinen raide sekä 5 ja 15 metrin vyöhykkeet.

Rinnakkaisraiteen rakentaminen voi aiheuttaa ajantasa-asemakaavan muutostarpeiden lisäksi myös muita maankäytöllisiä haasteita niin asemakaava-alueilla kuin niiden ulkopuolella. Vyöhykkeellä mihin rinnakkaisraiteet rakentuvat, sijaitsee muun muassa rakennuksia, teitä ja viheralueita. Rinnakkaisraiteen rakentamisen myötä nykyiselle maankäytölle aiheutuisi siis vaikutuksia. Rakennuksia, teitä ja viheralueita joudutaan mahdollisesti siirtämään tai poistamaan uusien raiteiden tieltä. Raiteiden rakentumisen myötä tulee nykyisten raiteiden välittömässä läheisyydessä tehdä maankäytöllisiä ratkaisuja tapauskohtaisesti.

## 9 Kustannusarviot

### 9.1 Lähtökohdat

Kustannusarviot perustuvat kilometrikustannuksiin (katso luku 5.6) ja liitteisiin 1–17. Kustannusarviot on laadittu seuraaville rataosuuksille:

- Raahe–Oulu (km 698–731, km 698–752)
- Oulu–Kemi (km 752–858)
- Kemi–Laurila (km 858–866)
- Kemi–Ajos (km 858–867)
- Laurila–Tornio (km 866–885)
- Haaparanta–Tornio–Röyttä (Haaparanta–Tornio: km 888–885, Tornio–Röyttä: km 885–895)
- Tornio–Kolari (km 885–1 069)
- Kolari–Suomen raja (km 1 069–1 087)
- Suomen raja–Svappavaara (km 1 087–)
- Laurila–Rovaniemi (km 866–972)
- Rovaniemi–Misi (km 972–1 023)
- Misi–Patokangas (km 1 023–1 074)

Vaikka eurooppalaisen raidelevyden raide kulkisi nykyisten liikennepaikkojen ohi tai läpi ilman eurooppalaisen raidelevyden sivuraiteita, saattaa liikennepaikkojen ratainfrastruktuuria olla tarvetta muuttaa.

Työssä tarkasteltiin tarkemmalla tasolla ainoastaan keskeisimpiä ratapihoja, joten kustannusarviot eivät sisällä kaikkien liikennepaikkojen muutoksia. On kuitenkin huomioitava, että yksittäiset raiteistomuutokset tai vaihteet ovat erittäin pieni osa koko suunnittelualueen rakentamiskustannuksista. Alle on lueteltu liikennepaikkoihin kohdistuvat mahdolliset muutokset, jotka eivät sisälly kustannusarvioihin.

- Kemi–Laurila–Rovaniemi–Patokangas: Risteäminen Lautiosaaressa Elijärven radan kanssa, mikäli uusi raide sijoittuu nykyisen itäpuolelle. Mahdollisia raiteistomuutoksia Laurilassa (riippuvainen uudesta ratalinjauksesta, liikennepaikan sijainti mahdollisesti muuttuu), Tervolassa (radanpidon raide, raiteistomuutoksia esiselvitetty), Koivussa (radanpidon raide, myös yksi uusi sivuraide esiselvitetty) ja Muurolassa (radanpidon raide). Törmän, Vaaralan ja Hanhikosken liikennepaikat saattaa olla mahdollista kiertää ilman risteämiä. Kemijärven ratapihaan ei aiheudu muutoksia, kun eurooppalaisen raidelevyden raiteen on esitetty kulkevan kolmioraiteen eteläistä sivua Patokankaalle. Misin ja Patokankaan mahdolliset uudet kuormaupaikat tai nykyiseen valtion rataverkon raiteistoon aiheutuvat muutokset eivät sisälly kustannuksiin, mutta kustannukset sisältävät yhden eurooppalaisen raidelevyden sivuraiteen molemmissa näissä (eli kohtaupaikan kustannusarvion).

- Tornio–Kolari: Risteäminen raakapuun kuormausraiteen kanssa Pellossa uuden raiteen sijoituessa itäpuolelle, Sieppijärven liikennepaikan ohitus ilman risteämiä. Uutta Niemenpään kohtauspaikkaa on suunniteltu.
- Oulu–Kemi, liikennepaikat Haukipudas–Maksniemi: Mahdollisia raiteistomuutoksia Haukiputaalla (radanpidon raide), lissä (raiteistomuutoksia suunniteltu, mahdollinen uusi suomalaisen raidelevyden matkustajalaituri itäpuolella) ja Simossa (radanpidon raide). Lähessuon, Myllykankaan ja Maksniemen kohtauspaikat voisi alustavasti olla mahdollista kiertää ilman risteämiä. Uutta Kellon kohtauspaikkaa on suunniteltu.
- Oulu–Rautaruukki, liikennepaikat Oulunlahti–Raahe: Mahdollisia raiteistomuutoksia Ruukissa, Tuomiojalla ja Raahessa. Tikkaperän ja Hirvinevan kohtauspaikat voisi alustavasti olla mahdollista kiertää ilman risteämiä, vaikkakin Hirvinevalle on suunniteltu kolmatta raidetta. Oulu–Liminka-kaksoisraiteen ratasuunnitelmassa Kempeleeseen ja Liminkaan on suunniteltu raiteistomuutoksia sekä Oulunlahden nykyinen kohtausraide on suunniteltu poistettavaksi uuden linjaraiteen tullessa sen tilalle.
- Kustannusarvioissa ei ole määritelty raideristeysten määrää uuden raiteen puolisuuden vaihtuessa. Esimerkiksi Ruukin ja Tuomiojan välille tulisi raideristeys, mikäli uusi raide kulkee Oulun ja Ruukin välillä nykyisen raiteen itäpuolella, kun yhteys Raaheen vaatii pääsyn länsipuolelle.

## 9.2 Koko tarkastelualueen kustannusarvio esitetyillä suunnitteluratkaisuilla

Kustannusarviot koko tarkastelualueelta rataosuuksittain on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 12). Laskelmat perustuvat liitteissä 1–17 esitettyihin suunnitteluratkaisuihin. Laskelmissa on huomioitu seuraavat asiat: ratalinja, pohjanvahvistusrakenteet, turvalaitteet, sähkörata, uudet sähkösyöttöasemat, kohtauspaikat, siltojen uusiminen tai leventäminen sekä radan päällysrakenteen uusiminen ratapihoilla. Lisäksi laskelmissa on huomioitu uuden varikon kustannukset. Kustannusarvio sisältää yhden kohtauspaikan Raahen ja Oulun välillä, kaksi Oulun ja Kemin välillä, yhden Tornion ja Kolarin välillä, kaksi Laurilan ja Rovaniemen välillä sekä yhden Kolarissa, Misissä ja Patokankaalla. Tarkastelualueen kustannusarvio ei sisällä kuormauspaikkoja (pois lukien esitetyt yksityisraiteet), eli niiden haluttu määrä tulee erikseen lisätä kustannuksiin halutun tyyppiratkaisun kustannusarviota käyttäen. Tornio–Haaparanta-välin kustannusarviossa nykyiselle limittäisraideosuudelle sijoittuva Tornionjoen ratasilta on oletettu korvattavan uudella sillalla.

Suomen rajojen sisäpuolella olevan tarkastelualueen alustaviksi kustannuksiksi on arvioitu noin 3,2 miljardia euroa sisältäen hanke- ja tilaajatehtävät. On huomattava, että kustannukset perustuvat yleispiirteeseen suunnitteluun ja kustannukset tarkentuvat suunnittelun edetessä. Kolari–Svappavaara-yhteysvälin kustannusarvio perustuu Liikenneviraston vuonna 2018 teettämään selvitykseen "Jäämeren ratayhteyden kysyntäpotentiaalin ja vaikutusten arviointi" [30], muutettuna indeksiin MAKU 145 (2020=100). Kustannusarvioon liittyvien epävarmuuksien takia hanke- ja tilaajatehtäviä ei ole erikseen esitetty, mutta

kustannusarvioon on lisätty 20 prosentin riskivara. Suomen rajan ja Svappavaaran etäisyys linnuntietä on noin 115 kilometriä. Svappavaarasta on olemassa oleva ratayhteys Kiirunaan ja edelleen Narvikiin.

