

Vastaanottaja

**Vantaan kaupunki, Espoon kaupunki, Tampereen raitiotie Oy, HKL, Pirkanmaan Ely-keskus, Uudenmaan Ely-keskus**

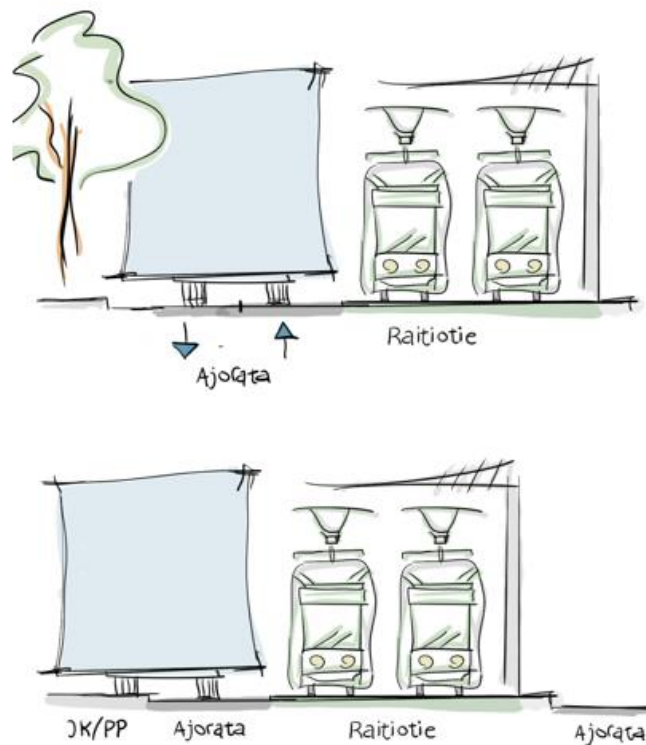
Asiakirjatyyppi

**Raportti**

Päivämäärä

**10.9.2021**

# RAITIOTEIDEN JA ERIKOISKULJETUSTEN YHTEENSOVITTAMINEN



## **RAITIOTEIDEN JA ERIKOISKULJETUSTEN YHTEENSO-VITTAMINEN**

**Projekti** Ratikka ja erikoiskuljetukset  
**Projekti nro** 1510060792  
**Vastaanottaja** Vantaan kaupunki, Espoon kaupunki, Tampereen raitiotie Oy, HKL, Pirkanmaan Ely-keskus, Uudenmaan Ely-keskus  
**Asiakirjatyyppi** Raportti  
**Versio** 1  
**Päivämäärä** 10.9.2021  
**Laatijat** Jaakko Mattila, Suvi Tammilehto, Lauri Räty, Ville Keskisaari  
**Tarkastaja** Kaisu Laitinen, Kimmo Heikkilä  
**Hyväksyjä** Tiina Hulkko, Minna Viitanen, Jonna Anttila, Hannu Stam, Petteri Pietilä, Enni Lehtinen

Ramboll  
Kansikatu 5 B  
33100 TAMPERE

P +358 20 755 611  
F +358 20 755 6201  
<https://fi.ramboll.com>

## SISÄLTÖ

|                |                                                                                            |           |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b>      | <b>Johdanto</b>                                                                            | <b>2</b>  |
| <b>2.</b>      | <b>Taustatiedot ja lähtömateriaalit</b>                                                    | <b>4</b>  |
| <b>3.</b>      | <b>Erikoiskuljetusten ja raitioteiden verkostot ja tarpeet niiden yhteensovittamiselle</b> | <b>5</b>  |
| 3.1            | Nykytilanne ja lähitulevaisuuden näkymä                                                    | 5         |
| 3.2            | Raitiotie- ja erikoiskuljetusverkoston sekä niiden yhteensovittamisen ominaispiirteet      | 5         |
| 3.3            | Raitiotiehankkeista                                                                        | 10        |
| 3.4            | Kokemuksia erikoiskuljetusten ja raitioteiden yhteensovittamisesta                         | 11        |
| 3.5            | Periaate raitiotie- ja erikoiskuljetusverkostojen yhteensovituksesta                       | 12        |
| <b>4.</b>      | <b>Ratkaisumallit erikoiskuljetus- ja raitiotiereittien konfliktipisteissä</b>             | <b>13</b> |
| 4.1            | Lähtökohtia ratkaisumallien valintaan                                                      | 13        |
| 4.2            | Suunnittelun vaiheet                                                                       | 14        |
| 4.3            | Ratkaisut liikenneympäristössä                                                             | 15        |
| 4.3.1          | Katupuut                                                                                   | 17        |
| 4.4            | Erikoiskuljetusten tilan tarve                                                             | 19        |
| 4.5            | Raskaat erikoiskuljetukset ja kantavat rakenteet                                           | 22        |
| 4.6            | Raitioteiden ajojohdinjärjestelmä                                                          | 24        |
| 4.6.1          | Nostolaitteistot                                                                           | 26        |
| 4.6.2          | Ajolangattomat raitiotiet                                                                  | 29        |
| <b>5.</b>      | <b>Raitiotien huomiointi erikoiskuljetuksen suunnittelussa</b>                             | <b>31</b> |
| 5.1            | Ratasähkön vaikutukset erikoiskuljetuksiin                                                 | 33        |
| 5.2            | Raitioliikenteen yökatkot ja raitioliikenteeseen vaikuttavat toimenpiteet                  | 35        |
| <b>6.</b>      | <b>Raitiotien rakentaminen ja erikoiskuljetukset</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>7.</b>      | <b>Raitiotien operoinnin edellyttämät erikoiskuljetukset</b>                               | <b>40</b> |
| <b>8.</b>      | <b>Erikoiskuljetusten luvittaminen ja kuljetusten ohjeistaminen</b>                        | <b>41</b> |
| <b>9.</b>      | <b>Yhteenveto ja jatkotoimenpidesuositukset</b>                                            | <b>43</b> |
| <b>Lähteet</b> | <b>47</b>                                                                                  |           |

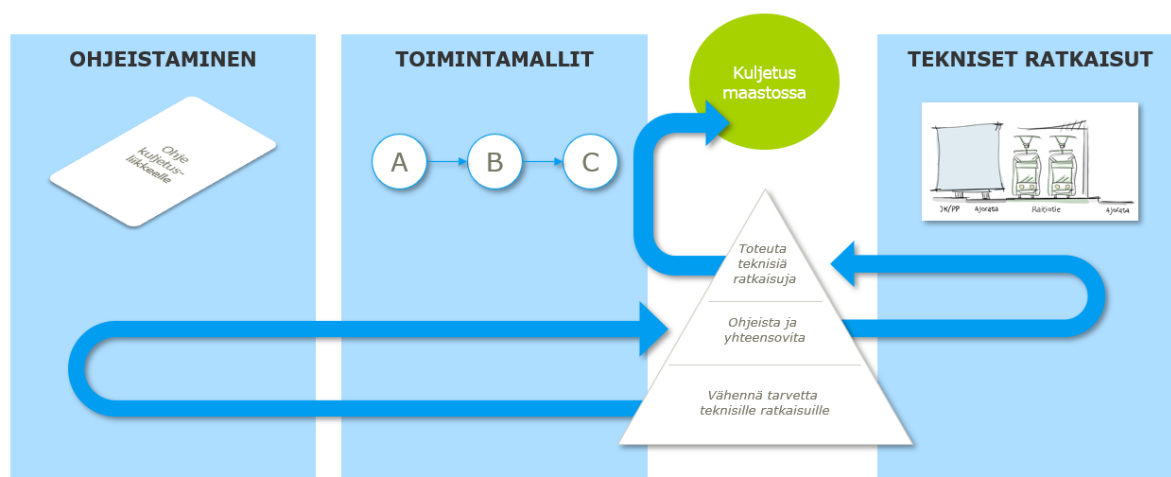
## 1. JOHDANTO

**Erikoiskuljetukset** ovat kuljetuksia, joissa ylittyvät normaalisti liikenteessä sallitut mitta- tai massarajat. Tyypillisimmin erikoiskuljetustarpeet muodostuvat teollisuuden ja rakentamisen edellyttämistä suurten kappaleiden siirtotarpeista. Mahdollisuus suurten ja raskaiden erikoiskuljetusten suorittamiselle on tärkeää muun muassa rakentamiselle, energia- ja tuotantolaitosten toiminnalle sekä isommassa kuvassa koko vientiteollisuudelle ja Suomen kansainväliselle kilpailukyvyille. Suuri osa erikoiskuljetuksista on luvanvaraisia. Erikoiskuljetusluvut Suomessa Ahvenanmaata lukuun ottamatta myönnetään keskitetysti Pirkanmaan ELY-keskuksesta.

**Raitiotie** on tehokas ja ympäristöystävällinen modernin kaupungin liikenneväline, joka tukee laajentuvan ja tiivistyvän verkostokaupungin liikennejärjestelmän kehittymistä. Tällä hetkellä Suomessa käytössä olevat raitiotiejärjestelmät keskittyvät Helsingin kantakaupunkiin ja sen välittömään läheisyyteen sekä Tampereelle. Helsingin, Vantaan ja Tampereen kaupunkiseuduilla on myös suunnitteilla ja rakenteilla hankkeita raitiotiejärjestelmien laajentamiseksi. Lisäksi Turussa suunnitellaan kokonaan uuden raitiotiejärjestelmän toteuttamista. Tulevaisuudessa uudet raitiotielinjat mahdollistavat myös liikkumisen naapurikuntien välillä.

Laajentuvan raitiotieverkoston myötä erikoiskuljetusten reitit ja raitioteiden linjaukset tulevat todennäköisesti risteämään yhä useammassa paikassa toistensa kanssa. Erikoiskuljetusreittien ja raitioteiden tarpeet poikkeavat toistensa kanssa monessa mielessä, minkä vuoksi risteämiskohtiin tulee kiinnittää erityistä huomiota ja mahdollisuuksien mukaan tutkia vaihtoehtoja, joissa risteäminen pystyttäisiin jopa välttämään kokonaan. Raitiotieverkostojen laajentuessa Helsingin keskusta-alueen ulkopuolelle, voidaan raitiotien risteämisen olettaa tapahtuvan myös yhä merkittävämpien erikoiskuljetusreittien kanssa, mikä kasvattaa esimerkiksi haastetta erikoiskuljetusten tilantarpeen ja raitiotien ympärille muodostuvan tiiviin kaupunkirakenteen suhteen.

Toistaiseksi erikoiskuljetusreittien ja raitiotien suunnittelun yhteensovittamiselle ei ole ollut selviä ohjenuoria. Tämän selvityksen tarkoituksena on antaa työkaluja erikoiskuljetusten ja raitiotieverkoston yhteensovittamiselle niin suunnitteluvaiheen kuin raitiotien käytön aikana sekä herättää ajattelemaan eri vaihtoehtoja jo hankkeen alkuvaiheessa. Selvityksen myötä pyritään luomaan toimintamalleja ja kehittämään ohjeistusta sekä löytämään ratkaisumalleja, joilla myös pystytään vähentämään teknisistä ratkaisuksista muodostuvia kustannuksia. Kuvassa 1 on esitetty työn ohjenuorana toiminut toiminnan tukemisen ja prosessien kehittämisen malli.



**Kuva 1. Periaate liikennemuotojen yhteensovituksen kehitysprosessista.**

Työ alkoi tammikuussa 2021 ja päättyi syyskuussa 2021. Työn toteuttamiseksi luotiin kirjallisuuskatsaus olemassa olevaan ohjemateriaaliin, haastateltiin laaja-alaisesti eri tekniikka-alojen asiantuntijoita sekä järjestettiin työpaja. Kerätyn materiaalin perusteella tunnistettiin haasteita ja rakennettiin ongelmakohtiin ratkaisuja vuoropuhelussa ohjausryhmän kanssa.

Työtä ohjasivat: Tiina Hulkko, Vantaan kaupunki; Joonas Stenroth, Vantaan kaupunki; Minna Viitanen, Espoon kaupunki; Markus Pasanen, Espoon kaupunki; Ross Snell, Espoon kaupunki; Jonna Anttila, Tampereen raitiotie Oy; Aleksi Rauhala, Tampereen raitiotie Oy; Hannu Stam, HKL; Jukka Anttalainen, HKL; Petteri Pietilä, Pirkanmaan Ely-keskus; Enni Lehtinen, Uudenmaan Ely-keskus; Jari Gröhn, Väylävirasto; Jukka Peura, Väylävirasto sekä Marko Korpela, Tampereen kaupunki.

Haastatteluihin osallistuivat: Sakari Metsälampi, HSL; Petri Hakala, Tampereen kaupunki, Nysse; Vesa Rauhala, VR; Jyrki Lehtimäki, Tampereen kaupunki; Hanna Montonen, Tampereen kaupunki; Pekka Stenman, Tampereen kaupunki; Hannu Stam, HKL; Jukka Anttalainen, HKL; Juha Savolainen, kuljetusliike Mäntylä E & E; Enni Lehtinen, Uudenmaan Ely-keskus; Rauno Lipponen, Ratatek; Susanna Koponen, Vantaan kaupunki; Tiina Hulkko, Vantaan kaupunki; Joonas Stenroth, Vantaan kaupunki; Sauli Hakkarainen, Vantaan kaupunki; Olli Lappalainen, Vantaan kaupunki; Joonas-Petteri Kallonen, YIT; Aki Martikainen, YIT; Lotta Rautio, Sweco.

Työpajaan osallistuivat: Juha Savolainen, Mäntylä E&E; Minna Viitanen, Espoon kaupunki; Pauliina Kuronen, HAMK; Joonas Stenroth, Vantaan kaupunki; Markus Pasanen, Espoon kaupunki; Petteri Pietilä, Pirkanmaan Ely-keskus; Enni Lehtinen, Uudenmaan Ely-keskus; Rauno Lipponen, Ratatek; Susanna Koponen, Vantaan kaupunki; Vesa Rauhala, VR; Timo Kima, Rahtarit ry; Jonna Anttila, Tampereen Raitiotie Oy; Tiina Hulkko, Vantaan kaupunki; Niko Setälä, Helsingin kaupunki; Juha Hietanen, Helsingin kaupunki; Jari Gröhn, Väylävirasto ja Ross Snell, Espoon kaupunki sekä Ramboll Finland Oy:stä Kaisa Laitinen, Jaakko Mattila, Lauri Rätty, Suvi Tammilehto, Jakob Mirea ja Ville Keskisaari.

Ramboll Finland Oy:stä työhön osallistuivat Jaakko Mattila, Suvi Tammilehto, Lauri Rätty, Jakob Mirea, Kaisa Laitinen, Kimmo Heikkilä, Miika Hyyrynen ja Ville Keskisaari sekä Ramboll Saksasta erityisasiantuntija Gerhard Will.

## 2. TAUSTATIEDOT JA LÄHTÖMATERIAALIT

Tätä opasta varten on haastateltu raitiotieliikenteen ja kuljetusalan ammattilaisia, kaupunki-, liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelun ammattilaisia, Ely-keskuksia, rakennusliikettä sekä raitiotiehankkeiden parissa työskenteleviä konsultteja. Monipuolisen, eri alojen ammattilaisista koostuneen ryhmän kesken järjestettiin työpaja, jossa jalostettiin työn aikana esiin nousseita näkökulmia ja haasteita. Lisäksi taustatietona on käytetty sekä erikoiskuljetuksia että raitiotieliikennettä koskevia selvityksiä, ohjeistuksia sekä reittitietoja. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu tärkeimpiä kytköksiä muihin aihetta koskeviin lähteisiin.

Erikoiskuljetuksiin ja erikoiskuljetusreittien suunnitteluun liittyviä merkittävimpiä kytköksiä selvitukseen:

- Erikoiskuljetusten huomioon ottamista suunnittelun eri vaiheissa on käsitelty tarkemmin Kuntaliiton vuonna 2019 julkaisemassa ohjeessa [Erikoiskuljetukset suunnittelussa](#). Julkaisu sivuaa myös erikoiskuljetusten huomioon ottamista raitioteiden läheisyydessä. (Kuntaliitto 2019)
- Erikoiskuljetusten edellyttämiä käytännön toimenpiteitä rautateiden tasoristeyksissä erilaisissa tapauksissa käsitellään Väyläviraston ohjeistuksessa [Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksessä](#). Toimintamallit rautateiden ja raitioteiden tasoristeyksissä poikkeavat osittain toisistaan, mutta toimintamalleista löytyy selviä yhteneväisyyksiä. (Väylävirasto 2021)
- Erikoiskuljetusreittejä on määritelty useiden eri tahojen toimesta viimeisten vuosikymmenten aikana ja tietoja on pyritty päivittämään aina tarpeen mukaan. Tällä hetkellä ajantasaista tietoa erikoiskuljetusreittien sijoittumisesta pyritään ylläpitämään Väyläviraston ylläpitämässä tierekisterissä. Tietoja tierekisteriin merkityistä erikoiskuljetusreiteistä pystyy tarkastelemaan ja lataamaan paikkatietomuodossa vapaasti [Väyläviraston latauspalvelun](#) kautta.
- Erikoiskuljetusreittimäärittelyjä ja niiden soveltamista käytännössä on erityisesti suurimpien kuntien kanssa pyritty täsmentämään erikoiskuljetusten kadunkäyttösopimusten myötä. Erikoiskuljetusten kadunkäyttösopimuksissa määritellään mm. erikoiskuljetusreittien sijoittuminen ja tavoitemittaluokat katuverkon osalta sekä ohjeistukset erikoiskuljetuslupien myöntämiseen katuverkolla. Erikoiskuljetusten kadunkäyttösopimusten on tarkoitus osaltaan myös ohjata katusuunnittelua erikoiskuljetusreittien varrella.
- Erikoiskuljetusten tarkistusajoneuvoja on käsitelty Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) tutkimuksia ja selvityksiä sarjan osassa 32/2017 [Erikoiskuljetusajoneuvot ja niiden huomioon ottaminen ohjeissa](#).
- [Erikoiskuljetusluvan myöntämisen lupaehdot 6/2020](#)
- [Traficomin määräys erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista](#)

Raitiotieliikenteeseen ja raitiotieverkoston suunnitteluun liittyviä merkittävimpiä kytköksiä selvitukseen:

- Pääkaupunkisedun raitioteiden suunnitteluohjeessa on kuvattu raitioteiden yleiset ja tekniset suunnitteluperusteet. Ohjetta ei ole vielä julkaistu tämän selvityksen valmistuessa.
- [Tampereen raitiotien suunnitteluohje](#) kokoaa yhteen tärkeimmät suunnitteluperusteet, joilla on merkitystä raitiotien yleis- ja rakennussuunnittelun sekä tarvittavien tilavarausten, kuten asemakaavojen laatimisessa. Ohje sisältää teknisen suunnittelun kannalta keskeiset suositukset ja ääriarvot. Ohje on julkaistu marraskuussa 2020.
- Helsingin kantakaupungin raitioteiden suunnittelua varten on HKL koonnut ohjeen [Raitioteiden suunnitteluohje](#). Ohjeessa on esitetty tekniset suunnitteluperiaatteet ja ohjearvot kantakaupungin raitioiteille.

- Julkaistujen raitioteitä käsittelevien ohjeiden lisäksi eri raitiotiehankeissa on toteutettu sisäisiä ohjeita suunnittelun ja rakentamisen tueksi. Ohjeet liittyvät valittuihin rakennustapoihin ja järjestelmiin, eivätkä ne siten ole täysin yhdenmukaisesti käytettävissä hankkeiden välillä.

Lisäksi eri kunnilla, Väylävirastolla, Kuntaliitolla sekä muilla yhdistyksillä (esim. Rakennustieto) on lukuisia tie-, katu- ja kaupunkitilaan kytköksissä olevia ohjeistuksia, joissa opastetaan mm. liikenteen mitoittamisesta, kadun laitteista, katuympäristöstä ja liikenneturvallisuudesta, jotka on hyvä huomioida myös osana raitioteiden ja erikoiskuljetusreittien suunnittelua.

### **3. ERIKOISKULJETUSTEN JA RAITIOTEIDEN VERKOSTOT JA TARPEET NIIDEN YHTENSOVITTAMISELLE**

#### **3.1 Nykytilanne ja lähitulevaisuuden näkymä**

Raitiotieverkoston laajuus on hyvin pitkään käsittänyt pääasiassa Helsingin kantakaupungin ja sitä ympäröivät lähialueet. Siten pienelle ja erikoiskuljetusten kannalta vähemmän kriittiselle alueelle sijoittunut raitiotieverkko ei ole aiheuttanut korostunutta tarvetta tarkemmalle pohdinnalle erikoiskuljetusreittien ja raitiotieverkon yhteensovittamiselle. Osittain haastavampia konfliktipisteitä on pystytty erikoiskuljetusreittien suunnittelulla välttämään ja ohjaamaan kuljetuksia niille paremmin soveltuvien reittien tai liittymäalueiden kautta.

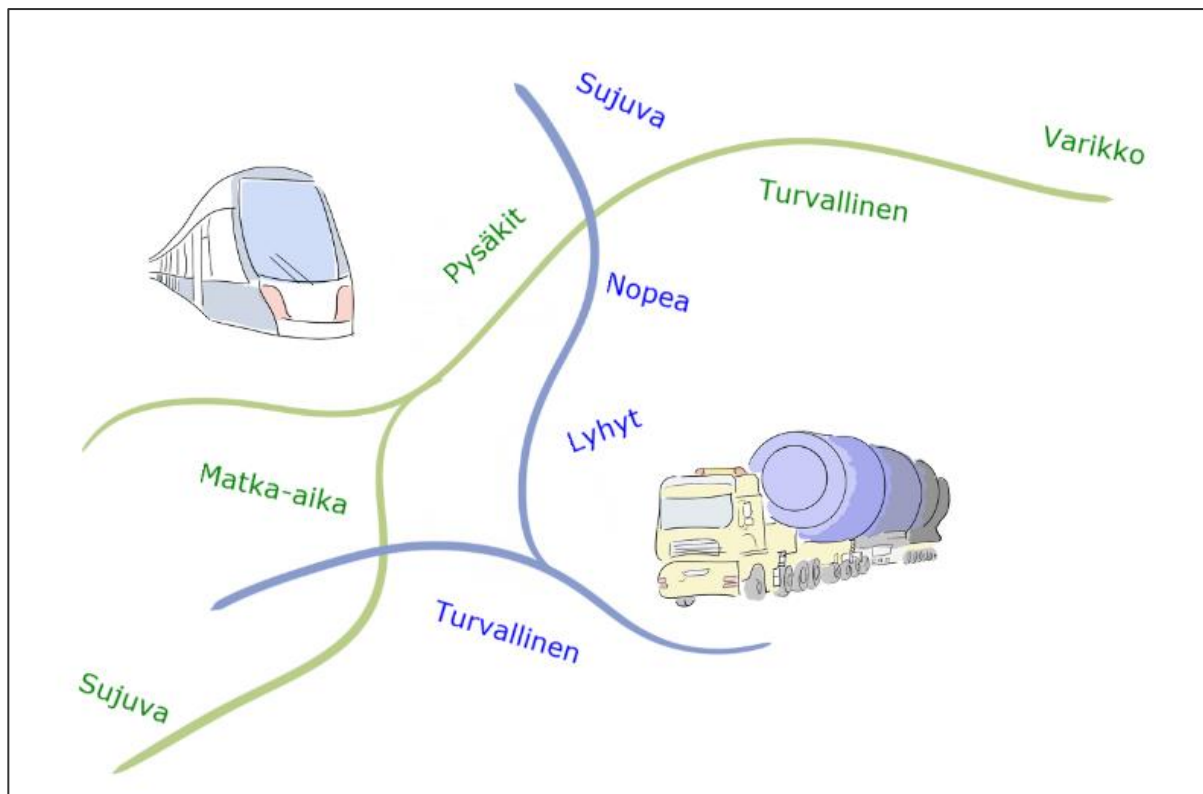
Vaikka haasteet ovatkin olleet toistaiseksi paikallisia ja ratkaistavissa sekä mittakaavaltaan pieniä, on haasteita havaittu toistuvasti. Uudet raitiotiehankeet tulevat lisäksi ulottamaan raitioteiden verkostoa kaupunkikeskustojen ulkopuolelle ja sitä myötä myös erikoiskuljetusten kannalta kriittisemmille alueille sekä kookkaampien erikoiskuljetusten reiteille. Laajenevat raitiotieverkot tarkoittavatkin sitä, että yhä useammin ne risteävät erikoiskuljetusreitin kanssa aiheuttaen yhteensovittamistarpeita. Osa suunnitteilla olevista raitiotieverkon osista tulee myös sijoittumaan valtakunnallisen suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkon (SEKV) alueelle synnyttäen säännöllisesti tarpeita isoille erikoiskuljetuksille esimerkiksi raitioteiden risteyksissä.

Vaikka suurimmat erikoiskuljetukset kulkevatkin pääsääntöisesti ydinkeskusta-alueiden ulkopuolella, muodostavat elinvoimaiset kaupunkialueet myös itsessään erikoiskuljetustarpeita aina tiiveintä kaupunkirakennetta myöten. Kuljetustarpeista korostuvat erityisesti rakentamiseen, väistötilojen siirtoihin sekä erilaisiin tapahtumiin liittyvät erikoiskuljetukset. Viimeisten vuosikymmenten aikana jatkuvasti kasvaneiden kappalekokojen osalta ei ole myöskään havaittavissa, että suunta olisi muuttumassa pienempiin kappaleisiin, eikä toisaalta kuljetusmäärissäkään ole oletettavissa laskua. Kappaleiden kokojen kasvuun vaikuttavat osaltaan ainakin kuljetuskustannusten optimointi sekä tarve rakentaa entistä haastavampien pohjaolosuhteiden alueille ja entistä isommilla työkoneilla.

