



Väyläviraston julkaisu
28/2020

RAUTATEIDEN AIKATAULU- SUUNNITTELU JA RATA- KAPASITEETIN HALLINTA SUOMESSA



Lauri Rätty, Maija Musto, Antti Lautela, Laura Aitolehti

Rautateiden aikataulusuunnittelu ja ratakapasiteetin hallinta Suomessa

Väyläviraston julkaisuja 28/2020

Väylävirasto
Helsinki 2020

Kannen kuva: Outi Jokela/Ramboll Finland Oy

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-317-780-2

Väylävirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puh. 0295 34 3000

Lauri Rätty, Maija Musto, Antti Lautela ja Laura Aitolehti: Rautateiden aikataulusuunnittelu ja ratakapasiteetin hallinta Suomessa. Väylävirasto. Helsinki 2020. Väyläviraston julkaisuja 28/2020. 87 sivua ja 1 liite. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-780-2.

Avainsanat: rautatiet, rataverkko, junaliikenne, aikataulut, kapasiteetti

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on määritetty uusia Suomen rautateiden liikenteen suunnittelun ja ratakapasiteetin hallinnan menetelmiä. Lähtökohtana selvitykselle ovat olleet EU:n neljännen rautatiepaketin ja 1.1.2019 voimaan tulleen raideliikennelain tuomat muutokset. Tavaraliikenteessä ja kansainvälisessä liikenteessä avoin markkinoille pääsy on jo toteutunut. Jatkossa kaikille rautatieyrityksille turvataan yhtäläiset edellytykset saada ratakapasiteettia myös kotimaan henkilöliikenteen harjoittamista varten ja saada sen mukainen oikeus käyttää rataverkkoa. Rataverkolla voi siten liikennöidä nykyistä useampia liikennöitsijöitä, joiden tarpeet ratakapasiteetin käytölle voivat olla keskenään ristiriidassa. Usean liikennöitsijän toimintaympäristö edellyttää ratakapasiteetin suunnittelulta ja hallinnalta uusia yhtenäisiä työmenetelmiä laadukkaan liikenteen ja tasapuolisten toimintamahdollisuuksien varmistamiseksi.

Yhteiskunnallisena tavoitteena on, että junaliikenteen kysyntä kasvaa ja olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti ja pienillä kustannuksilla. Tämän selvityksen tarkoituksena on ollut kehittää uusia toimintatapoja, joilla ratakapasiteetin käytön suunnittelu ja hallinta vastaavat nykyistä paremmin rataverkon tehokasta käyttöä koskeviin haasteisiin usean toimijan toimintaympäristössä.

Uudet toimintatavat ratakapasiteetin hallintaan laadittiin yhteistyössä rautateiden eri toimijoiden kanssa. Selvityksen tuloksena todetaan, että rataverkon haltijan roolia rautatieliikenteen suunnittelussa ja ratakapasiteetin jaossa on vahvistettava. Usean liikennöitsijän kapasiteettitarpeiden koordinointi vaatii rataverkon haltijalta vahvaa roolia eri toimijoiden tarpeiden yhteensovittajana. Prosessiin kuuluu ratakapasiteetin käytön kehityskuvan määrittely, aikataulujen ennakkosuunnittelu sekä myönnettävän kapasiteetin laadun varmistaminen simulointia hyödyntämällä. Suunnittelun lopputulosta ohjataan yhtenäisten, systemaattisesti kehitettävien suunnittelusääntöjen avulla korkealle laatu tasolle. Prosessi otetaan vaiheittain käyttöön aikataulukaudesta 2022 alkaen.

Ratakapasiteetin käytön kehityskuva muodostetaan pitkällä aikajänteellä kuvaamaan ratakapasiteetin ennakoitua käyttöä. Eri aikajänteille laadittavien kehityskuvien muodostamisen lähtökohtana ovat nykyisen liikennöinnin ja infrastruktuurin lisäksi näkemys rautatieliikenteen, ratatöiden ja rатаinfrastruktuurin kehittymisestä. Lähtökohtana on kehityskuvasta muodostetaan vuosittain tulevaa aikataulukautta varten aikataulujen ennakkosuunnitelma, jossa huomioidaan tiedossa olevat tilapäiset kapasiteettirajoitteet sekä ennakkotiedot liikennöitsijöiden muuttuvista kapasiteettitarpeista. Ennakkosuunnitelma perustuu valmisteluun Väyläviraston ja ratakapasiteetin hakijoiden kesken ja siinä kuvataan Väyläviraston näkemys ratakapasiteetin tehokkaasta käyttötavasta.

Rataverkon haltija yhteensovittaa aikataulut neuvotellen liikennöitsijöiden kanssa. Prosessissa on varauduttu siihen, että rataverkon haltijan rooli voi kasvaa nykyisestä erityisesti silloin, jos aikataulujen yhteensovittaminen koskee laajoja aikataulurakenteita. Simulointia hyödynnetään aikataulujen laadun varmistuksessa. Simuloinnilla voi olla myös vaikutusta yhteensovituksen toteutumiseen, mikäli tarkasteltavien vaihtoehtojen välillä on eroja esimerkiksi luotettavuuden ja täsmällisyyden edellytysten suhteen.

Lauri Rätty, Maija Musto, Antti Lautela och Laura Aitolehti: Tidtabellsplanering för järnvägarna och hantering av bankapaciteten i Finland. Trafikledsverket. Helsingfors 2020. Trafikledsverkets publikationer 28/2020. 87 sidor och 1 bilaga. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-780-2.

Sammanfattning

I denna utredning fastställs nya metoder för planeringen av järnvägstrafiken och hanteringen av bankapaciteten i Finland. Utgångspunkten för rapporten har utgjorts av de förändringar som det fjärde EU-järnvägspaketet och spårtrafiklagen, som trädde i kraft 1.1.2019, fört med sig. I godstrafiken och den internationella trafiken har ett öppet marknadstillträde redan blivit verklighet. Framöver garanteras alla järnvägsföretag lika villkor att få bankapacitet för att bedriva inrikes persontrafik och att sålunda få rätt att använda bannätet. Följaktligen är det möjligt att fler operatörer än för tillfället opererar på bannätet och har ett behov av användning av bankapacitet vilket sinsemellan kan vara motstridigt. En verksamhetsmiljö med flera operatörer förutsätter nya enhetliga arbetsmetoder i planeringen och hanteringen av bankapaciteten för att trygga en högklassig trafik och jämlika verksamhetsmöjligheter.

Det samhällseliga målet är att efterfrågan på tågtrafik ökar och att den existerande infrastrukturen kan utnyttjas maximalt effektivt och med små kostnader. Syftet med denna utredning har varit att utveckla nya förfaringssätt med vilka planeringen och hanteringen av användningen av bankapaciteten ännu bättre än för närvarande svarar på de utmaningar som gäller en effektiv användning av bannätet i en verksamhetsmiljö med flera aktörer.

De nya förfaringssätten i hanteringen av bankapaciteten upprättades i samarbete med de olika järnvägsaktörerna. Som ett resultat av utredningen konstateras det att bannätsförvaltaren i fortsättningen måste få en större roll i planeringen av järnvägstrafiken och fördelningen av bankapaciteten. Koordineringen av kapacitetsbehoven hos flera olika operatörer kräver att bannätsförvaltaren har en stark roll som samordnare av de olika aktörernas behov. Processen omfattar definiering av utvecklingsbilden för användningen av bankapaciteten, förhandsplanering av tidtabellerna och säkerställande av kvaliteten på den kapacitet som beviljas genom att dra nytta av simulering. Planeringens slutresultat styrs med enhetliga planeringsregler som ska utvecklas systematiskt mot en hög kvalitetsnivå. Processen tas i bruk stegvis från och med tidtabellsperioden 2022.

Utvecklingsbilden för användningen av bankapaciteten bildas på lång sikt för att beskriva den förväntade användningen av bankapaciteten. Utgångspunkten för de utvecklingsbilder som ska tas fram för olika tidsramar är, utöver nuvarande trafik-utväxling och infrastruktur, synen på utvecklingen för järnvägstrafiken, banarbetena och baninfrastrukturen. Utifrån utvecklingsbilden för den närmaste framtiden bildas årligen för den kommande tidtabellsperioden en förhandsplan för tidtabellerna, i vilken kända tillfälliga kapacitetsbegränsningar och preliminära uppgifter om operatörernas förändrade kapacitetsbehov beaktas. Förhandsplanen grundar sig på en ömsesidig beredning av Trafikledsverket och sökandena av bankapacitet och den beskriver Trafikledsverkets syn på ett effektivt sätt att använda bankapaciteten.

Bannätsförvaltaren samordnar tidtabellerna genom att förhandla med operatörerna. I processen har man berett sig på att bannätsförvaltarens roll kan öka från den nuvarande, i synnerhet om samordningen av tidtabeller gäller omfattande tidtabellsstrukturer. Simulering utnyttjas i säkerställandet av tidsplanerna. Simulering kan också påverka genomförandet av samordningen, om det finns skillnader mellan de alternativ som granskas, till exempel när det gäller förutsättningarna för pålitlighet och exakthet.

Lauri Rätty, Maija Musto, Antti Lautela and Laura Aitolehti: Railway timetable planning and infrastructure capacity management in Finland. Finnish Transport Infrastructure Agency. Helsinki 2020. Publications of the FTIA 28/2020. 87 pages and 1 appendix. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-317-780-2.

Abstract

This study has identified new methods for railway traffic planning and infrastructure capacity management in Finland. The starting point for the report were the changes brought about by the fourth EU railway package and the Railway Transport Act, which entered into force on 1 January 2019. In freight traffic and international traffic, the opening of the market has already taken place. In the future, all railway undertakings will be guaranteed equal access to infrastructure capacity also for the purpose of operating domestic passenger services, and to have access to the railway network accordingly. The railway network can therefore have more transport operators than currently, the needs of which may conflict with regard to the use of infrastructure capacity. An operating environment with multiple transport operators requires new uniform working methods for the design and management of infrastructure capacity in order to ensure high-quality transport and equal means of action.

The national objective is to increase the demand for rail transport and to utilise the existing infrastructure as efficiently as possible and at low cost. The purpose of this study has been to develop new approaches in the planning and management of infrastructure capacity use in order to better address the challenges of efficient use of the railway infrastructure in a multi-operator environment.

The new approaches to managing infrastructure capacity were developed in co-operation with various railway operators. As a result of the study, the role of the infrastructure manager in the design of rail transport and the allocation of infrastructure capacity must be strengthened. The co-ordination of the capacity requests of several transport operators requires a strong role from the infrastructure manager in co-ordinating the needs of the various actors. The process includes defining the scenario of the utilisation of infrastructure capacity, advance planning of timetables, and ensuring the quality of the capacity to be validated by using simulation. The result of the planning is guided to a high level of quality by means of uniform design rules that are systematically developed. The process will be phased in from timetable period 2022.

The scenario of the utilisation of infrastructure capacity is formed over an extended period of time to describe the anticipated use of infrastructure capacity. In addition to current traffic and infrastructure, the views on the development of rail transport, track work and track infrastructure functioned as the starting points for the scenarios for different time frames. Every year, the scenario for the near future will be used for creating a provisional plan for timetables for the coming timetable period, taking into account any identified temporary capacity constraints and advance information on the changing capacity requests of transport operators. The provisional plan is based on preparation between the Finnish Transport Infrastructure Agency and the applicants for infrastructure capacity, and it provides a description of the Finnish Transport Infrastructure Agency's view on the efficient use of infrastructure capacity.