Taulukko 12. Koko tarkastelualueen kustannusarvio esitetyillä suunnitteluratkaisuilla (MAKU 145 (2020=100)).

Rataosuus	Kustannusarvio M€
<b>Raahe–Oulu (km 698–731, 698–752)</b>	
Ratalinja	116
Pohjanvahvistusrakenteet	129
Sähkörata	21
Turvallitteet	4
Siltarakenteet	20
Ratapihojen muutokset (Rautaruukki, Oulu)	13
Kohtauspaikka (1 kpl)	5
	<hr/>
Työmaatehtävät 25 %	77
Tilaaitehtävät 24,6 %	105
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>490</b>
<b>Oulu–Kemi (km 752–858)</b>	
Ratalinja	130
Pohjanvahvistusrakenteet	38
Sähkörata	26
Sähköyöttöasema	10
Turvallitteet	5
Siltarakenteet	40
Ratapihojen muutokset (Oulu)	5
Kohtauspaikat (2 kpl)	10
	<hr/>
Työmaatehtävät 25 %	66
Tilaaitehtävät 24,6 %	90
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>420</b>
<b>Kemi–Laurila (km 858–866)</b>	
Ratalinja	9
Sähkörata	2
Turvallitteet	1
Siltarakenteet	6
Ratapihojen muutokset (Kemi)	14
	<hr/>
Työmaatehtävät 25 %	8
Tilaaitehtävät 24,6 %	10
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>50</b>
<b>Kemi–Ajos (km 858–867)</b>	
Ratalinja (sis. turvalitteet)	8
Sähkörata	1
Siltarakenteet	1
	<hr/>
Työmaatehtävät 25 %	3
Tilaaitehtävät 24,6 %	3
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>16</b>
<b>Laurila–Tornio (km 866–885)</b>	
Ratalinja	26
Pohjanvahvistusrakenteet	32
Sähkörata	5
Sähköyöttöasema	5
Turvallitteet	1

Rataosuus	Kustannusarvio M€
Siltarakenteet	13
Työmaatehtävät 25 %	20
Tilaaajatehtävät 24,6 %	28
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>130</b>
<b>Haaparanta–Tornio–Röyttä (km 888–885 ja 885–895)</b>	
Ratalinja	5
Sähkörata ja turvalaitteet	1
Siltarakenteet	4
Ratapihojen muutokset (Tornio, Röyttä)	12
Tornio-Haaparanta (Tornionjoen silta, radan päällysrakenteen uusiminen + sähköistys)	12
Työmaatehtävät 25 %	9
Tilaaajatehtävät 24,6 %	12
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>55</b>
<b>Tornio–Kolari (km 885–1069)</b>	
Ratalinja	250
Pohjanvahvistusrakenteet	310
Sähkörata	46
Sähköyöttöasema	10
Turvalaitteet	8
Siltarakenteet	17
Ratapihojen muutokset (Kolari)	2
Kohtauspaikka (2 kpl)	10
Työmaatehtävät 25 %	163
Tilaaajatehtävät 24,6 %	224
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>1 040</b>
<b>Kolari–Suomen raja (km 1069–1087)</b>	
Ratalinja	10
Sähkörata	4
Turvalaitteet	1
Siltarakenteet (sis. Muonionjoen uusi silta)	4
Työmaatehtävät 25 %	5
Tilaaajatehtävät 24,6 %	6
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>30</b>
<b>Suomen raja–Svappavaara</b>	
Kokonaisuus	1300
<b>Yhteensä sis. 20 % riskivaran (Alv 0 %)</b>	<b>1 560</b>
<b>Laurila–Rovaniemi (km 866–972)</b>	
Ratalinja	143
Pohjanvahvistusrakenteet	156
Sähkörata	26
Sähköyöttöasema	5
Turvalaitteet	5
Siltarakenteet	7
Ratapihojen muutokset (Rovaniemi)	6
Kohtauspaikat (2 kpl)	10
Työmaatehtävät 25 %	89

Rataosuus	Kustannusarvio M€
Tilaajatehtävät 24,6 %	123
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>570</b>
<b>Rovaniemi–Misi (km 972–1023)</b>	
Ratalinja	61
Pohjanvahvistusrakenteet	21
Sähkörata	13
Turvalaitteet	2
Siltarakenteet	23
Kohtauspaikka (1 kpl)	5
Työmaatehtävät 25 %	32
Tilaajatehtävät 24,6 %	43
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>200</b>
<b>Misi–Patokangas (km 1023–1074)</b>	
Ratalinja	57
Sähkörata	12
Turvalaitteet	2
Siltarakenteet	12
Kohtauspaikka (1 kpl)	5
Työmaatehtävät 25 %	22
Tilaajatehtävät 24,6 %	30
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>140</b>
<b>Yksi uusi varikko</b>	
Varikko	50
Työmaatehtävät 25 %	12
Tilaajatehtävät 24,6 %	18
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>80</b>

### 9.3 Yksityisraiteistojen kustannukset

Työssä on keskitytty eurooppalaisen raidelevyyden suunnitteluun valtion rataverkolla. Raidelevyettä tulisi kuitenkin jatkaa myös yksityisraiteistojen puolelle, jotta kuormaaminen ja purkaminen on mahdollista. Kustannusarvioihin (Taulukko 13) sisällytettiin yksityisraiteita Röyttässä, Ajoksessa, Kemin biotuotetehtaalla, Misissä, Raahan terästehtaalla sekä Oulun satamassa (Oritkari). Kustannusarviot on laadittu karkeasti asiantuntija-arviona perustuen uusittavien raiteiden ja vaihteiden määrään, mutta kuten muilla ratapihoilla, myös yksityisraiteilla todelliset tarpeet tulee selvittää myöhemmissä vaiheissa.

Taulukko 13. Yksityisraiteiden kustannusarviot (MAKU 145 (2020=100)).

Yksityisraideosuus	Kustannusarvio M€
Ajos, raja 867+098	5,9
Työmaatehtävät 25 %	1,5
Tilaajatehtävät 24,6 %	2,0
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>9,4</b>
Kemin biotuotetehtähdas	6,4
Työmaatehtävät 25 %	1,6

Yksityisraideosuus	Kustannusarvio M€
Tilaaajatehtävät 24,6 %	2,2
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>10,2</b>
Oritkari, raja V500	8,4
Työmaatehtävät 25 %	2,1
Tilaaajatehtävät 24,6 %	2,9
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>13,4</b>
Misin sorakuoppa	2,9
Työmaatehtävät 25 %	0,7
Tilaaajatehtävät 24,6 %	1,0
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>4,7</b>
Raahen terästehdas (vain teräskelaraiteet)	0,9
Työmaatehtävät 25 %	0,2
Tilaaajatehtävät 24,6 %	0,3
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>1,5</b>
Röyttä	2,1
Työmaatehtävät 25 %	0,5
Tilaaajatehtävät 24,6 %	0,7
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>3,3</b>
<b>Yhteensä sis. hanketehtävät (Alv 0 %)</b>	<b>43</b>

## 10 Vaikutusten arviointi

### 10.1 Teknisten ratkaisujen vaikutukset

Alla on kuvattu esitetyn suunnitelmaratkaisun vaikutuksia eri näkökulmista. Lähtöoletuksena on, että rautaverkko on sähköistetty. Liikenne 12 -kehikon mukaisia vaihtoehtokohtaisia vaikutuksia on käsitelty luvussa 5.7.