#### **3.2 Raitiotie- ja erikoiskuljetusverkoston sekä niiden yhteensovittamisen ominaispiirteet**

Raitioteihin ja erikoiskuljetuksiin liittyy monessa mielessä keskenään hyvin samankaltaisia haasteita ja toiveita. Erikoiskuljetusten osalta kuljetuksesta vastaavan tahon toiveissa on turvallinen, sujuva ja kohtuullisen lyhyt kuljetusreitti, jota pitkin kuljetus on mahdollista toteuttaa ilman mer-

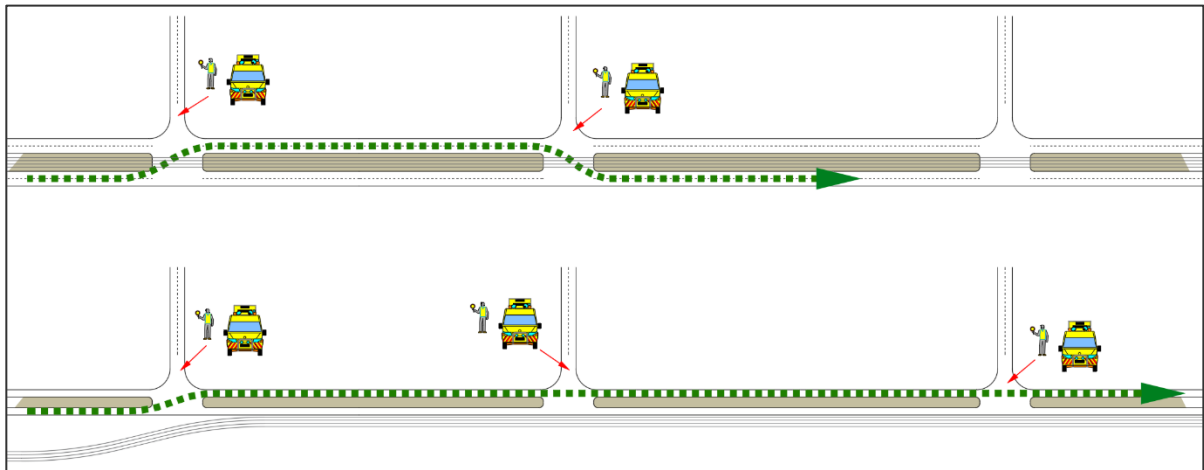
kittäviä ennakkovalmisteluja nopealla ja mahdollisimman muuttumattomalla aikataululla. Vastavista ominaispiirteistä korostuvat raitiotien osalta erityisesti lyhyt, sujuva ja turvallinen reitti sekä aikatauluvarmuus (kuva 2). Raitioteiden osalta kriteereitä voidaan pitää kuitenkin vielä kriittisempinä toimivan verkoston, asukkaiden ja matkustustarpeiden ja monimutkaisen tuotantojärjestelmän kannalta. Sen vuoksi risteävien tarpeiden osalta kompromissit kohdistuvat yleensä erikoiskuljetuksen tarpeisiin ja erikoiskuljetusreitin siirtämisen voidaan olettaa olevan yleensä helpommin toteutettavissa.



**Kuva 2. Sekä raitioteiden että erikoiskuljetusten verkkoon liittyy paljon samankaltaisuutta sekä samoja toivetoivoja.**

**Erikoiskuljetusten** voidaan luonnehtia olevan hyvin moninainen joukko erilaisia kappaleiden kuljetuksia. Erikoiskuljetukset voidaan jakaa karkeasti vapaiden mittarajojen mukaisiin kuljetuksiin sekä luvanvaraisiin erikoiskuljetuksiin. Suurin osa kuljetuksista ei kuitenkaan ylitä vapaita mittaritai massarajoja, eivätkä ne täten tarvitse erikoiskuljetuslupaa. Näitä pienempiä erikoiskuljetuksia liikkuu tie- ja katuverkoilla päivittäin, eivätkä ne lähtökohtaisesti aiheuta yleensä merkittäviä yhteensovitustarpeita myöskään raitiotieliikenteen kanssa. Tosin esimerkiksi suunnitteluteknisesti on tärkeää huomioda, että pienemmän kokoluokan erikoiskuljetuksilla ei ole välttämättä mukanaan varoitusautoa eikä liikenteenohjaajaa, jolloin niiden tulee pystyä operoimaan hyvin pitkälti liikennesääntöjen puitteissa. Isommat kuljetukset voivat mahdollisesti hyödyntää laajemmin liittymäalueiden tai poikkileikkauksen tilavarausta liikenteenohjaajien turvin. Mitä enemmän kuljetus jouuu poikkeamaan liikennesäännöistä, sitä enemmän se yleensä aiheuttaa häiriötä muulle liikenteelle ja sitä enemmän tarvitaan resursseja, kuten liikenteenohjaajia, muun liikenteen ohjaamiseen (kuva 3).





**Kuva 3. Erikoiskuljetuksen reitti on kuvattu vihreällä katkoviivalla. Pidemmällä matkalla vasten liikennettä ajettaessa ja liittymien määrän lisääntyessä myös pysäytettävän muun liikenteen määrä on suurempi ja siihen tarvitaan enemmän liikenteenohjaajia. Kadun keskelle sijoitetun raitiotien rakenteet voivat rajoittaa kadun puolelta toiselle siirtymisiä. Kadun rinnalla kulkevan raitiotien rakenteet voivat estää normaaliin ajosuunnan kaistojen käyttämisen.**

Erikoiskuljetuksiksi ei lasketa ns. HCT-ajoneuvoja. Lyhenne HCT tulee sanoista High Capacity Transport, joka on kansainvälisesti vakiintunut termi sallittua pidemmille tai raskaammille yhdistelmille tieliikenteessä. Ajourien ja käännoksissä vaaditun tilan tarpeen suhteen niihin liittyy samoja seikkoja kuin pitkiin erikoiskuljetuksiin.

Erikoiskuljetusten osalta suurimpia ja raskaimpia kuljetuksia saattaa liikkua tietyllä reitillä hyvin harvoin, esimerkiksi suurmuuntajakuljetusreiteillä kuljetusten väli voi hyvin venyä useisiin vuosiin tai jopa vuosikymmeniin, mutta kuljetusreitit tulee olla käytettävissä kohtuullisilla valmisteluilla käytännössä jatkuvasti mahdollisten muuntajien vikaantumisten varalta. Oleellinen tieto erikoiskuljetusreitit ja raitiotien ristetessä sekä toteutusratkaisuja suunniteltaessa on, **kuinka usein ja millaisia erikoiskuljetuksia reitillä kulkee**. Tällaista tietoa on tällä hetkellä kuitenkin heikosti saatavilla, koska suurin osa kuljetuksista ei tarvitse erikoiskuljetuslupaa. Raitiotien suunnitteluratkaisujen osalta merkityksellisempien luvanvaraisten kuljetusten osalta määrien arviointia vaikeuttaa se, että samalla luvalla saatetaan suorittaa luvan voimassaoloaikana useita kuljetuksia. Lisäksi *reitistöluvilla* kuljetuista reiteistä ei saada tarkkaa tietoa, sillä reitistöluvut kattavat kerralla laajemman, ennalta määritellyn osan väyläverkosta. Kuljetusten määriä voidaan kuitenkin arvioida karkeasti esimerkiksi myönnettyjen erikoiskuljetuslupien perusteella.

Vilkkaimmilla erikoiskuljetusreiteillä liikkuu satoja luvanvaraisia erikoiskuljetusta vuosittain, kun taas rauhallisemman liikennöinnin reiteillä kuljetusmäärät voivat jäädä alle kymmeneen vuositain. Suurin osa kuljetuksista tiiviimmällä kaupunkialueella on korkeintaan 5 metriä leveitä ja 5 m korkeita. Yli 7 metriä korkeat ja leveät kuljetukset ovat kaupunkialueilla jo varsin harvinaisia. Suurten erikoiskuljetusten tavoitetieverkon (SEKV) avulla pyritään varmistamaan mittojensa puolesta suurten (7x7x40 m) erikoiskuljetusten perusedellytykset Suomen tie- ja katuverkolla. SEKV:stä on kerrottu tarkemmin *Erikoiskuljetukset suunnittelussa* -oppaassa.

Vaikka erikoiskuljetusreitit lähtökohtaisesti pysyvät lähes muuttumattomina, on erityisesti erilaisien hankkeiden yhteydessä järkevää tarkistaa reittien sijoittumiseen ja mittaluokkiin liittyvien tietojen ajantasaisuus ja muutosmahdollisuudet säännöllisesti, jotta verkko pysyy ajan tasalla.

**Raitiotiet** toimivat osana kehittyvien verkostokaupunkien joukkoliikennejärjestelmän runkoa. Raitiotien ympärillä tavoitellaan usein mahdollisuutta rakentaa hyvin tiivistäkin kaupunkiympäristöä, jolloin katu ympäristön suunnittelulta ja rakentamiselta edellytetään tehokasta tilankäyttöä. Raitiotien lisäksi katu ympäristön on tuettava jalankulun, pyöräliikenteen, muun joukkoliikenteen sekä huoltoliikenteen ja yksityisautoilun tavoitteita. Raitiotien vaikutusalueella katutilasta pyritään muodostamaan mahdollisimman viihtyisä kokonaisuus, joka samalla palvelee myös esimerkiksi kaupallisia toimintoja ja muita palveluita. Raitiotieverkoston kattamalla katu osuuksilla kaupunkimainen ympäristö on laadukkaasti rakennettua julkisten alueiden ja pintojen osalta, mikä tuottaa hyvän matkustajakokemuksen. Rakennetun kulttuuriympäristön (RKY) kohteissa raitiotien suunnittelussa kiinnitetään kaupunkikuvaan erityistä huomiota.

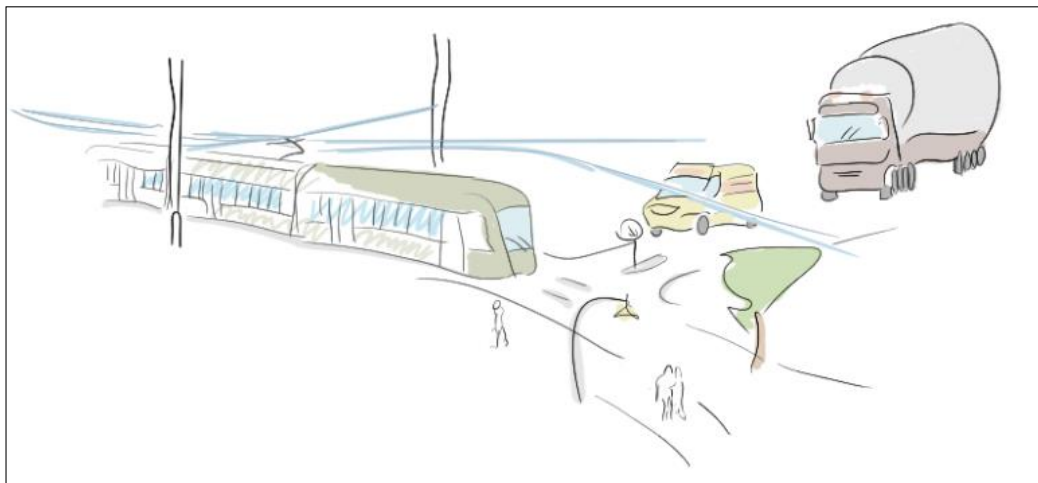
Raitioteillä liikennöinnistä tavoitellaan mahdollisimman sujuvaa ja luotettavaa. Viiveitä ja pysähdyksiä pyritään välttämään. Pienikin säästö matka-ajassa voi olla raitiotien kannalta merkittävä. Raitiotien vaaka- ja pystygeometriaa voidaan luonnehtia jäykähköksi ja monesti katupoikkileikkaukseen sijoittuva raitiotie määrittää myös kadun muuta jäsentelyä. Erikoiskuljetusten kanssa yhteensovitusta suunniteltaessa merkittäviä raitiotien osia ovat mm. ajojohtimet, raitiotien pylväät, pysäkit sekä vaihteet. Raitiotien vaikutus myös liikenteen ohjaukseen on merkittävä (esimerkiksi liikennevalot) osana yhteensovitusta.

Raitioteiden kustannustehokas liikennöinti edellyttää monimutkaisia ja pitkälle optimoituja kuljettajien ja muun henkilökunnan työvuorojärjestelyitä. Erityisesti kuljettajien työn järjestely käsittää useiden kymmenien tai laajoissa raitiotiejärjestelmissä jopa satojen kuljettajien päivittäisten työaikojen ja taukojen suunnittelun ja ohjauksen. Liikenteen häiriötilanteet ja katkokset vaikuttavat siten laajasti raitioliikenteen tuotantoon aiheuttamalla ylimääräistä työvoiman tarvetta ja kasvattamalla liikennöinnin kustannuksia.

**Korkeisiin erikoiskuljetuksiin raitiotien tasoristeyksissä liittyy samankaltaisia haasteita ja toimenpidetarpeita kuin voimalinjojen alituksiin sekä rautateiden tasoristeyksiin.** Ajo-angat ovat jännitteellisiä ja erikoiskuljetusten tarpeisiin nähden monin paikoin varsin kriittisellä korkeudella. Kuljetus tai kuljetuksen mukana oleva henkilöstö eivät saa turvallisuussyistä koskea jännitteellisiin ajolankoihin edes välillisesti. Korkeimpien kuljetusten edellyttämät ajolankoihin kohdistuvat toimenpiteet aiheuttavat pahimmillaan merkittävää haittaa liikenteelle ja sitä myötä haittojen minimoiminen voi edellyttää tarvetta kohteen väliaikaisille liikennejärjestelyille. Koska mahdolliset ajolankoihin kohdistuvat toimenpiteet pyritään ajoittamaan raitiotieliikenteen kannalta otollisimpaan aikaan, muodostuu erikoiskuljetusten aikatauluttaminen varsin kriittiseksi tekijäksi, sillä rakennetussa ympäristössä toimivien odotuspaikkojen järjestäminen erikoiskuljetukselle on usein varsin haasteellista. Lisäksi erityisesti pidempikestoisten toimenpiteiden osalta voi syntyä tarve korvaavan joukkoliikenteen järjestämiselle. Erikoiskuljetuksille korkeuden osalta haitaksi saattavat muodostua myös ajolankojen ripustimet ja niihin liittyvät kannatinvaijerit ajettaessa raitiotien rinnalla. Kuljetusten korkeutta pyritään vähentämään erityisesti rakennetussa ympäristössä kuormaamalla kuljetettavat esineet mahdollisimman alhaalle matalan lavetin päälle, mikä taas osaltaan pienentää kuljetusten maavaraa ja aiheuttaa riskejä mm. kiskojen päälle jumiin jäämisestä liittymäalueilla.

**Leveille ja pitkille erikoiskuljetuksille haasteita aiheuttavat raitiotiereittien lähetyillä erityisesti kääntymiset.** Kääntymistarpeet muodostavat liittymiin suuren tilantarpeen, jolloin etenkin ahtaampien liittymien tilavaraukset eivät välttämättä riitä kuljetukselle. Kuljetuksen renkaiden vaatiman kantavan tilan lisäksi esimerkiksi raitiotien pylväät, puusto, liikennemerkkit, liikennevalot sekä korkeat reunatuet voivat muodostua kuljetuksen kannalta haasteiksi (kuva 4). Ne saattavat muodostaa erikoiskuljetuksille ns. porttivaikutuksen, jossa kiinteä este sijoittuu molemmin puolin kuljetuksen käyttämää tilaa. Osittain erityisesti pitkillä ja leveillä kuljetuksilla voi

olla paikoitellen tarve ajaa myös raitiotiekiskoja päällä tai rinnalla siten, että kuljetuksen kuorman ulottuma estää normaalin raitiotieliikenteen. Tämä edellyttää korostunutta tarvetta vuoropuhelulle erikoiskuljetusten sekä raitiotien liikennöinnistä ja liikenteen ohjauksesta vastaavien tahojen kesken. Satunnaiset toimenpiteet ja häiriöt raitioteiden osalta ovat hyväksyttävissä, mutta säännölliset raitiotieliikenteeseen vaikuttavat erikoiskuljetustarpeet aiheuttavat raitiotieliikenteen teelle kohtuutonta haittaa. Pääasiassa raitiotielle toimenpiteitä aiheuttavat kuljetukset pyritään ajamaan öisin raitieliikenteen yökatkon aikaan. Raitiotielinjojen pidentyminen raitiotiejärjestelmien laajenemisen seurauksena aiheuttaa paikoin kasvavia haasteita raitieliikenteen yökatkon lyhentymisen tai sen puuttumisen vuoksi.



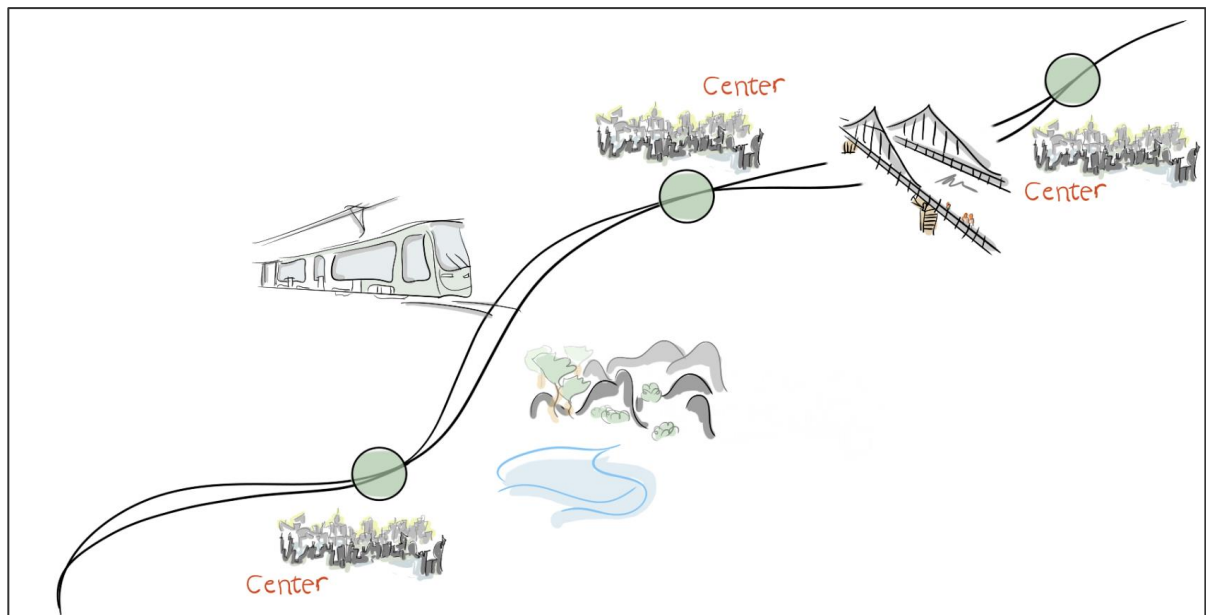
**Kuva 4. Raitioteiden ja erikoiskuljetusten yhteensovittamisessa on lukuisia huomioitava näkökulmia.**

Erikoiskuljetusten ja raitioteiden yhteensovittamisen osalta on syytä ottaa huomioon myös se, että osa erikoiskuljetuksista on hyvin raskaita. Tavallisesti kuljetuksen painolla ei ole vaikutusta kiskoihin tai kiskoja alusrakenteisiin, koska esimerkiksi kiskon alusrakenteet on mitoitettu teknisesti jo itsessään raskaalle raitiovaunulle. Erikoiskuljetuksen paino raidealueella myös jakautuu useammalle akselille. Erikoiskuljetukset kulkevat renkailla, joten esimerkiksi telaketjuilla kulkevia ajoneuvoja ei määritellä erikoiskuljetuksiksi. Mikäli kyseessä olisi kuitenkin jotenkin muilla kuin renkailla kulkeva ajoneuvo, on ennen kuljetusten suorittamista syytä varmistua siitä, ettei kuljetus aiheuta vaurioita myöskään ylitettävälle kiskolle. Erikoiskuljetus ei saa ajaa raitiotien vaihtealueella.

Tilankäytöllisesti haasteita muodostaa erityisesti tilanne, jossa raitotietä suunnitellaan olemassa olevaan kaupunkirakenteeseen, jolloin kaikille toiminnoille ei välttämättä riitä optimaalista tilaa. Myös toimintojen tavoitteet voivat olla ristiriitaisia keskenään. Raitiotien "jäykän" luonteen ja pylväiden tarkan sijoittelun vuoksi sen reitti linjataan yleensä ensimmäiseksi, jonka jälkeen muut toiminnot ja kulkumuodot sovitetaan kadulle. Erikoiskuljetukset on huomioitava esimerkiksi liittymien toimivuutta, viihtyisää kaupunkiympäristöä ja katupuita suunniteltaessa. Ratkaisu on kompromissi raitiotien linjauksen, erikoiskuljetuksen suorittamisen helppouden sekä katutilan viihtyisyyden ja turvallisuuden välillä. Kompromissin on mahdollistettava erikoiskuljetusten kulkeminen, mutta sitä ei välttämättä tarvitse mahdollistaa kovinkaan sujuvaksi etenkin reiteillä, joilla erikoiskuljetuksia kulkee harvoin. Toiminnallisista ja liikenteellisistä syistä johtuen raitiotie pyritään yleensä linjaamaan keskelle katuja. Tällöin muut liikennemuodot, kuten jalankulku ja pyöräily sekä autoliikenne ovat tavallisesti selkeimmin järjestettävissä raitiotieväylän rinnalle sen molemmin

puolin. Raitiotien linjaus kadun reunassa on kokemusten mukaan aiheuttanut haasteita liikenneturvallisuudessa ja liikennenympäristön ymmärrettävyydessä.

Raitiotien ja erikoiskuljetusten tarpeet ovat siis herkästi ristiriidassa keskenään. Raitiotie on geometrialtaan ja toiminnaltaan yleensä määrittävä elementti, joka vaikuttaa myös ympäristönsä maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteen kehittymiseen. Raitiotien ja etenkin sen pysäkkien ympärille tavoitellaan tiivistä ja tehokasta maankäyttöä ja kaupunkirakennetta. Pysäkkien avulla raitiotie kytkeytyy muuhun kaupunkirakenteeseen ja erityisesti jalankulun reitteihin. Pysäkkien alueilla on myös erityisiä vaatimuksia kaupunkikuvan, liikenneturvallisuuden sekä esteettömyyden suhteen.



**Kuva 5. Raitioteiden pysäkkien ympärille suunnitellaan tavallisesti tiivistä kaupunkiympäristöä.**

Erikoiskuljetukset puolestaan ovat välttämättömiä yhteiskunnan toiminnan ja elinkeinoelämän kannalta, joten niiden kulkeminen on mahdollistettava. Erikoiskuljetukset vaativat kulkeakseen tyypillisesti paljon tilaa ja raskaita massoja kantavan kadun rakenteen. Tämä on ristiriidassa edellä mainittujen raitiotien tavoitteiden kanssa synnyttäen kompromisseja esimerkiksi jalankulukupainotteisten alueiden sekä kaupunkitilan viihtyisyyden suhteen, kun muun muassa katupuiden ja viheralueiden käyttöä joudutaan rajoittamaan. Erikoiskuljetusten vaatiman tilavan katutilan puitteissa on riski ajoneuvojen nopeuksien kasvamiselle ja liikenneturvallisuuden heikkenemiselle. Lisäksi jalankulkijoiden kadunylitysten pituudet kasvavat. Näistä syistä johtuen erikoiskuljetusreitin risteämistä tulee välttää erityisesti raitiotiepysäkin läheisyydessä.

### 3.3 Raitiotiehankeista

Espoon ja Helsingin alueella on rakenteilla pikaraitiotie Raide-Jokeri, jonka liikennöinnin on tarkoitus alkaa vuonna 2024. Helsingin alueella Kruunusiltojen raitiotiehanke yhdistää Hakaniemen kohti Laajasalaa kulkevaan uuteen raitiotieyhteyteen, jonka käyttöönoton on suunniteltu tapahtuvan vuonna 2026. Vantaan raitiotien yleissuunnitelma valmistui vuonna 2019 ja jatkosuunnittelu tähtää rakentamispäätökseen vuonna 2023. Vantaan raitiotien tavoiteltu valmistumisvuosi on 2028. Lisäksi Helsingin seudulla on käynnissä useita muita raitiotiehankeita. Kantakaupungin rai-

tiotiejärjestelmää laajennetaan Jätkäsaarella, Ilmalassa, läntisen kantakaupungin alueella ja Kallastama–Pasila-reitille. Pikaraitiotieverkkoa suunnitellaan laajennettavaksi mm. Vihdintien, Tuusulanväylän ja Viikin–Malmin suunnille.

Tampereen pikaraitiotie aloittaa liikennöintinsä ensimmäisellä osalla elokuussa 2021. Tampereen raitiotien toinen osa on rakenteilla, minkä lisäksi Tampereen seudullisen raitiotien yleissuunnitelma on valmistunut vuonna 2021. Tampereen seudullisen raitiotien eri osia (Pirkkala, Ylöjärvi ja Kangasala) on suunniteltu toteutettavaksi jo 2020-luvulla sekä lähivuosikymmenten aikana. Myös Turun raitiotien yleissuunnitelma on hyväksytty vuonna 2015 ja jatkosuunnittelu yhteyksille on käynnistetty.

### 3.4 Kokemuksia erikoiskuljetusten ja raitioteiden yhteensovittamisesta

**Helsingin** kantakaupungin raitiotieverkolle ei juurikaan ole aiheutunut tiedossa olevia merkittäviä haasteita erikoiskuljetusreiteistä. HKL:n raitiotieverkolla liikkuu kuitenkin kuukausittain korkeita kuljetuksia ja verkolla on tiedossa mm. matalia siltpaikkoja esimerkiksi Pasilan alueella. Pääkaupunkiseudulla suuria kuljetuksia aiheuttavat erityisesti rakentamiseen liittyvät kuljetukset, kuten työmaille kuljetettavat elementit. Suurelementit valmistetaan pääkaupunkiseudun ulkopuolella, joten kuljetuksia saattaa saapua pidemmänkin matkan päästä. Kuljetuskaluston kehittymisen myötä 4 m korkeita elementtejä voidaan kuljettaa tarvittaessa kokonaisuudessaan noin 4,4 metriä korkeina kuljetuksina syväkuormausrävaunuilla.

Helsingin keskustassa ajohjohdinten nostotarpeita voivat aiheuttaa myös esimerkiksi yksittäiset työkoneiden kuljetukset. 7 m leveät ja korkeat kuljetukset eivät käytännössä Helsingin keskustassa pysty operoimaan ilman merkittäviä toimenpiteitä. Esimerkiksi viipalekoulun rakentaminen voi aiheuttaa lukuisia 7 metriä korkeita kuljetuksia yhteen paikkaan lyhyen ajan sisällä. Kokemuksen perustella satamiin ei suuntaudu kovin usein kantakaupungin raitiotieliikenteeseen vaikuttavia erikoiskuljetuksia.

**Tampereen** raitiotien ensimmäisellä osalla erikoiskuljetusreittien ja raitiotien kohtaamiset on pystytty suunnittelulla pääosin välttämään. Yhteensovittukseen on kuitenkin tiedossa haasteita esimerkiksi raitiotieverkon laajentuessa Pirkkalan suuntaan, sekä Naistenlahden voimalaan suuntautuvien kuljetusten osalta. Sekä Tampereella että Vantaalla on muutettu erikoiskuljetusreittejä raitiotien suunnittelun yhteydessä.