The infrastructure manager shall co-ordinate the timetables in consultation with the transport operators. The process has provided for the fact that the role of the infrastructure manager may become larger than at present, especially if the co-ordination of timetables concerns extensive timetable structures. Simulations are used for ensuring the quality of the timetables. Simulations may also have an impact on the implementation of co-ordination if there are differences between the options under consideration, for example, as regards their requirements for reliability and accuracy.

Esipuhe

Rautatieliikenteen kasvu ja markkinan avautumisen mahdollistama uusien liikennöitsijöiden tulo Suomen rautatieliikenteeseen ovat nostaneet esille tarpeen kehittää uusia menetelmiä rautatieliikenteen aikataulujen perussuunnitelmana toimivan vuosikapasiteetin suunnitteluun ja hallintaan. Myös suunnittelutekniikoissa tapahtuva kehitys samoin kuin lainsäädännön kehitys edellyttävät uusien menetelmien käyttöönottoa.

Väylävirasto vastaa Suomen valtion rataverkon haltijana rautateiden liikennesuunnittelun ja ratakapasiteetin jaon periaatteista. Näiden periaatteiden kehittämistä monitoimijaympäristöä varten pohdittiin eri joukkoliikenneviranomaisien yhteisessä työryhmässä vuosina 2017–2018, jonka seurauksena Väylävirastossa käynnistettiin "Aikataulurakenne"-projekti. Projektissa tehdyn kehittämistyön lopputuloksena syntynyttä uutta vuosikapasiteettiprosessia kuvataan tässä julkaisussa.

Työn aikana järjestettiin sidosryhmille useita työpajoja, joiden avulla kerättiin tietoa rautatiesektorin tarpeista ratakapasiteettiprosessille. Lisäksi tehtiin kirjallisuusselvitystä ja kansainvälistä vertailututkimusta. Työn toteuttamisesta vastasivat konsultteina Ramboll Finland Oy, jossa projektipäällikkönä toimi Maija Musto ja asiantuntijoina Lauri Rätty, Aki Mankki, Anne Jokiranta, Juho Björkman, Jukka-Pekka Pitkänen sekä Alex Landex. Väyläviraston puolelta projektiryhmässä toimivat projektipäällikkönä Antti Lautela ja asiantuntijana Laura Aitolehti.

Helsingissä toukokuussa 2020

Väylävirasto
Väylien käyttöpalvelut -osasto

Sisältö

KÄSITTEET	9
1 JOHDANTO	11
1.1 Lähtökohdat.....	11
1.2 Selvityksen tavoitteet.....	13
1.3 Selvityksen sisältö.....	14
2 RAUTATIELIIKENNE SUOMESSA.....	15
2.1 Rataverkko ja rautatieliikenne.....	15
2.2 Täsmällisyys rautateillä	21
2.3 Organisaatiot ja vastuunjako	24
2.3.1 Osapuolet monitoimijaympäristössä	24
2.3.2 Rataverkon hallinta ja liikenteen ohjaus	25
2.3.3 Toimivaltaiset viranomaiset.....	25
2.3.4 Rautatieliikenteen liikennöitsijät	26
3 NYKYISET SUUNNITTELUPROSESSIT JA -PERIAATTEET SUOMESSA.....	27
3.1 Nykyisten suunnitteluprosessien ja periaatteiden taustat	27
3.2 Nykyinen suunnitteluprosessi.....	28
3.3 Nykyiset suunnitteluohjeet ja -käytännöt.....	32
3.3.1 Suunnittelua koskeva ohjeistus.....	32
3.3.2 Rataverkon ja kaluston erityispiirteet.....	34
3.4 Tietojärjestelmät ja ohjelmistot.....	36
3.4.1 Operatiiviset järjestelmät.....	36
3.4.2 Aikataulusuunnitteluohjelmistot	37
3.4.3 Simulointiohjelmistot.....	37
4 KIRJALLISUUSKATSAUS	39
4.1 Aiempia tutkimuksia.....	39
4.2 Aikataulusuunnittelu	39
4.2.1 Aikataulusuunnittelun vaiheet.....	39
4.2.2 Teoreettinen ajoaika ja pelivara	39
4.2.3 Aikataulurakenteen suunnittelu.....	41
4.3 Ratakapasiteetin suunnittelu ja käyttöaste.....	43
4.4 Simulointi.....	45
4.5 Laadun mittaaminen	46
5 KATSAUS ULKOMAIISIIN SUUNNITTELUPROSESSEIHIN JA -PERIAATTEISIIN.....	47
5.1 Tutkimuskohteet ja tutkimuksen toteutus	47
5.2 Ruotsi	47
5.2.1 Ruotsin rataverkko ja rautatieliikenne	47
5.2.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Ruotsissa	48
5.2.3 Suunnitteluohjeet Ruotsissa	52
5.3 Norja.....	53
5.3.1 Norjan rataverkko ja rautatieliikenne.....	53
5.3.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Norjassa.....	54
5.3.3 Suunnitteluohjeet Norjassa	56
5.4 Tanska.....	56
5.4.1 Tanskan rataverkko ja rautatieliikenne	56
5.4.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Tanskassa	57

5.4.3	Suunnitteluohjeet Tanskassa.....	57
5.5	Eurooppalainen kansainvälisen liikenteen suunnitteluprosessi.....	59
5.5.1	Suunnitteluprosessin kuvaus.....	59
5.5.2	TTR-projekti suunnitteluprosessin kehittämiseksi	60
5.6	Yhteenveto	62
5.6.1	Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi	62
5.6.2	Suunnitteluohjeet.....	63
6	SUUNNITTELUPROSESSIN JA -PERIAATTEIDEN MÄÄRITTÄMINEN	64
6.1	Lähtökohdat.....	64
6.2	Suunnitteluprosessin kuvaus	67
6.3	Prioriteettisäännöt	69
6.4	Suunnittelusäännöt.....	69
6.4.1	Suunnittelusääntöjen tavoitteet	69
6.4.2	Suunnittelusääntöjen käyttö	70
6.4.3	Suunnittelusääntöjen sisältö	70
6.5	Ratakapasiteetin käytön kehityskuva.....	72
6.5.1	Kehityskuvien sisältö	72
6.5.2	Kehityskuvien hyödyntäminen.....	73
6.6	Ennakkosuunnitelma	74
6.7	Liikennöitsijöiden aikataulusuunnittelu	75
6.8	Aikataulujen yhteensovittaminen	76
6.9	Aikataulujen laadun varmistaminen.....	77
6.10	Prosessin jatkuva kehittäminen.....	78
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTOIMENPITEET	82
7.1	Johtopäätökset	82
7.2	Jatkotoimenpiteet	83
	LÄHTEET	85
	LIITTEET	
Liite 1	Vuosikapasiteetin jakamisen prosessi ja eri osapuolten roolit	

Käsitteet

Aikataulu tarkoittaa rautatieliikenteessä junan suunniteltuja lähtö- ja saapumisaikoja liikennepaikoilla tai asemilla. Suomessa jokaisella valtion rataverkolla kulkevalla junalla täytyy olla aikataulu. Junan kulku edellyttää myönnettyä ratakapasiteettia, joka perustuu junien aikatauluihin.

Bruttotonnikilometri tarkoittaa junakilometrejä kerrottuna junien veturin ja vaunujen yhteisellä bruttopainolla tonneina.

Finrail kuuluu LVM:n omistajaohjauksen alaisuudessa toimivaan Traffic Management Finland -konserniin. Finrail vastaa mm. rautateiden liikenteen hallintaa ja -ohjauspalveluista Väyläviraston kanssa laaditun palvelusopimuksen mukaisesti.

HSL, Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä, toimii omalla toimialueellaan joukkoliikenteen toimivaltaisena viranomaisena.

Junakilometri tarkoittaa junien kulkemaa matkaa kilometreissä.

Kaukojunaliikenne on Suomen alueella toimivaa henkilöliikennettä, joka ei ole lähiliikennettä. Suomessa kaukojunaliikennettä suunnittelee ja liikennöi tällä hetkellä VR-Yhtymä Oy.

Kaupunkijunaliikenne Helsingin seudulla tarkoittaa erillisillä kaupunkiraiteilla tasaisella vuorovälillä liikennöitävää lähijunaliikennettä. Kaupunkijunaliikenteen verkko käsittää nykytilanteessa kaupunkiradan Helsinki–Leppävaara, Kehäradan sekä Keravan kaupunkiradan Helsinki–Kerava.

Liikennöitsijä on rautatieyhtymä, joka harjoittaa aikataulutettua junaliikennettä.

LVM, liikenne- ja viestintäministeriö, toimii mm. rautateiden henkilöliikenteen toimivaltaisena viranomaisena.

Lähijunaliikenne on tietyn seudun alueella toimiva paikallisjunajärjestelmä, jonka liikenteen suunnittelee ja tilaa yleensä liikenteen toimivaltainen viranomaisorganisaatio. Suomessa tällä hetkellä lähijunaliikenteessä toimivaltaisia viranomaisia ovat Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) ja Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL).

Markkinaehtoinen liikenne toimii ilman julkista tukea. Liikenteenharjoittajat vastaavat itse liikenteen suunnittelusta ja hinnoittelusta.

Monitoimijaympäristöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa yhden rataverkon haltijan verkostossa toimii useita rautatieliikennöitsijöitä.

Open Access -liikennöitsijä liikennöi Suomen rataverkolla omalla kalustollaan markkinaehtoista liikennettä.

Palvelusopimusasetus eli PSA on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 1370/2007 rautateiden ja maanteiden julkisista henkilöliikennepalveluista. Asetus määrittelee toimenpiteet ja menettelytavat, joita käyttäen toimi-

valtainen viranomainen saa puuttua markkinoiden toimintaan. Asetusta sovelletaan rautateiden ja muiden raideliikennemuotojen sekä maanteiden julkisen henkilöliikenteen kansalliseen ja kansainväliseen harjoittamiseen.

Pelivara tarkoittaa junan teoreettiseen nopeimpaan ajoaikaan tai teoreettiseen nopeimpaan pysähtymiseen kuluvaan aikaan lisättävää aikaa. Pelivaran tarkoituksena on varautua ajo- ja pysähtymisaikojen vaihteluun.

Ratakapasiteetilla tarkoitetaan raideliikennelain mukaan mahdollisuutta käyttää rataverkkoa ja laatia aikatauluja rataverkolla liikennöitävillä reiteillä. Ratakapasiteetin voi määritellä myös niin, että se on rataverkon ominaisuuksista johdettava aikaan sidottua rautatiereitin junaliikenteen välityskykyä. *Säännöllinen ratakapasiteetti tarkoittaa ratakapasiteettia, jota haetaan säännöllistä, pitkäkestoista ja samanlaisena toistuvaa liikennöintiä varten. Esimerkki: tarve liikennöidä läpi vuoden maanantaista lauantaihin. Kiireellinen ratakapasiteetti tarkoittaa ratakapasiteettia, jota haetaan tilapäistä, lyhytkestoista ja vaihtelevaa liikennöintitarvetta varten.*

Ratatyöllä tarkoitetaan tässä työssä kaikkea radalla tapahtuvaa kunnossapitoa tai rakentamista, jolle on varattu ratakapasiteettia tai se vaikuttaa ratakapasiteettiin.

Rataverkon haltija tarkoittaa Väylävirastoa tai yksityisraiteen haltijaa, kun raide kuuluu raideliikennelain soveltamisalan piiriin. Rataverkon haltija on vastuussa erityisesti rautatieinfrastruktuurin rakentamisesta, hallinnoinnista ja kunnossapidosta.