#### Vaikutukset ratakapasiteettiin

Oli kyseessä rinnakkais- tai limittäisraideosuus, eurooppalaisen raidelevyden tuominen Suomeen ei suoranaisesti lisää suomalaisen raidelevyden kapasiteettia. Rinnakkaisraideosuuksilla kapasiteetin vapautumista suomalaisen raidelevyden raiteelta voi periaatteessa tapahtua, jos osa suomalaisen raidelevyden liikenteestä siirtyy käyttämään eurooppalaista raidelevyettä. Nykyisen liikenteen siirtymisen potentiaali on kuitenkin hyvin vähäistä. Limittäisraideosuuksilla tai yksittäisissä raidelevyksien risteämäkohdissa kapasiteetti pienenee ja pullonkaulat täytyykin välttää. Suunnitelmaratkaisussa limittäisraideosuuksia on ratapihojen lisäksi Oulun alueella, Ylitorniossa, Rovaniemeltä Kemijärven suuntaan sekä Kemijärvellä. Lisäksi Ajoksen ja Röyttän radat sekä Kemin biotuotetehtaan raide on esitetty kokonaan limittäisraiteena. Näillä osuuksilla välityskykyhaasteita tuskin ilmenee; todennäköisin paikka sille on Oulun ympäristössä, mutta eurooppalaisen raidelevyden liikennemäärät on toistaiseksi arvioitu vähäisiksi.

Ratapihakohtaiset ratkaisut täytyy täsmentää tarpeisiin perustuen myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, sillä esitetyillä limittäisraideratkaisuilla saattaa aiheutua kapasiteettihaasteita.

### Vaikutukset kalustoon

Ruotsalaisen sähkökaluston käyttö edellyttää kaksijännitekalustoa. Limittäisraideosuudet aiheuttavat erityisiä vaatimuksia rakentamis- ja kunnossapitokalustolle sekä esimerkiksi radantarkastusvaunulle. Vaikka eurooppalaisen raidelevyden kalustomarkkinat avautuvat, kaluston hyödynnettävyys on rajattua. Kalustolla tulee olla T2-lämpötilaluokitus ja hyötyihin tavaraliikenteessä vaikuttaa muiden maiden kaluston ulottuma. Hyötyjen ulosmittaamista tukisi uuden raiteen mitoittaminen ruotsalaisen kuormauttuman C mukaiseksi. Mahdollisilla pienillä liikennemäärillä kynnys tehdä investointeja kalustoon on korkea, joten erityisratkaisuihin on suhtauduttava varauksella.

### Vaikutukset liikenteeseen

Kielteisiä vaikutuksia nykyiselle henkilöliikenteelle voi koitua, mikäli limittäisraideosuuksille ja risteämäkohtiin aiheutuu nopeusrajoituksia. Esitetyt limittäisraideosuudet sijaitsevat kuitenkin paikoissa, joissa nopeusrajoitukset ovat melko alhaisia tai henkilöliikennettä ei lainkaan ole. Uusi raide voi hankaloittaa esimerkiksi mahdollisen Oulun lähiliikennealueen uusien laitureiden sijoittamista. Jatkosuunnittelussa tulee tarkentaa, missä on henkilöjunien pysähtymistarve eri raidelevyksillä. Lähiliikenteelle negatiivisia vaikutuksia voi aiheutua myös silloin, mikäli rinnakkaisraide estää suomalaisen raidelevyden kaksoisraiteen rakentamisen tulevaisuudessa Oulun pohjoispuolelle, vaikka tarvetta ei tällä hetkellä olekaan näköpiirissä. Vaikutukset ratakapasiteettiin ja kalustoon koskevat yhtä lailla henkilöliikennettä.

Tavaraliikenteen osalta vaikutukset koskevat pääasiassa kalustoa, kapasiteettia ja työnaikaista tilannetta, jotka on kuvattu omissa kohdissaan. Ratapihakohtaiset suunnitelmaratkaisut vähentävät suomalaisen raidelevyden tavaraliikenneraiteiden määrää, mutta kyse on pääasiassa sähköistämättömistä ja turvalaittein varustamattomista raiteista. Esitetty uuden kuormauspaikan tyyppiratkaisu sisältäen myös suomalaisen raidelevyden kuormausraiteen voi lisätä suomalaisella raidelevydellä järjestettävän tavaraliikenteen määrää, kun kuormausmahdollisuudet Pohjois-Suomen alueella paranevat. Tyyppiratkaisun toteuttaminen esimerkiksi Rovaniemelle lyhentäisi nykyään Kevitsan kaivokselta Ajokseen suuntautuvien tiekuljetusten kilometrisuoritetta.

### Eri raideratkaisujen ja sähkörataratkaisun operoitavuus

Eurooppalaisen raidelevyden sähkörataratkaisujen eri toteutusvaihtoehtojen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa kalustoon ja operoitavuuteen, ja merkittävä kysymys onkin, missä laajuudessa rautatieyrityksiä voidaan edellyttää erityisratkaisuja vetokalustoon eri raidelevyksillä liikennöitäessä. Ruotsin ja Suomen eri jännitejärjestelmillä rajan ylittävä liikennöinti samalla vetokalustolla on mahdollista vain

kaksijännitekalustolla. Koska kaksijännitevetureita on Ruotsissa jo käytössä ja markkinoilla muutenkin laajasti saatavilla, tällaisen vetokaluston hankintakynnys ei välttämättä ole ylitsepäasemätön rautatieyryyksille. Suunnitelmaratkaisu ei sisällä pitkiä limittäisraideosuuksia, joten erityisistä virroitinratkaisuista ei aiheudu vaikutuksia.

### Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Limittäisraideosuuksien rakentaminen aiheuttaa vaikutuksia suomalaista raidelevyettä käyttävälle juna-liikenteelle, sillä Pohjois-Suomessa ei ole vaihtoehtoisia liikennöintireittejä. Rakentamisen aikaiset katkot on pystyttävä minimoimaan ja katkot on pyrittävä toteuttamaan sellaisena ajankohtana, että liikenteelliset haitat jäävät mahdollisimman pieniksi. Rakentamisen aikaisten vaikutusten kannalta merkittävin paikka on Oulun alueen limittäisraideosuuksien rakentaminen. Muiden limittäisraideosuuksien liikennekatko vaikuttaisi vain yksittäisen ratasuunnan liikenteeseen (Ajos, Röyttä, Kolari, Kemijärvi). Lisäksi Kemian biotuotetehtaan limittäisraideosuuksien rakentaminen vaikuttaisi tehtaan raakaputoimituksiin. Rinnakkaisraideratkaisun rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat kaksoisraiteen rakentamista vastaavia.

### Vaikutukset maankäyttöön

Maankäytön näkökulmasta vaikutukset kohdistuvat erityisesti ajantasa-asemakaavan mukaisella rautatiealueella pysymiseen. Luvussa 8.5 on lueteltu kohdat, joissa rinnakkaisraide ei välttämättä mahtuisi kokonaisuudessaan asemakaavan mukaiselle rautatiealueelle. Näitä kohtia on kaikkiaan 12 kunnan alueella.

Rinnakkaisraiteen rakentamisen lisäksi myös raiteiden pidentäminen ratapihojen yhteydessä voi aiheuttaa sen, etteivät kehittämistoimenpiteet mahdu kokonaisuudessaan rautatiealueelle. Rautatiealueelta poikkeamiset aiheuttavat tarpeen kaavamutoksille. Lisäksi rinnakkaisraiteiden rakentaminen ja raiteiden pidentäminen voivat aiheuttaa muita vaikutuksia maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteelle. Vaikutukset liittyvät muun muassa rakennusten, teiden ja viheralueiden siirtämiseen, poistamiseen tai kaventumiseen uusien raiteiden alta.

Vaikutuksia on jonkin verran kaikilla rataosuuksilla, mutta ne painottuvat tiiviisti rakennetuille alueille. Esimerkiksi Rovaniemellä raiteiden pidentäminen ratapihan länsipuolelle aiheuttaisi huoltorakennuksen siirtämisen tai purkamisen sekä kyseiselle rakennukselle menevän tien jäämisen raiteiden alle. Tiiviisti rakennettujen alueiden ulkopuolella vaikutukset maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen ovat hyvin hajanaisia. Tiiviisti rakennetuilla alueilla, kuten Oulussa, limittäisraiteen rakentaminen rinnakkaisraiteen sijasta vähentää vaikutuksia huomattavasti. Maankäytön tarkastelujen perusteella ei täten nouse esiin rataosuuksia, joilla vaikutukset olisivat selvästi muita rataosuuksia suurempia.