**Vantaa** on logistiikkakaupunki, jossa kulkee paljon erikoiskuljetuksia, joten erikoiskuljetukset on huomioitu jatkuvasti raitiotiesuunnittelun edetessä. Varsinkin SEKV-reitteihin on pitänyt sopeutua raitiotiesuunnittelussa. Erikoiskuljetukset tukevat osaltaan myös yritystoimintaa, ja hyvät liikenneyhteydet ja kuljetusten helppous ovat tärkeitä kriteereitä yritysten sijoittumisen kannalta. Esimerkiksi Tikkurilantie nousee esiin merkittävänä erikoiskuljetusten pääreitteinä.

Vantaalla raitiotien suunnittelun yhteydessä tehtiin samanaikaisesti selvitys erikoiskuljetusreiteistä. Selvitys koettiin hyödylliseksi, sillä sen avulla pystyttiin reaaliajassa selvittämään esiin nousseita haasteita ja neuvottelemaan reiteistä. Raitiotien yleissuunnitelmavaiheessa osa ratkaisusta jätettiin myöhempään tarkempaan jatkosuunnitteluun. Jälkikäteen on kuitenkin todettu, että nämäkin kohdat olisi kannattanut suunnitella jo yleissuunnitelmavaiheessa mahdollisimman tarkasti. Todettiin myös, että erikoiskuljetusreittejä olisi kannattanut selvittää muuallakin jo hie- man aikaisemmin. Katusuunnitelmavaiheessa suunnitteluratkaisuja vielä kyseenalaistettiin, ja paikoin raitiotie saatiin linjattua kadun keskelle, vaikka se oli alun perin suunniteltu kadun reunaan. Myös erikoiskuljetustarpeet ovat joillain alueella muuttuneet.

Erikoiskuljetusreittien merkityksestä ei ole olemassa yksiselitteistä tietoa, eli ei tiedetä, kuinka tärkeä ja kuinka usein käytetty mikäkin reitti on. Epäselvää on yleensä myös reitin todellinen tarve – onko reitti vain tavoitteellinen. Samanlaisia haasteita nykyisten erikoiskuljetusten reittitiedoista on tunnistettu myös Raide-Jokeri-hankkeessa.

### 3.5 Periaate raitiotie- ja erikoiskuljetusverkostojen yhteensovituksesta

Alle on listattu *Erikoiskuljetukset suunnittelussa* -ohjeessa esitettyjä periaatteita sekä tämän selvityksen myötä tiedostettuja erikoiskuljetusten ja raitioteiden yhteensovittamistarpeita.

Olemassa oleva raitiotieverkosto

- Erikoiskuljetusreittien ja raitioteiden risteämiskohtien määrittely
- Nykyisten alikulkukorkeuksien ja erikoiskuljetusreittien tavoitemittojen mukaisten tavoitekorkeuksien vertailu
- Ajolankojen nostomahdollisuuksien kartoittaminen: pylvästyyppien ja raitiotierakenteiden kartoittaminen risteämiskohdissa, joissa nostotarvetta
- Pysyvät korotukset yleensä pylväitä korottamalla, mikä voi vaatia korotusta useamman pylvään matkalla
- Toteuttamiskelpoisten muutosten toteuttaminen
- Risteyskohtien kirjaaminen, joissa muutokset ovat liian kalliita tai teknisesti haastavia, jotta tarpeet voidaan ottaa huomioon liikenneverkon tulevien hankkeiden yhteydessä

Suunnitteilla oleva raitiotieverkosto

- Erikoiskuljetusreittien selvittäminen hankealueella
- Erikoiskuljetusreittien ja raitiotielinjan yhteensovittustarkastelu; voidaanko erikoiskuljetusreitti tai raitiotielinjaus muuttaa siten, että ne eivät kohta
- Risteämiskohtien suunnittelu mahdollisuuksien mukaan niin, että ne eivät risteä keskenään (raitiotien sijainti poikkileikkauksessa, linjaus liittymissä, jne.)
- Tarvittaessa risteämisten suunnittelu ja toteuttaminen siten, että mahdollisimman suurten kuljetusten kulku mahdollistetaan ilman raitiotiehen kohdistuvia toimenpiteitä (esim. ajojohtimien sijoittaminen lähtökohtaisesti mahdollisimman korkealle).
- Suurimpien erikoiskuljetusten osalta raitiotiehen tai kiertoreittiin kohdistuvat tilapäiset toimenpiteet suunnitellaan mahdollisimman helposti toteutettaviksi (esim. ajojohtimen nostomahdollisuuksien tarkastelu, johtimien tilapäiset kiristys- tai purkutoimenpiteet, pylväiden tekninen toteutus nostettavuuden osalta tai nostolaitteet)

Erikoiskuljetusluparyhmä

- Luparyhmälle selkeät ohjeet siitä, mitä tietoja lupiin tulee kirjata
- Toiminnan kehittäminen erikoiskuljetustoimijoilta saadun palautteen perusteella, jotta kuljetukset sujuvat jouhevasti
- Luparyhmä ottaa vastaan tietoa tulevista hankkeista
- Luparyhmältä voi tiedustella tietoja käytössä olevista erikoiskuljetusreiteistä

### Yhteenveto luvusta 3

- Raitiotieliikenteellä ja erikoiskuljetuksilla on samoja tavoitteita: turvallisuus, sujuvuus sekä aikataulussa pysyminen.
- Niiden tarpeet ovat kuitenkin ristiriitaiset. Raitiotien ympärille tavoitellaan tiivistä yhteiskuntarakennetta ja usein jalankulkupainotteista esteetöntä ympäristöä, kun taas suurimmat erikoiskuljetukset vaativat tilaa ja yliajettavia tai purettavia rakenteita mahtuakseen liikkumaan.
- Raitiotie on suunnittelussa usein määrittävä elementti, jonka ympärille muut toiminnot sovitetaan.
- Lähtökohtaisesti reitti- ja linjasuunnittelulla pyritään välttämään raitiotie- ja erikoiskuljetusreittien konfliktit.
- Suunnittelussa tulee mahdollistaa pienempien, ilman liikenteenohjaajia liikkuvien erikoiskuljetusten kulku mahdollisimman pitkälti liikennesääntöjen puitteissa.
- Sekä erikoiskuljetusreittien että raitiotielinjausten suunnittelussa oleellinen tieto on, kuinka usein ja millaisia erikoiskuljetuksia missäkin liikkuu. Tätä tietoa on nykyisin huonosti olemassa.
- Raitiotielinjojen pidentyminen aiheuttaa haasteita raitieliikenteen yökaton hyödyntämiseen kuljetuksen suorittamiseksi.

## 4. RATKAISUMALLIT ERIKOISKULJETUS- JA RAITIOTIEREITTIIEN KONFLIKTIPISTEISSÄ

### 4.1 Lähtökohtia ratkaisumallien valintaan

Kuten kaikkien liikennemuotojen vaatiman infran, myös raitioteiden ja erikoiskuljetusten yhteensovitusta tulee tutkia aina tapauskohtaisesti. Yhteensovituksessa tulee huomioida esimerkiksi kunkin alueen paikalliset tavoitteet, mahdollisesti olemassa oleva liikenneympäristö ja toleranssi tavoitteiden joustavuudessa. Raitioteiden ja erikoiskuljetustenkin tapauksessa on kuitenkin tunnistettavissa tiettyjä reunaehtoja, joiden puitteissa yhteensovitusta voidaan tutkia. **Erikoiskuljetusreittejä ja niiden vaatimuksia kannattaakin tarkastella raitiotiehankkeessa jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa**, jolloin on mahdollista keskustella tarvittavasta ajoneuvokalustosta sekä tutkia jopa erikoiskuljetusreitin (tai raitiotien) linjaamista toisin ja välttää täten konfliktipisteiltä kokonaisuudessaan.

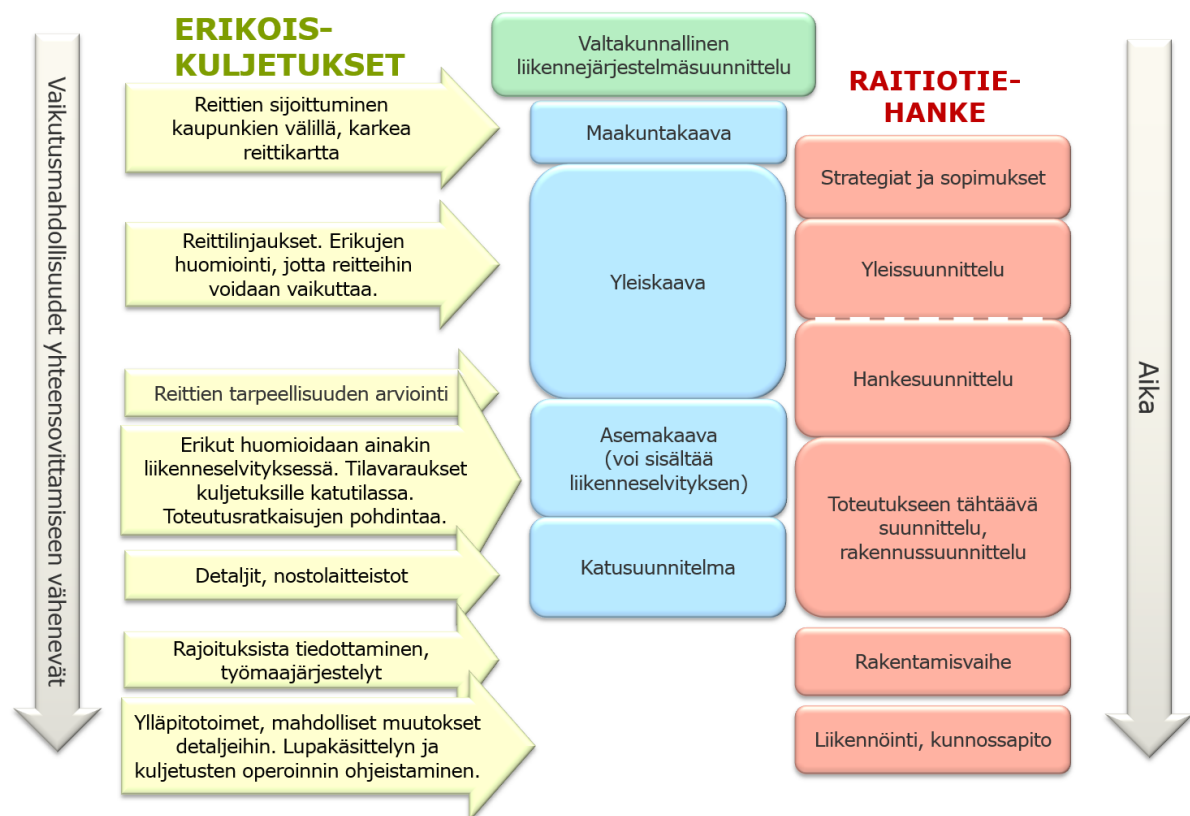
Raitioteiden teknisiin ratkaisuihin liittyy paljon rajoitteita, jotka rajoittavat sopivimpien ratkaisujen valintaa. Raitioteiden sähköistysjärjestelmät perustuvat pitkäaikaiselle tekniselle kehitykselle, jossa tietyt periaatteet ovat vakiintuneet ajan saatossa osaksi vaunujen ja niiden virroittimien sekä ajojohdinjärjestelmän mitoitus. Esimerkiksi ajojohtimen korkeuden suunnitteluperiaatteiden muutokset eivät siten ole teknisesti mahdollisia ilman muutostarpeita vaunukaluston mitoittamiseen ja vaikutuksia kaluston yhteensopivuuteen eri järjestelmien kesken. Ajolangan sijoittaminen nykyistä korkeammalle edellyttäisi nykyistä korkeammalle ulottuvien virroittimien käyttöä, mikä rajoittaisi vastaavasti ajolangan matalinta toimintakorkeutta ja vaikeuttaisi matalien silta- paikkojen alittamista.

Raitiotieliikennettä ja erikoiskuljetuksia määrittelevät ja ohjaavat muiden muassa:

- Tieliikennelaki
- Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä
- Maankäyttö- ja rakennuslaki
- Traficomien määräys erikoiskuljetuksista ja erikoiskuljetusajoneuvoista
- Kaupunkien strategiat ja liikennepolitiikka
- Sopimukset ja strategiat (esim. SEKV)
- Erikoiskuljetuksien lupaehdot
- Suunnitteluohjeet ja selvitykset

#### 4.2 Suunnittelun vaiheet

Raitioteiden ja erikoiskuljetusten suunnittelua tehdään useassa eri vaiheessa ja yksityiskohtaisuus tarkentuu suunnittelun edetessä (kuva 6). Mitä ylemmällä suunnittelutasolla ratkaisuja tehdään ja haasteita havaitaan, sitä enemmän on olemassa vaikutusmahdollisuuksia suunnitteluratkaisuihin. Lähemmäs toteutusta mentäessä ratkaisut muuttuvat yksityiskohtaisemmiksi ja ratkaisuvaihtoehtojen määrä vähenee.



**Kuva 6. Periaatekuva erikoiskuljetusten vaikutuksista sekä kaavoituksen ja raitiotiehankkeen vaiheista suhteessa toisiinsa.**

Suunnittelun ja kaavoituksen on mahdollistettava riittävät ratkaisut erikoiskuljetuksille. Erikoiskuljetusreittien tarpeiden ennakointi perustuu erikoiskuljetuksia tarvitsevien paikkojen tunnistamiseen. Mitä vähemmän kaavoissa on rajoituksia, sitä vapaampaa jatkosuunnittelu on. Kaavahankkeisiin voidaan myös sisällyttää liikenneselvitys, jossa käsitellään erikoiskuljetuksia.



**Yleiskaavavaiheessa** raitioteiden reitit kuvataan yleensä yhteystarpeina. Samanaikaisesti tulee selvittää olemassa olevat erikoiskuljetusreitit, niiden kokoluokat ja erikoiskuljetuksia aiheuttavat kohteet sekä arvioida potentiaalisia haasteita. Suunnittelussa tulee huomioida myös mahdolliset yleiskaava-alueen ulkopuolelle suuntautuvat erikoiskuljetustarpeet. Yleiskaavoituksessa raitioteiden ja erikoiskuljetusreittien yhteensovitusta vaikeuttaa se, että raitiotien rakentaminen muuttaa alueen maankäyttöä, eikä tulevia erikoiskuljetustarpeita vielä välttämättä tiedetä. Toisaalta myös olemassa oleva erikoiskuljetusreitti tai -tarve voi poistua joltakin alueelta.

**Raitiotien yleissuunnitelmassa** voidaan esittää eri linjausvaihtoehtoja ja suunnitellaan esimerkiksi pysäkkien ja varikkojen ja alustavat sijainnit. Viimeistään **hankesuunnitelmassa** päätetään toteutettava raitiotielinjaus ja suunnitelmia tarkennetaan niin, että hankkeen toteutuslaajuus ja kustannusarvio voidaan määrittää. Yleis- ja hankesuunnitelmavaiheet voidaan myös yhdistää. Viimeistään yleissuunnitelmavaiheessa on syytä selvittää tarkemmin raitiotien vaikutusalueen erikoiskuljetusreittejä ja -tarpeita sekä aloittaa niiden yhteensovittaminen raitiotiesuunnitelmien kanssa.

**Asemakaavavaiheessa** määritellään katujen tilavaraukset ja voidaan jo alustavasti suunnitella rakenteiden, kuten portaalien, sijainteja sekä tehdä erikoiskuljetusten ajouratarkasteluita. Raitiotien osalta yleissuunnitelma toimii usein asemakaavoituksen lähtökohtana. Erikoiskuljetusreitteihin voi olla jo liian myöhäistä vaikuttaa. Hyvä hetki erikoiskuljetusreittien tarkemmalle tarkastelulle voisikin olla viimeistään ennen asemakaavoitusta, jossa määritellään periaatteelliset ratkaisut toteutussuunnitteluun.

Haasteen suunnittelulle muodostaa eri suunnitteluvaiheiden tarkkuus ja tarkoitus. Esimerkiksi raitiotien yleispiirteinen suunnittelu voi olla irrallinen suunnitteluvaihe itse kaavaprosessista ja sillä voidaan pyrkiä ratkaisemaan eri linjausvaihtoehtoja jatkosuunnittelun tueksi, jolloin tarkempi erikoiskuljetusreittien tarkastelu voidaan kokea turhan raskaaksi. Tällaisessakin suunnittelussa tarkastelua voitaisiin kuitenkin tehdä yleispiirteisemmin ja kirjata tunnistetut haasteet ja kysymykset, jotta ne voitaisiin ratkaista viimeistään raitiotiehankeen hankesuunnitteluvaiheessa.

Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa vaikutusmahdollisuudet reittien uudelleen järjestelyyn ovat hyvin vähäiset, tai mikäli reittejä selvitetään, saattaa se vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi suunnittelun aikatauluun, koska reittitiedot toimivat monesti suunnittelun lähtötietoina. Hankesuunnitteluvaiheen jälkeisessä, rakentamiseen tähtäävässä suunnittelussa onkin useasti järkevää keskittyä enää yksityiskohtaisiin ratkaisuihin risteämiskohtien osalta.

**Katu- ja rakennussuunnittelussa** tilavaraukset sekä rata- ja sähköistysuunnitelmat tarkentuvat sekä suunnitellaan yksityiskohdat, kuten pylväiden tarkat sijainnit sekä työnaikaiset järjestelyt.

#### 4.3 Ratkaisut liikenneympäristössä

Sekä raitioliikenteen että erikoiskuljetusten näkökulmasta ihanteellisinta olisi, että suunnittelulla pystyttäisiin välttämään raitioliikenteen ja erikoiskuljetusten kohtaaminen ja risteäminen kokonaan.

Konfliktipisteiden välttämiseksi ja ratkaisemiseksi voidaan huomioida esimerkiksi seuraavia näkökohtia:

- Erikoiskuljetusreitin (tai raitiotien) linjaaminen tai sijainnin määrittäminen katupoikkileikkauksessa siten, että konfliktipisteiltä välttyään
- Raitiotien pylväiden muodostama este- ja porttivaikutus ja erikoiskuljetuksen paikka katupoikkileikkauksessa
- Raitiotien ajolankojen asettamat korkeusrajoitukset ja keskustelu tarvittavan erikoiskuljetuskaluston koosta (leveys, korkeus, pituus) ja reittien kokoluokasta mahdollisuuksien mukaan tinkiminen.
- Ajojohtimien sijoittaminen paikallisesti mahdollisimman korkealle.
- Mahdolliset erikoisratkaisut, kuten nostolaitteiston käyttö.

Läheskään aina erikoiskuljetukselle ei kuitenkaan pystytä järjestämään reittiä, jolla olisi täysin vapaa kulku. Tällöin erikoiskuljetusreitillä voidaan hyödyntää esimerkiksi seuraavia ratkaisuja:

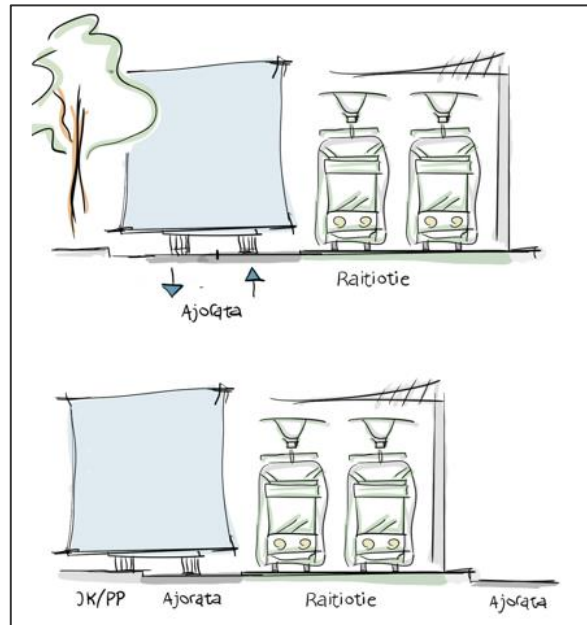
- Matalia korokkeita/keskisaarekkeita sekä yliajettavia alueita
- Kuljetuksen ajamista erotuskaistan, jalkakäytävän tai pyörätien alueella
- Kantavia kasvualustoja ja puuritolaitteita, jolloin voidaan tehdä normaalia kapeammat viherkaistat. Kasvualusta voidaan tällöin sijoittaa osin jalankulku- ja pyöräväylän tai pysäköintipaikkojen alle.
- Irrotettavia liikennemerkkipylväitä, portaaleja ja liikennevalopylväitä
- Yhteiskäyttöpylväitä, joilla vähennetään kadun kalusteiden määrää
- Katupuiden sijoittamista kadun reunalle jalankulku- ja pyöräväylän taakse
- Raitiotien sähköratapylväiden sijoittamista vain radan toiselle puolelle, keskelle rataa tai ajoratojen ulkopuolelle.
- Yksittäisten risteämiskohtien ajojohtimien ripustusratkaisujen suunnittelu ja toteutus helposti purettaviksi. Joillakin ripustusratkaisuilla tämä voi aiheuttaa tarpeen rajoittaa raitiotien nopeutta.
- Sähköratapylväiden ja ajojohdinten lisäksi raitiotien muu tekniikka tulee sijoittaa siten, ettei erikoiskuljetuksen vaatimassa tilassa ole kiinteitä esteitä (esim. laitekaapit)
- Kuljetuksen ajamista normaalin liikennesuunnan vastaisesti

Erikoiskuljetusreitillä toteutettavia toimenpiteitä on käsitelty laajemmin Kuntaliiton vuonna 2019 julkaisemassa ohjeessa [Erikoiskuljetukset suunnittelussa](#).

Käytännön suunnitteluratkaisuja tehtäessä on tärkeää selvittää, kuinka tärkeä erikoiskuljetusreitti on kyseessä ja kuinka usein kuljetuksia menee. Esimerkiksi hyvin harvoin kulkevan isonkin kuljetuksen tieltä voidaan tarvittaessa purkaa melko kookkaitakin kiinteitä esteitä, kuten portaaleja. Tärkein näkökulma on tällöin tarkistaa, että ajoneuvo pystyy operoimaan kohteeseen purkutoimenpiteiden jälkeen. Purkutoimenpiteiden on myös hyvä olla suhteellisen paikallisia, jotta toimenpiteitä ei jouduttaisi tekemään samalla reitillä useassa kohdassa.

Raitiotien ympäristö on tyypillisesti **esteettömyyden erikoistasoon** tähtäävää kaupunkiympäristöä. Esimerkiksi raitiotiepysäkeillä esteettömyys on keskeinen suunnittelun lähtökohta, joka tulee myös ottaa huomioon erikoiskuljetusreitin suunnittelussa. Pysäkkilaiturit vievät oman tilansa katupoikkileikkauksesta. Laiturit ovat esteettömyysvaatimusten vuoksi tavanomaisia jalkakäytäviä korkeampia, joten erikoiskuljetukset mahdollistavien matalampien reunakivien käyttö ei ole mahdollista eikä pysäkkilaituria voi ylittää. Pysäkkilaitureiden korkeus kiskon selästä mitattuna on yleisesti noin 30 cm. Lisäksi pysäkeillä on kiinteitä rakenteita, kuten katoksia, penkkejä ja aika-taulunäyttöjä. Ajokaistat voivat olla muuta katu kapeampia pysäkkien kohdalla. Usein pysäkkien

ympäristössä on myös tiivistä maankäyttöä. **Raitiotien ja erikoiskuljetusreitin yhteisiä linjauksia ja risteämisiä tulisikin erityisesti välttää lähellä pysäkkialueita**, sillä erikoiskuljetuksen vaatimat olosuhteet ovat tavallisesti ristiriidassa toivotun jalankuuympäristön kanssa. Pysäkkien alustavat sijainnit määritellään jo aikaisessa vaiheessa raitiotien yleissuunnitelmassa, mutta niiden sijainnit ja tilavaraukset tarkentuvat vielä asemakaavoituksessa ja katusuunnitelmassa.



**Kuva 7. Erikoiskuljetusajoneuvon ja raitiotien yhteensovitusta voidaan toteuttaa erilaisilla rakenteellisilla ratkaisulla. Myös katuymäristö tulee yhteensovitaa erikoiskuljetusten suhteen.**

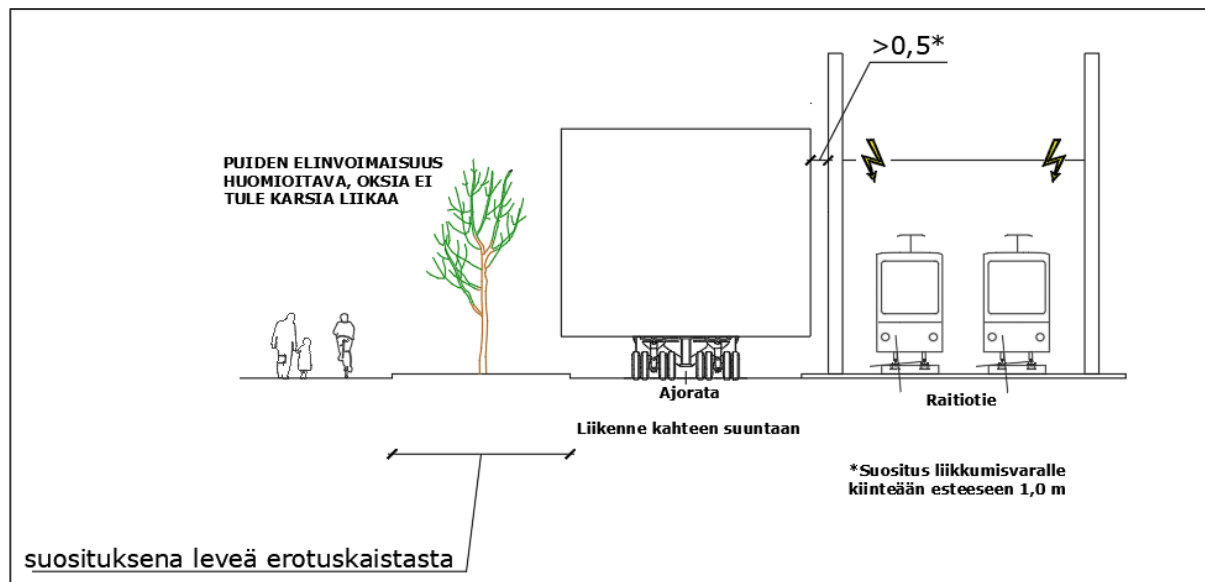
#### 4.3.1 Katupuut

**Katupuut** voivat muodostaa erikoiskuljetukselle pitkän, jatkuvan esteen, kun taas esimerkiksi portaalit ja liikennevalopylväät ovat pistemäisiä esteitä. Erityisesti katupuiden ja raitiotiepylväiden muodostama pitkä nauhamainen este voi sulkea tietyn reitin kokonaan erikoiskuljetuksilta. Myös puun latvus voi ulottua pitkälle ajoratojen päälle. Toisaalta puut ja vihheralueet lisäävät ympäristön viihtyisyyttä ja ovat keskeinen osa katukuvaa, jonka raitiotie mahdollistaa.