Rautateiden verkkoselostuksessa kuvataan valtion rataverkko, rataverkolle pääsyn edellytykset, ratakapasiteetin jakamismenettely, rautatieliikenteen harjoittajille tarjottavat palvelut ja ratamaksun määräytymisperusteet kuluvana sekä tulevana aikataulukautena

Simulointi tarkoittaa jonkin todellisuuden ilmiön mallintamista esimerkiksi tietokoneohjelman avulla. Tässä selvityksessä simuloinnilla tarkoitetaan junaliikenteen ja sen ohjauksen jäljittelemistä siihen tarkoitettun ohjelman avulla.

Slotti tarkoittaa yhdelle junalle tarkoitettua aikatauluikkunaa, jossa juna voi tietyllä rataosuudella kulkea. Slotti muodostetaan siten, että se huomioi junien tarvitseman ajoajan rataosuudella sekä luotettavan liikennöinnin edellyttämän puskuriajan. Puskuriajan jälkeen on seuraavan junan slotti.

Suunnitteluohjeella tarkoitetaan tässä työssä dokumenttia, jossa on lueteltu suunnittelusäännöt ja kuvattu suunnitteluprosessi

Suunnittelusäännöllä tarkoitetaan tässä työssä yksittäistä suunnittelun sääntöä, miten jokin tietty asia suunnitellaan.

Taajamajunaliikenne tarkoittaa kaupunkiseutujen välistä lähiliikennettä, kuten esimerkiksi Helsinki–Riihimäki -taajamajunaliikenne, vrt. kaupunkijunaliikenne.

Toimivaltainen viranomainen tarkoittaa palvelusopimusasetuksen mukaista viranomaista tai viranomaisten ryhmittymää, jolla on valtuudet toimia tie- ja rautatieliikenteen alalla tietyllä maantieteellisellä alueella. Suomen tie- ja rautatieliikenteen toimivaltaiset viranomaiset määritellään liikennepalvelulaissa.

1 Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Tämän selvityksen lähtökohtana ovat olleet EU:n neljännen rautatiepaketin ja 1.1.2019 voimaan tulleen raideliikennelain tuomat muutokset. Tavaraliikenteessä ja kansainvälisessä liikenteessä avoin markkinoille pääsy on jo toteutunut. Jatkossa kaikille rautatieyrityksille, joilla on edellytykset rautatieliikenteen harjoittamiseksi, turvataan yhtäläiset edellytykset saada ratakapasiteettia myös kotimaan henkilöliikenteen harjoittamista varten ja saada sen mukainen oikeus käyttää rataverkkoa. Rataverkolla voi siten liikennöidä nykyistä useampia liikennöitsijöitä, joiden tarpeet ratakapasiteetin käytölle voivat olla keskenään ristiriidassa. Usean rautatieyrityksen toimintaympäristö edellyttää ratakapasiteetin suunnittelulta ja hallinnalta uusia yhtenäisiä työmenetelmiä liikenteen laadun ja tasapuolisten toimintamahdollisuuksien varmistamiseksi.

Kotimaan henkilöliikenteessä on voimassa vuoteen 2024 saakka liikenne- ja viestintäministeriön ja VR:n välinen käyttöoikeussopimus, jonka perusteella VR:llä on yksinoikeus HSL-alueen ulkopuoliseen kotimaan henkilöliikenteeseen. Yksinoikeus koskee niitä rataosia, joilla VR nykyisin harjoittaa matkustajaliikennettä. Liikenne- ja viestintäministeriöllä ja VR:llä on sopimus henkilöliikenteen osto- ja velvoiteliikenteestä vuoden 2020 loppuun saakka ja sopimuksen jatkosta neuvotellaan. Toimivaltaisten viranomaisten on kilpailutettava julkisen palveluvelvoitteen sisältävät uudet sopimusjärjestelyt viimeistään joulukuusta 2023 lähtien. Tämä tarkoittaa sitä, että suunniteltavan prosessin on sovittava myös nykyistä laajempaan monitoimijaympäristöön.

Rautatieliikenteen merkityksen on arvioitu kasvavan etenkin Helsingin ja muiden suurten kaupunkien välillä. Rautatieliikenteen kilpailukyky henkilöliikenteessä perustuu erityisesti sen nopeisiin matka-aikoihin ja täsmällisyyteen. Rautatieliikenteen matka-ajat ovat houkuttelevia etenkin suuren kysynnän yhteysväleillä henkilöautoliikenteeseen verrattuna, mikä kasvattaa rautatieliikenteen kysyntää. (Liikennevirasto 2015.)

Kansallisesti rautatieliikenteen markkinan avautumiselta odotetaan uusien palveluiden rakentumista ja palvelumarkkinan kehittymistä markkinaosuuden kasvamiseksi ja ilmastotavoitteisiin vastaamiseksi. Markkinan avautuminen ja kilpailun lisääntyminen on nähty keskeisenä keinona muutoksen syntymiselle, sillä voidakseen erottautua kilpailijoistaan, liikennöitsijöiden on kyettävä lisäämään toimintansa tehokkuutta ja tuottavuutta, luomaan uusia toimintamalleja ja pienentämään tuotantokustannuksia. (Liikennevirasto 2015, Liikennevirasto 2018b.)

Yhteiskunnallisena tavoitteena on, että junaliikenteen kysyntä kasvaa ja olemassa olevaa infrastruktuuria voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin nykyisillä tai jopa vähäisemmillä kustannuksilla. Erityisesti pitkällä ajanjaksolla tulee kiinnittää huomiota yhteiskuntataloudellisiin näkökohtiin. (Liikennevirasto 2018b.) Laissa liikennejärjestelmästä ja maanteistä (23.6.2005/503) kuvataan liikennejärjestelmän suunnittelun tavoitteita. Laki koskee myös rautatieliikenteen suunnittelua. Sen tavoitteena on edistää toimivaa, turvallista ja kestävästä liikennejärjestelmää ja siinä on esitetty liikennejärjestelmän suunnittelussa eri-

tyisesti huomioon otettavia näkökohtia. Rautateiden kapasiteetin suunnittelussa ja hallinnassa tulee erityisesti ottaa huomioon eri ihmisryhmien liikkumistarpeet ja matkaketjujen toimivuus, elinkeinoelämän kuljetustarpeet ja kuljetusketjujen toimivuus, liikennejärjestelmän energiatehokkuus sekä yksityisten ja markkinaehtoisten liikkumispalveluiden ja kuljetuspalveluiden toimintaedellytykset.

Kilpailuympäristö voi mahdollisine uusine toimijoineen edistää kaikkien rautatieliikenteen toimijoiden kykyä kehittää uudenlaisia palvelukonsepteja ja integroida palvelutarjontaa. Esimerkiksi henkilöliikenteessä uudet, ovelta-ovelle-palvelut voivat tuoda rautatieliikenteeseen uusia markkinasegmenttejä. Tavara-liikenteessä rautatieliikennöitsijöiden palvelutarjonta erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille voi kasvaa. Edellytyksenä tälle on rautatiejärjestelmän hyvä toimivuus sekä luotettavuutta edistävät toimintatavat, sillä rautatieliikenteen häiriöiden vaikutukset ulottuvat integroinnin myötä myös muihin liikkumispalveluihin ja yritysten toimintaketjuihin. Rautatiekuljetusten kilpailuedun vahvistamisessa eri toimijoiden kesken yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa tehtävällä ratakapasiteetin suunnittelulla ja hallinnalla on tärkeä asema. (Liikennevirasto 2018b.)

Eri toimijoiden suunnitelmien koordinoitua ja ratakapasiteetin hallinnan prosesseja on kehitettävä, jotta edellä kuvatut markkinoiden muutoksesta ja lisääntyneestä kilpailusta johtuvat muutokset olisivat mahdollisia. Näin vältetään monimutkaistuvan rautateiden toimijaympäristön vaikutus käytettävissä olevan ratakapasiteetin tehostomampaan käyttöön. Näiden toimintatapojen kehitys on tämän selvityksen tarkoitus.

Rautatieliikenteen markkina on muutoksessa

- HSL:n tilaamassa lähijunaliikenteessä kilpailutettu liikenne alkaa vuonna 2021.
- HSL:n toimivalta-alueen laajentumisen seurauksena HSL:n liikenne voi laajeta myös Pääradan kaukoliikenneraiteille, mikä edellyttää aiempaa laajempaa liikenteen yhteensovittamista.
- Etelä-Suomen taajamajunaliikenteen ja kaukoliikenteen sopimus- ja kilpailutilanne ei ole tätä kirjoitettaessa tiedossa, mutta rataverkon haltijan on varauduttava muutoksiin myös tässä liikenteessä, vähintään mahdollisten Open Access -liikennöitsijöiden markkinoille tuloon.
- Taajamajunaliikenteen mahdollinen kasvu tulevaisuudessa myös muilla kaupunkiseuduilla kuin Helsingin seudulla monimutkaistaa rautatieliikenteen toimintakenttää.
- Tavara-liikenteen osalta on varauduttava uusien liikennöitsijöiden markkinoilletuloon ja kilpailun laajenemiseen tavarakuljetuksissa.

1.2 Selvityksen tavoitteet

Rautatiemarkkinoiden kehitys kohti ratakapasiteetin todellista monitoimijaympäristöä edellyttää rautateiden aikataulusuunnittelulta ja ratakapasiteetin jaolta uusia toimintamalleja ja uusia suunnitteluperiaatteita. Näin voidaan varmistaa liikenteen laatu ja järjestelmän toimintakyky sekä taata kaikille liikennöitsijöille tasapuoliset mahdollisuudet ratakapasiteetin saamiseen ja liikennöintiin. Tällä hetkellä rautatieliikenteen suunnitteluohjeistus on vähäistä ja käytössä olevat ohjeet ovat yleispiirteisiä. Ratakapasiteetin hakijat ovat käytännössä pitkälti itse määrittäneet käyttämänsä suunnitteluperiaatteet ja päättäneet itse, millä tavoin ne soveltuvat aikataulusuunnittelussa oman liikenteensä junat yhtenäiseksi kokonaisuudeksi.

Suunnitteluprosessien kehittämiseksi vuonna 2017 kokoontui LVM:n ja Liikenneviraston (vuodesta 2019 alkaen Väylävirasto) johdolla viranomaistyöryhmä, jossa oli mukana liikennöitsijöiden ja rautatiesektorin muiden keskeisten toimijoiden edustajia. Tämän selvityksen lähtökohtana on ollut viranomaistyöryhmässä sovittu toimintamalli, jossa:

- rataverkon haltija tekee aikataulujen ennakkosuunnittelua eli valmiita aikataulurakenteita keskeisille Etelä-Suomen matkustajaliikenteen reiteille osittain korvaten liikennöitsijöiden aikataulusuunnittelua
- aikataulusuunnitteluperiaatteita tarkennetaan ja yhtenäistetään
- aikataulusuunnittelua ja kapasiteetin hallintaa tehdään menetelmillä, jotka mahdollistavat tarkan kehityskuvan muodostamisen suunnitellun kapasiteetin käyttöasteesta ja käyttötavoista
- vuosikapasiteetin toimivuus varmistetaan simuloinnin tai muiden arviointimenetelmien avulla ainakin keskeisillä reiteillä kapasiteetin yhteensovituksen aikana ennen vuosikapasiteetin hyväksymistä.

Aikataulujen ennakkosuunnittelulla tarkoitettiin lähtökohtaisesti liikennöitsijöiden tuotantoon asti menevää aikataulusuunnittelua, jossa rataverkon haltija suunnittelee junien aikataulut Etelä-Suomen pääreiteillä valmiiksi tai lähes valmiiksi liikennöitsijöiden ja toimivaltaisten viranomaisten sijasta. Pääreiteillä tarkoitettiin rataosuuksia Helsinki–Turku, Helsinki–Tampere ja Helsinki–Kouvola.