### Vaikutukset ympäristöön

Vaikutuksia ympäristöön on tarkasteltu luonnon monimuotoisuuden, pohjavesialueiden ja luonnonsuojelualueiden näkökulmasta. Rinnakkaisraideratkaisujen myötä metsiä ja viheralueita joudutaan radan ympäriltä hieman kaventamaan, mikä voi vaikuttaa negatiivisesti luonnon monimuotoisuuteen.

Tarkastelualueella nykyisen radan varressa sijaitsee nykyisin noin 20 eri pohjavesialuetta. Pohjavesialueita on kaikilla rataosuuksilla Tornio–Röyttä-rataosaa lukuun ottamatta. Pohjavesialueet on syytä ottaa huomioon raiteiden toteutuksessa.

Tarkastelualueella radan varteen (20 metrin säteelle nykyisestä radasta) sijoittuu kuusi Natura-alueita, jotka ovat etelästä pohjoiseen lueteltuna Kiiminkijoki, Joutsensuo-Vareputaanojanlehto, Simojoki, Perämeren saaret, Tornionjoen ja Muonionjoen vesistö sekä Pellojärvi-Säynäjärvi. Natura-alueet sijoittuvat siis osuuksille Oulu–Laurila, Laurila–Tornio ja Tornio–Kolari. Natura-alueet ovat tärkeitä alueita luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta: Natura-verkosto turvaa luontodirektiivissä määriteltyjen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä. Vastaavasti tarkastelualueella radan varteen sijoittuu 16 yksityistä luonnonsuojelualuetta. Kyseiset luonnonsuojelualueet sijoittuvat Oulun pohjoispuoleisille rataosuuksille. Radan kehittämistoimilla saattaisi olla haitallisia vaikutuksia Natura-verkoston ja luonnonsuojelualueisiin.

## **10.2 Ilmastovaikutukset**

### Lähtötiedot ja menetelmät

Työssä laskettiin eurooppalaisen raidelevyden raiteen rakentamisesta aiheutuvat päästöt käyttäen apuna kustannuslaskennan aikana tuotettuja tietoja. Päästölaskenta tehtiin infrarakentamisen vähähiilisyiden arviointimenetelmää noudattaen [28]. Päästölaskenta tehtiin IHKU-kustannuslaskentapalvelussa sekä Excelissä IHKUSTA tulostetun panosraportin avulla. Päästötietojen lähteenä käytettiin infrarakentamisen päästötietokantaa [29]. Siltojen purkamisesta, rakentamisesta ja kunnossapidosta aiheutuvat päästöt laskettiin siltatyyppien ja kansineliöiden perusteella käyttäen apuna IHKU-laskentapalvelua sekä tietoa siltojen elinkaaren aikaisista päästöistä [37].

Päästöt laskettiin elinkaaren vaiheille A1–A5 (rakentaminen) sekä B4 (osien vaihdot). Osien vaihdot huomioitiin 50 vuoden elinkaaren ajalta. Rakennustuotteiden uusimis- ja vaihtovälejä arvioitiin esimerkiksi Väyläviraston ohjeiden, suunnitteluoppaiden ja Klimatkalkylin tietojen perusteella. Päästölaskennassa huomioitiin vähähiilisyiden arviointimenetelmän mukaisesti maa-, pohja- ja kalliorakenteet (InfraRYL-litterat 1000-), päälly- ja pintarakenteet (2000-), vesihuollon järjestelmät (3100-) sekä rakennustekniset rakennusosat (4000-) pois lukien rakennelmat ja kalusteet (4600-) sekä muut rakennusosat (4900-). Vähähiilisyiden arviointimenetelmästä poiketen laskennassa huomioitiin myös ratahankkeille merkittävät

turvallisuusrakenteet ja ohjausjärjestelmät (3200-) sekä sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät (3300-). Sähköradan ja sähkönsyöttöasemien osalta ei ole vielä tiedossa riittäviä lähtötietoja päästölaskentaa varten, joten niiden osalta päästöjä ei laskettu. Niiden vaikutus kokonaispäästöihin on kuitenkin todennäköisesti pieni. Oletuskuljetusmatkoina käytettiin Pohjois-Suomeen soveltuvia kuljetusmatkoja.

### Tulokset

Laskennassa verrattiin rinnakkaisraiteen ja limittäisraiteen päästöjä kilometrin matkalla tyyppipoikkileikkausten perusteella. Kilometrin osuudella limittäisraiteen päästöt ovat 1 817 t CO<sub>2</sub>e. Rinnakkaisraiteen päästöt ovat 2 033 t CO<sub>2</sub>e. Rinnakkaisraiteen päästöt pehmeikköosuudella ovat 8 121 t CO<sub>2</sub>e, josta paalulaatan osuus on 5 335 t CO<sub>2</sub>e ja ratalinjan osuus 2 652 t CO<sub>2</sub>e. Raidetyyppien päästöt elinkaaren vaiheisiin jaoteltuna on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 14).

Taulukko 14. Eri raidetyyppien päästöt yhden kilometrin osuudella elinkaaren vaiheiden mukaan jaoteltuna.

Raidetyyppi	Rakentamisen aikaiset päästöt (t CO <sub>2</sub> e)	Osien vaihtojen päästöt (t CO <sub>2</sub> e)	Päästöt yhteensä (t CO <sub>2</sub> e)
<b>Limittäisraide</b>	1 012	806	1 817
Ratalinja	989	786	1 684
Sillat	113	20	133
<b>Rinnakkaisraide</b>	1 228	806	2 033
Ratalinja	1 113	786	1 899
Sillat	114	20	134
<b>Rinnakkaisraide paalulaatalla</b>	7 316	806	8 121
Ratalinja	1 866	786	2 652
Paalulaatta	5 335	0	5 335
Sillat	114	20	134

Päästöjä syntyy erityisesti pehmeikköosuuksien paalulaatasta, jonka päästöt ovat kilometrin osuudella 5 335 t CO<sub>2</sub>e. Paalulaatan suuria päästöjä selittää teräksen ja betonin valmistuksen päästöintensivisyys. Muita suuria päästölähteitä ovat kiskot sekä radan tukikerroksen raidesepele. Kiskojen päästöt ovat

kilometrin osuudella 681 t CO<sub>2</sub>e. Raidesepelin päästöt ovat 654 t CO<sub>2</sub>e. Raidesepelin kohdalla päästöjä syntyy erityisesti kuljetuksista Pohjois-Suomeen.

Limittäisraiteen ja rinnakkaisraiteen päästöjä vertailtiin Laurilan ja Tornion välisellä rataosuudella. Vertailu tehtiin samaan tapaan kuin osuuden kustannusvertailu (luku 5.6) eli laskennassa huomioitiin osuuden pituus ja osuudella sijaitsevat sillat. Lisäksi rinnakkaisraiteen kohdalla huomioitiin kuuden kilometrin pehmeikköalueella tarvittavat pohjanvahvistukset. Limittäisraiteen päästöt osuudella olisivat 40 105 t CO<sub>2</sub>e ja rinnakkaisraiteen päästöt 80 805 t CO<sub>2</sub>e. Limittäisraiteen päästöt ovat siis noin 50 prosenttia pienemmät.

## 11 Riskien arviointi

Etenkin limittäisraiteen toteutukseen liittyy erilaisia riskejä, jotka voivat hidastaa tai estää ratkaisun hyödyntämistä tai aiheuttaa merkittävän kustannusriskin. Osa riskeistä koskee myös rinnakkaisraiteen toteuttamista. Riskit liittyvät muun muassa teknisten ratkaisujen toimivuuteen, lainsäädäntöön ja lupa-asioihin, kysyntään, liikennöintiin ja kustannuksiin. Tässä selvityksessä riskejä on käsitelty teknisten ratkaisujen ja infrastruktuurin kannalta.