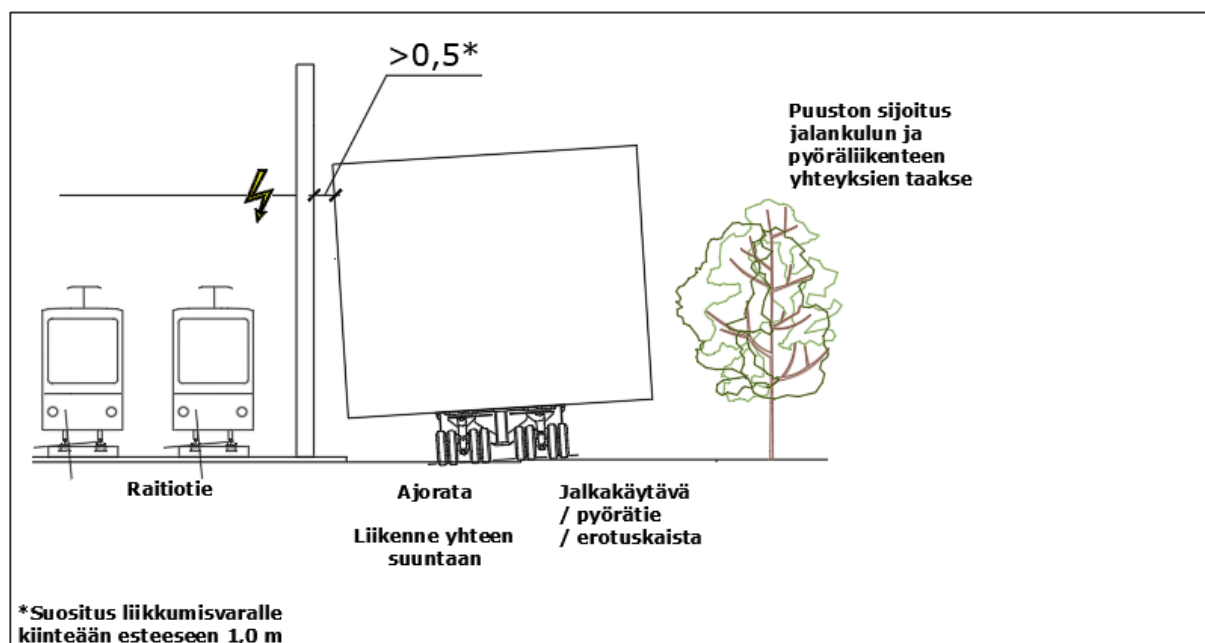
Esimerkiksi Tampereen kaupungilla on katupuurekisteri ja katutilavalvonnalla katupuulinjaus. Kaupungin arboristit hoitavat puut ja niiden karsimisen tarvittaessa. Katupuut ovat laissa suojattuja ja niiden tärvelemisestä aiheutuu sanktio. Oksakorkeus pyritään pitämään 4,8 metrissä (eli oksiston alla on 4,8 m vapaata tilaa), eli käytännössä oksisto karsitaan 5 metriin. Jalankulku- ja pyöräilyväylän puolella oksisto voidaan pitää 3 metrin korkeudessa. Erikoiskuljetusreitillä oksisto pitäisi nostaa korkeammalle, mutta suurimpien erikoiskuljetuksen vaatimaan 7 metrin korkeuteen puiden oksistoja kuitenkin ei voida karsia. Jos oksistoa karsitaan liikaa, lehtipinta-ala vähenee liikaa eikä puun elinvoima riitä. Myös kadun tilakokemus ja viihtyvyys kärsivät, jos oksistot on nostettu suhteettoman korkealle.

Raitiotielinjan ja erikoiskuljetusreittien yhteensovittamisen yhteydessä onkin hyvä tutkia myös puiden ja valaisinpylväiden sijoittumista katupoikkileikkauksessa. Puille tulisi järjestää riittävä etäisyys esimerkiksi ajorataan, jota erikoiskuljetus käyttää, tai tutkia puun sijoittamista katualu-

eella tai sen vieressä siten, että erikoiskuljetus pääsee operoimaan reitillä ilman, että puut kärsivät kuljetuksesta kohtuuttomasti. Mikäli katualueen leveys ei riitä kaikille toiminnoille, voitaisiin puiden sijoittamista harkita myös tonttien puolelle siten, että ne yltaisivat tuomaan alueelle tarvittavaa katuvihreää. Tonttien puolella oleviin viheralueiden tai istutusten pysyvyys tulisi varmistaa esimerkiksi kaavamerkinnällä. Tiivis allianssimallinen yhteistoiminta on koettu hyväksi myös katu-tilan ja viheralueiden suunnittelun näkökulmasta, jolloin esimerkiksi puiden tarpeet voidaan huomioida riittävän aikaisessa vaiheessa. Puiden sijoittelusta on esitetty periaatteita kuvissa 8 ja 9.



**Kuva 8. Esimerkki katupuun sijoittumisesta poikkileikkauksessa, jossa erikoiskuljetus varaa ajoradan kummankin ajosuunnan. Huomiota on kiinnitetty puun oksiston ulottumaan ajoratojen puolelle.**

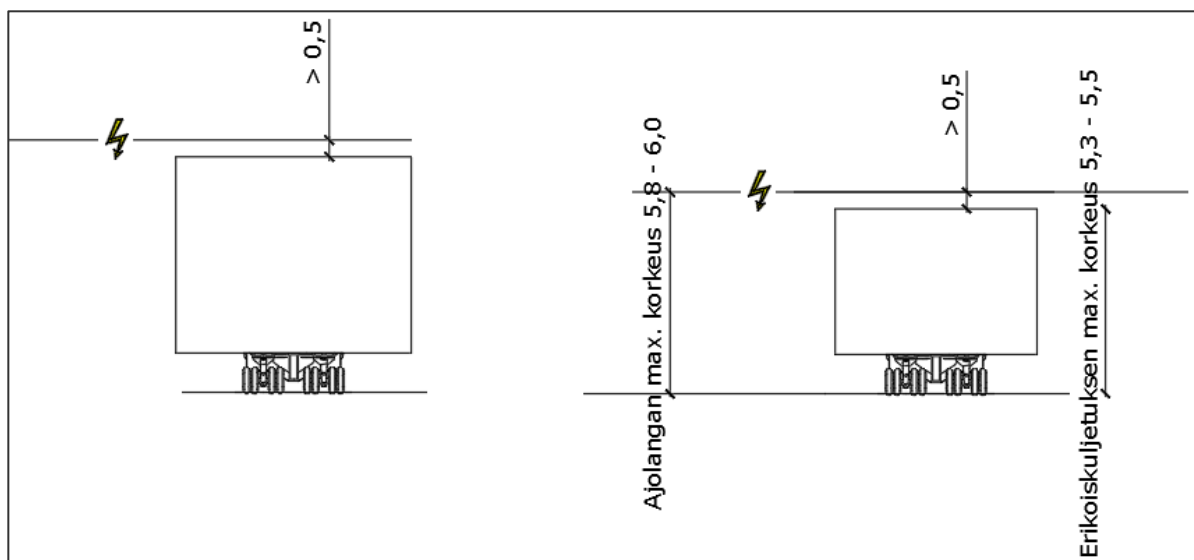


**Kuva 9. Esimerkki katupuun tai alueen puuston sijoittumisesta poikkileikkauksessa, jossa erikoiskuljetus hyödyntää operointiin ajoradan lisäksi jalkakäytävää, pyörätietä tai erotuskaistaa.**

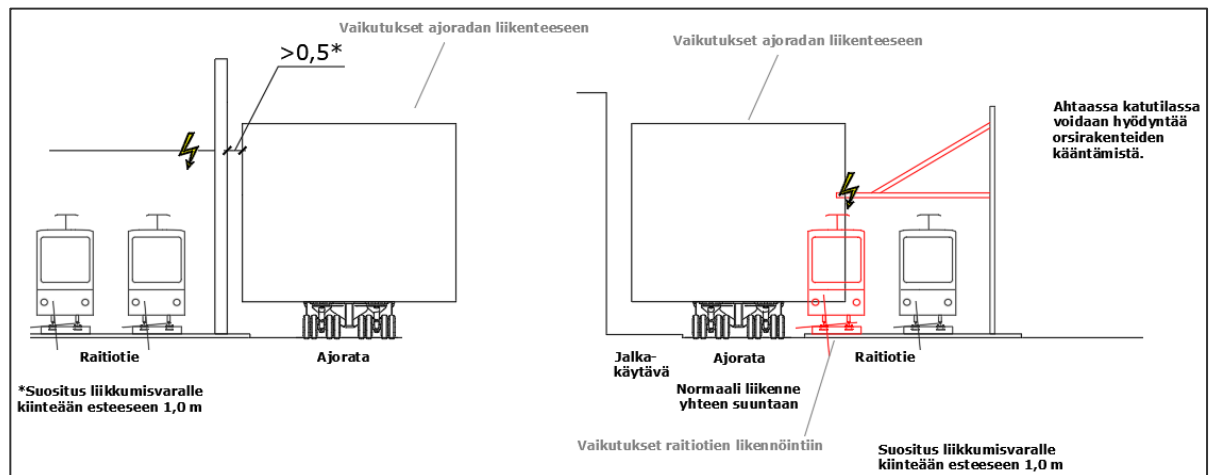
#### 4.4 Erikoiskuljetusten tilan tarve

**Erikoiskuljetusreittien ja ajoneuvojen tavoitemittaluokat** vaihtelevat tapauskohtaisesti. Erikoiskuljetusreitin tavoitemittaluokalla (esimerkiksi 7x7x40 m) tarkoitetaan mittoja, joiden mukaisen kuljetusten operointi reitillä pyritään mahdollistamaan. Reitin mitoituksen mukaisen kuljetuksen suorittaminen voi edellyttää etenkin suurempien kokoluokkien reiteillä purkutoimenpiteitä tai normaalin ajosuunnan ajokaistan tai ajoradan ulkopuolisten alueiden hyödyntämistä. Varsinaisen reittivaatimuksen lisäksi erikoiskuljetusreitillä tulee tarkistaa ei-luvanvaraisten kuljetusten operointi. Erikoiskuljetuksien osalta tarkastusajoneuvojen pituus vaihtelee tavallisesti 30–40 m välillä sekä leveys 4–7 m välillä ja korkeus 4,4–7 metrin välillä. Erikoiskuljetusajoneuvojen kokoluokkia ja tarkastusajoneuvoja on käsitelty tarkemmin Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) tutkimuksia ja selvityksiä -sarjassa osassa 32/2017 *Erikoiskuljetusajoneuvot ja niiden huomioon ottaminen ohjeissa*.

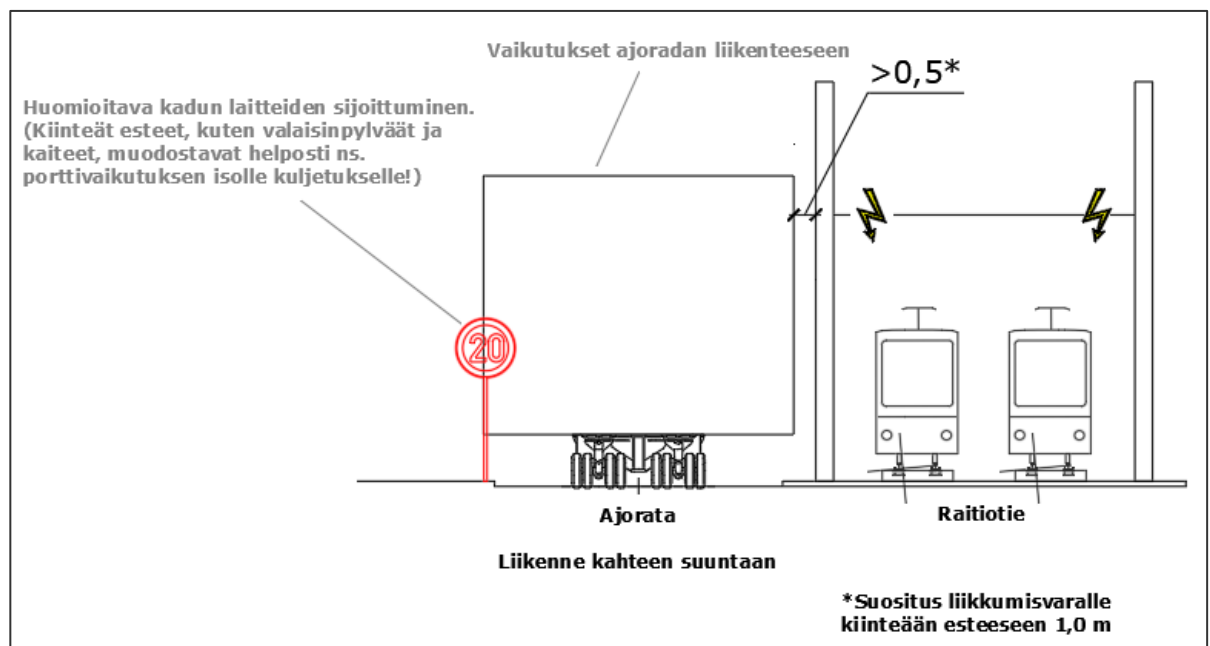
Suunnittelun apuna tarkastusajoneuvoilla simuloitavissa **ajouratarkasteluissa** on käytetty liikumavaroina reunakiveen 0,25–0,5 m ja kiinteisiin esteisiin 0,5–1,0 m. Kuljetuksen yläpuolelle tulee jättää 30–50 cm etäisyyttä kiinteisiin esteisiin, kuten portaaleihin ja siltoihin. Erikoiskuljetusajoneuvon lavetin maavara voi olla matalimmillaan alle 0,2 m, joten myös pinnan tasauksiin, kuten esimerkiksi raitiotieväylän ylityskohtaan on tärkeää kiinnittää huomioita. Raitiotien jännitteisiin osiin turvaetäisyys on SFS-EN 50122-1:2011-standardin mukaisesti vähintään 0,5 m (600–750 V jännitteellä). Kuvissa 10–14 on esitetty erikoiskuljetuksen etäisyyksiä raitiotien muodostamaan kiinteään esteeseen sekä sähköistettyihin osiin.



**Kuva 10. Erikoiskuljetusajoneuvon etäisyys raitiotien sähköistettyihin osiin tulee tavallisesti olla vähintään 0,5 m (600–750 V jännite).**

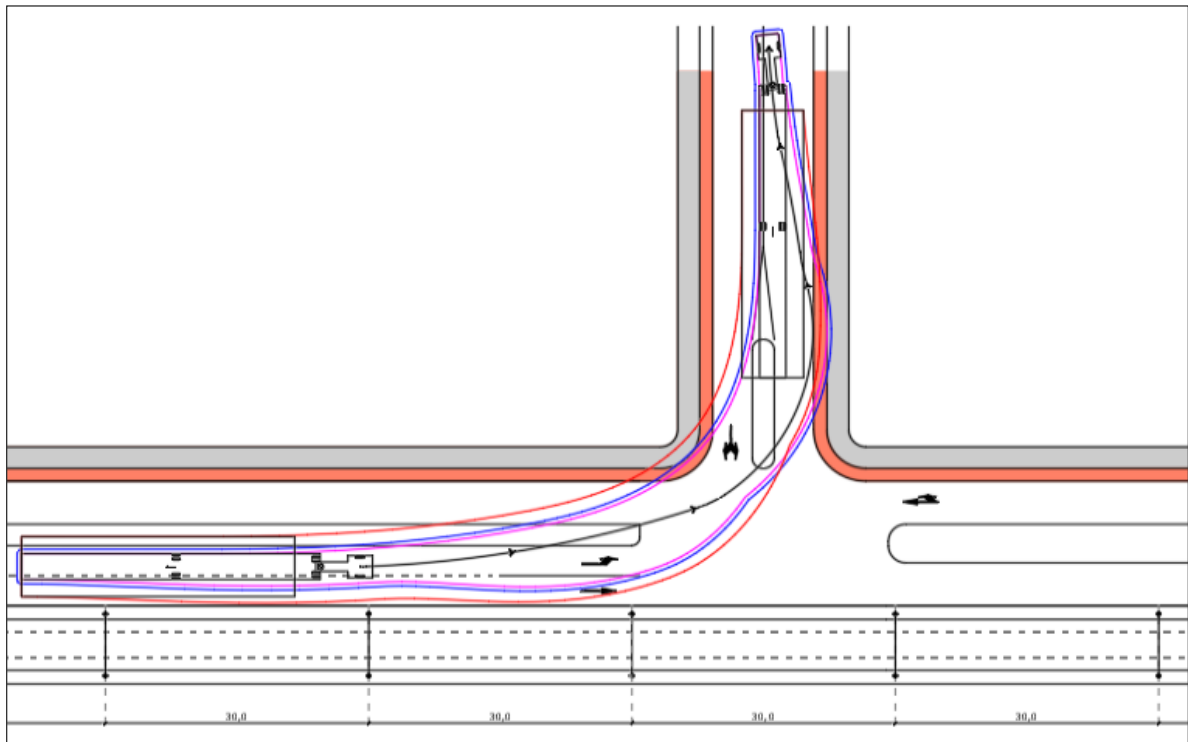


**Kuva 11. Erikoiskuljetuksen etäisyys raitiotien sähköistettyihin osiin tulee olla vähintään 0,5 m. Kuvassa reunapylvästoteutus. Orsirakenteen kääntäminen vaatii ajojohdinten ja orsirakenteiden purkamista. Rakenteita voidaan joutua purkamaan satojen metrien matkalta, mikä voi aiheuttaa jopa 1-3 päivän katkon raitioliikenteelle.**

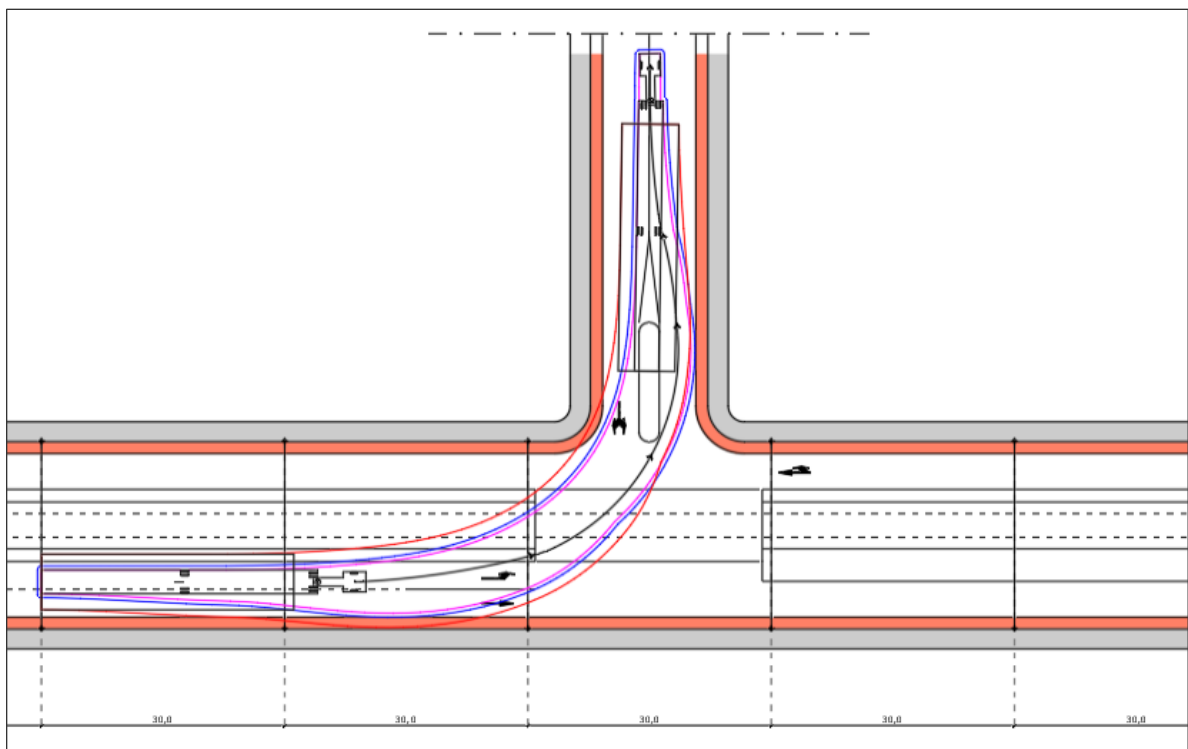


**Kuva 12. Poikkileikkaus linjaosuudella. Erikoiskuljetusreitti, raitiotielinja kadun reunassa.**

Kuvissa 13 ja 14 on havainnollistettu erikoiskoiskuljetuksen tilantarvetta liittymässä ajouramallinuksella. Raitiotien sijoittaminen omalle väylälleen ajoratojen viereen mahdollistaa koko liittymän tilan hyödyntämisen erikoiskuljetuksen kääntymiseen tai kummankin suunnan ajoradan käytön (kuva 13). Ratkaisussa ei myöskään synny erikoiskuljetukselle pitkää nauhamaista estettä.



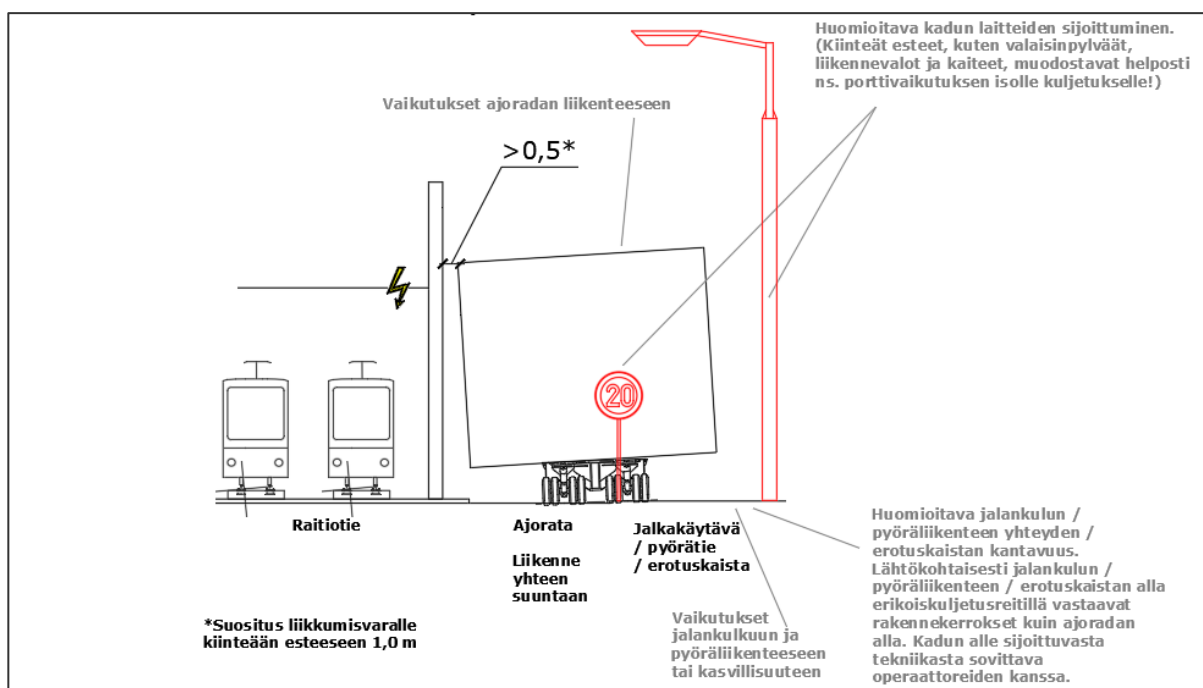
**Kuva 13. Esimerkki erikoiskuljetuksen ajourista liittymässä, jossa raitiotie kulkee ajo-neuvoväylän rinnalla.**



**Kuva 14. Esimerkki erikoiskuljetuksen ajourista liittymässä, jossa raitiotie kulkee kadun keskellä. Raitiotien pylväät on sijoitettu ajoratojen ulkopuolelle 30 m pylväsvälein ja erikoiskuljetus kulkee ajojohtimien alla.**

#### 4.5 Raskaat erikoiskuljetukset ja kantavat rakenteet

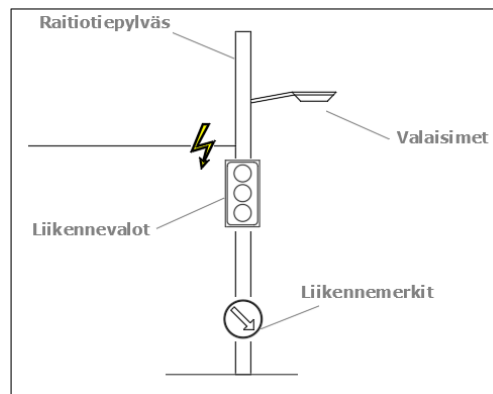
Tarvittaessa voidaan myös tutkia ratkaisua, jossa erikoiskuljetus voi hyödyntää ajoradan vieressä sijaitsevaa **jalkakäytävää, pyörätietä tai erotuskaistaa** (kuva 15). Tavallisesti tällöin jalkakäytävän, pyörätien tai erotuskaistan alla voidaan käyttää vastaavia rakenteita kuin ajoradankin alla. Haasteeksi ratkaisussa voi muodostua poikkeavan ratkaisun ja rakenteen viestiminen ja opastaminen siten, että tieto on myös kuljetuksen käytettävissä. Kadun rakenne voi vaurioitua, jos erikoiskuljetus joutuu ajamaan sellaisen rakenteen päällä, jota ei ole suunniteltu kestäämään raskaan kuljetuksen massaa. Kaikki infran vauriot eivät välttämättä näy heti, vaan niitä voi ilmetä vasta myöhemmin. Kestävien ajoradan ulkopuolisten alueiden hyödyntäminen erikoiskuljetuksen ajotilana muodostaa haasteita kadun kalusteiden ja liikenteenohjauslaitteiden sijoittelulle. Jalankulun ja pyöräilyn alueiden käyttöä kuljetuksille on hyvä punnita myös jalankulun ja pyöräilyn määrien sekä kuljetusten määrien perusteella.



**Kuva 15. Erikoiskuljetusajoneuvon reitti osittain jalkakäytävällä, pyörätiellä tai erotuskaistalla.**

Katutilan suunnittelussa myös valaistuksen, raitiotiepylväiden ja liikenteenohjauslaitteiden yhteensovittamisella sekä yhteiskäyttöpylväitä hyödyntämällä voidaan kehittää erikoiskuljetusten kulun edellytyksiä (kuva 16). Yksittäisiä liikennemerkkejä on mahdollista toteuttaa irrotettavina ja liikennevalopylväitä saranallisina.