Tämän selvityksen alkuvaiheessa tehtyjen alustavien tarkastelujen perusteella päädyttiin

- kuvaamaan Suomen olosuhteisiin sopiva rautatieliikenteen suunnittelun ja kapasiteetin hallinnan prosessi huomioiden erilaiset monitoimijaympäristön vaihtoehdot liikenteen kilpailutusmalleista riippuen
- hahmottelemaan periaatteet liikenteen toimivuutta ja laatua tukevien suunnittelusääntöjen muodostamiselle
- tarkastelemaan erityisesti liikenteen ennakkosuunnittelun ja simuloinnin roolia kapasiteetin hallintaprosessin keinoina ja sääntöihin perustuvan suunnittelun tukena.

Tämän selvityksen painopiste on ollut linjakapasiteetissa ja vuosikapasiteetin suunnittelussa. Suunnitteluprosessi ja -periaatteet koskevat koko Väyläviraston hallinnoimaa valtion rataverkkoa.

1.3 Selvityksen sisältö

Luvuissa 2 ja 3 esitellään rautatieliikenteen ja sen suunnittelun nykytilaa Suomessa. Lukujen tarkoituksena on kuvata se toimintaympäristö, joihin uusia prosesseja ja ohjeita ollaan luomassa.

Luvun 4 kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi rautateiden ratakapasiteetin suunnitteluun ja hallintaan liittyviä aikaisempia tutkimuksia tarkastellen muun muassa ajoaikasuunnittelua, kapasiteetin käyttöasteen määrittelyä ja simuloinnin roolia suunnittelussa. Kirjallisuuskatsauksessa on koottu yhteen ajankohtainen soveltuva tutkimustieto. Soveltuvaa tutkimusta on pohjoismaissa tehty eniten Kööpenhaminan teknillisessä yliopistossa (DTU) sekä Tukholman kuninkaallisessa teknillisessä korkeakoulussa (KTH).

Luvussa 5 tarkastellaan ratakapasiteetin hallintaa ja suunnitteluohjeita kolmessa verrokiksi valitussa pohjoismaassa. Lisäksi luvussa on tarkasteltu eurooppalaista kansainvälisen liikenteen suunnitteluprosessia.

Luvussa 6 vedetään yhteen keskeiset johtopäätökset aikataulusuunnittelun ja ratakapasiteetin hallinnan prosessin muutostarpeista ja esitellään näiden pohjalta peruslähtökohdat sekä valitulle prosessikuvaukselle, että suunnittelu säännöille. Luvussa on kuvattu Väyläviraston ja liikennöitsijöiden toimintaan vaikuttavat muutokset ratakapasiteetin hakemisessa, aikataulujen yhteensovittamisessa ja laadun varmistuksessa. Luvun lopussa kuvataan uusien toimintamallien ja työkalujen jatkuvan kehittämisen malli.

Luvussa 7 esitetään tiivistettynä työn johtopäätökset. Lisäksi luvussa ehdotetaan aiheita, jotka tämän työn perusteella tarvitsevat jatkoselvityksiä.

Selvitystyön keskeisenä työtapana oli luoda uusia toimintaperiaatteita yhteistyössä rautateiden eri toimijoiden kanssa. Rautatieliikenteen suunnittelu- prosessi- ja periaatteet vaikuttavat rautatieliikenteen toimivaltaisten viranomaisten ja liikennöitsijöiden toimintaan. Sen vuoksi työn aikana järjestettiin neljä sidosryhmätyöpajaa. Ensimmäisissä työpajoissa kartoitettiin eri toimijoiden näkemyksiä suunnitteluohjeille sekä aikataulusuunnittelun ja ratakapasiteetin hallinnan prosessille. Jälkimmäisissä työpajoissa esitettiin näistä laadittuja luonnoksia, joita jatkokehittiin työpajoissa kerättyjen kommenttien ja johtopäätöksiensä mukaisesti. Työpajoihin kutsuttiin Suomessa tällä hetkellä toimivat rautatieliikenteen liikennöitsijät sekä liikenteen toimivaltaiset viranomaiset. Kaikkiaan työpajoihin osallistui yli 20 rautatieliikenteen asiantuntijaa.

Samanaikaisesti tämän työn kanssa oli käynnissä selvitys, jossa tarkasteltiin mahdollisuuksia koko Suomen kattavien junaliikenteen simulointien mahdollistaman inframallin rakentamiselle. Väyläviraston tavoitteena on, että simulointimalli voidaan generoida tietojärjestelmissä olevan avoimen tiedon perusteella. Selvitystyössä haettiin käyttökelpoisinta prosessia simulointiin soveltuvalle inframallin luomiselle.

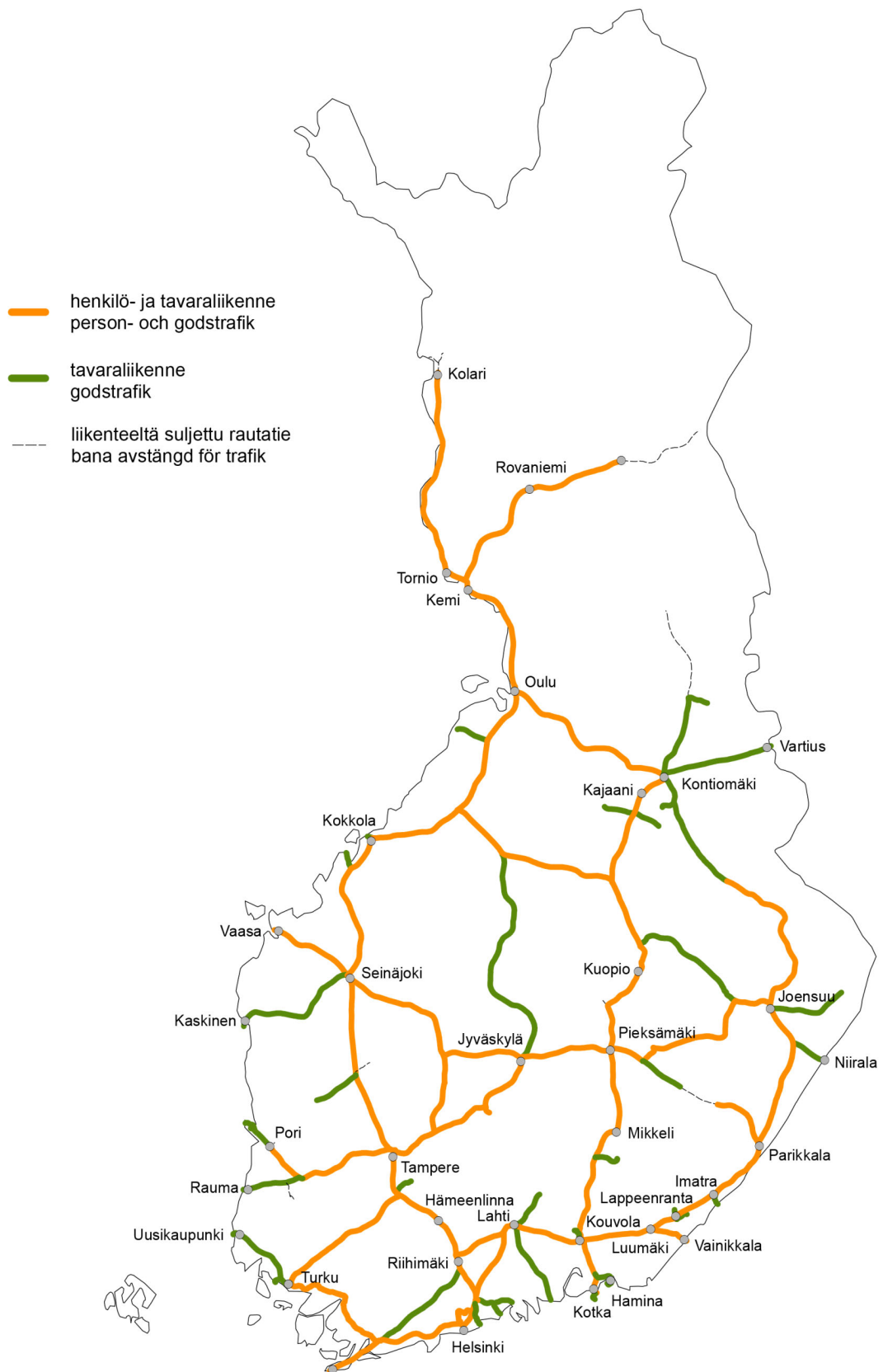
2 Rautatieliikenne Suomessa

2.1 Rataverkko ja rautatieliikenne

Rautatieliikenne on yhteiskunnalle merkittävä liikennemuoto Suomessa. Viimeisen 20 vuoden aikana rautatieliikenteen matkamäärät ovat kasvaneet, mutta henkilöliikenteen markkinaosuus on pysynyt noin viidessä prosentissa. Palvelutason parantuminen on edesauttanut markkinaosuuden säilymistä. Palvelutaso on parantunut sekä kalustohankintojen että rataverkon kehittämisen myötä. Lisäksi väestön keskittyminen kaupunkiseuduille on muuttanut liikkumistarpeita. Esimerkiksi pendelöinti suurempien kaupunkien välillä on lisääntynyt, mikä on lisännyt junaliikenteen kysyntää. (Liikennevirasto 2018b.)

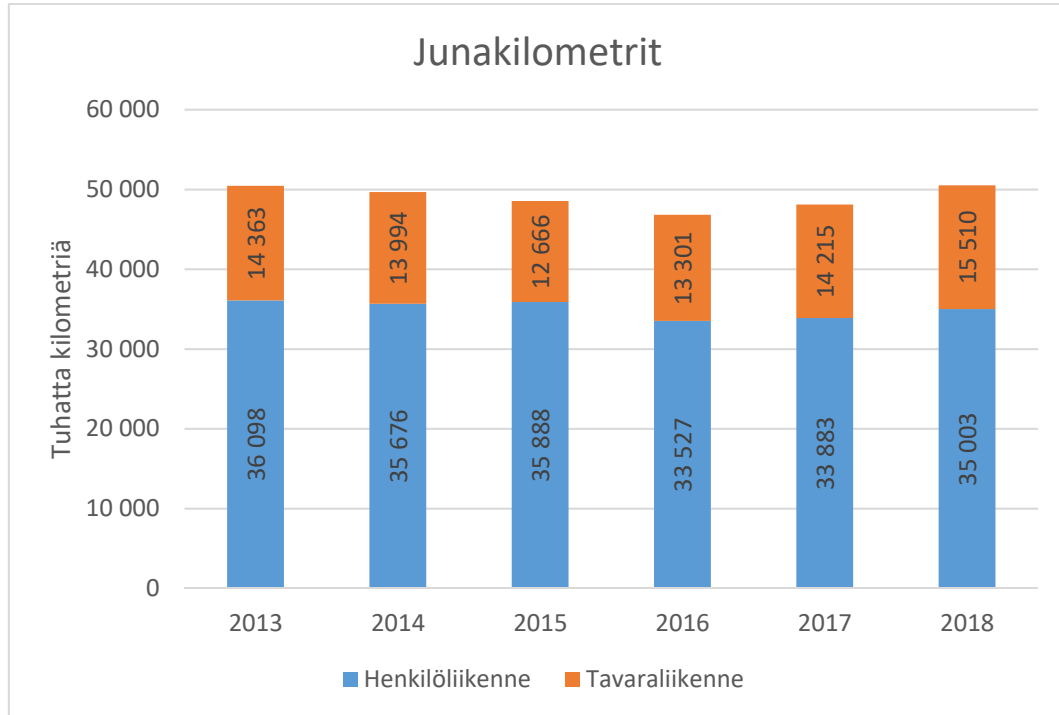
Suomen rautatiekuljetukset voidaan jaotella pääasiassa neljän tyyppiin kuljetuksiin, joita ovat kotimaan sisäinen liikenne, itäinen yhdysliikenne, läntinen yhdysliikenne ja transitoliikenne. Tavaraliikenteen osalta rautatiekuljetusten markkinaosuus on noin 25 prosenttia. Pitkistä välimatkoista ja teollisuuden rakenteesta johtuen rautatiekuljetusten asema on säilynyt vahvana. Merkittävimmät tavaravirrat ovat metsä-, metalli- ja kemianteollisuuden kuljetuksia. (Liikennevirasto 2018b.)