Nelikiskoisen limittäisraiteen laajamittaisesta toteutuksesta ei ole riittävästi kokemusta, mikä voi johtaa ennakoimattomiin teknisiin ja operatiivisiin haasteisiin. Seurauksena voi olla esimerkiksi rataverkon nopeustason alentuminen sekä kapasiteetin ja palvelutason heikentyminen. Lisäksi Suomessa ei ole kokemusta kääntyväkärkisten raideristeyksien käytöstä, eikä toivottua nopeustasoa välttämättä saavuteta. Pahimmillaan limittäisraideosuudet heikentävät nykyisen rataverkon toimivuutta. Etenkin ratapihojen yhteydessä teknisten erityisratkaisujen toteuttaminen voi olla hankalaa. Ympäröivä maankäyttö voi rajoittaa raiteistomuutoksia ratapihoilla tai johtaa nykyisten suomalaisen raidelevyden raiteiden poistamiseen, mikä vaatii erityistä huomioita jatkosuunnittelussa.

Eurooppalaiseen raidelevyteen siirtyminen vaatii useita eri suunnitelmavaiheita, mikä voi johtaa aikataulun viivästymiseen. Nykyiset kustannusarviot on tehty esisuunnitelmatasolla, minkä vuoksi kustannusarvioiden tarkkuustasoon liittyy epävarmuuksia. Rinnakkaisraiteen rakentamisesta aiheutuu runsaasti päästöjä, joiden kompensointi on hankalaa kohtuullisessa ajassa. Rakentamiseen liittyvien vaihde-, raideristeyks- ja siltatöiden suunniteltua pidemmät liikennekatkot vaikeuttavat liikennöintiä ja aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Eurooppalaisen raidelevyden rakentamisen vaiheistukseen ja laajuuteen liittyy riski, että päädytään rakentamaan kahta rinnakkaista rautatiejärjestelmää, joiden ylläpitäminen lisää monimutkaisuutta ja kustannuksia.

Limittäisraiteen ja rinnakkaisraiteen kunnossapito voi edellyttää erikoiskalustoa, jonka saatavuudesta ei ole riittävästi tietoa. Tämä voi kasvattaa kunnossapitokustannuksia ja viivästyttää kunnossapitotoimien aloittamista. Erikoisratkaisujen varaosia ei välttämättä ole saatavilla limittäisraiteelle toivotussa aikataulussa.

Sähköistetyn limittäisraiteen laajamittaiselle toteutukselle ei välttämättä saada tarvittavaa poikkeuslupaa, mikä voi viivästyttää ratkaisun käyttöönottoa tai aiheuttaa muutostarpeita hankkeeseen. Ylipäättään ratasähköistykseen ja virroitinvaatimuksiin liittyvät epävarmuustekijät ja mahdolliset muutostarpeet voivat aiheuttaa viivästyksiä tai muutostarpeita suunniteltuihin ratkaisuihin. INF YTE:n mukaisia radan geometrian virheitä koskevien välittömän toiminnan raja-arvoihin liittyviä riskejä tulee arvioida myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

Eurooppalaisesta raideleveydestä saatavat kalustohyödyt saattavat jäädä vähäisiksi, jos kalusto ei vastaa suomalaisia tarpeita esimerkiksi kuormaulottuman tai lämpötilaominaisuuksien osalta.

Limittäisraiteella voi esiintyä virheitä baliisisanomien lukemisessa, mikä heikentää liikenteen sujuvuutta. Raiteeseen kiinnitettävien elementtien toiminnan varmuudesta ei ole tarpeeksi tietoa, mikä lisää odottamattomien vikatilanteiden mahdollisuutta.

Lähtökohtana on oletettu, että suomalainen junien kulunvalvontajärjestelmä JKV on korvattu eurooppalaisella ETCS-kulunvalvonnalla ennen kuin eurooppalaista raideleveyttä otetaan laajemmin käyttöön Suomessa. Digirata-hanke voi viivästyä, mikä johtaisi puolestaan ETCS-kulunvalvonnan käyttöönoton myöhästymiseen Pohjois-Suomessa.

Limittäisraiteen epävarmuuksista huolimatta tietynlainen riski on se, että epävarmuudet selvitetään liian pintapuolisesti päätyen rinnakkaisraideratkaisuun, joka on rakentamiskustannusten, päästöjen ja ympäristövaikutusten kannalta limittäisraidetta heikompi ratkaisu. Mikäli rinnakkaisraideratkaisuun päädytään sähköradan eli liikenteen päästöjen vuoksi, on olemassa riski epäloogiseen päätöksentekoon, koska rinnakkaisraiteen rakentamisesta aiheutuu päästöjä. Varsinkin rinnakkaisraideratkaisuun liittyy riski myös siitä, että TEN-T-asetuksen noudattaminen johtaa eurooppalaisen raideleveyden verkoston ylityttämiseen todelliseen liikennetarpeeseen nähden esimerkiksi nopeustason osalta.

## 12 Jatkoselvitettäviä asioita

### 12.1 Jatkoselvitystarpeet

Tähän lukuun on koottu työn aikana nousseita asioita, joita olisi syytä tutkia tarkemmin ennen kuin tehdään päätöksiä jatkotoimenpiteistä ja siirrytään tarkemmalle suunnittelutasolle. Listattujen asioiden jatkosuunnittelua puoltavat käyttökokemusten vähyys, odotettavissa olevat tekniset haasteet sekä kustannuksiin liittyvät epävarmuustekijät.

### 12.2 Sähkörata ja kalusto

Laajamittaisessa limittäisraideratkaisussa vaadittavien erikoisvirroitinratkaisujen käyttöön liittyy merkittäviä epävarmuuksia niin kaluston saatavuuden, hinnoittelun kuin luvanvaraisuuden suhteen. Sivuttaisuunnassa liikuteltava virroitinratkaisun mahdollinen hyödyntäminen vaatii kalustoon keskittyvää toteutettavuuden, kehityskelpoisuuden ja kustannusten jatkoselvitystä. Normaalialueen virroittimen hyödyntäminen vaatii taas jatkoselvitystä erityisesti virroitinleveyyden määräystenmukaisuuden suhteen. Lyhyiden osuuksien limittäisraiteen käyttö, jossa ajolangan siksak-liikettä kavennettaisiin, vaatii myös jatkoselvitystä ajolangan turvallisen sivuttaisasemoinnin suhteen ja poikkeamien määrittelyä kansallisiin rataohjeistuksiin.

### 12.3 Ratatekniikka ja kunnossapito

Limittäisraiteen käyttöön liittyy edelleen epävarmuuksia etenkin pidemmällä osuuksilla ja jos nopeustason halutaan olevan korkea. Limittäisraiteen teknisen toteutuksen osalta tulisi selvittää tarkemmin muun muassa raideristeysten ja vaihteiden nopeusrajoituksia, raiteen kallistukseen ja raiteen tukemiseen liittyviä asioita. Kunnossapidon osalta tulisi selvittää komponenttien kulumiseen liittyviä kustannuksia, vaihdealuiden ja raideristeysten talvikunnossapitoa, limittäisraiteen elinkaarta sekä varaosien saatavuutta. Toisaalta rinnakkaisraiteella kunnossapidettävät raidemetrit lisääntyvät merkittävästi, vaikka kunnossapito olisi muuten yksinkertaisempaa.