**Kuva 16. Yhteiskäyttöpylväät vähentävät kiinteiden esteiden määrää katutilassa ja edistävät täten erikoiskuljetuksen liikennöintiä.**

Erikoiskuljetuksen massa ei yleensä aiheuta ongelmia raitiotien rakenteille, vaan ennemmin ympäröivälle kadulle ja maaperän kantavuudelle sellaisilla kadun osilla, jotka eivät normaalisti palvele esimerkiksi autoliikennettä. Maaperän painuminen voi myös ilmetä viiveellä. Raitiotiekiskot ja kiintoraiteen betonilaatat ovat hyvin kestäviä, eikä betonilaattojen alle sijoiteta elektroniikkaa. Vaihdealueen kannet ovat radan heikoin osa, eikä erikoiskuljetuksen tule ajaa vaihdealueelle. Raitiovaunun kuljettaja huomaa tavallisesti radan vaurioista johtuen epätavallisesti kiskoilla liikkuvan vaunun. Raskaan kuljetuksen tulisi ylittää raitiotie mahdollisimman kohtisuoraan joutuisasti ja tasaisella nopeudella.

Raitiovaunun massa, joka raitiotiehen kohdistuu, on akselipainojen osalta 10–12,5 t ja kokonaismassaltaan jopa yli 100 t. Lupakyselyä erikoiskuljetusten osalta radanpitäjälle suositellaan, mikäli kuljetuksen akselimassa on yli 16 t tai kokonaismassa yli 150 t. Raskaimmat kaduilla kulkevat erikoiskuljetukset voivat painaa jopa yli 400 tonnia. Ratojen yleisessä työselostuksessa (RYT:ssa) esitetään erilaiset raitiotien rakennevaihtoehdot sekä esitetään rata-alueen laatuvaatimukset. Selostuksessa esitetään myös kiskojen, vaihteenohjauksen ja yhteiskäyttöpylväiden rakentamisen periaatteet.

Tampereen Raitiotie Oy:n turvallisuusohjeen mukaan radan osilla, joita ei ole tarkoitettu tieliikenteelle (raitiolaatat, viherraitteet ja sepeliraitteet) on erikoiskuljetuskalustolla ajo radan päältä kielletty. Sekaliikenteelle tarkoitettut kiintoraidelaatat on mitoitettu siltojen suunnittelukuormilla, jotka on esitetty Väyläviraston suunnitteluperusteissa NCCI1. Erikoiskuljetusten määräävä kuorma kiintoraidelaattojen tapauksessa on kuormakaaviot LM1. Sallittu akselikuorma on tällöin 300 kN (30 tn) – ko. kuormituksen tulee siirtyä laattaan ilmatäytteisten kumipyörien välityksellä, jotka sijaitsevat vähintään 2 metrin päässä toisistaan ja peräkkäisten akselien välin tulee olla vähintään 1,2 m päässä toisistaan. Tilanteet, joissa liikennöidään poikittain yli raiteen ja raidetta pitkin eivät eroa toisistaan. Kiintoraidelaattojen osalta ei tarvitse noudattaa normaalista tieliikenteestä poikkeavia menettelyjä. Mikäli kalusto on alustatyyppiltään tai kuormituksiltaan sellaista, ettei sillä ole sallittua ajaa normaalissa tieliikenteessä tai silloilla kuormituksen vuoksi, on liikennöintiä raitiotien yli vältettävä. Mikäli ajaminen radan yli on kuitenkin välttämätöntä, radan suojaamisesta ja mahdollisten radalle aiheutuvien vaurioiden korvaamisesta on sovittava etukäteen järjestelmää hallinnoivan tahon kanssa. (Tampereen Raitiotie Oy 2020.)

#### 4.6 Raitioteiden ajojohdinjärjestelmä

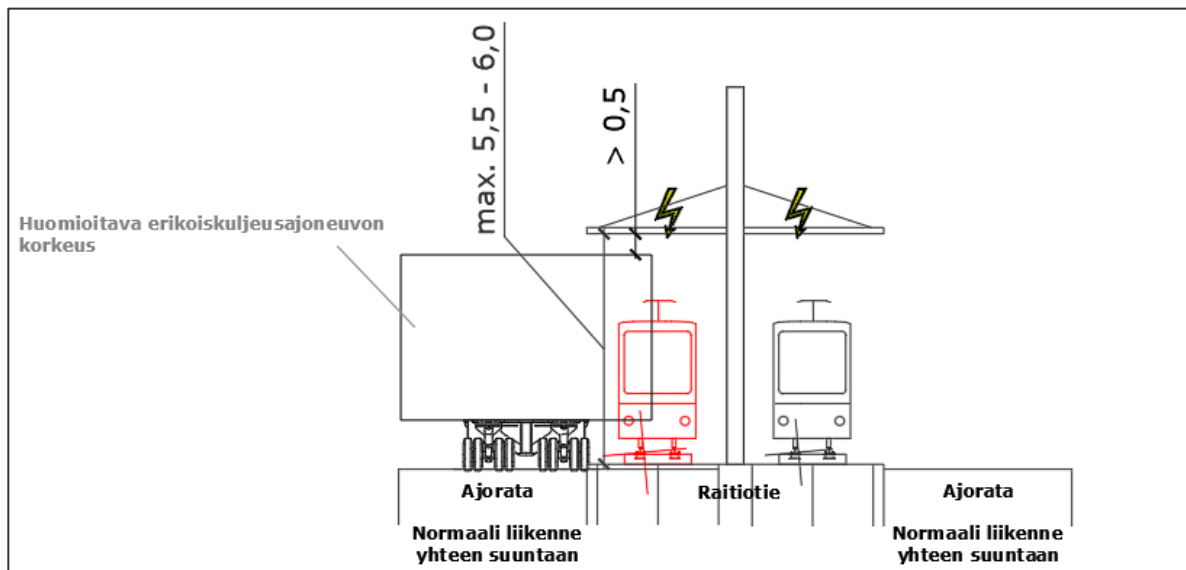
Erikoiskuljetusreiteillä **raitiotien ajojohtimien** sijoittamista lähtökohtaisestikin mahdollisimman korkealle kannattaa tutkia. Korkeasta ajolangasta ei sinänsä ole raitiovaunulle haittaa, kunhan py-sytään ajojohtimen korkeudelle määriteltyjen arvojen puitteissa, eikä ylitetä enimmäiskorkeutta. Ajolangan korkeus riippuu raitiovaunukaluston ominaisuuksista. HKL:n raitioteiden suunnitteluohjeen mukaan ajolangan korkeus vaihtelee normaalitapauksissa 4,9–5,8 metrin välillä, normaaliarvon ollen 5,5 m. Esimerkiksi Raide-Jokerissa ajolanka on korkeimmillaan jopa 6,1 m korkeudella. Tampereen raitiotiesuunnitteluohjeen mukaan ajojohdinten nimelliskorkeus on niin ikään 5,5 metriä, mutta vaihteluväli on 4,2–6 m. Ratkaisussa on varmistuttava vapaan korkeuden riittävydestä, esimerkiksi ajojohtimien ollessa 6 metrin korkeudessa voi erikoiskuljetuksen korkeus olla korkeintaan 5,5 metriä. 6 m korkea erikoiskuljetusreitti tuo yleisesti haasteita ratasähkölle. Varsinkin erikoiskuljetusreitillä kannattaa käyttää ajolankojen kannatinrakenteita, joita on tarvittaessa helppo purkaa tai tarvittaessa myös helppo korjata.

Lisäksi on huomioitava, että raitioliikenteen käytössä olevan ajolangan korkeuden muutokselle on varattava riittävän pitkä muutosmatka. Korkeuden muutosmatkaan vaikuttavat mm. ratageometria, vaunun nopeus ja virranotot. Ajolangan korkeutta voidaan muuttaa esim. suhteessa 1/100, eli ajolangan korkeuden muutos yhden metrin verran vaatii sadan metrin pituussuuntaista muutosmatkaa. Äkilliset muutokset ajolangan korkeudessa eivät ole mahdollisia, koska vaunun virroitin ei tällöin pysy kiinni ajolangassa eikä virroittimen rakenne kestä äkillisiä muutoksia. Virroitin painuu tarkkaan säädetyllä jousivoimalla ajolankaa vasten, eikä jousivoima saa olla liian iso, sillä muuten sekä virroittimen hiili että ajolanka vaurioituisivat. Jännitteetöntä ja maadoitettua, löysätyä ajolankaa voidaan pistemäisesti nostaa hieman, paikasta riippuen enintään noin 20 cm. Ajojohtimen nostoon liittyy aina ajojohtimen tai kannatinjärjestelmän vaurioitumisen riski.

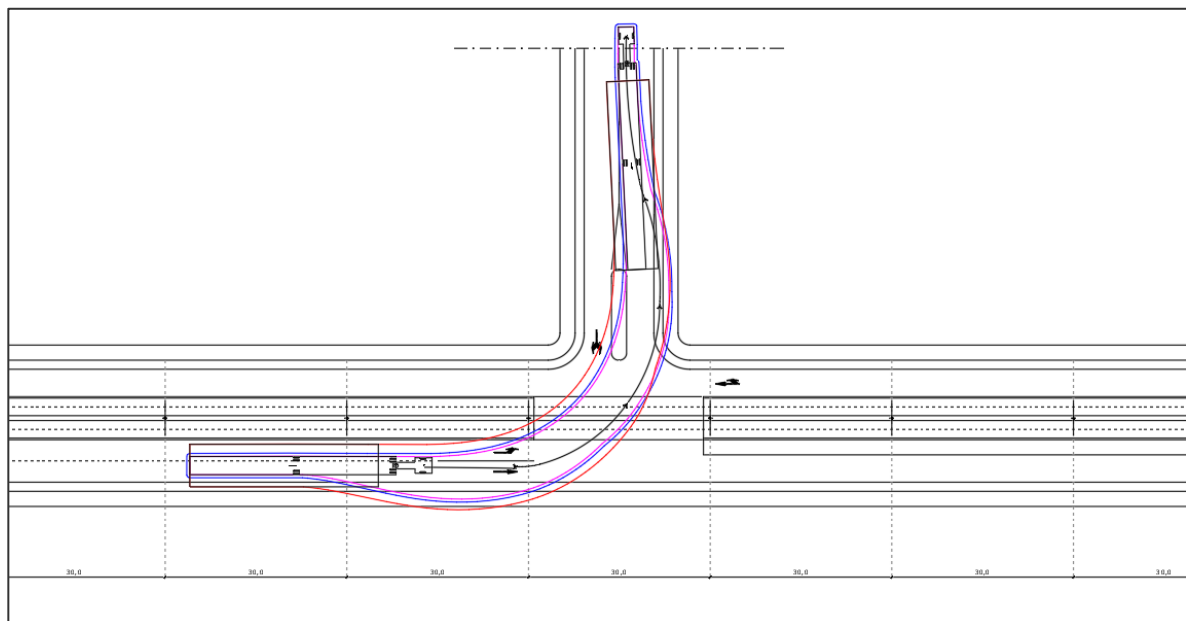
**Ratasähkösuunnittelussa** on huomioitava, että erikoiskuljetukset pääsevät ylittämään raitiotieradan yökaton aikana. Esimerkiksi Tampereen raitiotien suunnitteluperusteena on, että 5 metriä korkeat kuljetukset voivat ristetä raitiotien kanssa ilman jännitekatkoa. 5 metrin sallittu alituskorkeus mahdollistaa suurimman osan kuljetuksista suorittamisen ilman toimenpiteitä. Jännitteettömäksi kytketty ja maadoitettu ajolanka voidaan nostaa väliaikaisesti 6 metrin korkeuteen rakenteita purkamatta. Myös Raide-Jokerin suunnitteluperusteiden mukaan erikoiskuljetusreitit tulee huomioida ajojohdinjärjestelmän suunnittelussa.

Esimerkiksi Helsingissä ajantasainen tieto erikoiskuljetusreiteistä löytyy kaupungin Louhi-karttapalvelusta. Mikäli alituskorkeusvaatimukset eivät täyty erikoiskuljetusreitin ja radan risteämiskohdassa, harkitaan ajolangan nostolaitteen asentamista erikseen määritellyissä kohteissa.

Keskipylvästoteutus on ratasähkön kannalta paras vaihtoehto, mutta se vaatii hieman lisätilaa (noin 40 cm) raiteiden väliin. Kuvissa 17 ja 18 on esitetty erikoiskuljetuksen periaatteellinen tilankäyttö keskipylväällä varustetulla raitiotieväylällä.



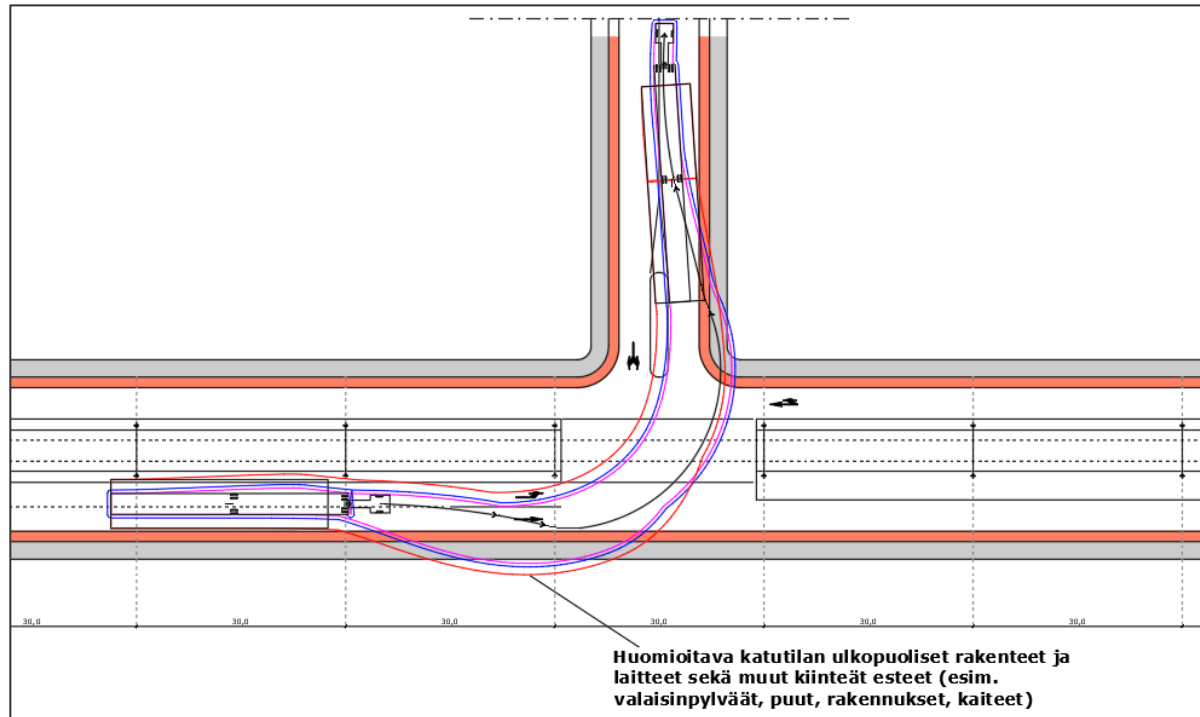
**Kuva 17. Poikkileikkaus linjaosuudelta (raitiotiellä keskipylväs), jossa erikoiskuljetuksen kuorma ulottuu osittain raitiotieväylälle sähköistettyjen osien alle. Pylväsrakenteet rajoittavat tapauksessa erityisesti erikoiskuljetuksen korkeutta.**



**Kuva 18. Raitiotien linjaosuudella, jossa on keskipylväs 30 metrin pylväsvälillä, erikoiskuljetusajoneuvo pystyy kuljetuksen korkeuden salliessa käyttämään raitiotieväylää kääntymiseen.**

Ratasähköpylvään tyyppi ja ajojohtimen ripustustapa vaikuttavat osaltaan raitiotien pylväsväliin, joka puolestaan vaikuttaa erikoiskuljetuksen kääntymisen käytössä olevaan tilaan liittymässä. Ajojohtimet ripustetaan vaijerilla tai orsilla, joita käytetään keskipylväillä ja yksipuolisilla sivupylväillä. Kääntöorsi on pylvääseen tai vastaavaan kannatusrakenteeseen kiinnitetty, eristimillä varustettu ajojohdinta kannattava rakenne, joka pääsee kääntymään vaakatasossa. Orren mahdollinen kääntäminen pois erikoiskuljetuksen tieltä vaatii ajolangan laskemista pitkältä matkalta. Ripustusväli riippuu ripustustavasta. Suoralla ripustuspisteiden väli voi olla radan suuntaisesti noin

25–60 m. Kaarteissa ripustusväli radan suuntaisesti lyhenee ja on sitä lyhyempi, mitä jyrkempi kaarre on. Raitiotiepylväiden väli on jousiripustetulla yksinkertaisella ajolangalla suoralla osuudella enintään 30 m (myös liittymäalueella). Painokiristetyllä kannattimellisella ajolangalla pylväs-väli on suoralla osuudella enintään 50–60 m. Tiheästi jatkuva nauhamainen pylväsriivi muodostaa liittymään esteen, joka muodostaa isolle erikoiskuljetukselle todennäköisesti tarpeen käyttää apuna ajoradan ulkopuolista tilaa (kuva 19).



**Kuva 19. Erikoiskuljetusajoneuvon reitti ja raitiotie risteävät. Esimerkissä 30 metrin pylväs- ja reunapylväät sijoitettuna ajoradan ja raitiotieväylän väliin.**

#### 4.6.1 Nostolaitteistot

Suomessa ei toistaiseksi ole käytössä ajojohtimien nostolaitteita raitioteillä. Esimerkiksi Helsingin raitioteiden poikki ei tällä hetkellä kulje niin tiheästi erikoiskuljetusten reittejä, että nostolaitteen asentaminen olisi kannattavaa. Nykyisessä tilanteessa kuljetusten ennakointi on tärkeää, jotta kunnossapidolla on resursseja suorittaa nostotyöt kuljetuksen aikataulussa.

Raitiotieverkon laajentuessa on kuitenkin todennäköisempää, että erikoiskuljetusten ja raitioteiden risteämiset lisääntyvät, joten esimerkiksi nostolaitteiden kaltaisia teknisiä ratkaisuja kannattaa tutkia, vaikka ylimääräisiä, myös ylläpitoa vaativia teknisiä laitteistoja kannattaakin pyrkiä myös välttämään. Nopean risteämisen lisäksi nostolaitteet voivat myös vähentää osaltaan ajolangojen nostosta ja purkamisesta aiheutuvaa kunnossapidon työkuormaa ja mahdollistavat ajankäytön tehokkaamman suunnittelun, mutta toisaalta nostolaitteiden pitäminen toimintakykyisinä edellyttää myös säännöllistä kunnossapitoa. Muiden etujen lisäksi nostolaitteet myös vähentävät ajolangan kulumista.

Risteämiskohdan tarkastelu on aina hyvä aloittaa pohtimalla erikoiskuljetusreitin tavoitteita. Mikäli korkea erikoiskuljetusreitti on vain tavoitteellinen, on syytä tutkia sen tarpeellisuutta ennen varsinaiseen suunnitteluratkaisuun päättymistä. Mikäli risteäminen voidaan järjestää muuten kuin tek-

nisellä ratkaisulla tai siltä voidaan välttyä kokonaan, on se aina parempi kuin esimerkiksi nostolaitteistototeutus. Jos risteäminen todetaan välttämättömäksi ja jos korkeita kuljetuksia risteää raitiotien kanssa usein, on syytä harkita nostolaitteen asentamista raitiotielle. Esimerkiksi Vantaan alueella, missä erikoiskuljetuksia liikennöi paljon, kannattaa nostolaitteistoja harkita yhtenä ratkaisuvaihtoehtona.

Norrköpingin kunnalta saatujen tietojen mukaan siellä raitiotielle asennettiin ajojohdinten nostolaitte vuonna 2007 helpottamaan säännöllisiä muuntajakuljetuksia satamaan (kuvat 20 ja 21). Nostolaitetta ohjataan ohjauslaiteella paikan päältä radan kunnossapitäjän toimesta. Nostolaitteen varsinainen käyttökustannus on pieni. Suurin kustannuserä syntyy henkilöstöstä, joka nostolaitetta käyttää ja valvoo erikoiskuljetuksen kulkua raitiotien ylityksessä. Kunnossapitokustannukset ovat myös matalat, pois lukien vahingot, joita syntyy, jos korkea ajoneuvo osuu laitteeseen sitä vahingoittaen tai muu ajoneuvo törmää pylvääseen. Yleensä törmäyssonnettomuuksissa onnettomuuden aiheuttajan vakuutus korvaa kulut. Nostolaitteen hyödyt perustuvat aika- ja kustannussäästöihin. Huippuaikoina korkeita erikoiskuljetuksia saattoi olla 1-2 viikossa.

Norrköpingissä nostolaitteella vältetään useiden tuntien katkot kahdella raitiolinjalla. Ennen nostolaitteen asentamista erikoiskuljetukset piti ajoittaa yöaikaan tai aikaisiin viikonloppuamuihin. Nostolaitteen ansiosta erikoiskuljetusten aikataulut on joustavampaa. Erikoiskuljetukset ajoitetaan yhä ruuhka-aikojen ulkopuolelle, mutta muulloin liikenne voidaan pysäyttää erikoiskuljetuksen vaatimaksi noin 10 minuutiksi.

Nostolaitteen huonona puolena pidetään sen aiheuttamaa uutta enimmäiskorkeutta ajolangat alitaville kuljetuksille. Ajolankojen purkaminen väliaikaisesti (jolloin erikoiskuljetuksen korkeudella ei ole merkitystä) on nostolaitteen vuoksi huomattavasti hankalampaa. Nostolaitetta harkittaessa täytyy siis ottaa huomioon kaikki mahdolliset tulevat kuljetuskorkeudet kyseisessä erikoiskuljetusreitistön kohdassa. Nostolaitteen vahingoittuessa onnettomuuden tai vian seurauksena sen korjaaminen on hidasta. Voi kestää jopa 1-2 viikkoa, ennen kuin raitioliikenne voi palata linjalle. Nostolaitteen suunnittelussa ja rakentamisessa kannattaa hyödyntää mahdollisimman paljon standardikomponentteja, jotta voidaan varmistua varaosien saatavuudesta pitkälle tulevaisuuteen. Valmistajien vaihtuvuus markkinoilla voi aiheuttaa haasteen osien saatavuudelle pitkällä aikajännteellä.



**Kuva 20. Norrköpingin nostolaitte. (Kuva: Ratatek)**



**Kuva 21. Norrköpingin nostolaite, ajojohtimet ylös nostettuna. (Kuva: Ratatek)**

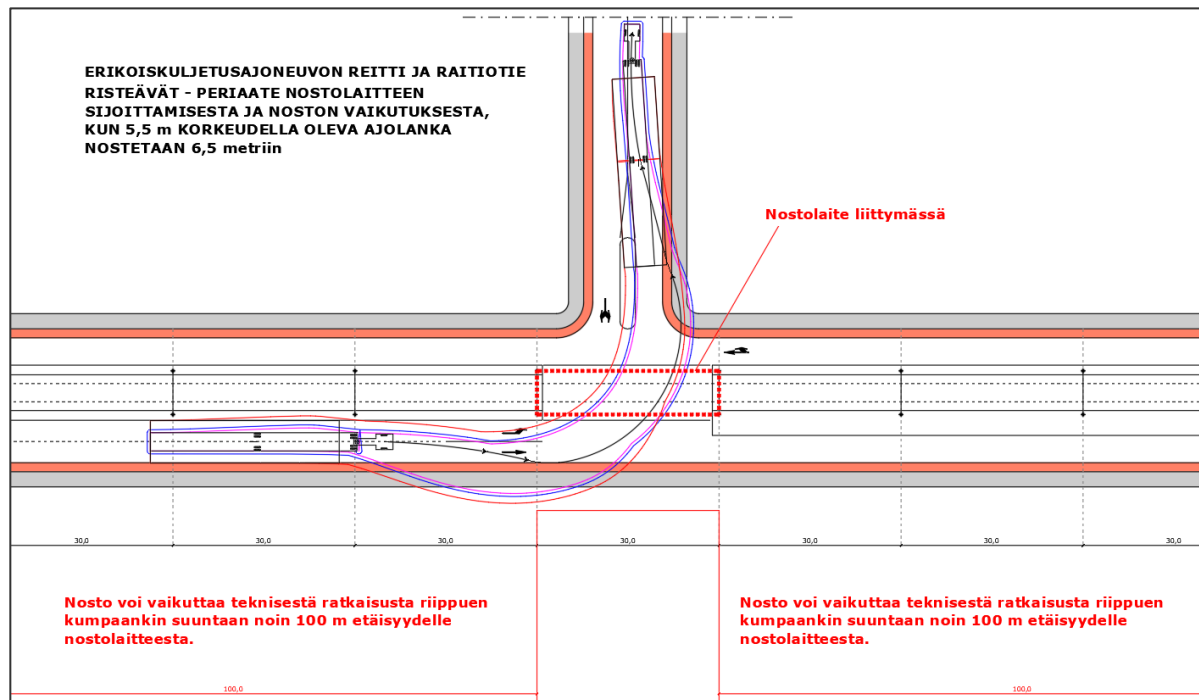
Nostolaite on mahdollista sijoittaa suoralle tai hyvin loivalle kaarreosuudelle. Kaarreosuudelle toteutus ei kuitenkaan ole suositeltavaa, koska se monimutkaistaa nostolaitteen rakennetta.

Rautateillä ja raitioteillä käytettävien nostolaitteiden toimintaperiaate on samanlainen. Ajojohtinjärjestelmän orsirakenteelle on helpompi asentaa nostolaite. Nostolaite voidaan asentaa kaiken tyyppisiin pylväs- ja kannatinrakenteisiin. Nostolaitteita on olemassa käsikäyttöisinä, jolloin asentajan on mentävä paikan päälle nostamaan johtimia, sekä sähkökäyttöisinä, jolloin niitä voidaan ohjata etäyhteydellä. Vaikka nostolaite on kauko-ohjattava, tulee siinä olla myös mekaaninen käsinkäyttömahdollisuus esimerkiksi vikatilanteita varten tai jos laitetta halutaan käyttää sähköttömänä. Nostolaitteet eivät rajoita raitiotien liikennöintinopeutta laitteen kohdalla, mutta ne voivat olla kaupunkikuvallisesti haastavia.