Suomen valtion rataverkon ratapituus on 5 926 kilometriä, josta 5 234 kilometriä on yksiraiteista rataa. Sähköistettyä rataverkkoa on 3 331 kilometriä. Suurin osa rataverkosta on siis yksiraiteista ja hieman yli puolet rataverkosta on sähköistetty. Kaksi- tai useampiraiteisia rataosuuksia ovat pääasiassa vilkkaimmin liikennöidyt rataosat. Näitä ovat esimerkiksi Pääradan osuus Helsinki–Riihimäki–Tampere, Kerava–Lahti-oikorata sekä väli Riihimäki–Kouvola–Luumäki. Myös pääkaupunkiseudun lähiliikennealue on kaksi- tai useampiraiteista. Liikennöinnin osalta rataverkko voidaan jakaa karkeasti osuuksiin, joilla on henkilö- ja tavaraliikennettä sekä osuuksiin, joilla on vain tavaraliikennettä (Kuva 1). Poikkeuksena ovat Kehärata sekä Helsinki–Karjaa ja Helsinki–Kerava-osuudet, joilla ei ole tavaraliikennettä tai sitä on vain satunnaisesti. Suurimmalla osalla rataverkkoa on sekä matkustaja- että tavaraliikennettä. (Traficom 2019.)

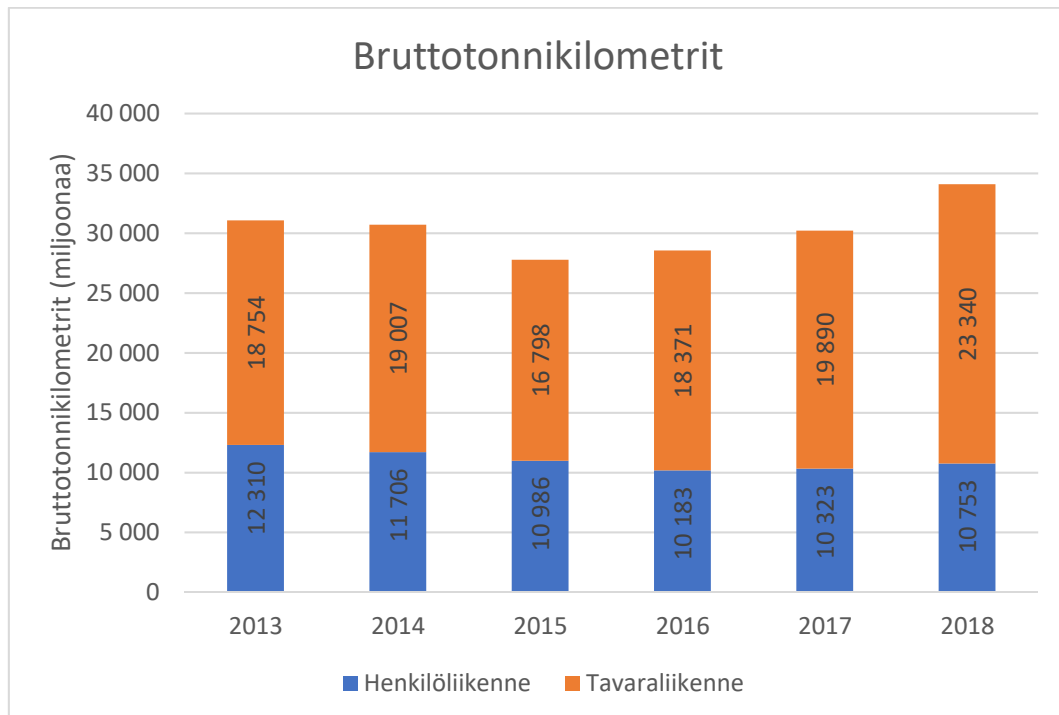


Kuva 1. Rataverkon liikennöinti (Traficom 2019).

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty junakilometrit ja bruttotonnikilometrit Suomen rataverkolla vuosina 2013–2018. Junakilometreinä mitattuna noin 70 prosenttia liikenteestä on matkustajaliikennettä, mutta bruttotonnikilometreinä mitattuna suoritteesta noin kaksi kolmasosaa on tavaraliikennettä.

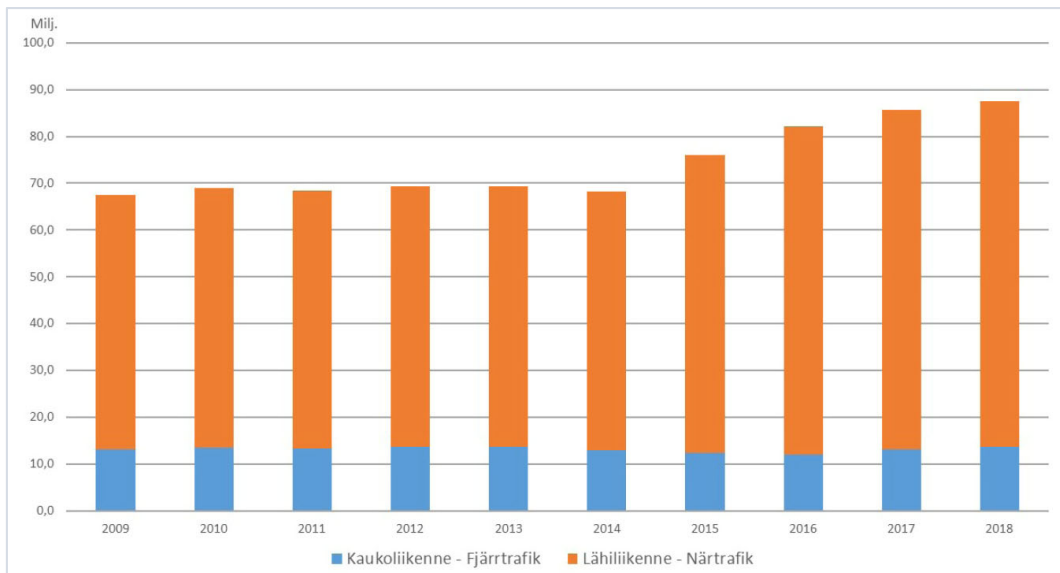


Kuva 2. Junakilometrit Suomen rataverkolla 2013–2018 (muokattu lähteistä Liikennevirasto 2018c ja Traficom 2019).



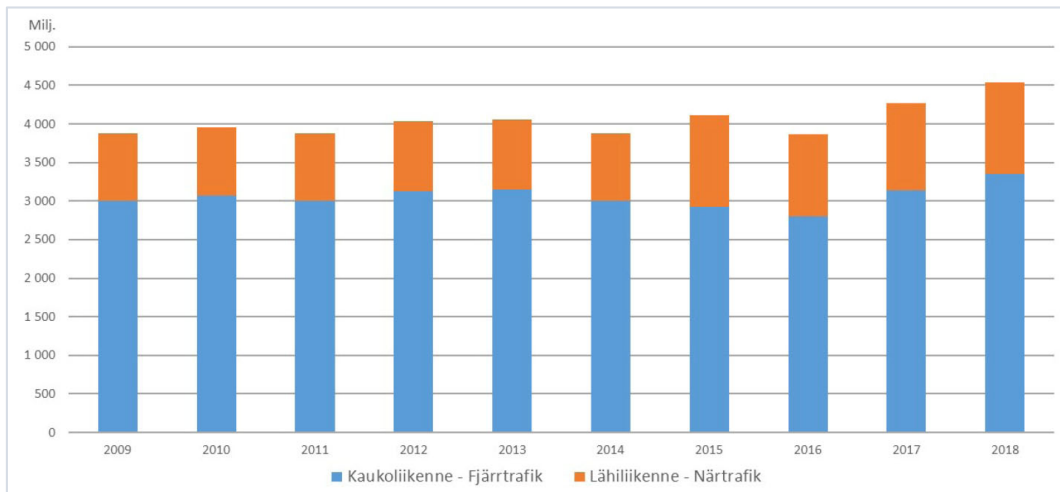
Kuva 3. Bruttotonnikilometrit Suomen rataverkolla 2013–2018 (muokattu lähteistä Liikennevirasto 2018c ja Traficom 2019).

Henkilöliikenteen matkat vuosina 2009–2018 on esitetty kuvassa 4. Kaukoliikenteen osuus näyttää kuvan mukaan olleen tasainen koko tarkasteltavalla ajanjaksolla, mutta koska osa kaukoliikenteeksi aiemmin lasketuista matkoista on siirtynyt lähiliikenteen tilastoiksi vuonna 2017, myös kaukoliikenteen osalta matkojen määrässä on todellisuudessa ollut jonkin verran kasvua. Matkoilla mitattuna noin 85 prosenttia henkilöliikenteestä on lähiliikennettä. Lähiliikenteeksi lasketaan pääkaupunkiseudun lähiliikenteen lisäksi paikallisjunat Helsingistä Lahteen ja Riihimäen kautta Tampereelle sekä Riihimäeltä Lahteen. Lisäksi Lahdesta Kouvolaan jatkavat Z-junat ovat tilastollisesti lähiliikennettä. Lähiliikenteen matkustajavolyymista suurin osa keskittyy pääkaupunkiseudulle. Vuonna 2018 HSL-lähijunilla tehtiin 65,9 miljoonaa matkaa, kun koko lähiliikenteen osalta matkojen määrä oli 73,9 miljoonaa matkaa. Kaukoliikenteen matkoja tehtiin vuonna 2018 noin 13,6 miljoonaa. (Kitti, H., Kantele, S. & Reimi, P. 2019, Traficom 2019.)



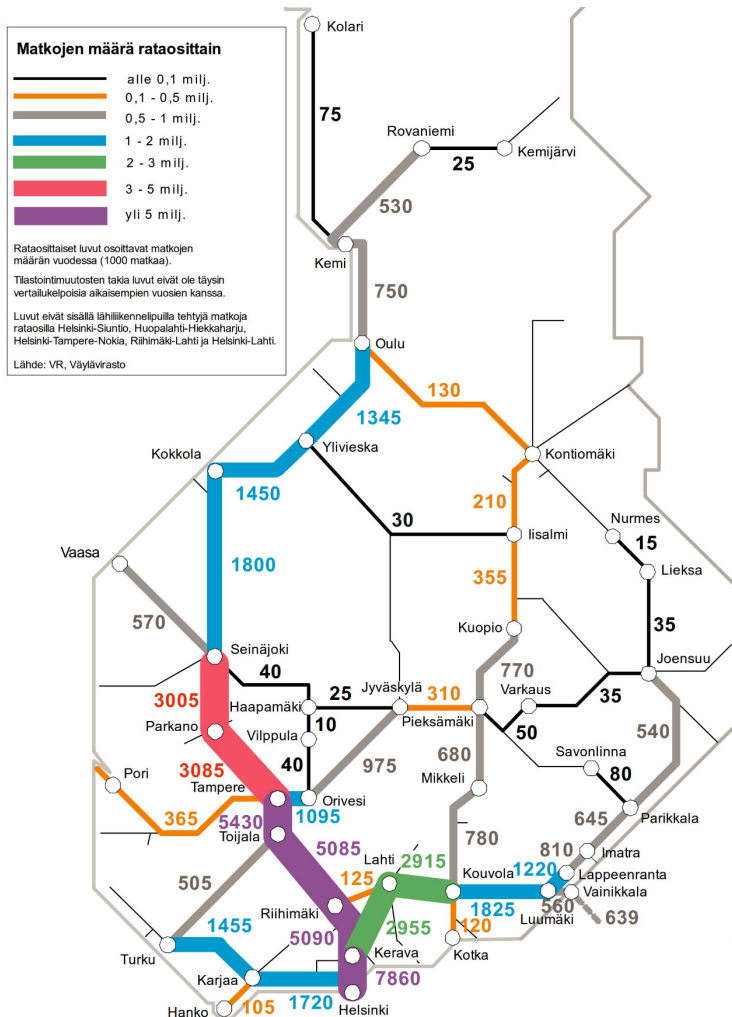
Kuva 4. Henkilöliikenteen matkat vuosina 2009–2018 (Traficom 2019).