### 12.4 Liikennepaikat ja varikot

Ratapihakohtaiset tarpeet ja tarvittava raiteiden määrä eri raideleveyksillä tulee selvittää seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Pienempiä liikennepaikkoja ei tarkasteltu tässä työssä lainkaan, lukuun ottamatta luvussa 6 esitettyjä tyyppiratkaisuja. Henkilöliikenteen ratkaisut ja liikenteen jakautuminen eri raideleveyksien kesken tulee selvittää. Tämän työn ratapihatarkasteluissa (Tornio, Kemi, Rovaniemi, Oulu) on

varaus eurooppalaisen raidelevyden matkustajalaiturille. Muita henkilöliikennepaikkoja ei suunniteltu, mutta vähintään Tervolaan voidaan soveltaa luvussa 6.1 esitettyä ratkaisua. Oulun ja Kemin välillä ei tällä hetkellä ole henkilöliikenteen pysähdyspaikkoja, mutta lin pysähdyksiä on suunniteltu ja tilanne voi muutenkin taajamien osalta muuttua, mikäli esimerkiksi Perämerenkaaren ostoliikenne aloitetaan. Liikennepaikkakohtaisiin ratkaisuihin vaikuttaa se, kummalla raidelevydellä liikenne järjestettäisiin ja mahdollistettaisiin limittäisraiteella saman laiturin käyttö kalustoon tehtävillä varusteluilla.

Jatkosuunnittelussa tulee varmistaa eurooppalaisen raidelevyden kalustolle tarvittavien varikkotoimintojen osalta muun muassa seuraavat asiat:

- tarvittava säilytyskapasiteetti
- varikon vaatimien kunnossapitotoimintojen tarve ja laajuus
- nykyisten varikkotilojen riittävyys
- toimintojen yhdistettävyyden Oulun varikon tai Kemin veturitallialueelle ja raideyhteyksien suunnittelu
- mahdollisen uuden varikon sijainti sekä varikon suunnittelu.

## 12.5 Kulunvalvonta

Kulunvalvonnan osalta tulisi tutkia tarkemmin baliisien sijoittelua limittäisraiteella suhteessa radan keskilinjaan ja sitä, miten baliisisanomien lukeminen onnistuu eri nopeuksilla eli ovatko baliisisanomien luettavissa eheästi kummaltakin raiteelta myös korkeammilla nopeustasoilla sekä eurobaliiseilla. Baliisit vaativat ympärilleen metallittoman alueen, joten olisi syytä tutkia tarkemmin, toimivatko myös eurobaliisit häiriöttömästi limittäisraiteen pienemmällä metallittomalla alueella sekä korkeammilla nopeustasoilla.

Turvalaitteiden kahdennukselle limittäisraiteella tarvitaan määrittelyt myös ETCS-radoilla käytettävälle keskitetylle turvalaitejärjestelmälle. Määrittelyt tarvitaan vastaavasti myös mahdollisille geometrialtaan tai nopeustasoiltaan poikkeaville rataosuuksille limittäisraiteen sekä rinnakkaisraiteen yhteiskäyttöskenaariorissa. Määrittelytyö edellä kuvatuille jatkoselvitettävillä asioilla on tehokkainta ottaa osaksi Digirata-hanketta, kun se on ajankohtaista.

## 12.6 Tornionjoen silta ja muut sillat rinnakkaisraideratkaisussa

Nykyinen Tornionjoen ratasilta ei oletettavasti täytä TEN-T-asetuksen edellyttämiä akselipainovaatimuksia. Silta on tässä työssä esitetty korvattavan samalle paikalle rakennettavalla uudella ratasillalla. Vaihtoehtoisena ratkaisuna voisi olla esimerkiksi nykyisen sillan vierelle rakennettava uusi silta, mutta sen toteutettavuuteen liittyy epävarmuuksia. Nykyiseltä limittäisraiteelta uudelle sillalle johtavan raiteen tekeminen toteutettavuus vaikuttaa erittäin haastavalta, minkä lisäksi rata-alueen laajentamismahdollisuuksiin liittyy epävarmuuksia asutuksen ja hautausmaan takia. Jatkotarkastelussa tulee tutkia sillan

optimaalista toteutustapaa eri näkökulmista, kuten teknisen toteutettavuuden, kustannusten, työnaikaisen haittojen ja maankäytön asettamien rajoitteiden näkökulmasta. Edellä mainituista syistä uuden sillan kustannusarvioon (noin 9,6 miljoonaa euroa ilman hanketehtäviä) sisältyy epävarmuuksia.

Tarkastelualueen useat sillat ovat vanhoja ja tulossa elinkaarensa päähän. Pääsääntöisesti rinnakkaisraideratkaisussa joudutaan nykyisen sillan viereen rakentamaan kokonaisuudessaan uusi silta. Näissä koh-teissa ei ole otettu kantaa suomalaisen raidelevyden raiteen sillan peruskorjaus- tai uusimistarpeeseen.

## 12.7 Limittäisraiteen pilotointi

Koska limittäisraiteen käyttöön liittyy paljon epävarmuustekijöitä suomalaisessa ympäristössä, jatkotoimenpiteeksi ehdotetaan pilottikohteen rakentamista Pohjois-Suomeen esimerkiksi jollekin rautatieliikennepaikalle. Vaikka osuus olisi lyhyt ja muusta eurooppalaisesta raidelevyden verkosta erillinen, jolloin liikennöinti tapahtuisi vain suomalaisella raidelevydellä, toisi se kuitenkin käytännön kokemusta tekni-sestä toteutuksesta ja kohteen kunnossapidosta. Pilotin avulla voitaisiin selvittää, millaisia mahdollisia haittoja kohdistuisi suomalaisen raidelevyden raiteeseen limittäisraideosuudella, jossa on merkittävä määrä liikennettä ja nopeustaso korkeampi kuin nykyisellä limittäisraideosuudella Tornion ja Haaparannan välillä.

Osuudella voitaisiin havainnoida esimerkiksi kunnossapidettävyyttä, vaihdealueiden toimivuutta sekä suomalaisen raidelevyden raiteen ominaisuuksien säilymistä. Pilotti tarjoaisi arvokasta tietoa päätök-senteon tueksi valittavasta laajamittaisesta ratkaisusta. Limittäis- ja rinnakkaisraiteiden rakentamiskus-tannukset eroavat merkittävästi toisistaan, mutta limittäisraiteen välillisiin kustannuksiin liittyy enem-män epävarmuuksia. Vaikka päätettäisiin edetä pääosin rinnakkaisraiteella, tulee lyhyisiin limittäisrai-deosuuksiin liittyvät epävarmuudet silti ratkaista. Linjaosuuksille valittava ratkaisu ei myöskään yksin määritä liikennepaikoilla käytettäviä ratkaisuja, joihin vaikuttaa muun muassa muu ympäröivä maan-käyttö.

# 13 Yhteenveto ja johtopäätökset

## 13.1 Työn lähtökohdat

Suomen rataverkko on rakennettu 1 524 millimetrin raidelevydelle. Kesällä 2024 voimaan tullut TEN-T-asetus sisältää vaatimuksia eurooppalaisen standardiraidelevyden (1 435 millimetriä) ratojen selvittämi-sestä ja suunnittelusta sekä mahdollisesta edistämisestä niissä maissa, joissa on poikkeava raideleveys. Teknisen selvityksen keskeisenä tavoitteena oli tarkastella eurooppalaisen raidelevyden raiteen

toteuttamismahdollisuuksia ja toteutukseen liittyviä tekijöitä Pohjois-Suomessa. Selvityksen lähtökohdaksi oli säilyttää suomalaisen raideleveyden rataverkko. Eurooppalaisen raideleveyden raide tulisi näin ollen toteuttaa joko rinnakkaisraiteena suomalaisen raideleveyden raiteen vierelle, tai nelikiskoisena liittämällä raideratkaisuna. Tekninen selvitys on osa suurempaa kokonaisuutta yhdessä kysyntäselvityksen, hankearvioinnin, pääsuuntaselvityksen ja vaihtuva-akselisen kaluston käyttömahdollisuuksia tutkivan selvityksen kanssa.