Nostolaitteeseen liittyy investointikustannuksen lisäksi myös ylläpitokustannuksia. Jotta laitteistosta olisi hyötyä, on sen toimintakunnossa pidettävä säännöllisellä huollolla huolta. Nostolaitteiston kunnossapidosta ja hallinnoinnista vastaa lähtökohtaisesti raitotien ratainfra haltija. Tapauskohteisesti voidaan neuvotella siitä, kuka nostolaitteinvestoinnin maksaa: kunta, radan omistaja vai käyttäjä jonkinlaisen käyttömaksun kautta. Toistaiseksi tieliikenteen infran käytöstä ei ole totuttu maksamaan käyttömaksuja, joten käyttömaksuun perustuva kustannusten jakomalli vaatisi vielä tarkempaa kehittelyä. Lisäksi laskuttamisesta koituisi kuluja, joiden pitäisi olla kohtuulliset suhteessa laskutettavaan summaan. Nykyisellä toimintamallilla, jossa radan kunnossapitäjät hoitavat ajojohtinten nostamisen, kustannuksista vastaa kuljetusliikkeen kautta lopulta kuljetuksen tilaaja.

Nostolaitteet rautateillä maksavat tavallisesti 100 000–300 000 €. Rautateille nostolaitteita on suunniteltu myös hieman pienemmillä 70 000–80 000 € kustannuksilla. Rautateillä ylläpitokustannukset nostolaitteistoilla voivat nousta jopa 15 000 euroon vuodessa. Työssä toteutettujen haastattelujen perusteella arvioitiin, että myös raitioteiden osalta nostolaite maksaisi noin 100 000 eurosta aina 200 000–300 000 euroon asti yhden risteysnoston nostamisen osalta.

Käynnissä olevista hankkeista Raide-Jokerissa harkittiin Viikintien kiertoliittymään nostolaitetta. Lopulta nostolaitetta ei kyseiseen kohtaan toteutettu. Kohteen erikoiskuljetusmääriä arvioitiin reitille myönnettyjen lupien perusteella, jotka eivät tosin kerro toteutuneiden kuljetusten määrää, sillä luvan voimassaoloaikana reittiä voidaan käyttää useita kertoja. Viikintien tapauksessa reitille oli vuoden aikana myönnetty 21 lupaa 5 metriä korkeille kuljetuksille sekä kaksi lupaa yli 5,5 metriä korkeille kuljetuksille.



**Kuva 22. Periaate nostolaitteiston sijoittumisella liittymässä. Pylväsväli 30 m.**

#### 4.6.2 Ajolangattomat raitiotiet

Akkukäyttöisyyttä on tutkittu Vantaan kaupungin esiselvityksessä (Ramboll 2020) sekä koko Vantaan raitiotien reitille että lyhyemmille osille reitin varrella. Akkukäyttöisyyttä tutkittiin myös ratkaisuna erikoiskuljetusten tarpeisiin mahdollistaa raitiotien risteäminen ilman ajolankojen aiheuttamaa estettä ja haittaa kuljetukselle. Akut muodostavat merkittävimmän yksittäisen kustannuserän, kun tavoitellaan ajolangattonta ajoa raitioiteilla. Akkuja on myös uusittava 5–10 vuoden välein riippuen ajolangattomien osuuksien pituudesta ja akkujen lataussykleistä. Lisäkustannusten ohella vaunussa olevat akut mahdollistavat myös jarrutusenergian talteenoton, jolla energiankulutusta voidaan vähentää.

Selvityksessä kustannusten kasvun vaihteluväli vaunujen 40 vuoden elinkaaren aikana on suuri, noin 6–37 miljoonaa euroa. Kustannusten vaihteluväli johtuu merkittävistä akkujärjestelmän määrittelyihin ja kustannuksiin liittyviin epävarmuuksiin. Suurten elinkaarikustannusten vuoksi selvityksessä todettiin olevan haastavaa löytää taloudellisesti kestävää akkuihin perustuvaa ratkaisua ajolangattomasta ajosta Vantaan raitiotiellä.

Selvityksen perusteella akkukäyttöinen raitiotieteknologia ei varsinaisesti tuo ratkaisua erikoiskuljetusten ja raitioteiden yhteensovittamiseen. Toisaalta, jos raitiotiejärjestelmässä tukeudutaan akkukäyttöisyyteen, on ajolangaton ajo käytettävissä myös erikoiskuljetusten risteyskohdissa.



Tällöin erikoiskuljetusten risteyskohtien tarpeet on kuitenkin otettava huomioon jo varhaisessa vaiheessa mitoittaessa ajojohdinjärjestelmän kapasiteettia ja vaunujen akkuja.

Ajolangattomia raitioteitä on käytössä useissa kaupungeissa maailmanlaajuisesti ja ratkaisuja on tarjolla useilta eri valmistajilta. Euroopassa kenties tunnetuin akkukäyttöisyyteen perustuva ratkaisu on Nizzassa, Ranskassa (kuva 23).



**Kuva 23. Nizzan ajolangatonta raitiotieosuutta. (Kuva: Riikka Salli)**



## Yhteenveto luvusta 4

- Mitä aikaisemmassa vaiheessa erikoiskuljetukset huomioidaan kaavoituksessa ja suunnittelussa, sitä paremmat edellytykset onnistuneelle yhteensovittamiselle on olemassa.
- Erikoiskuljetusreitit kannattaa huomioida kaikilla kaavatasoilla ja aloittaa tarkempi reittiselvitys viimeistään raitiotien yleissuunnitelman yhteydessä.
- Erikoiskuljetusten tarpeet kannattaa huomioida jatkuvasti raitiotiesuunnittelun edetessä.
- Mikäli konfliktipisteiltä ei vältytä, risteyksessä voidaan ajojohtimet sijoittaa mahdollisimman korkealle, käyttää mahdollisimman helposti purettavia ajojohdinjärjestelmän rakenteita, harkita ajojohtimien nostolaitteen asentamista tai tutkia akkukäyttöisyyteen perustuvan raitiotiejärjestelmän mahdollisuuksia.
- Erityisesti raitiotiepysäkkien, sähköratapylväiden, katupuiden ja suurten rakenteiden kuten portaalien sijoittamisessa on huomioitava erikoiskuljetusten tarpeet. Erikoiskuljetusreitin sijoittamista raitiotiepysäkin välittömään läheisyyteen tulee välttää.
- Erikoiskuljetusten massa ei yleensä aiheuta haasteita raitiotien rakenteille.
- Ajojohdinjärjestelmän jännitteellisiin osiin on oltava vähintään 0,5 m turvaetäisyys.
- Tiedonkulun haasteet:
  - erikoiskuljetusreittien käyttöaste ja kuljetusten todelliset koot
  - kantavat rakenteet erikoiskuljetusreitin varrella
  - raitiotien ominaisuudet kuten tarkat ajojohdinten korkeudet

## 5. RAITIOTIEN HUOMIOINTI ERIKOISKULJETUKSEN SUUNNITTELUSSA

Kuljetusliikkeen näkökulmasta erikoiskuljetusten operointi on liiketoimintaa, jonka tulisi olla myös kannattavaa. Mitä lyhyemmän reitin ja ajallisesti mitä nopeammin kuljetus on mahdollista saattaa perille, sitä tehokkaampaa toiminta on myös kuljetusliikkeen näkökulmasta. **Reitin ennakoitavuus ja esteiden tiedostaminen etukäteen** tukee kuljetusten suunnittelua ja lisää samalla liikenteen sujuvuutta sekä turvallisuutta. Pitkät kiertoreitit ja isot toimenpiteet kuljetuksen aikana lisäävät kuljetuskustannuksia sekä aiheuttavat lisäkuluja myös välillisesti esimerkiksi teollisuuden näkökulmasta. Toisaalta varsinkin suurille erikoiskuljetuksille käyttökelpoisia reittejä on rajallinen määrä, eikä lyhyin reittivaihtoehto välttämättä ole ajallisesti nopein.

Tavallisesti kuljetusliike tekee tarjouslaskennan ja reitin suunnittelun kuljetettavan tuotteen ja lähtöpaikan sekä määränpään perusteella. Tarjouksessa kuljetusliike voi ilmoittaa oman osansa kustannuksista, minkä lisäksi ilmoitetaan mahdolliset välilliset kustannukset esimerkiksi radanpitäjältä jännitekatkosta ja ajolankojen nostosta. Jos kuljetuksen kokonaiskustannus halutaan selvittää etukäteen, on tehtävä reittitutkimus, jossa selvitetään mahdollisten liikenneympäristössä tehtävien (esim. raitiotielle kohdistuvien) toimenpiteiden kustannukset. Kustannuksista vastaa lähtökohtaisesti kuljetuksen tilaaja. Yleishyödyllisissä hankkeissa kustannuksien jaosta voidaan mahdollisesti sopia, jos esimerkiksi nostolaitteen hankkimista harkitaan reitille, jolla kulkee paljon erikoiskuljetuksia. Yleishyödylliseksi hankkeeksi voidaan katsoa esimerkiksi yhteiskunnan toiminnan kannalta tarpeelliset kuljetukset, kuten sähköverkon osat. Reittisuunnittelussa pyritään lähtökohtaisesti kiertämään raitiotielinjat, sillä raitiotien ajojohdinten nostaminen tai purkaminen aiheuttaa lisähaasteita aikataulullisesti.

Ennen kuljetuksen suorittamista kuljetusliike laatii lupahakemuksen Ely-keskukseen. Kuljetusreitti suunnitellaan jo lupahakemukseen, ja sitä voidaan työstää yhdessä lupakäsittelijän kanssa. Tarvittaessa suoritetaan maastokäyntejä. Kun lupa saadaan halutulle reitille, kuljetusliike alkaa suunnittelemaan kuljetuksen toteutusta yksityiskohtaisesti. Mikäli reitti risteää raitiotien kanssa ja vaatii toimenpiteitä, radanpitäjää pyritään informoimaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Kuljetusliike ei välttämättä pysty vaikuttamaan kuljetuksen aikatauluun, vaan aikataulun määrittää yleensä kuljetuksen tilaaja.

Erikoiskuljetus on etenkin tiiviissä kaupunkikeskustassa ja vilkasliikenteisissä solmukohdissa tärkeää toteuttaa mahdollisimman pienin haitoin muulle liikenteelle. Kuljetuksen on syytä välttää aamu- ja iltaruuhkien ajankohtia. Raitioliikenteen kannalta viikonloput ovat yleensä suotuisimpia aikoja kuljetusten suorittamiselle. Useasti kuljetukset ajoittuvatkin myöhäiseen **iltaan tai yöajalle**. Oikeanlaisen kaluston valinta kuljetettavan tuotteen ja valitun reitin ominaisuudet huomioiden on myös tärkeää. Eri kuljetusliikkeet voivat painottaa reittivalinnoissaan erilaisia asioita. Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla suurten normaaliliikenteen määrien vuoksi painotetaan reitinvalinnassa yleensä sitä, että muulle liikenteelle aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä, kun taas vähäliikenteisillä seuduilla muulle liikenteelle aiheutuvien häiriöiden minimointi ei ole yhtä kriittistä. Kaikille osapuolille edullisinta on, että kuljetus pääsee liikkumaan jouhevasti eikä muuta liikennettä häiritä kohtuuttomasti tai infraa vahingoitu kuljetuksen toimesta.

Erikoiskuljetukset toteutetaan yleensä melko lyhyellä varoitusajalla, eikä kaikista ilmoiteta kaupungeille. Suuret hankkeet ovat pääsääntöisesti tiedossa etukäteen, mutta esimerkiksi rakennuselementtejä kuljetetaan päivittäin, eikä niiden kuljetuksesta välttämättä edellytetä erillistä ilmoitusta. Tilaus saattaa tulla kuljetuksen suorittajallekin vasta lähellä kuljetusajankohtaa.

Erikoiskuljetusluvan saatuaan kuljetusliike ottaa raitioteihin liittyen yleensä suoraan yhteyttä radan kunnossapitoyksikköön tai radan haltijaan, jonka kanssa sovitaan tarvittavista toimenpiteistä, kuten jännitekatkoista tai ajojohdinten nostosta. Kuljetusten toteuttaminen ei kuitenkaan yleensä vaadi ajojohtimien purkamista, vaan **jännitekatko ja ajojohtimien nosto** voi riittää. Raitiotien kunnossapitoyksikkö voi myös ehdottaa omasta näkökulmastaan parempaa reittiä kuljetukselle, jolloin kuljetusliike on uudelleen yhteydessä luvanmyöntäjään ja reittiä voidaan muokata. Raitiotiehen kohdistuvat toimenpiteet suoritetaan kunnossapidon resurssien puitteissa ja yöaikaan, jotta raitioliikenteelle ei aiheudu turhia häiriöitä. Kuljetusyritykset voivat myös olla etukäteen yhteydessä radanpitäjään selvittääkseen tarkempia toimenpiteitä esim. tarjouslaskennan vuoksi.

Suurimmat kuljetustarpeet voivat olla kuljetusliikkeiden tiedossa jopa useita kuukausia etukäteen. Tavallisesti kuljetuksen tilaaja valitsee kilpailutuksen seurauksena kuljetusliikkeen melko myöhään, jolloin kuljetuksen toteutusaikataulu voi olla jo 1–2 viikon sisällä. Tästä lupakäsittelyyn kuluva aika on tyypillisesti noin 1 viikko. Nykymallilla radanpitäjälle pystytään ilmoittamaan kuljetuksesta yleensä vasta muutamaa päivää ennen kuljetuksen saapumista. Reitin suunnitteluvaiheessa ei yleensä vielä olla yhteydessä radanpitäjään, ellei ole tarve selvittää esimerkiksi tarkkoja ajojohdinten korkeuksia. Kuljetusliikkeen näkökulmasta useiden viikkojen varoika tilauksen saapumisesta kuljetuksen suorittamiseen ei olisi ongelmallinen. Tällöin kaikilla osapuolilla olisi enemmän liikkumavaraa yhteensovittaa toimintaansa.

HKL:llä on oma ohjeistuksensa erikoiskuljetusten toimintamallista raitiotieverkolla. Raitioliikenteenohjauskeskuksen kautta pyydetään jännitekatkoa, jonka jälkeen ratasähkön asentajat tekevät paikan päällä maadoitukset ja tarvittaessa nostavat tai purkavat ajojohtimia.

Kuljetuksen ennakoitavuus riippuu pitkälti kuljettavan matkan pituudesta. Riskit, kuten rengasrikkot, on syytä ennakoida, jotta varmistetaan aikataulussa pysyminen. Jos raitiotien lähistöltä ei

löydy sopivaa paikkaa pysähdykselle, kuljetus voi joutua jäämään kymmenien kilometrien päähän odottamaan radanpitäjän toimenpiteiden alkamista. Raitioteihin liittyykin erikoiskuljetuksen näkökulmasta samanlaista problematiikkaa kuin valvontaa edellyttäviin siltojen ylityksiin ja rautateiden tasoristeyksiin.

## 5.1 Ratasähkön vaikutukset erikoiskuljetuksiin

**Lähtökohtaisesti ajohdintajärjestelmän kaikkiin osiin tulee suhtautua kuin ne olisivat jännitteellisiä.** Helsingin raitiotien ajohdinten tasavirtajännite on 600 V ja Tampereella sekä tulevalla Raide-Jokerilla 750 V. Turvaetäisyys jännitteellisiin järjestelmän osiin tulee olla vähintään **0,5 m**. Kuljetuksen mahdollistamiseksi voidaan syöttöjaksolta katkaista jännite ja maadoittaa johtimet, jolloin kuljetus voi valvottuna kulkea lähempänäkin ajohdintajärjestelmän osia. Riittävä etäisyys tulee neuvotella tapauskohtaisesti. Ajojohtimet voidaan tehdä jännitteettömäksi syöttöjaksoittain. Jännitekatkoa ei siis voida kohdistaa täsmällisesti esimerkiksi yhden liittymän alueelle. Tampereen raitiotiellä yhden sähkönsyöttöjakson pituus on noin 1,6 km.

**Helsingissä** ajohdinten korkeudet vaihtelevat katualueella 4,7 ja 6 metrin välillä. Ratasähköyksiköllä on aikoinaan ollut kartta ajohdinten korkeuksista, joka on voitu antaa tiedoksi luvanmyöntäjälle tai urakoitsijalle. HKL:n raportti ajolankojen korkeuksista ei ole enää ajantasainen, sillä osa kohteista on peruskorjattu. Ajoohdinten vähimmäiskorkeus katualueella on 4,7 m. Siltojen alituksissa ja varikkoalueilla ajojohtimet voivat olla matalammalla. Ajantasainen ajojohtimien korkeustieto on erittäin hyödyllistä erikoiskuljetuslupaa myönnettäessä ja reittejä suunniteltaessa.

HKL:n ohjeistuksen mukaan ”erikoiskuljetuksissa tulee noudattaa Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön antamia ohjeita. Kuljetuksiin tarvitaan erityislupa ja sitä haetaan erikseen. Rajoitusalue on määritetty Helsingin kaupungin verkkosivuilla. Erityisesti korkeiden kuljetuksien osalta tulee olla yhteydessä HKL:een, jos reitti kulkee raitiotiealueella tai ylittää radan ja 0,5 metrin turvaväli ajojohtimiin tai kannatinlankoihin alittuu. Raskaiden kuljetuksien osalta siltojen painorajat on otettava huomioon.”

Toimenpiteiden suunnittelun näkökulmasta Helsingissä HKL:n ja HSL:n yhteistyö on nykyisellään pitkälti vakiintunutta. Erillistä ohjeistusta esimerkiksi erikoiskuljetusten operoinnista ei kuitenkaan ole laadittu. Kunnossapidon resursoinnin kannalta ajojohtimien nostoa vaativat kuljetukset tulisi olla tiedossa noin viikkoa etukäteen. Kiireellisiä tapauksia ilmaantuu harvoin. Optimivaroaika kuljetuksen tietoon saattamiselle olisi 1-2 viikkoa, jolloin mm. työvuorosuunnitteluun on tarvittava aika. Yllätykselliset tilanteet siirtävät tavallisesti muita kunnossapidon suunnittelemlia töitä. Ilmoituksia erikoiskuljetuksista tulee tavallisesti raitiotieverkon alueella liikkumaan tottuneilta kuljetusliikkeiltä. Raitioteiden vaikutuspiirissä toimimaan tottumattomien toimijoiden kanssa ilmenee toisinaan epätietoisuutta käytännöistä ja aiheutuu helpommin kiireellisiä toimenpiteitä. Helsingissä kaupungin myöntämään työlupaan tarvitaan HKL:n lausunto. Ihannetapauksessa kuljetusliikkeet saisivat tarvitsemansa tiedot ja ohjeet toimintamalleista esimerkiksi kaupungin tai radanpitäjän verkkosivuilta.

**Tampereella** ratainfraan omistaa Tampereen Raitiotie Oy, jonka kautta myös erikoiskuljetuksiin liittyvät asiat hoidetaan. Tampereen raitiotien seudullisen laajenemisen myötä ei ole vielä varmuutta ratainfraan omistuksesta tulevaisuudessa. Yksinkertaisuuden vuoksi suositeltavaa olisi, että ratainfraan omistaa vain yksi taho. Esimerkiksi seudun kunnat voisivat liittyä mukaan Tampereen Raitiotie Oy:öön. Tampereella radanpitäjä myöntää työluvut raitiotiealueella työskentelylle.

Tampereen Raitiotie Oy:n ohjeistuksen mukaan yli 5 metriä korkean kuljetuksen ylittäessä raitiotien on oltava yhteydessä radanpitäjään vähintään kaksi työpäivää ennen kuljetusta. Tampereen Raitiotie Oy hoitaa palveluntuottajiensa kanssa tarvittaessa ajolangan noston kuljetuksen aikataulun mukaisesti. Erikoiskuljetusreiteillä jännitteetön ajojohdin voidaan nostaa 6 metrin korkeuteen rakenteita purkamatta. Erikoiskuljetusreiteillä 5 m kuljetuskorkeus on jo huomioitu, jolloin ilman liikenteenohjaajaa kulkevat kuljetukset voivat operoida ilman ajolankoihin kohdistuvia toimenpidetarpeita. Mahdolliset kustannusvaikutukset määritetään tapauskohtaisesti, erityisesti tilanteissa, joissa pelkkä ajolangan nosto ei riitä turvaamaan rakenteita. Tampereen raitiotiellä ajojohtimien korkeuden vaihteluväli on 4,2–6 m.

Jos raitioliikenne joudutaan katkaisemaan erikoiskuljetuksen vuoksi tai erikoiskuljetus edellyttää avustusta raitiotien kunnossapitohenkilöstöltä, tulisi erikoiskuljetuksen saapuminen raitiotien taustoristeykseen ihannetapauksessa olla ennakoitavissa noin 10–30 minuutin tarkkuudella mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Erikoiskuljetuksen täsmällinen risteäminen raitiotien kanssa on tärkeää liikennöinnin ja kunnossapidon resursoinnin kannalta. Kuljetuksen tarkka aikataulu tulisi olla tiedossa viimeistään kuljetusta edeltävänä päivänä. Tieto on tärkeää mm. raitioliikenteen liikenteenohjaukselle, jotta liikenteenohjaus voi valmistautua mahdollisiin kuljetuksesta aiheutuviin häiriöihin.

Helsingissä ratasähköstä vastaavassa yksikössä on päivystys ympäri vuorokauden välittömiä toimenpiteitä vaativien tilanteiden varalta. Haasteellisia tilanteita ovat esimerkiksi työkonien rikkoutumiset kaduille, jolloin ne on saatava mahdollisimman pian pois haittaamasta muuta liikennettä. Työkone on saattanut jäädä sellaiseen asentoon, että sen ulottumat aiheuttavat haasteita raitiotien rakenteiden kanssa. Tällaisissa tilanteissa radan kunnossapitäjän tulisi pyrkiä järjestämään ajolankojen nosto mahdollisimman pian. Myös raitiovaunun kuljettajalta saattaa tulla ilmoitus ajolankoihin jumittuneesta ajoneuvosta, mikä aiheuttaa välittömän toimenpidetarpeen.

Haasteellisimpia tilanteita radan kunnossapitäjälle ovat esimerkiksi yllättävät keskellä yötä tulevat ilmoitukset ongelmista kuljetukselta, joka on jo paikan päällä raitiotien risteyksessä. Kiireelliset tapaukset saattavat myös johtua siitä, että raitiotieihin liittyvään ohjeistukseen on perehdytty liian myöhään, jolloin radan kunnossapidolle ei ole ilmoitettu saapuvasta korkeasta kuljetuksesta ajoissa. Mikäli kunnossapito ei ehdi samana yönä toimenpiteisiin, on kuljetuksen yleensä odotettava seuraavaan yöhön, ennen kuin se pääsee jatkamaan matkaansa. Ongelmalliseksi tilanteen muodostaa se, että suurten kuljetusten on haasteellista löytää pysäköintipaikka kaupungeista.

Kuljetuksen ja reittivalinnan puutteelliset valmistelut tai puutteellinen tiedonkulku saattavat johtaa yllättäviin tilanteisiin. Esimerkiksi aikataulupaineen tai liikenteen ruuhkautumisriskin vuoksi kuljetuksen suorittaja saattaa itse päätyä nostamaan ajojohtimia apuvälinein, mikä on sähköjännitteen vuoksi hengenvaarallista. **Vain radan kunnossapitäjä saa käsitellä ajojohtimia.** Lisäksi luvattomasta nostosta voi aiheutua vaurioita nostokohtaan tai ne voivat ilmetä muualla rataverkolla. Vaaroilta ja sanktioilta välttyäkseen kuljetuksen suorittajan täytyy ottaa huomioon raitiotiehen liittyvien toimenpiteiden vaatima aika kuljetuksen suunnittelussa. Vastuuasioiden määrittely voi olla haasteellista, jos ajojohdinten omatoimisessa nostossa tapahtuu onnettomuus.

Raitiotieverkolla erikoiskuljetuksen vaatimien toimenpiteiden kustannuksista vastaa yleensä kuljetusliike, joka laskuttaa ne kuljetuksen tilaajalta. Työssä toteutetuissa haastatteluissa selvisi, että kustannukset hinnoitellaan henkilötyötuntien perusteella, jotka ovat yleensä yötoita. Helsingissä nostotyöt tehdään ratasähkön nostokoriautoilla, joilla normaalistikin tehdään ajojohdintöitä. Helsingin kaupunkiraitiotiellä ajojohtimia voidaan nostaa muutamia kymmeniä senttimetrejä ilman purkamista. Ajolankojen purkaminen on huomattavasti hankalampi toimenpide kuin pelkkä ajo-

lankojen nosto. Ajolankojen purkamisessa voi kulua aikaa koko yö. Yhden noston hinnaksi arvioitiin haastatteluissa noin 1500-2000 €, mikä sisältää muutaman yötyötunnin. Raitioliikenteen yökatko ei ole yleensä kovin pitkä, joten työtuntejakaan eri toimenpiteille ei ole käytettävissä paljoa. Työhön tarvitaan tavallisesti vähintään 2 henkilöä ja auto. Yleensä käytetään noin 4 henkilöä ja 1 tai 2 autoa. HKL:n kunnossapidon kapasiteetti on tällä hetkellä 12 henkilöä ja 3 autoa. Yleisesti esimerkiksi 10 000 €:n kokonaissumma tarkoittaa jo isoja toimenpiteitä erikoiskuljetuksen saattamiseksi raitiotien estevaikutuksesta eteenpäin. Johtimia ei ensisijaisesti ruveta nostamaan tai purkamaan, jos on jokin muukin vaihtoehto, vaikka kustannukset eivät olisikaan kynnyskysymys kuljetusliikkeelle. Kuljetusten aiheuttamat toimenpiteet vievät kunnossapidon resursseja normaaleista kunnossapitotöistä, eivätkä ne siksi ole toivottavia.

## 5.2 Raitioliikenteen yökatkot ja raitioliikenteeseen vaikuttavat toimenpiteet

Suurimpien erikoiskuljetusten ja raitiotien risteämiset pyritään aikatauluttamaan raitioliikenteen yökatkon aikaan raitioliikenteen häiritsemisen välttämiseksi. Raitiotielinjastojen lyhyiden yökatkojen vuoksi erikoiskuljetuksen vaatimien toimenpiteiden aikataulun venyminen aiheuttaa helposti häiriötä raitioliikenteeseen. Raitioliikenneoperaattori voisi sopimusten puitteissa liikennöidä ympäri vuorokauden, mutta yökatkot ovat välttämättömiä esimerkiksi radan kunnossapitoimenpiteiden suorittamisen kannalta. Lähtökohtaisesti erikoiskuljetuksen aikataulu sovitetaan raitioliikenteen aikatauluihin, mutta tarvittaessa raitioliikennettä voidaan myös sovittaa kuljetuksen mahdollistamiseksi, esimerkiksi pidentämällä yökatkoa tai pysäyttämällä raitiotieliikenne. Ratkaisut, joissa raitiotieliikennettä häiritään, eivät kuitenkaan tule olla suunnittelun lähtökohtana tai toistuvia tapauksia.