Henkilökilometreinä mitattuna liikenne painottuu selvästi kaukoliikenteeseen (Kuva 5). Kaukoliikenteen osuus henkilökilometreistä oli vuonna 2018 noin 74 prosenttia.



Kuva 5. Henkilöliikenteen henkilökilometrit vuosina 2009–2018 (Traficom 2019).

Kuvassa 6 on esitetty kaukoliikenteen matkustajavirrat 2019. Merkittävimmät matkustajavirrat keskittyvät Helsinki–Oulu-välille, Kerava–Lahti-oikoradan kautta itään sekä Helsinki–Turku-välille.



Kuva 6. Kaukoliikenteen matkustajavirrat (1000 matkaa) vuonna 2019 (Väylävirasto 2020a).

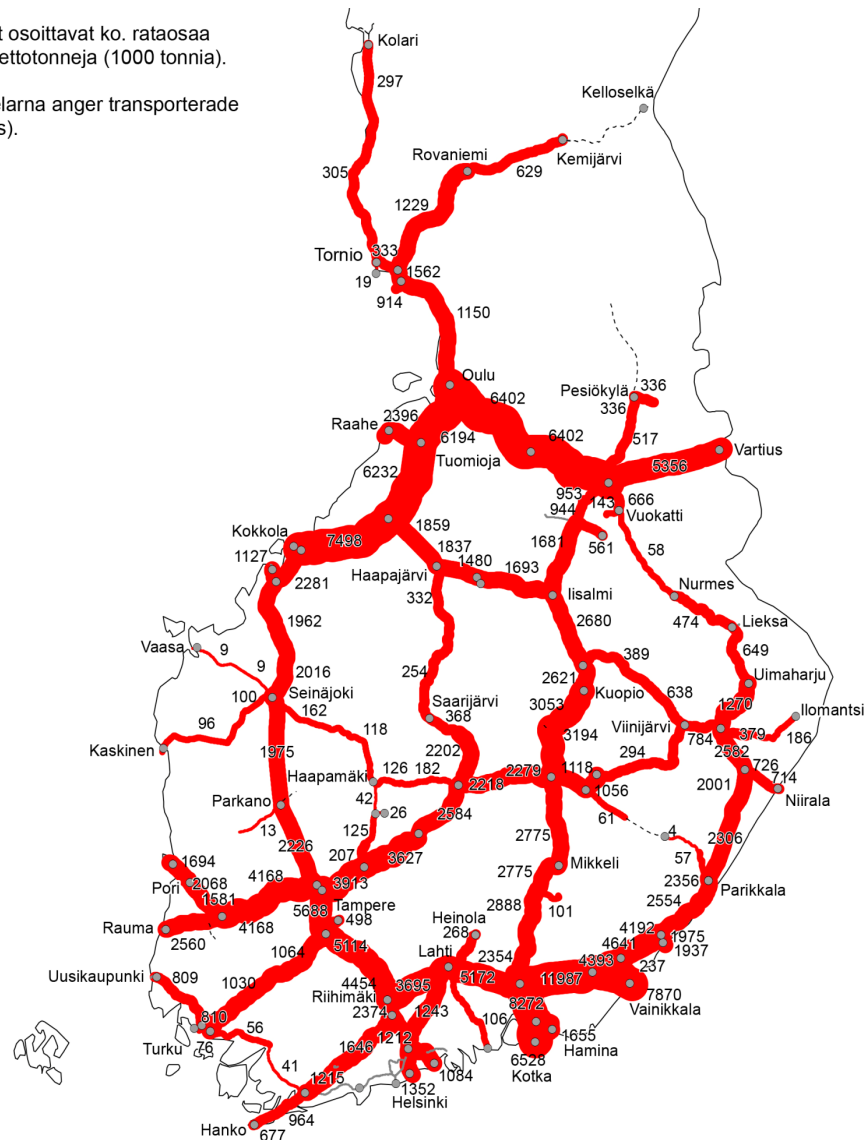
Helsinki–Tampere-osuus on selkeästi merkittävin kaukoliikenteen osalta. Tampereen ja Helsingin välillä tehtiin vuonna 2017 yli 4,5 miljoonaa kaukoliikenteen matkaa, mikä on noin 35 prosenttia kaikista kotimaan kaukojuna liikenteen matkoista (Pirkanmaan liitto et al. 2018). Tampere toimii merkittävänä solmuasemana, sillä sieltä on vaihtoyhteyksiä useaan eri suuntaan. Näin ollen Tampere on merkittävässä roolissa kaukoliikenteen aikataulusuunnittelun kannalta. Muita merkittävimpiä vaihtoasemia ovat Tikkurila ja Pasila. Tikkurila toimii vaihtoasemana Pääradan ja idän suunnan liikenteen välillä, Pasila puolestaan Rantaradan ja Pääradan sekä idän suunnan liikenteen välillä.

Tavaraliikenteen merkittävimmät kuljetusvirrat keskittyvät Kaakkois-Suomeen sekä Vartius–Oulu–Kokkola akselille (Kuva 7). Merkittävää päällekkäisyyttä matkustajaliikenteen kanssa on varsinkin Lahti–Kouvola–Imatra-osuudella sekä Pääradan eri osuuksilla. Tavaraliikennettä pyritään mahdollisuuksien

mukaan ajamaan yöaikaan, jolloin henkilöliikennettä on vähiten, mutta varsinkin merkittävimmillä kuljetusreiteillä tavarajunia ajetaan ympäri vuorokauden.

Rataosittaiset luvut osoittavat ko. rataosaa pitkin kuljetettuja nettotonneja (1000 tonnia).

Siffrorna vid bandelarna anger transporterade nettoton (1000 tons).



Kuva 7. Tavaraliikenteen kuljetusvirrat 2018 (Traficom 2019).

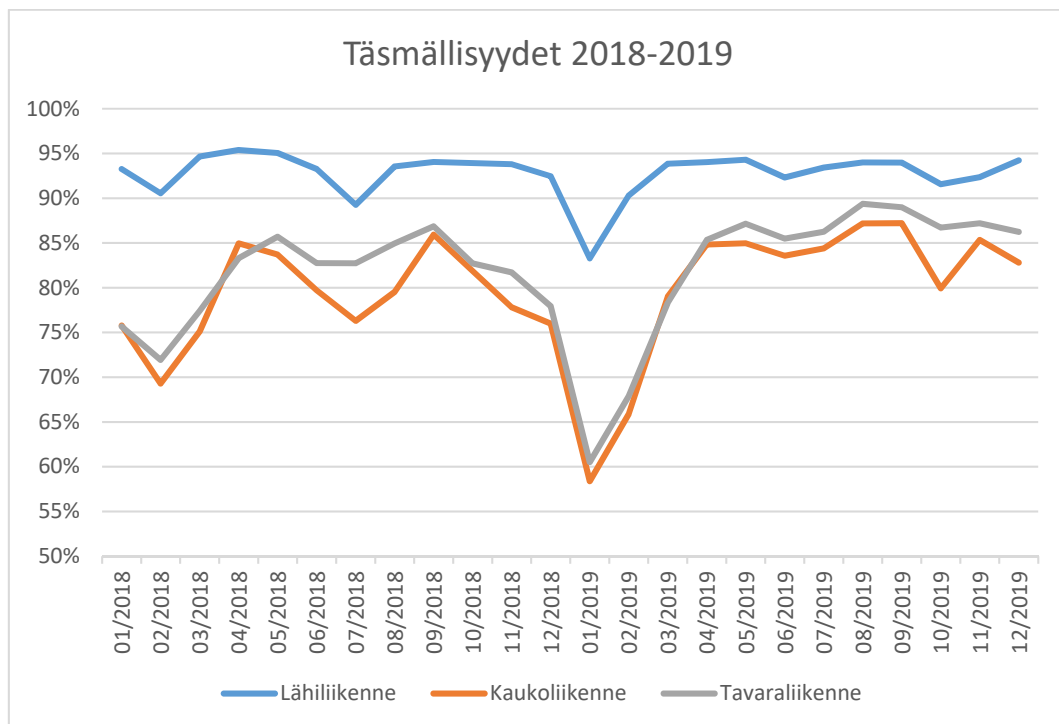
Suomen sisäisen tavaraliikenteen kehitys riippuu paljolti tärkeimpien vientiteollisuusalojen tuotannon kehittymisestä. Rautatiekuljetusten kannalta metsäteollisuuden merkitys on suuri. Sen osuus kaikista rautatiekuljetuksista on yli puolet. Muita tärkeitä aloja rautatiekuljetusten kannalta ovat metalli-, kemian- ja kaivannaisteollisuus. Venäjältä Suomen läpi kulkevan transitoliikenteen reitin uskotaan säilyvän kilpailukykyisenä, koska suomalaisilla toimijoilla on kuljetuksiin kuljetusten luotettavuuteen, varastointi- ja lisäarvopalveluihin, kuljetusaikaan sekä idänkaupan tuntemukseen liittyvää erikoisosaamista. Siitä huolimatta transitokuljetusten toimintaympäristöön liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä. (Liikennevirasto 2014.)

2.2 Täsmällisyys rautateillä

Junaliikenteen täsmällisyydellä on merkittävä vaikutus asiakastytyvyyteen ja sitä kautta joukkoliikenteen käyttöön. Yleiset täsmällisyystavoitteet on määriteltävä erikseen kauko-, lähi- ja tavaraliikenteelle. Kauko- ja tavaraliikenteen täsmällisyystavoite on 90 prosenttia ja lähiliikenteen 97,5 prosenttia. Kauko- ja tavarajunien täsmällisyyttä seurataan tilastointitarkoituksessa määräasemilla. Lähiliikenteen täsmällisyyttä seurataan alku- ja määräasemalla siten, että jos juna on epätasällinen vain toisella niistä, on se laskennallisesti puoliksi epätasällinen. Epätasällisuuden raja-arvona käytetty poikkeama aikataulun mukaisesta ajasta on lähiliikenteessä kaksi minuuttia, kaukoliikenteessä viisi minuuttia ja tavaraliikenteessä 15 minuuttia. Jos myöhästymisen ylittää raja-arvon, katsotaan juna epätasälliseksi. Myös perutut junat lasketaan epätasällisiksi. (Väylävirasto 2019a.)

Täsmällisyysprosentin heikkous on se, että se ei huomioi myöhästymisten suuruutta. Esimerkiksi kuusi minuuttia myöhässä oleva kaukojuna vaikuttaa täsmällisyysprosenttiin saman verran kuin kaksi tuntia myöhässä oleva kaukojuna.