Työn tarkastelualue koostui Oulun pohjoispuolelle sijoittuvista rataosista ja Raahe–Oulu-rataosuudesta. Rataosuudet ovat yksiraiteisia, mutta Liminka–Oulu-välillä on suunnitteilla suomalaisen raideleveyden kaksoisraide. Rataosuudet ovat sähköistettyjä lukuun ottamatta osuuksia Tornio–Kolari, Kemi–Ajos ja Tornio–Röyttä. Kolarin ja Röyttän radoille on kuitenkin suunniteltu sähköistystä. Lisäksi työssä huomioitiin raideyhteys Kolarista Kiirunaan ja Narvikiin. Yhteys vaatisi Kolarin ja Äkäsjoen välisen radan uudelleen avaamisen sekä uuden radan toteuttamisen Äkäsjoen Ruotsin Svappavaaraan. Tarkastelualueen keskeisimmät ratapihat ovat Oulu, Kemi, Tornio, Rovaniemi, Röyttä ja Rautaruukki (Raahen terästehdas). Työssä keskityttiin valtion rataverkkoon, mutta yksityisraiteistot otettiin karkealla tasolla suunnittelussa huomioon.

TEN-T-vaatimukset edellyttävät 22,5 tonnin akselipainoa, mutta TEN-T-ydinverkko on Suomessa mitoitettu pääasiassa 25 tonnin akselipainolle. Työn lähtökohdaksi oli toteuttaa eurooppalaisen raideleveyden raide 25 tonnin akselipainolle koko tarkastelualueella. Ruotsissa on mitoitettu ratoja jopa tätä korkeammille akselipainoille. Lisäksi TEN-T-asetus asettaa rataverkolle välityskyky- ja nopeusvaatimuksia. Vaatimuksiin vastaaminen edellyttää 740 metrin junapituuden mahdollistamista tavarajunille.

## 13.2 Raiteen suunnitteluratkaisut

Rinnakkaisraideratkaisu vastaa teknisesti pitkälti kaksoisraiteen toteuttamista, vaikka eurooppalainen raideleveys on 89 millimetriä suomalaista raideleveyttä kapeampi. Suomalaisen raideleveyden liikenne on rinnakkaisraideratkaisulla erotettavissa lähes kokonaan eurooppalaisen raideleveyden liikenteestä. Raiteet kuitenkin risteävät uuden raiteen puolisuuden vaihtuessa ja ratapihojen yhteydessä. Rinnakkaisraide voidaan toteuttaa pohjaolosuhteiden mahdollistaessa nykyiseen ratapenkereeseen. Erilliseen ratapenkereeseen toteutus tulee kyseeseen raiteen vaatiessa paalulaatan, ja tällöin raiteen vaatima tilantarve sekä rakentamiskustannukset kasvavat. Raidekapasiteetin kasvaessa rinnakkaisraideratkaisu edellyttää uusia syöttöasemia, mikäli sähköradan ei haluta rajoittavan raiteen välityskykyä ja liikennöintiä.

Raideleveyksien välinen ero edellyttää liittämällä raiteen rakentamista nelikiskoisena ratkaisuna, kuten Haaparannalta Tornioon ulottuva liittämällä raide on toteutettu. Liittämällä raideratkaisun merkittävinä etuina rinnakkaisraiteeseen verrattuna ovat pienempi tilantarve sekä alhaisemmat rakentamiskustannukset,

päästöt ja ympäristövaikutukset. Limittäisraiteella liikenteellinen välityskyky on rinnakkaisraidetta heikompi, koska yhtä raidelevyettä liikennöivä kalusto varaa samalla myös toisen raiteen.

Laajamittainen limittäisraideratkaisu edellyttäisi muutoksia vetokaluston virroittimeen. Koska sellaista sähköistyksen ratajohdon toteutusvaihtoehtoa, jolla limittäisraide voitaisiin toteuttaa laajamittaisesti ilman muutoksia vetokaluston virroittimiin ei löydetty, vaativat eri toteutusratkaisut erikoisvirroittinratkaisujen kehittämistä ja mahdollisesti sähköratarakenteiden muutoksia myös muualla rataverkolla. Mikäli limittäisraiteella on sähkörata yhteisessä keskilinjassa ja molempien maiden vetureihin voitaisiin kehittää niin sanottu lossiratkaisu normaalivirroittinleveyksille, sähköratateknisesti limittäisraiteen pituudelle ei tulisi rajoitteita. Sähköistyksen ajojohtimen toteutuksessa limittäisraiteille vaihtoehtona erikoisvirroittinratkaisuille on poiketa ajolangan siksak-periaatteesta kaventamalla ajolangan siksak-levyettä. Kapeampi siksak tarkoittaa myös todennäköisesti suurempaa paikallista virroittinhiilen kulumaa näillä osuuksilla. Ratkaisu on suositeltava ainoastaan suhteellisen lyhyille osuuksille. ENE YTE:stä poikkeaville ratkaisuille tulee hakea poikkeusluvut. Sähköradan tehotarvetta limittäisraide ei kasvattaisi nykyisestä.

Limittäisraiteeseen liittyy myös muita epävarmuuksia, kuten nykyisen raiteen ominaisuuksien säilyminen, raiteiden kunnossapidettävyyden vaikeutuminen, varaosien ja kunnossapitokaluston mahdollinen huono saatavuus, teknisten erityisratkaisujen lisääntyminen ja rautatiejärjestelmän monimutkaistuminen. Limittäisraiteen rakentamisen aikaiset vaikutukset voivat olla mittavia, sillä Pohjois-Suomessa ei ole vaihtoehtoisia liikennöintireittejä. Liikennekatkot tulisikin minimoida rakentamisen aikana, jotta vaikutukset nykyiseen liikenteeseen olisivat mahdollisimman vähäisiä. Limittäisraideratkaisu edellyttäisi myös siltojen laajamittaista uusimista. Pohjois-Suomen rautatiesillat ovat pääasiassa vanhoja, eivätkä ne täytä limittäisraiteen vaatimaa 7,8 metrin hyötyleveysvaatimusta.

### 13.3 Esitetty ratkaisu

Eurooppalainen raideleveys on esitetty toteutettavaksi pääasiassa rinnakkaisraideratkaisuna, jossa uusi raide rakennetaan joko samaan penkereeseen nykyisen raiteen kanssa tai samaan ratakäytävään, mutta erilliselle penkereelle. Lyhyitä osuuksia on esitetty toteutettavaksi limittäisraideratkaisulla kaventamalla ajolangan sivuttaisaseman siksak-liikettä. Ratkaisu vaatii kuitenkin vielä jatkoselvittämistä. Limittäisraideosuuksia on ehdotettu maankäytöllisistä syistä lähinnä kaupunkien keskusta-alueille ja keskeisille ratapihoille. Työssä esitetyt osuudet sijoittuvat Oulun, Rovaniemen, Kemijärven ja Ylitornion taajama-alueille, Tornio–Röyttä- ja Kemi–Ajos-yhteysväleille (koko rataosuudet) sekä Kemin biotuotetehtaan raiteelle. Lisäksi limittäisraiteita on esitetty ratapihoille ja yksityisraiteistoille. Rinnakkais- ja limittäisraideosuuksien erkanemis- ja yhdistymiskohdat suositellaan toteutettavan kääntyväkärkinä raideristeyksinä, jolloin pääsuunnalle ei kohdistu nopeusrajoitusta. Rinnakkaisraideratkaisu vaatii paikoitellen rautatiealueen leventämistä ja kaavamuutoksia. Uusien raiteiden tulee täyttää TEN-T-asetuksen mukaiset vaatimukset. Kokonaan omaan ratakäytävään toteutettava raide on myös joillain rataosuuksilla mahdollinen vaihtoehto.

Keskeisillä ratapihoilla tulee varmistua riittävästä määrästä eurooppalaisen raidelevyden raiteita 740 metrin TEN-T-vaatimus huomioiden. Lähtökohtaisesti ratapihoille suositellaan toteutettavan kolme raideleveyden raiteita, jotta ratapihoilla voidaan tehdä tarvittavat vaihtotyöoperaatiot. Ratapihakohtaiset tarpeet ja kapasiteetin jakaminen kahden eri raidelevyden kesken tulee kuitenkin ratkaista myöhemmissä suunnittelu- ja toteutusvaiheissa, kuten myös henkilöliikenteen laituriratkaisut. Eurooppalainen raideleveys vaatii myös kohtauspaikkoja, joiden on täytettävä TEN-T-asetuksen mukainen 740 metrin pituusvaatimus. Lisäksi eurooppalaisen raidelevyden kalusto vaatii varikkotiloja.