Helsingin kaupunkiraitiotie liikennöi maanantaista lauantaihin noin kello 05.30–23.30 ja sunnuntaisin kello 7–23.30. Viikonloppuoina joillakin linjoilla liikennöidään pidempään, joten yökatko kestää vain noin kaksi tuntia. Tampereen raitiotien yökatko on arkiöinä noin kello 01–04. Lauantain ja sunnuntain vastaisina öinä raitiovaunut liikennöivät Tampereella läpi yön. Varsinaisten liikennöinti-aikojen ulkopuolella aikaa kuluu vaunujen kääntämiseen ja siirtämiseen varikoille. Raide-Jokerilla yökatkon pituudeksi on suunniteltu lännessä Espoon päässä noin kolmea tuntia, joka sekin on lyhyt aika erikoiskuljetuksen risteämiselle, mikäli raitiotien ylitys vaatii toimenpiteitä. Varikon läheisyydessä Raide-Jokerin linjan itäpäässä yökatko on vain alle tunnin pituinen. Suunnittelussa tulee myös huomioida erikoiskuljetusten vaatimien toimenpiteiden määrä. Isotkin toimenpiteet kuljetuksen operoinnin edesauttamiseksi saattavat vielä onnistua yhdessä kohdassa raitiotieverkkoa, mutta kahdessa tai kolmessa kohdassa esimerkiksi ajojohtimien purku saattaa muodostua aikataulullisesti mahdottomaksi.

Ratakatkon suunnittelussa aikaa pitää varata ajolankojen jännitteettömäksi tekemiselle, purkamiselle, sekä jännitteen palauttamiselle. Koko yökatkon aika ei siis ole tehokasta aikaa erikoiskuljetuksen etenemiselle. Ajolankojen purkamistoimenpiteisiin voidaan varautua jo suunnitteluvaiheessa ja risteyskohdan purettavat langat suunnitella lyhyempänä. Käyttämällä helposti purettavia kiinnikkeitä ja lyhyitä ajolanganpätkiä niiden purkamista saadaan nopeutettua. Mikäli purettavaa ajolankaa on satoja metrejä, sen purkuun ja palauttamiseen ei normaali yökatko riitä. Esimerkiksi jo 2 tunnin kuljetusoperaatio todennäköisesti aiheuttaa tulevan Raide-Jokerin liikenteeseen häiriötä.

Pikaraitiotiellä liikennöintiin vaikuttavat katkot ovat erityisen haasteellisia, sillä raitiovaunulla ei yleensä ole vaihtoehtoista reittiä kohdan ohi. Jos raitiotieliikenne joudutaan katkaisemaan tiettyssä pisteessä, täytyy raitioliikennekatkon pituudesta riippuen matkustajille järjestää korvaava kuljetus, esimerkiksi linja-autokuljetus. Mahdollisuuksien mukaan raitioliikenne voi liikennöidä ratakatkon kummallakin puolella, jolloin korvaava kuljetus paikkaa vain ratakatkon kohtaa.

Liikennöitsijän näkökulmasta pitkäaikaisemmat ja liikennöintiin vaikuttavat ratakatkot tulisi ilmoittaa 6-8 viikkoa etukäteen, jotta kuljettajien työvuorojärjestelyissä voidaan varautua liikennöinnin muutokseen. Kuljettajien työvuorojaksotukseen vaikuttaa työehtosopimus, jonka piirissä kuljettajat ovat. Esimerkiksi Tampereella työvuorojakso on 3 viikkoa. Raitioliikenteen aikataulu- ja työvuorosuunnittelu on monimutkainen kokonaisuus. Muutokset vaikuttavat työvuorojärjestelyiden kautta käytännössä usein kaikkiin kuljettajiin, joten erikoiskuljetuksilta ja niiden reittien suunnittelulta toivotaan hyvää suunnitelmallisuutta ja valmiutta yhteensovitukselle. Ihannetapauksessa kuljetuksen eteneminen tulisi olla tunnilleen ennakoitavissa ja tieto kuljetuksesta tulla raitioliikenteen liikennöitsijälle 2 kuukautta etukäteen.

Helsingissä HKL:n ja HSL:n väliset käytänteet ovat vakiintuneet myös liikennöinnin uudelleenjärjestämisen osalta. Radanpitäjälle tulee ilmoitus ratakatkon tarpeesta ja samalla ilmoitetaan joukkoliikenteen suunnittelusta ja hankinnasta vastaavalle taholle, joka järjestää mahdollisen väliaikaisen korvaavan kuljetuksen raitioliikenteen matkustajille. Raide-Jokerin myötä Espoon mukaan tulon ei pitäisi vaikuttaa näihin käytäntöihin tai varoaikoihin.

Jos yllättäen ilmenee kiireellinen liikennöintiin vaikuttava kuljetustarve, tilanteesta pyritään ensisijaisesti informoimaan asiasta raitioliikenteen matkustajia. Matkustajien informoinnilla pyritään vähentämään liikennöintikatkoa aiheuttuvia haittoja. Jos mahdollista, voidaan harkita korvaavan liikenteen pikakilpailutusta. Akuuteissa tilanteissa matkustajille ei välttämättä ehditä järjestämään korvaavaa kuljetusta, mikä aiheuttaa matkustajan silmissä merkittävän mainehaitan liikennöitsijälle, ei niinkään kuljetusliikkeelle. Yöaikaan korvaavan liikenteen järjestäminen on haasteellista. Joissakin tapauksissa voi olla syytä tehdä etukäteen kuljetuksen riskiarvio, ja jopa varata matkustajille korvaava kuljetus valmiiksi, jos riski kuljetuksen jumiutumiselle raitiotien kohdalle on suuri.

Yhden yökatkon aikana ei Helsingissä ole mahdollista alittaa kahta toimenpiteitä vaativaa raitiotielinjaa nykyisillä radan kunnossapidon resursseilla. Yökatkoa voidaan poikkeuksellisesti pidentää, jotta erikoiskuljetuksen aiheuttamille toimenpiteille saadaan lisää työaikaa. Suurikokoista kuljetusta ei yleensä ole mahdollista pysäköidä vuorokaudeksi raitiotielinjojen väliselle alueelle, jotta linjan voisi alittaa uudelleen toisessa paikassa seuraavan yökatkon aikana. Joukkoliikenteen viranomainen Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä järjestää raitioliikenteen matkustajille korvaavat bussikuljetukset ratakatkon ajaksi. Erikoiskuljetusreittien kohdistamista kriittisiin raitiolinjojen solmukohtiin tai useiden linjojen käyttämille reiteille tulee välttää.

Tampereen Raitiotie Oy:llä ja HSL:llä on käytössään omat liikenteen tilannekuva- ja ohjausjärjestelmät. Merkittävää haittaa muulle liikenteelle aiheuttavat erikoiskuljetukset voisi tuoda näkyville esimerkiksi Liikennetilanne-palveluun sekä tiedot ottaa osaksi joukkoliikenteen viranomaisten omia järjestelmiä. Ihannetilanteessa kuljetuksista kerättäisiin dataa, josta voitaisiin jälkikäteen tarkastella, missä, milloin ja minkälaisia kuljetuksia tie- ja katuverkolla on kulkenut.

Liikennöitsijää tulee tiedottaa raitiotietä risteävästä kuljetuksesta matalalla kynnyksellä, vaikka tarvetta liikenne- tai ratakatkolle ei olisikaan. Jos on olemassa riski, ettei kuljetus toteudu suunnitellun aikataulun puitteissa, tai että kuljetus ei ehdi ylittää rataa vuorovälin (yleensä vain joitakin minuutteja) aikana, kuljetuksesta on ilmoitettava liikennöitsijälle. Joissain tapauksissa voidaan harkita raitioliikenteen sovittamista siten, että kuljetus päästetään ylittämään raitiotie esimerkiksi ennen liikenteen aloittamista aamulla. Liikenteen heikentyneellä täsmällisyydellä ja luotettavuudella voi olla vaikutusta raitiotieliikennöitsijän kannusteisiin ja sanktioihin.

HKL:n ohjeistus koskee raitiotiealueella työskenteleviä urakoitsijoita onnettomuus- ja vaaratilanteissa, mutta myös erikoiskuljetuksen suorittajalla on oltava valmius toimia menettelyjen mukaisesti poikkeustilanteissa kulkiessaan raitiotien yli. Poikkeustilanteita varten kuljetuksen suorittajalla tulee olla valmius ottaa välittömästi yhteyttä tarvittaviin tahoihin, kuten hätäkeskukseen ja raitioliikenteen liikenteenohjaukseen. Liikenteenohjauskeskukseen on ilmoitettava välittömästi, jos huomataan, että kuljetuksella on riski aiheuttaa haittaa tai vaaraa raitioliikenteelle tai radan rakenteille.

### Yhteenveto luvusta 5

- Erikoiskuljetuksen reittiä voidaan suunnitella yhdessä lupakäsittelijän ja tarvittaessa raitiotien kunnossapidon kanssa.
- Ajolankojen purkamistoimenpiteisiin voidaan varautua jo suunnitteluvaiheessa.
- Aikatauluhaasteet:
  - kuljetuksen tilaajalta tuleva aikataulupaine
  - kuljetuksen viivästyminen ja siihen varautuminen
  - kuljetuksen pysäköinti odottamaan radanpitäjän toimenpiteiden alkamista
  - yökatkon lyhyys
  - kunnossapidon resursointi
  - useamman kuin yhden raitiotielinjan ylittäminen
- Raitiotiehen kohdistuvat toimenpiteet eivät ole toivottavia, jos kuljetuksen etenemiselle on jokin muu vaihtoehto.
- Raitiotien kunnossapidon resursoinnin kannalta optimaalinen varoaika toimenpiteille on 1-2 viikkoa ja pidempien liikennekatkojen osalta varoaika liikennöitsijälle n. 8 viikkoa.
- Raitiotien jännitteellisiin osiin tulee olla 0,5 m turvaetäisyyttä. Ajojohtimien korkeudet voivat vaihdella 4,2-6 m korkeudessa.
- Liikennöitsijää tulee tiedottaa raitiotietä risteävästä kuljetuksesta matalalla kynnyksellä.
- Poikkeus- ja onnettomuustilanteita varten kuljetuksen suorittajalla tulee olla suorat yhteystiedot raitioliikenteenohjaukseen.
- Ihannetapauksessa tarvittavat tiedot ja toimintamallit selviäisivät erikoiskuljetusluvasta sekä kaupungin ja radanpitäjän verkkosivuilta.
- Ihannetilanteessa kuljetuksista kerättäisiin dataa, josta voitaisiin jälkikäteen tarkastella, missä, milloin ja minkälaisia kuljetuksia tie- ja katuverkolla on kulkenut.

## 6. RAITIOTIEN RAKENTAMINEN JA ERIKOISKULJETUKSET

Raitioteiden rakentamisen muodostamat työmaakokonaisuudet ovat laajoja, ja niistä syntyy pitkäaikainen ja pitkänomainen rajoitus erikoiskuljetuksille. Raitiotien rakentaminen aiheuttaa rajoituksia niin kuljetusten leveydelle, pituudelle, korkeudelle kuin painollekin. Raitiotien rakentaminen muodostaa myös itsessään erikoiskuljetustarpeita. Vaikka raitiotietyömaan vuoksi jouduttaisiin sulkemaan yleisiä erikoiskuljetusreittejä, on työmaalla tarvittavien erikoiskuljetusten kuitenkin päästävä kulkemaan työmaalle. Työmaalle on kuljetettava esimerkiksi 18-metrisiä kiskoja sekä raskaita työkoneita.

Erikoiskuljetusten kulkua rajoittavat erityisesti kaivantoja vaativat työvaiheet sekä päällystetyöt. Sääsuojat ja ajosillat rajoittavat myös erikoiskuljetusten pääsyä työmaan ohi. Ajosillat voivat olla paikallaan useita kuukausia, joten niistä voi aiheutua pitkäaikainen rajoite erikoiskuljetusreiteille.

Esimerkiksi Raide-Jokerin rakennussuunnitelmaa laadittaessa työmaavaiheiden suunnittelijoille ilmoitettiin, että Viikintiellä kulkee erikoiskuljetusreitti, joten kohteessa pyrittiin välttämään ajosiltojen käyttöä erikoiskuljetusten vuoksi. Erikoiskuljetus voi kulkea normaaliin tapaan työmaakohdasta vasta, kun päällystystyöt ovat valmiit. Keskeneräinen kadun rakenne tai väliaikaiset päällysteet eivät välttämättä kestä raskaita kuljetuksia. Keskeneräinen raitiotien pohjarakenne ei myöskään tue kiskoja välttämättä riittävästi raskaan kuljetuksen kulkiessa niiden ylitse. Noin 1,1 metriä korkeat työmaalla käytettävät suoja-aidat rajoittavat kuljetuksen kuorman ulottumia. Toimenpiteitä vaaditaan, jos etäisyys kuorman alareunasta ajoradan pintaan on 1,1 metriä tai vähemmän. Erityisen haastava tilanne on, jos kuorma on alle 0,5 metrin korkeudella ajoradan pinnasta. Raskaimmat kuljetukset voidaan rajata reitiltä pois asettamalla massarajoituksia. Suuret pistekuormat tulisi ottaa huomioon kaivantojen suunnittelussa.

Haastavaa myös työnaikaisten erikoiskuljetusreittien huomioimisessa on, että yleensä ei ole tarkkaa tietoa siitä, kuinka usein ja kuinka suuria kuljetuksia reiteillä todellisuudessa kulkee. Työmaan näkökulmasta ei ole kustannustehokasta varautua turhaan erikoiskuljetuksiin, jos niitä ei todellisuudessa työmaan aikana reitillä kulje. Vaikka mahdollisen kuljetuksen ajankohtaa ei tiedettäisi, auttaa, jos on ylipäänsä tiedossa, että tietyn kokoinen kuljetus on tulossa jossain vaiheessa työmaan aikana.

Kuljetusliikkeen vastuulla on kuljetusreitin varmistaminen ja asianosaisten tahojen kuljetuksesta informoiminen riittävän aikaisessa vaiheessa. Siltä varalta, että erikoiskuljetus ei pääse kulkemaan työmaan kohdalta, tulisi kuljetuksella olla suunniteltuna toissijainen kiertoreitti. Mahdollisista erikoiskuljetuksista tulee tiedottaa työmaata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta työvaiheita voidaan vaiheistaa tehokkaasti ja kustannustehokkaasti sekä työmaan että erikoiskuljetuksen etenemisen kannalta. Haasteena on yleensä erikoiskuljetuksen tilaajan sekä suorittajan tiukka aikataulu.

Mikäli työmaalla on varauduttu erikoiskuljetuksiin ja on suunniteltu niiden vaatimat järjestelyt, riittää tieto erikoiskuljetuksesta pikaisellakin aikataululla (esim. muutama päivä ennen kuljetusta). Työmaalla voidaan varautua erikoiskuljetuksiin esimerkiksi erilaisella suojauksella. Kevyen suojauksen muuttaminen tai purkaminen voidaan toteuttaa yhden tai kahden päivän aikana, kun tieto kuljetuksesta saadaan. Raskaampi suojaus on etenkin pitkältä matkalta erittäin vaikea tai lähes mahdoton purkaa, koska tällöin myös muu liikenne tulisi katkaista. Mikäli erikoiskuljetuksiin ei olla työmaalla varauduttu, tarvitaan vähintään kaksi viikkoa aikaa liikennejärjestelyiden suunnitteluun ja mahdolliseen raskassuojauksen purkuun.

Kaikille osapuolille haastavin tilanne on, että työmaalla ei olla tietoisia tulevasta erikoiskuljetuksesta eikä siihen ole varauduttu. Mitä suurempia toimenpiteitä erikoiskuljetuksen pääseminen työmaan ohi vaatii, sitä enemmän työmaalle, erikoiskuljetukselle ja muulle liikenteelle aiheutuu viivytystä ja siten myös kustannuksia. Pahimmassa tapauksessa erikoiskuljetuksen eteneminen vaatii pikaisella aikataululla raskassuojauksen purkamista, joka yleensä aina tehdään yötyönä. Normaalia liikennettä ei voida päästää työmaan ohi ennen kuin asianmukainen suojaus on saatu takaisin paikalleen. Mikäli raskassuojausta on käytetty pitkällä matkalla (esim. 500 m), sen purkaminen ei ole käytännössä mahdollinen vaihtoehto. Mikäli kuljetusliike ei pysty ongelmatilanteessa hallitsemaan muuta liikennettä turvallisesti, pyydetään poliisi paikalle ohjaamaan muu liikenne kiertoreiteille. Tilanne voi muodostua hyvin haastavaksi, mikäli odottamassa on suuria ajoneuvoyhdistelmiä, joita ei voida ohjata alemmalle katuverkolle.

Haastattelujen perusteella esimerkiksi Raide-Jokerilla työnaikaisten erikoiskuljetusreittien järjestelyjä käytiin läpi vasta hieman ennen raitiotien varsinaista rakentamisvaihetta. Prosessissa tun-



nistettiin, että asiaa olisi syytä selvittää jo aikaisemmissa vaiheissa. Erikoiskuljetusreittien siirtä-misiä ei suunniteltu, mutta urakoitsijalla oli käsitys, mistä erikoiskuljetuksilla ei voida ajaa työ-maan aikana. Raitiotielinjan kaikki erikoiskuljetusristeykset käytiin arvioimassa maastossa ja määriteltiin niille rajoitukset. Erikoiskuljetuksille aiheutuvat työnaikaiset rajoitukset ilmoitettiin Ely-keskukselle, jonka kanssa neuvoteltiin siitä, millaisia erikoiskuljetuslupia reiteille voidaan toi-den aikana myöntää. Erikoiskuljetusreiteille aiheutuvia rajoituksia pohdittaessa voidaan joutua harkitsemaan esimerkiksi, onko reitin sulkemisesta kokonaan 3 kuukaudeksi vähemmän haittaa kuin sen kaventamisesta 6 kuukaudeksi.

Haastatteluissa nousi esille, että erikoiskuljetuksiin varautuminen tulisi ottaa huomioon jo urakan laskentavaiheessa. Urakoitsijalle aiheutuu kustannuksia esimerkiksi erikoiskuljetusreittien työnai-kaisten järjestelyiden suunnittelusta, erilaisten suojausvarusteiden ja lisävarusteiden hankinnasta sekä mahdollisista ylimääräisistä yötyöistä. Rakentamisvaiheen kustannuksiin vaikuttaa paljon se, millaisia työmaan suojauksia tarvitaan. Esimerkiksi kevytsuojauksen hankkiminen on edullisem-paa kuin raskassuojauksen, mutta kevytsuojan asentamisessa saattaa kulua enemmän työaikaa. Jos suurten erikoiskuljetusten on ehdottoman välttämätöntä päästä työmaan ohi, voidaan rai-tiotien toteuttamista harkita puolittain rakennettavaksi. Tällainen rakentamistapa on kuitenkin niin merkittävä toimenpide, että se pitäisi olla määritelty jo sopimuksissa. Mikäli erikoiskuljetuksiin ei ole varauduttu ja työmaan ollessa käynnissä ilmenee tarve erikoiskuljetuksen kulkemiselle työ-maan läpi, aiheutuu yleensä huomattavaa lisäviivettä ja -kustannuksia. Kustannusvastuun jakau-tumisesta päättäminen on yleensä haastavaa jälkikäteen. Laskentavaiheessa voitaisiin esimerkiksi huomioida optiona rajoitettujen reittien laajentamiset erikoiskuljetuksille sopiviksi tarvittaessa ym. toimenpiteet. Yllättävien kuljetustarpeiden välttämiseksi jo hankesuunnitelmavaiheessa voi-taisiin käydä läpi esimerkiksi kaupungin suunnittelemat rakennushankkeet sekä esimerkiksi väis-tötilojen perustamiset.

Työmaan aiheuttamista rajoituksista kannattaa tiedottaa erikoiskuljetusluvan myöntäjää ja luvan-hakijoita hyvissä ajoin. Ihannetapauksessa varhaisen vaiheen tiedotuksella päästään vaikutta-maan erikoiskuljetusten vuosilupiin, sillä vuosilupiin on haasteellista vaikuttaa kesken lupakauden. Raitiotietöyömaasta aiheutuvat rajoitukset erikoiskuljetusreiteille, lupaehdot ja kustannusvastuut tulisi ihannetapauksessa käydä läpi luvanmyöntäjän (Ely-keskus) kanssa. Nämä rajoitukset ja eh-dot on saatettava esimerkiksi erikoiskuljetusluvan yhteydessä myös kuljetuksen suorittajan tie-toon. Työmaan aiheuttamista vaikutuksista muulle liikenteelle ja erikoiskuljetuksille tulee tiedot-taa kattavasti eri kanavia käyttäen. Kuljetuksen suorittajan on tärkeää huomioida työmaan järjes-telyt ja palauttaa ne ennalleen, mikäli siirto- tai purkutoimenpiteitä tarvittaisiin.

Ihannetilanteessa olisi olemassa järjestelmä, johon työmaat ja erikoiskuljetusreitit olisi merkitty. Järjestelmä ilmoittaisi automaattisesti urakoitsijalle, kun työmaan vaikutusalueella kulkevalle eri-koiskuljetusreitille myönnettäisiin lupa, tai tuleva kuljetus kirjattaisiin muilla tavoin järjestelmään.

## Yhteenveto luvusta 6

- Raitiotietyömaat itsessäänkin aiheuttavat erikoiskuljetuksia.
- Erikoiskuljetusten kulkua rajoittavat erityisesti:
  - kaivannot ja päällystystyöt
  - sääsuojat, ajosillat ja raskassuojaukset
- Mikäli työmaalla on varauduttu erikoiskuljetuksiin ja järjestelyt on ennalta suunniteltu, voi muutaman päivän varoaika ennen kuljetusta riittää.
- Mikäli erikoiskuljetuksiin ei olla työmaalla varauduttu, tarvitaan vähintään kaksi viikkoa aikaa liikennejärjestelyiden suunnitteluun ja mahdollisiin purkuihin.
- Rakentamisen aikaisiin erikoiskuljetuksiin voidaan varautua
  - selvittämällä hankesuunnitelmavaiheessa kaupungin tiedossa olevat rakennus-hankkeet ja muu erikoiskuljetuksia aiheuttava toiminta
  - urakan laskentavaiheessa ottamalla huomioon erikoiskuljetusten vaatimien jär-jestelyjen aiheuttamat kustannukset
  - neuvottelemalla Ely-keskuksen kanssa työmaan vaikutusalueelle myönnettävistä luvista
  - vaiheistamalla rakennustöitä
  - suunnittelemalla kuljetuksen tarvitsemat liikennejärjestelyt etukäteen
  - kustannusvastuista sopiminen etukäteen
  - tiedottamalla kattavasti työmaan vaikutuksista liikenteelle ja erikoiskuljetuksille

## 7. RAITIOTIEN OPEROINNIN EDELLYTTÄMÄT ERIKOISKULJETUKSET

Rakentamisen aikaisten erikoiskuljetusten lisäksi raitiotiet muodostavat myös erikoiskuljetustarpeita kaluston toimitusten suhteen. Raitioteiden vaunut kootaan tehtaalla, josta ne kuljetetaan tavallisesti kunkin raitiotielinjan rataverkolle, yleensä varikolle. Suomessa on tällä hetkellä raitiovaunujen valmistusta Kajaanissa Otanmäen tehtaalla. Esimerkiksi Tampereen raitiotien vaunut kuljetetaan Hervannan varikolle Skoda Transtechin tehtaalta Otanmäestä. Vaunutoimitusten lisäksi vaunuja voi olla niiden käyttöiän aikana tarpeen kuljettaa rataverkolta tai varikolta pois esimerkiksi merkittäviin perus- tai kolarikorjauksiin. Näitä korjauksia ei välttämättä ole mahdollista tehdä kaikilla varikoilla, varikon varustelun laajuudesta riippuen.

Vaunujen kuljetus edellyttää käytännössä aina lavettikuljetusta tieverkolla. Osa kuljetusmatkasta voi tapahtua rautatiekuljetuksena, mutta raitiotievarikot eivät yleensä sijaitse rautatien läheisyydessä, joten ajoneuvokuljetus on välttämätön vaunun siirtämiseksi varikolle. Raitiovaunuja saatetaan tulevaisuudessa toimittaa myös ulkomailta, jolloin osa kuljetusmatkasta voi tapahtua merikuljetuksena. Lisäksi varikon suunnittelun yhteydessä olisi hyvä kartoittaa mahdolliset reitit varikolta erikoiskuljetusreiteille. Tampereen raitiovaunujen toimituksissa haastaviksi kohteiksi ovat osoittautuneet kierto- ja pisaraliittymät, joihin on jouduttu tekemään muutoksia.

Tampereen raitiovaunujen kuljetusyhdistelmän pituus on noin 47 m ja Raide-Jokerin vaunujen noin 44 m. Kummankin kuljetuksen korkeudet olivat noin 4,6 m. Varikkoalueen katuverkon liittymät on tehtävä riittävät loiviksi, jotta pitkä kuljetus mahtuu kääntymään niissä. Lavetin takaosan oikaisua voidaan hillitä huomattavasti erikseen ohjattavilla taka-akseleilla. Liittymäkainaloiden

alueiden tulee olla purettavissa vapaaksi esteistä sekä maanpinnan ja päällysteen koron muutoinkin mahdollistettava matalan lavetin kulku. Myös liiallinen pituuskaltevuus aiheuttaa kuljetukselle haasteita.

Varikon suunnittelussa onkin tärkeää ottaa huomioon vaunujen kuljettamiseen ja lastaamiseen liittyvät tarpeet. Varikolla tulisi olla riittävästi tilaa lavettikuljetuksen liikennöintiin ja suoraa raidetta vaunujen ajamiseksi luiskaa pitkin lavetin kyytiin ja kyydistä pois. Varikolla tulee olla käytettävissä suoraa, asfalttiin upotettua raidetta kuljetuksen pituuden lisäksi vähintään noin 16 m luiskaa varten, jota pitkin raitiovaunu lasketaan lavetilta varikkoraiteelle. Suoran raiteen tulee mahtua kokonaan varikkoalueelle, sillä vaunun laskemisessa lavetilta kuluu aikaa useita tunteja, mikä muutoin aiheuttaisi muulle liikenteelle pitkän häiriön. Raitiovaunu on myös mahdollista nostaa lavetin kyydistä tai lavetin kyytiin, mutta tällöin raitiovaunu on tyypillisesti kuljetettu osissa. Varikon sähköratajärjestelmä kannattaa suunnitella siten, että lastausraide ja muut varikkoraiteet on kytketty eri sähkönsyöttöjaksoihin. Tällöin lastausraiteen ajojohtimet voidaan kytkeä jännitteettömiksi ilman, että jännitekatko estää sähkönsyöttämistä varikon muille raiteille. Vaunujen lastaamiselle tai purkamiselle sopivat aikaikkunat rajoittuvat huomattavasti etenkin säännöllisen raitioliikenteen alettua, mikäli koko varikon alueen ajojohtimista joudutaan katkaisemaan jännite aina vaunujen lastaamisen tai purkamisen ajaksi.