Kuukausitasolla täsmällisyydet vaihtelevat paljon (Kuva 8). Talviolosuhteilla on selkeä vaikutus täsmällisyyteen. Kesäaikaan ratatöiden määrä puolestaan vaikuttaa täsmällisyyteen. Ratatöistä ei ole riittävän tarkkaa tietoa vielä säännöllistä ratakapasiteettia haettaessa. Sen vuoksi niiden vaikutusta nopeusrajoitukseen ja siten aikatauluihin ei voida ottaa täysimääräisesti huomioon. Aikataulussa oleva pelivara ei aina riitä poistamaan ratatöiden ja liikenteen tavanomaisten häiriöiden aiheuttamaa epätasällisyyttä.

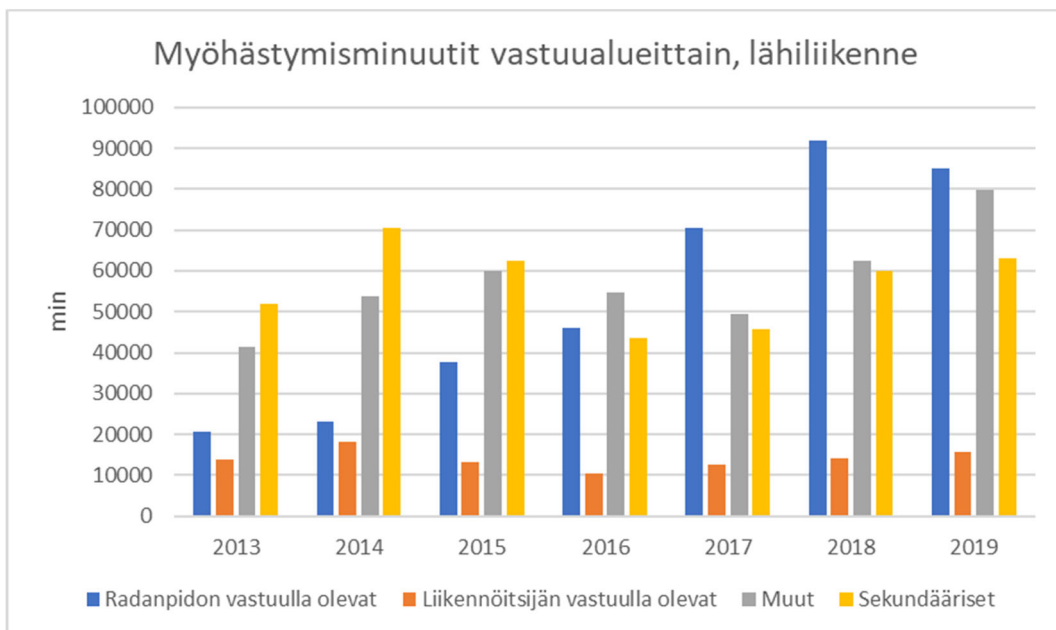


Kuva 8. Lähi-, kauko- ja tavaraliikenteen täsmällisyydet vuosina 2018-2019 (Väylävirasto 2020c).

Myöhästymiset jaotellaan myöhästymisten syykoodiston perusteella primääriin ja sekundääriin syihin. Primääristen syiden osalta myöhästymisen aiheuttaja on suoraan jokin poikkeama, kuten kalustoon tai ratainfraan liittyvä vika. Mikäli myöhästymisen johtuu toisesta junasta, kyseessä on sekundäärinen myöhästymisen. Tällaisia ovat esimerkiksi muuttuneista junakohtaamisista tai yhteysliikenteen odotuksesta aiheutuneet myöhästymiset.

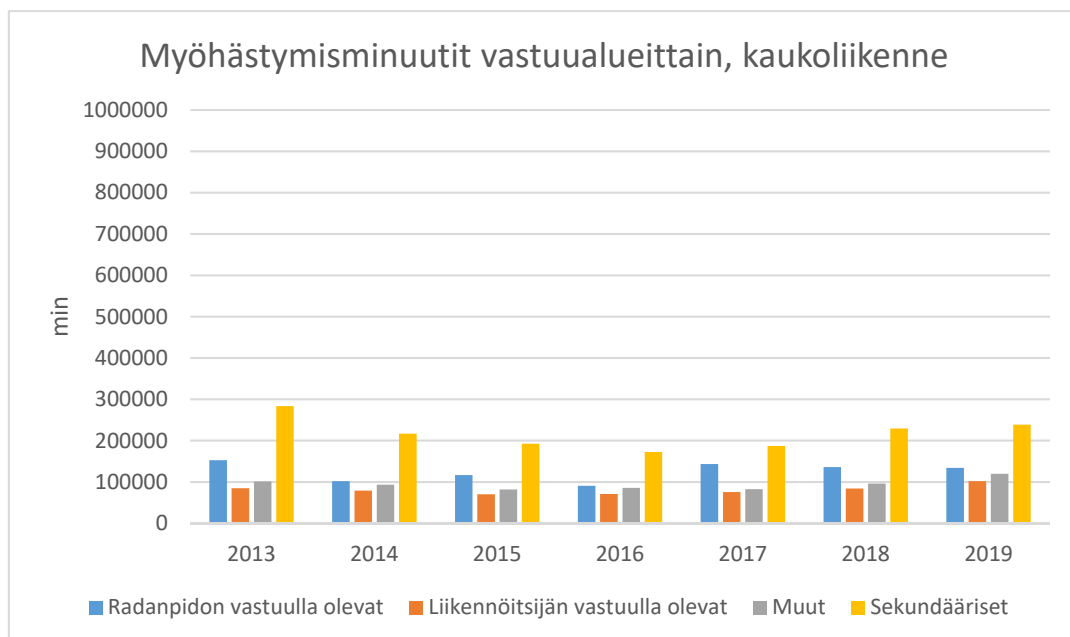
Primääriset myöhästymiset jaotellaan tyypillisesti aiheuttajavastuun mukaan. Tyypillinen jaottelu on radanpitäjän vastuulla olevat myöhästymiset, liikennöitsijän vastuulla olevat myöhästymiset sekä muista syistä johtuvat myöhästymiset. Myöhästymisten luokitteluun käytettävä syykoodisto muuttui 1.1.2017, millä on osaltaan ollut vaikutusta myöhästymisten jakautumiseen vastuutahoittain. Lisäksi 1.9.2019 syykoodistoon tehtiin päivityksiä. Vuoden 2019 päivityksen merkittävimpiä muutoksia olivat Finrailin vastuulle siirtyneisiin tietojärjestelmiin liittyvien syiden kokoaminen syykoodin "P2 – Tietojärjestelmäviat" alle. Lisäksi junanmuodostusta lukuun ottamatta kaikki junan lähtöön liittyvään odotukseen liittyvät syyt koottiin syykoodin "L6 – Junan lähtöön liittyvä odotus" alle. Aiemmin syykoodi L6 sisälsi ainoastaan tulojunan myöhässä olosta tai perumisesta johtuneet myöhästymissyöt.

Lähiliikenteessä viime vuosina eniten myöhästymisiä ovat aiheuttaneet radanpitoon liittyvät syyt (Kuva 9). Tähän on vaikuttanut sekä Helsingin seudulla ratatöiden suuri määrä, että ratainfra ja tietojärjestelmien vikojen lisääntyminen. Varsinkin Helsingin ja Pasilan välisellä alueella on tehty paljon ratatöitä. Myös muut syyt, kuten matkustajapalvelusta johtuvat pienet pysähdysajan ylitykset, onnettomuudet ja asiattomat radalla liikkujat ovat merkittävä myöhästymisten syy lähiliikenteessä. Vuonna 2019 tammi-helmikuussa sääolosuhteet aiheuttivat paljon myöhästymisiä. Merkittävänä myrskypäivinä myöhästymisiä kirjataan syyllä "Poikkeukselliset sääolosuhteet", joka kuuluu syyryhmään muut. Lisäksi muihin syihin lasketaan sekundäärisluontoisia syitä, kuten risteävät kulkutiet ja ahtaus ratapihalla.



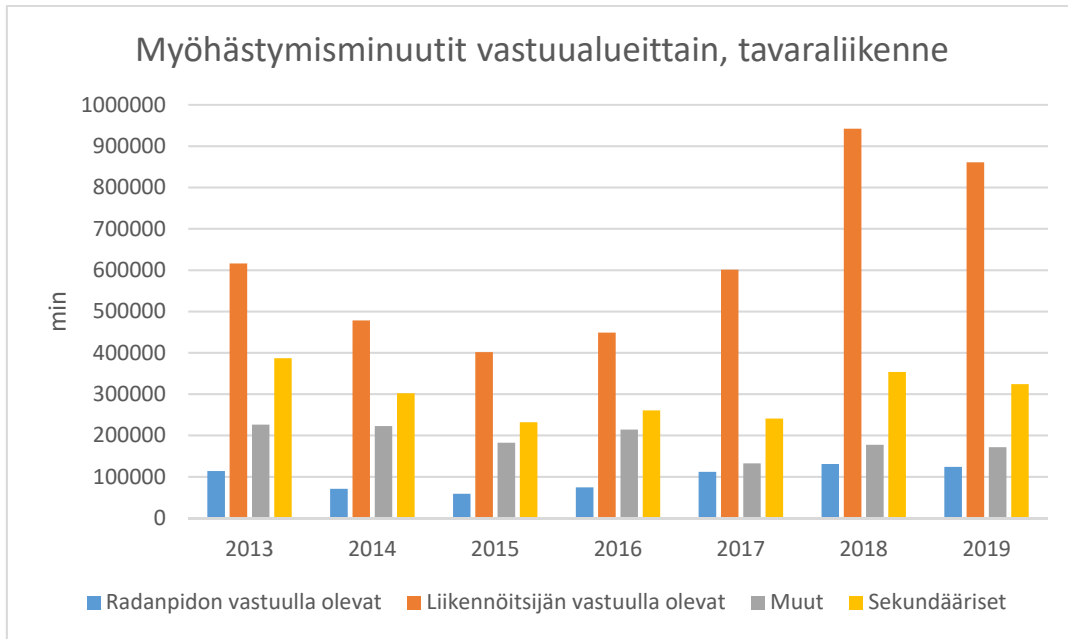
Kuva 9. Lähiliikenteen junille kirjatut myöhästymisminuutit 2013–2019 vastuutahoittain (Väylävirasto 2020c).

Kaukoliikenteessä suurin osa myöhästymisistä johtuu sekundäärisistä syistä (Kuva 10). Selkeästi eniten sekundäärisiä myöhästymisiä aiheuttavat muuttuneet junakohtaamiset ja yhteysliikenteen odotus. Yksiraiteisilla rataosuuksilla pienetkin myöhästymiset kertautuvat helposti junakohtaamisissa. Yhteysliikenteen odotuksiin vaikuttavat tiukat vaihtoajat. Tampereen rooli merkittävänä solmuasemana korostuu yhteysliikenteen odotukselle kirjatuissa myöhästymisissä. Vuonna 2018 noin 22 prosenttia ja vuonna 2019 noin 22,5 prosenttia kaikista yhteysliikenteen odotukselle kirjatusta myöhästymisistä kirjattiin Tampereella. Radanpitoon liittyvistä syistä johtuneet myöhästymiset ovat lisääntyneet viime vuosina. Tilanteeseen vaikuttaa paljon käynnissä olevien ratatöiden ja voimassa olevien nopeusrajoitusten määrä. Viime vuosina on ollut pitkäaikaisia radan kunnosta johtuvia nopeusrajoituksia tärkeimmillä rataosuuksilla, kuten Riihimäki–Tampere ja Lahti–Kouvola–Lappeenranta–Imatra. Lisäksi myöhästymisiä aiheuttavat ratainfraan liittyvät laiteviat ovat myös lisääntyneet.



Kuva 10. Kaukoliikenteen junille kirjatut myöhästymisminuutit 2013–2019 vastuutahoittain 2019 (Väylävirasto 2020c).