Suomessa ja Ruotsissa on erilainen sähköistysjärjestelmä ja ajolangan nimelliskorkeudet eroavat toisistaan. Kummassakin maassa on käytettävä maakohtaista sähköistysratkaisua. Liikennöinti edellyttää kaksisijäntekalustoa, jolla voidaan liikennöidä kummankin maan järjestelmässä. Rinnakkaisraideleveyden toteutuksessa uusien syöttöasemien tarve riippuu liikenteellisistä tarpeista. Syöttöasematarpeiden suunnittelussa on lähdetty siitä, ettei syöttöasemien määrä rajoita eurooppalaisen raidelevyden raiteen välityskykyä, aikataulusuunnittelua ja liikennöintiä.

Työssä on laadittu kustannusarviot linjaosuuksille, tarkastelluille ratapihoille, tyyppiratkaisun mukaiselle kuormauspaikalle, tarvittaville kohtauspaikoille ja varikolle. Suomen rajojen sisäpuolella olevan tarkastelualueen alustaviksi kustannuksiksi on arvioitu noin 3,2 miljardia euroa sisältäen hanketehtävät. Kustannusarviot on laskettu indeksissä MAKU 145 (2020=100). Lisäksi on muodostettu kustannusarvio erilaisten tyyppipoikkileikkausten mukaiselle yhden kilometrin osuudelle eurooppalaista raidelevyettä. Kustannusarvio yhden kilometrin pituiselle limittäisraiteelle on 2,0 miljoonaa euroa. Rinnakkaisraiteen kustannusarvio yhden kilometrin osuudelle on 2,8 miljoonaa euroa rakennettaessa samalle penkereelle suomalaisen raidelevyden raiteen kanssa ja 12,3 miljoonaa euroa rakennettaessa pehmeikön vuoksi omalle penkereelle paalulaatan kanssa.

## Lähdeluettelo

1. Liikenne- ja viestintäministeriö (2023). Eurooppalaisen raidelevyden käyttöönoton mahdollisuudet ja vaikutukset Suomessa.
2. Väylävirasto (2024). Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): <https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tent>
3. Väylävirasto (2025). TENT-asetuksen vaatimusten täyttyminen rataverkolla. Väyläviraston julkaisu 12/2025
4. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/1679. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L\\_202401679](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401679)
5. Väylävirasto (2025). Pitkät tavarajunat Suomen rataverkolla. Väyläviraston julkaisu 11/2025.
6. Valtioneuvosto (2021). Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma vuosille 2021–2032. Valtioneuvoston julkaisu 2021:75.
7. Valtioneuvosto (2025). Liikenne 12 -suunnitelma vuosille 2026–2037 (valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman päivitys). Saatavissa (viitattu 12.3.2025): <https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM029:00/2023>
8. Pohjois-Suomen rataverkon kunnossapito ja investointitarpeet, Väyläviraston haastattelu 18.12.2024: Mikko Sauni, Marko Nyby, Arja Lesonen & Marketta Ruutiainen
9. Väylävirasto (2024). Oulu-Laurila parantaminen. Saatavissa (viitattu 25.2.2025): <https://vayla.fi/oulu-laurila-radan-perusparannus>
10. Väylävirasto (2024). Kemi-Ajos (Rautatieliikennepaikkojen kehitystarpeet). Rajattu saatavuus
11. Väylävirasto (2025). Laurila-Tornio-Haaparanta. Saatavissa (viitattu 25.2.2025): <https://vayla.fi/laurila-tornio-haaparanta>
12. Väylävirasto (2021). Tarvemuistio Laurila–(Tornio). Rajattu saatavuus
13. Väylävirasto (2024). Kolarin-radan tarveselvitys. Väyläviraston julkaisu 44/2024

14. Väylävirasto (2024). Tornio–Röyttä-rataosuuden tarveselvitys. Rajattu saatavuus
15. Väylävirasto (2024). Laurila–Patokangas-tarveselvitys. Rajattu saatavuus
16. Väylävirasto (2023). Vaihteiden kehitystyö. Väyläviraston julkaisuja 46/2023
17. Väylävirasto (2023). Kemi–Laurila ratalinjaukset, esiselvitys. Rajattu saatavuus
18. VR Group (2013). Oulun uusi varikko otetaan käyttöön vuodenvaihteessa. Saatavissa (viitattu 26.2.2025): <https://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/uutiset/oulun-uusi-varikko-otetaan-kayttoon-vuodenvaihteessa-291120130706/>
19. Väylävirasto (2020). Lähijunaliikennealueen varikkoselvitys. Väyläviraston julkaisuja 25/2020
20. International Railway Journal (2025). Leo Express converts Flirt EMU fleet to dual-voltage. Saatavissa (viitattu 30.1.2025): <https://www.railjournal.com/fleet/leo-express-converts-flirt-emu-fleet-to-dual-voltage/>
21. Vilnan Gediminasin teknillinen yliopisto (2020). Analysis of passenger train running stability on dual gauge track curves of line "Rail Baltica").
22. VR Transpoint. Kalustokuvasto. <https://www.vrtranspoint.fi/fi/vr-transpoint/asiakkaan-opas/kalusto/>
23. Green Cargo. Rundvirkesvagnar. <https://www.greencargo.com/boka-transport/godsvagnshandboken/rundvirkesvagnar>
24. Green Cargo (2025). Sähköposti 11.3.2025.
25. DB Cargo. Snps 719.0. <https://gueterwagenkatalog.dbcargo.com/katalog/nach-gattung/s-drehgestellflachwagen-mit-niederbindeeinrichtungen/Snps-719-0-5853550#>
26. Rail Cargo Group. Güterwagen und innovative Transportund Umschlagslösungen der Rail Cargo Group. [https://www.railcargo.com/dam/jcr:8a794421-0d13-4c29-ab8d-6954a0a57c0b/RCG\\_G%C3%BCterwagenkatalog%202022web%20116022-1589.pdf](https://www.railcargo.com/dam/jcr:8a794421-0d13-4c29-ab8d-6954a0a57c0b/RCG_G%C3%BCterwagenkatalog%202022web%20116022-1589.pdf)
27. Trafikverket (2025). Järnvägsnätsbeskrivning 2025, versio 7.2.2025. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/602c1ab110f84e99855f05b804069fb8/jnb-2025-2025-02-07.pdf>

28. Väylävirasto (2023). Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Väyläviraston julkaisuja 43/2023
29. SYKE. Infrarakentamisen päästötietokanta. <https://co2data.fi/infra/>
30. Liikennevirasto (2018). Jäämeren ratayhteyden kysyntäpotentiaalin ja vaikutusten arviointi. Rajattu saatavuus
31. Väylävirasto (2021). Tuomioja-Raahe tarveuistio. Rajattu saatavuus
32. Väylävirasto (2021). (Kokkola)-(Ylivieska)-(Oulu) tarveuistio. Rajattu saatavuus
33. Euroopan unioni (2014). Komission asetus (EU) N:o 1302/2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R1302-20230928>
34. Väylävirasto (2017). Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 16: Väylät ja laiturit. Väyläviraston ohjeita 43/2017 [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2017-43\\_rato16\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2017-43_rato16_web.pdf)
35. Trafikverket (2024). TRVINFRA-00398, versio 2.0. Banutformning. <https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/cf62ea9d-f551-404f-92f2-6f28a8980c81>
36. Euroopan unioni (2014). Komission asetus (EU) N:o 1299/2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014R1299>
37. Väylävirasto (2022). Siltojen ilmastopäästöistä - Sillanrakentamisen ja materiaalien päästöjen muodostuminen ja yksiaukkoisen sillan case-tarkastelu. Väyläviraston julkaisuja 76/2022.



Väylävirasto  
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745  
ISBN 978-952-405-307-5  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)