### Yhteenveto luvusta 7

- Raitiovaunujen kuljetus tehtaalta rataverkolle edellyttää käytännössä aina jossain vaiheessa matkaa pitkää lavettikuljetusta tieverkkoa pitkin.
- Raitiovaunuja voi olla tarve kuljettaa käyttöiän aikanakin korjaukseen takaisin tehtaalle.
- Liittymäalueiden vapaan tilan lisäksi pinnan korot ja kaltevuudet on huomioitava lavettikuljetuksessa.
- Varikolla on oltava raitiovaunun kiskoille laskemista varten kuljetuksen pituuden lisäksi noin 16 m suoraa raidetta.
- Purku- ja lastausraide kannattaa kytkeä eri sähkönsyöttöjaksoon kuin muut varikon raiteet.

## 8. ERIKOISKULJETUSTEN LUVITTAMINEN JA KULJETUSTEN OHJEISTAMINEN

Erikoiskuljetukselle asetettavat kuljetuksen suorittamista koskevat ehdot ilmoitetaan erikoiskuljetusluvista, joten **luvittaminen on keskeinen solmupiste tiedonkulussa** erikoiskuljetuksen ja raitiotieliikenteen välillä. Erikoiskuljetuslupien myöntäminen on Suomessa keskitetty Pirkanmaan Ely-keskukselle. Lisäksi erikoiskuljetusluparyhmän nettisivuilla julkaistaan ja tiedotetaan luvanhakijoille keskitetysti erikoiskuljetusten suunnitteluun liittyvistä asioista, mikä toimii tärkeänä keskitettynä tiedonjakamiskanavana. Raitioteiden ja niiden risteämiseen liittyvien ohjeiden huomioon ottaminen luvitusvaiheessa on tärkeää, mutta mahdollista vain, jos lupaviranomaisella on käytettävissään riittävät ja ajantasaiset tiedot. Erikoiskuljetusluvan käsittelyvaiheessa voitaisiin mahdollisuuksien mukaan selvittää reittivaihtoehtoja raitioteiden suhteen ja risteämistarpeiden osalta kirjata mukaan toimintaohjeita.

Erikoiskuljetusten luvitus- ja kuljettamisvaiheiden yhdenmukaiset ja selkeät toimintatavat varmistavat osaltaan sekä sujuvan erikoiskuljetuksen suorittamisen että raitiotieliikenteelle koituvien häiriöiden ennakoinnin.

Eri tarpeista ja näkökulmista **yhteensovitetut yhteiset toimintatavat ja niiden noudattaminen**

- vähentävät erikoiskuljetuksen valmistelussa ja kuljetuksen aikana tarvittavaa selvittelyn ja tapauskohtaisten toimenpidemallien sopimisen tarvetta eli **helpottavat erikoiskuljetuksen suunnittelua ja suorittamista**
- selkeyttävät ja **tukevat toimenpiteiden noudattamista**
- vähentävät raitiotien ja erikoiskuljetusreittien tasoristeyksissä tapahtuvia suunnittelemattomia omatoimisia toimenpiteitä ja näin **ennaltaehkäisevät infraan ja ihmisille aiheuttuvia vaara- ja vahinkotilanteita**
- **vähentävät raitiotieliikenteen ennakoimattomia häiriöitä**
- **sujuvoittavat prosesseja ja edesauttavat tiedonkulkua**, jotta esim. kuljetuksen suorittajalla on riittävän ajoissa tarvittavat tiedot raitiotien ylitykseen tarvittavista käytännön toimista, ennakkovalmisteluista ja tahoista, joihin tulee olla yhteydessä

Sujuvan luvitus- ja kuljetusvaiheen tueksi on alla taulukossa 1 kuvattu suositeltava ohjeistus menettelyistä tarkistuslistatyypistä erikoiskuljetuslupaviranomaiselle, erikoiskuljetuksen suorittajalle ja raitiotieliikenteen operaattoreille.

| Vaihe      | Vastuutaho                    | Tehtävät                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lupa-vaihe | Lupa-viranomainen             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raitiotietasoristeykset sekä kohdat, joissa reitti kulkee samassa käytävässä raitiotien kanssa, on ilmoitettava luvassa</li> <li>• Hankittava radanpitäjän ja liikennöitsijän yhteystiedot eri tilanteisiin</li> <li>• Ilmoitettava yleisesti massat ja mitat, joiden ylityttyä oltava yhteydessä radanpitäjään</li> <li>• Muut luvan myöntämiseen liittyvät ohjeet: Toimitetaanko lupa tiedoksi jossain tapauksissa jonnekin? Minne?</li> <li>• Tarpeellisten yhteystietojen ja yhteydenottotarpeiden kirjaaminen erikoiskuljetuslupa-eri tilanteiden varalta.</li> <li>• Tarvittavien lisätietojen kirjaaminen erikoiskuljetuslupa-eri tilanteiden varalta. <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ esim. kuntien tuottamaa tietoa siitä, missä on yliajamisen kestävä jalkakäytävä tai raitiotien alueet, joiden käyttö on erikoiskuljetuksilla kielletty</li> </ul> </li> </ul> |
|            | Erikoiskuljetuksen suorittaja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahdollisimman tarkka arvio kuljetuksen ulottumista, erityisesti korkeudesta</li> <li>• Tarvittaessa reitin tai reittivaihtoehtojen inventointi ja reitin suunnittelu parhaaksi arvioidun vaihtoehdon mukaisesti</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|            | Raitiotie-operaattori         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimittaa lupaviranomaiselle yleiset ohjeet raitioteiden risteämisiin liittyen (esim. ajojohdinten korkeudet, maksimimitat ja massat sekä varoajat toimenpiteille)</li> <li>• Selvittää tarvittavat menettelyt erikoiskuljetustapauksissa ja voi konsultoida reittivalinnassa</li> <li>• Toimittaa lupaviranomaiselle suorat yhteystiedot, joiden kautta voidaan hoitaa erikoiskuljetuksiin liittyvät asiat</li> <li>• Toimittaa lupaviranomaiselle hätä-/onnettomuustilanteen yhteystiedot (esim. raitieliikenteenohjauskeskus, kunnossapito)</li> <li>• Toimittaa nettisivuilleen saataville yhteystiedot ja ohjeet erikoiskuljetuksille</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |

|                    |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ennen kuljetusta   | Erikois-kuljetuksen suorittaja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varmistus siitä, että tarvittava erikoiskuljetuslupa on olemassa ja voimassa ja että kuljetus on mahdollista muilta osin suorittaa luvan mukaisesti.</li> <li>• Kuljetuksen tarkka aikataulusuunnittelu yhteistyössä tarvittavien tahojen, kuten raitioliikenteen, kanssa</li> <li>• Hankittava seuraavat tiedot: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keneen on otettava yhteys, jos yhteydenotto on tarpeen. (Esim. reitin varrella olevat työmaat ja raitiotiet.)</li> <li>• Hätä-/onnettomuustilanteen yhteystiedot</li> <li>• Missä vaiheessa eri tahoihin tulee olla yhteydessä (reittisuunnittelu, toimenpidetarpeiden selvittäminen) ja kuinka paljon etukäteen kuljetuksesta on ilmoitettava? <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Tarkat suorat yhteystiedot (ei keskuksien yhteystietoja)</li> <li>◦ Yhteydenottoja varten lisätiedot: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aikataulu</li> <li>▪ kuljetuksen tarkat mitat ja massa</li> <li>▪ muut huomioitavat ominaisuudet kuten maavara ja sen säätäminen</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Kuljetukselle sallitut ja kielletyt toimenpiteet <ul style="list-style-type: none"> <li>• Väylien osat, joita voidaan hyödyntää (esim. kestävät jalkakäytävät tai muut yliajettavat alueet)</li> <li>• Väylien ja raitiotien osat, joita ei voida käyttää (esim. vaihdealueet, sepeli- ja nurmirata)</li> </ul> </li> </ul> |
|                    | Raitiotie-operaattori          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuljetuksen tarvitsemiin toimenpiteisiin varautuminen, toimenpiteiden toteutuksen suunnittelu <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aikataulu</li> <li>• Resurssit: Henkilöstö, työvuorot, kalusto</li> <li>• Mahdollinen ylimääräinen tai pidennetty liikennöintikatko ja siitä tiedottaminen</li> <li>• Mahdollinen korvaavan joukkoliikenteen järjestäminen</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kuljetuksen aikana | Erikois-kuljetuksen suorittaja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiedottaminen raitiotieoperaattorille ja kunnossapidolle kuljetuksen etenemisestä suhteessa suunniteltuun aikatauluun</li> <li>• Hätä-/onnettomuustilanteen yhteystiedot (esim. raitioliikenteenohjaukseen) oltava välittömästi käytettävissä</li> <li>• Ohjeiden noudattaminen. Mihinkään ajojohdinjärjestelmän osiin ei tule koskea edes välillisesti</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                    | Raitiotie-operaattori          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarvittavien toimenpiteiden suorittaminen (esim. ajolangan nostot) ja viestintä erikoiskuljetuksen suorittajalle</li> <li>• Tarpeen mukaan viestintä liikennöitsijälle</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Taulukko 1. Tarkistuslista erikoiskuljetuslupaviranomaiselle, erikoiskuljetuksen suorittajalle ja raitiotieliikenteen operaattoreille.**

## 9. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

Uusien raitiotiejärjestelmien rakentuessa eri kaupunkeihin ja nykyisten raitiotieverkostojen laajentuessa kaupunkikeskustojen ulkopuolelle, ne tulevat risteämään todennäköisesti yhä enemmän tärkeiden ja suuren kokoluokan erikoiskuljetusreittien kanssa. Toistaiseksi ilmaantuneet yhteensovittustarpeet on saatu suunnittelulla ratkaistuksi, vaikka paikallisia haasteita on toistuvasti il-

maantunut. Raitiotiehankkeita on suunnitteilla tai rakenteilla useissa kaupungeissa, mm. Helsingissä, Espoossa, Vantaalla, Tampereella ja Turussa. Erikoiskuljetusten kokojen osalta on ollut havaittavissa kasvava trendi, eivätkä kuljetukset ole todennäköisesti tulevaisuudessa pienenevässä. Tämän selvityksen tavoitteena on antaa työkaluja raitiotie- ja erikoiskuljetusverkoston yhteensovittamiselle. Selvityksen myötä pyritään kehittämään ohjeistusta ja löytämään toimintamalleja yhteensovittamiselle niin suunnittelu- kuin käytännön toteutusvaiheessakin. Työtä varten haasteltiin monipuolisesti eri alojen ammattilaisia, järjestettiin työpaja, perehdyttiin olemassa olevaan ohjeistukseen ja hyödynnettiin Rambollin kansainvälistä asiantuntijaverkostoa.

Erikoiskuljetusten ja raitiotieliikenteen samankaltaisista tavoitteista huolimatta keskeinen haaste niiden yhteensovittamiselle on niiden osin ristiriitaiset vaatimukset toimintaympäristöltään. Raitiotiejärjestelmän rakenteet ja sekä teknisen että liikenteellisen operoinnin suunnittelun jäykkyys ja tarkkuus aiheuttavat haasteen, jos erikoiskuljetusreitti on sovitettava samaan katutilaan. Raitiotien ja etenkin sen pysäkkien läheisyyteen tavoitellaan yleensä tiivistä yhdyskuntarakennetta ja jalankulkupainotteista, viihtyisää ja esteetöntä ympäristöä. Erikoiskuljetukset vaativat tilaa sekä yliajettavia tai purettavia rakenteita, mikä rajoittaa esimerkiksi puiden ja viheralueiden sekä saarekkeiden käyttöä. Puut, kaiteet ja erilaiset kadun kalusteet kuten liikennemerkkit, liikennevalopylväät ja portaalit voivat muodostaa pitkänomaisia tai porttimaisia esteitä erikoiskuljetukselle.

Esimerkiksi täydennysrakentaminen, erilaiset tapahtumat sekä raitiotien rakentaminen aiheuttavat erikoiskuljetustarpeita myös kaupunkikeskustoihinkin. Pienempien, ei-luvanvaraisten sekä ilman liikenteenohjaajia liikkuvien erikoiskuljetusten kulku tie- ja katuverkolla tulee mahdollistaa liikennesääntöjen mukaisesti. Suurten ja harvoin kulkevien erikoiskuljetusten kulkua ei voida tehdä mahdottomaksi liikenneympäristössä, mutta sitä ei myöskään tarvitse tehdä erityisen helppoksi. Voidaan edellyttää esimerkiksi kadun varusteiden purkua tai normaalin ajosuunnan vastaisesti ajamista. Erikoiskuljetuksen ominaisuuksista ensisijaisesti korkeus aiheuttaa tavallisesti haasteita raitiotien ajojohdinjärjestelmän suhteen. Oleellinen tieto raitiotieverkostojen ja erikoiskuljetusreittien yhteensovitusratkaisuja suunniteltaessa on, kuinka usein ja millaisia erikoiskuljetuksia alueella liikkuu. Tällaista tietoa on nykyisin huonosti saatavilla. Usein erikoiskuljetusreiteillä huomioidaan esimerkiksi 5 metrin vapaa alituskorkeus sijoittamalla raitiotien ajojohtimet riittävän ylös. Ajojohdinjärjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa voidaan myös huomioida erikoiskuljetusreitti suunnittelemalla rakenteet mahdollisimman helposti nostettaviksi tai purettaviksi.

Lähtökohtaisesti ylemmän tason kaavoituksella sekä suunnittelulla tulee välttää raitiotien ja erikoiskuljetusreitin risteämistä ja tarkastella reittien muuttamista tai siirtämistä. Yhteensovitus vaatii kompromisseja suunnittelun ja operoinnin eri osapuolilta. Erikoiskuljetusreitteihin on syytä luoda katsaus jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa raitiotiehankkeen aikana, esimerkiksi jo alustavissa suunnitelmissa tai yleiskaavoituksen yhteydessä. Viimeistään raitiotiehankkeen yleissuunnitelmassa on tehtävä ratkaisuja raitiotielinjojen ja erikoiskuljetusreittien suhteen, kun reittejä voidaan vielä mahdollisesti muuttaa. Tarkempaa suunnittelua erikoiskuljetusreittien huomiointista katutilassa on syytä tehdä viimeistään asemakaavoituksessa. Katu- ja rakennussuunnittelussa voidaan vaikuttaa enää yksityiskohtaisiin teknisiin ratkaisuihin. Raitiotien rakennusvaiheessakin hyödytään erikoiskuljetusten huomiointista ja työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelusta jo urakan laskentavaiheessa. Mikäli erikoiskuljetuksen kulku työmaan vaikutusalueella on riittävän ajoissa tiedossa, voidaan työt vaiheistaa mahdollisimman kustannustehokkaasti. Yllättävät erikoiskuljetukset aiheuttavat helposti viivästystä ja kustannuksia sekä työmaalle että erikoiskuljetukselle.

Raitiotielinjan kanssa risteävät suuret erikoiskuljetukset toteutetaan pääsääntöisesti yöaikaan raitiotieliikenteen yökaton aikana, jotta raitiotieliikenteen häiriöiltä vältytään. Tarvittaessa ajojohdinjär-

jestelmästä katkaistaan jännite ja kyseinen syöttöjakso maadoitetaan, jolloin radan kunnossapitäjä voi nostaa ajojohtimia, jotta kuljetus mahtuu kulkemaan niiden ali. Haasteena raitiotiehen kohdistuvien toimenpiteiden ja kuljetuksen suorittamisessa voi olla paikoin hyvin lyhyt yökatko ja rajalliset kunnossapidon resurssit. Kukaan muu kuin radan kunnossapitäjä ei saa edes välillisesti koskea ajojohtimiin, sillä niissä kulkee hengenvaarallinen jännite. Nykyisissä Suomen raitiotiejärjestelmissä radan jännitteellisiin osiin tulee olla vähintään 0,5 metrin turvaetäisyys. Poikkeustilanteissa voidaan myös raitioliikenne sovittaa kuljetuksen onnistumiseksi. Raitiotien kunnossapidon resursoinnin kannalta toimenpiteitä aiheuttavat erikoiskuljetukset tulisi olla kunnossapitäjän tiedossa vähintään viikkoa ennen kuljetusta, mutta käytännössä ilmoittaminen onnistuu nykykäytännöllä vasta muutamia päiviä etukäteen. Raitioliikenteeseen vaikuttavista kuljetuksista tulee pyrkiä sopimaan liikennöitsijän kanssa useita viikkoja etukäteen.

Erikoiskuljetusten luvituksessa tulee jatkossa ottaa huomioon myös raitiotiet nykyistä kattavammin. Erikoiskuljetusluvuissa ei ole nykyisellään välttämättä yksityiskohtaista mainintaa raitiotien risteämiskohdista tai kaikista erikoiskuljetukselta edellytettävistä toimenpiteistä, vaan raitioteiden huomiointi on pitkälti kuljetusliikkeiden ammattitaidon varassa. Raitiotielinjojen varrelle voitaisiin myös maastoon merkitä vapaat alituskorkeudet erikoiskuljetusreittien risteyskiin.

Paikalliset kuljetusyrietykset on tunnistettava sidosryhmiksi raitiotiehankkeita suunniteltaessa. Raitiotiehankkeiden edetessä on käytävä vuoropuhelua kuljetusliikkeiden kanssa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Kuljetusliike voi oman liiketoimintansa turvaamiseksi alalla joutua kaventaamaan toimintakenttäänsä ja erikoistumaan tietynlaisiin kuljetuksiin, ja ympäristön muutokset voivat vaikuttaa esimerkiksi kuljetusliikkeen kalustoinvestointeihin ja vaikuttaa yrityksen sijaintiin.

Erikoiskuljetusten aikatauluhaasteiden juurisyyinä on yleensä kuljetuksen tilaaminen kuljetusliikkeeltä jo lähtökohtaisesti melko tiukalla aikataululla. Kuljetusten tilaajien tulisi olla paremmin tietoisia kuljetusaikatauluun liittyvistä seikoista ja ennakoida, jotta kuljetuksella ei olisi niin kovaa aikataulupainetta ja esimerkiksi raitiotien risteämisistä johtuvat toimenpiteet voidaan suorittaa asianmukaisesti. Alan toimijoiden tulisi lisätä tietämystä kuljetusten haasteista ja kehittää toimintaa ennakoivampaan suuntaan.

Keskeiseksi tarpeeksi niin raitiotie- ja rakennushankkeiden kuin erikoiskuljetustenkin suunnittelussa on tunnistettu ajantasaisien ja todenmukaisen erikoiskuljetusreittitiedon saatavuus ja tieto kuljetusmääristä. Tällaisesta tiedosta hyötyisivät niin suunnittelijat, erikoiskuljetuslupakäsittelijät kuin kuljetusliikkeetkin. Tavoitereittien tiedot esitetään tietojärjestelmissä tasametreissä, poikkeuksena korkeuden vapaa mittaraja 4,4 m. Tämä ei vastaa välttämättä todellisuutta. Erikoiskuljetusreittiverkon määrittelyssä tulisi tehdä selvä ero tasametreinä määritellyn tavoitemitan ja infralla todellisuudessa olevien esteiden aiheuttamien rajoitteiden välille.

Reittien toteumatietoa koskevan järjestelmän ylläpitäjäksi on selvitystyön aikana ehdotettu kuntaa tai valtiota (Väylävirasto, Ely-keskukset), mutta esimerkiksi radanpitäjän vastuulla olisi tuottaa ajantasaista ja laadukasta tietoa raitiotieverkostaan ja huolehtia, että esimerkiksi ajojohtimet pysyvät ilmoitetussa korkeudessa.

Hyvän erikoiskuljetusreittejä koskevan tiedonhallintakokonaisuuden keskeiset ominaisuudet:

- ajantasaisuus (esim. tietyöt, muuttuneiden tietojen päivitys)
- reitin kokoluokka ja sen todenmukaisuus (reitin tavoitekokoluokka tasametrein sekä inf-ralla todellisuudessa olevien esteiden aiheuttamat rajoitteet, millaisia kuljetuksia reitillä on todellisuudessa mahtunut kulkemaan, ajojohdinten korkeudet)
- reitin käyttöaste (kuinka usein reitillä kulkee tietyn kokoisia kuljetuksia)
- reitin detaljit (esim. yliajettavat rakenteet, kantavat jkpp:t)

Jotta radanpitäjä, työmaat ym. tahot saisivat tiedon erikoiskuljetuksista mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, lupaprosessissa voisi olla jonkinlainen automatiikka, joka lähettää tiedon asianosaisille tahoille automaattisesti, kun lupa myönnetään. Erikoiskuljetuksen suorittajan kannattaa varautua suunnittelemalla vaihtoehtoinen reitti työmaan ohi ja välttää lähtökohtaisesti raitiotien kanssa risteämistä, mikäli kuljetuksen koko aiheuttaisi raitiotiehen kohdistuvia toimenpiteitä.

Tämän selvityksen laatimisen yhteydessä pidetyssä työpajassa nostettiin esiin tilanteiden tapauskohtaisuus eri toimijoiden ja prosessien osalta. Laadukkaan tiedon tuottaminen, sen hallinta ja saatavuus tunnistettiin keskeiseksi tarpeeksi raitioteiden ja erikoiskuljetusten yhteensovittamisessa esimerkiksi kuljetusten ennakkoinnin onnistumiseksi. Erikoiskuljetuksen suorittajan näkökulmasta tärkeitä ovat selkeät ohjeet ja toimintamallit raitioteihin liittyen sekä suorat yhteystiedot raitiotien kunnossapidosta ja operoinnista vastaaviin tahoihin. Erikoiskuljetusten suorittajilta toivottiin ennakkointia sekä ohjeisiin ja toimintamalleihin tutustumista etukäteen, jotta välttyään yllättäviltä lisäkustannuksilta ja riskejä aiheuttavilta tilanteilta. Moninäkökulmainen keskustelu eri alojen toimijoiden kesken koettiin hedelmälliseksi.



## LÄHTEET

Gröhn Heino, Jussila Juha ja Lipponen Rauno 2021: Raporttiluonnoksen kommentointi sähköpostitse 5.8.2021. Ratatek Oy.

HKL 2018. Raitioteiden suunnitteluohje. [https://www.e-julkaisu.fi/hkl/raitioteiden\\_suunnitteluohje/mobile.html#pid=1](https://www.e-julkaisu.fi/hkl/raitioteiden_suunnitteluohje/mobile.html#pid=1). Viitattu 30.8.2021.

HKL 2018: Toimintaohje Työskentely raitiotien läheisyydessä.

Koski, Eetu 2020. Tampereen raitiotien sähköradan jaksoerotus. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/346227/Koski\\_Eetu.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/346227/Koski_Eetu.pdf). Viitattu 7.6.2020.

Kuntaliitto 2019. Erikoiskuljetukset suunnittelussa. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2019/1930-erikoiskuljetukset-suunnittelussa>

Raide-Jokerin projektitoimisto 2020. Raide-Jokeri suunnitteluperusteet päivitysversio 21.9.2020.

Ramboll Finland Oy 2020. Akkukäyttöisten raitiovaunujen soveltuvuus Vantaan raitiotielinjalle. Esiselvitys.

Ratatek 2015. Raide-Jokerin kääntöorsien ja ajojohdinten kiristystapojen periaatekuvat.

Schmidt, Martin 2021: Norrköpingin kunnan liikennesuunnittelijan Martin Schmidtin sähköpostiviesti 16.6.2021.

Tampereen Raitiotie Oy 2020. Raitiotiealueen läheisyydessä työskentely ja kuljetukset – turvallisuusohje.

Tampereen Raitiotie Oy 2020. Tampereen raitiotien suunnitteluohje. <https://www.ratikansuunnitteluohje.fi/>. Viitattu 19.5.2021.

Traficom 2020. Pidemmät ja raskaammat HCT-rekat. Verkkosivu. <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/pidemmät-ja-raskaammat-hct-rekat>. Viitattu 9.6.2021.

Väylävirasto 2021. Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksissä. Väyläviraston ohjeita 8/2021. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-08\\_erikoiskuljetukset\\_rautatien\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-08_erikoiskuljetukset_rautatien_web.pdf)

### Haastattelut, toteutettu helmi-toukokuussa 2021

Sakari Metsälampi, HSL; Petri Hakala, Tampereen kaupunki, Nysse; Vesa Rauhala, VR; Jyrki Lehtimäki, Tampereen kaupunki; Hanna Montonen, Tampereen kaupunki; Pekka Stenman, Tampereen kaupunki; Hannu Stam, HKL; Jukka Anttalainen, HKL; Juha Savolainen, kuljetusliike Mäntylä E & E; Enni Lehtinen, Uudenmaan Ely-keskus; Rauno Lipponen, Ratatek; Susanna Koponen, Vantaan kaupunki; Tiina Hulkko, Vantaan kaupunki; Joonas Stenroth, Vantaan kaupunki; Sauli Hakkarainen, Vantaan kaupunki; Olli Lappalainen, Vantaan kaupunki; Joonas-Petteri Kallonen, YIT; Aki Martikainen, YIT; Lotta Rautio, Sweco.

#### **22.4.2021 etäjärjestelyin toteutettu työpaja, johon osallistuivat:**

Juha Savolainen, Mäntylä E&E; Minna Viitanen, Espoon kaupunki; Pauliina Kuronen, HAMK; Joonas Stenroth, Vantaan kaupunki; Markus Pasanen, Espoon kaupunki; Petteri Pietilä, Pirkanmaan Ely-keskus; Enni Lehtinen, Uudenmaan Ely-keskus; Rauno Lipponen, Ratatek; Susanna Koponen, Vantaan kaupunki; Vesa Rauhala, VR; Timo Kima, Rahtarit ry; Jonna Anttila, Tampereen Raitiotie Oy; Tiina Hulkko, Vantaan kaupunki; Niko Setälä, Helsingin kaupunki; Juha Hietanen, Helsingin kaupunki; Jari Gröhn, Väylävirasto ja Ross Snell, Espoon kaupunki sekä Ramboll Finland Oy:stä Kaisu Laitinen, Jaakko Mattila, Lauri Rätty, Suvi Tammilehto, Jakob Mirea ja Ville Keskisaari.