Tavaraliikenteen osalta selkeästi eniten myöhästymisiä syntyy liikennöitsijästä johtuvista syistä (Kuva 11). Keskimäärin yli puolet liikennöitsijän vastuulla olevista syistä liittyy junan muodostukseen. Toinen merkittävä tekijä on veturin odotus. Tavarajunat myöhästyvät siis usein jo ennen lähtöä eli joko junaa ei saada valmiiksi ajoissa tai tarvittavaa veturia ei saada ajoissa paikalle. Tämä näkyy myös siinä, että yli puolet tavaraliikenteelle kirjatusta sekundäärisistä syistä liittyy junakohtaamisiin.



Kuva 11. Tavaraliikenteen junille kirjatut myöhästymisminuutit 2013–2019 vastuutahoittain 2019 (Väylävirasto 2020c).

2.3 Organisaatiot ja vastuunjako

2.3.1 Osapuolet monitoimijaympäristössä

Rautatieliikenteessä vastuut muun muassa rataverkon hallinnoinnista ja sen kunnossapidosta, liikenteenohjauksesta, matkustajainformaatiosta junissa ja asemilla sekä junien liikennöinnistä ja palveluista jakautuvat usealle organisaatiolle. Monen toimijan ympäristössä muodostuu monenlaisia tarpeita eri organisaatioiden vastuiden määrittelylle ja tiedon välittämiseksi organisaatioiden kesken. Usean toimijan kesken on myös sovittava toimintatavoista, jotta osapuolet voivat toteuttaa tehtävänsä oikeaan aikaan ja oikealla tavalla.

Monitoimijaympäristön taustalla on osaltaan pitkä kehitys, jossa markkinan tasapuolisuuden turvaamiseksi ja kilpailun mahdollistamiseksi rataverkon hallinnolliset tehtävät, kunnossapito ja liikennöinti on eriytetty toisistaan. EU-lainsäädäntö on avannut vaiheittain liikennöintiä kilpailulle. EU:n sisäinen, kansainvälinen rahtiliikenne avattiin kilpailulle vuonna 2003, EU-maiden sisäinen tavaraliikenne avattiin kilpailulle 2007 ja kansainvälinen henkilöliikenne avattiin kilpailulle 2010. Euroopan unionin neljäs rautatiepaketti antaa rautatieyrittäjille mahdollisuuden tarjota palveluita maiden sisäisillä reiteillä 2020 alkaen ja palveluhankintasopimukset on tehtävä kilpailuttamalla vuodesta 2023 alkaen. (LVM 2012.)

Henkilöliikenteen järjestämistapaan on tulossa merkittäviä muutoksia 2020-luvulla. Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä HSL:n tilaaman lähijunaliikenteen kilpailutus on parhaillaan käynnissä, ja kilpailutetun liikenteen on määrä käynnistyä vuonna 2021.

2.3.2 Rataverkon hallinta ja liikenteen ohjaus

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva Väylävirasto vastaa valtion rataverkon haltijana rataverkon kehittämisestä ja kunnossapidosta. Se vastaa myös laiturialueista ja asemien staattisesta matkustajainformaatiosta, kuten opasteista ja aikataulujulisteiden kehikoista. Väyläviraston toiminnan tavoitteena on pitää valtion rataverkko turvallisen ja tehokkaan liikennöinnin vaatimassa kunnossa sekä huolehtia liikenteen palvelutasosta. Väylävirasto vastaa ratakapasiteetin jakamisesta rautatieliikenteelle ja rataverkon kunnossapidolle sekä kapasiteetin hakemiseen liittyvästä ohjeistuksesta. Väylävirasto on tilaajaorganisaatio, joka ostaa yksityisiltä palveluntuottajilta rautatieinfran rakentamis- ja kunnossapitotöitä sekä alueisännöintiä.

Rautateiden liikenteenhallinta ja -ohjauspalvelut tuottaa Finrail Oy Väyläviraston kanssa tehdyn palvelusopimuksen mukaisesti. Sopimus sisältää myös muun muassa asemien ja laiturialueiden näyttö- ja kuulutuslaitteiden matkustajainformaatiopalvelut. Finrail käsittelee kiireellisen kapasiteetin hakemukset sekä tekee säännöllisen kapasiteetin yhteensovittamista Väylän ohjeistuksen mukaisesti. Finrail tekee myös liikennesuunnittelua ratatöiden ja liikenteen yhteensovittamiseksi. Muodollinen vastuu ratakapasiteetin hallinnasta on kuitenkin Väylävirastolla. Finrail Oy kuuluu LVM:n omistajaohjauksessa olevaan Traffic Management Finland -konserniin. Junien lipunmyynnistä, kuulutuksista junien sisällä sekä junista ja junien palveluista vastaavat nykytilanteessa VR ja HSL.

2.3.3 Toimivaltaiset viranomaiset

Liikenteen palveluista annetun lain (24.5.2017/320) mukaan EU:n palvelusopimusasetuksessa tarkoitettuja toimivaltaisia viranomaisia rautatieliikennettä koskevissa asioissa ovat Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) ja omalla toimivalta-alueellaan Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä eli HSL. Kyseiset viranomaiset ovat Suomessa toistaiseksi ainoat henkilöjunaliikenteen tilaajatahot, eikä ainakaan vielä muilla joukkoliikenteen toimivaltaisilla viranomaisilla ole valtuuksia ostaa alueelleen junaliikennettä. VR-Yhtymän oman markkinaehtoisen liikenteen lisäksi Suomen rataverkolla liikennöidään osto- ja velvoiteliikennettä. VR ajaa velvoiteliikennettä henkilöliikenteen yksinoikeutensa vastineeksi. VR saa pitää itsellään osto- ja velvoitejunien lipputulot. Etelä-Suomen lähiliikenne on kokonaisuudessaan HSL-liikennettä ja LVM:n ostoliikennettä. Kaukoliikenne puolestaan on osin VR:n omaa markkinaehtoista ja osin osto- ja velvoiteliikennettä.

Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL) vastaa HSL-alueen sisäisen lähiliikenteen tilaamisesta ja suunnittelusta. HSL myös hakee itse liikenteeseensä tarvittavan ratakapasiteetin. Suuri osa HSL:n tilaamasta liikenteestä on niin sanottua kaupunkirataliikennettä, jota liikennöidään lyhyillä vuoroväleillä raiteilla, joilla ei ole muuta liikennettä. Rantaradan suunnalla HSL:n lähijunat käyttävät samaa raideinfraa Helsingin ja Turun välillä kulkevien kaukojunien kanssa.

2.3.4 Rautatieliikenteen liikennöitsijät

VR-Yhtymä Oy:llä on LVM:n kanssa tekemänsä yksinoikeussopimuksen perusteella toistaiseksi yksinoikeus harjoittaa kotimaan henkilöliikennettä Suomen rataverkolla sopimuksessa määritellyillä rataosilla. VR-Yhtymä Oy ajaa markkinaehtoista liikennettä, LVM:n ostoliikennettä, velvoiteliikennettä ja lisäksi sillä on myös liikennöintisopimus HSL:n kanssa HSL-alueen sisäisen lähijunaliikenteen liikennöimisestä.

Rataosilla, jotka eivät kuulu VR-Yhtymän ja Liikenne- ja viestintäministeriön sopimuksen piiriin, voi mikä tahansa raideliikennelaissa tarkoitettu rautatieyrittäjä harjoittaa henkilöliikennettä. Kotimaan tavaraliikennettä ja Euroopan talousalueeseen kuuluvien valtioiden välistä tavaraliikennettä voi operoida raideliikennelaissa tarkoitettu rautatieyrittäjä tai rautatieyrittäjien kansainvälinen yhteenliittymä.

Henkilöliikenteessä VR suunnittelee oman liikenteensä sekä LVM:n osto- ja velvoiteliikenteen yhtenä kokonaisuutena ja hakee tarvittavan ratakapasiteetin. Suunnittelussa otetaan huomioon LVM:n ja mahdollisuuksien mukaan myös muun muassa alueellisten sidosryhmien kautta tulleet tarpeet. HSL:n liikenteessä VR suunnittelee liikenteen yhdessä HSL:n kanssa. HSL hakee liikennöinnin tarvitseman ratakapasiteetin ja luovuttaa sen VR:lle liikennöintiä varten.

Tavaraliikenteessä VR-Yhtymään kuuluvalla VR Transpointilla on hallitseva markkina-asema. Lisäksi Fenniarail Oy harjoittaa tavaraliikennettä rataverkolla. Muut tavaraliikenteen harjoittajat toimivat ainoastaan vaihtotyötä yksittäisillä ennalta määritellyillä liikennepaikoilla sekä yksityisraiteistoilla.

Suomen rataverkolla liikennöi lisäksi useita museojunaliikenteen liikennöitsijöitä. Museoliikennöitsijöiltä ei vaadita rautatieyrityksen toimilupaa, vaan ainoastaan voimassa oleva rautatieliikenteen harjoittajan turvallisuustodistus. Ratakapasiteetti museojunaliikenteelle haetaan aina kiireellisenä ratakapasiteettina (Väylävirasto 2019b).

3 Nykyiset suunnitteluprosessit ja -periaatteet Suomessa

3.1 Nykyisten suunnitteluprosessien ja periaatteiden taustat

Viime vuosiin asti rautatieliikenteen liikennöinti on perustunut hyvin vahvasti yhden liikennöitsijän, VR-Yhtymän, monopoliasemaan, minkä takia suunnittelu sekä kapasiteetin yhteensovitus ja priorisointi on toteutettu vahvasti liikennöitsijän sisäisten suunnitteluperiaatteiden pohjalta. Viime vuosina tilanne on joiltain osin muuttunut, kun myös Fenniarail on alkanut harjoittaa tavaraliikennettä, ja toisaalta pääkaupunkiseudulla HSL on ryhtynyt hakemaan kapasiteettia omalle liikenteelleen ja ottamaan tarkempaa ohjausroolia sen suunnittelussa. Käytännössä valtaosa junien kapasiteettihakemuksista tulee kuitenkin Väylävirastolle valmiiksi VR:n yhteensovittamina, minkä lisäksi HSL ja VR ovat pyrkineet sovittamaan omia hakemuksiaan yhteen jo ennen vuosikapasiteettihakemusten jättämistä.

Henkilöliikenteen osalta liikenne on pyritty suunnittelemaan mahdollisuuksien mukaan yhtenä kokonaisuutena, jossa eri reitit muodostavat vaihtoyhteyksien kokonaisuuden. Tämä kokonaisuus on sisältänyt eri kaupallisilla perusteilla ajettuja junia, toisin sanoen markkinaehtoisia sekä osto- ja velvoiteliikenteen junia, jotka muodostavat yhden palvelukokonaisuuden. Lisäksi ratakapasiteetin osalta junat on jo suunnitteluvaiheessa sovitettu yhteen tavaraliikenteen vaatiman kapasiteetin kanssa. Suunnittelusääntöjen osalta suunnitelmat nojaavat periaatteessa ratakapasiteetin hakuohjeeseen, mutta käytännössä suunnittelijoiden omalla ammattitaidolla ja näkemyksellä on ollut vahva rooli tarvittavien suunnitteluratkaisujen teossa.

Tavaraliikenteen aikataulusuunnittelu on perustunut asiakkaiden kuljetustarpeisiin. Siten aikataulusuunnitteluun on vaikuttanut laajasti eri teollisuuden ja kaupan toimialojen markkinatilanne ja kysynnän muutokset. Voidakseen ylläpitää markkinaosuuttaan, kuljetusyrietykset ovat myös kehittäneet asiakkaiden kanssa yhteistyössä kuljetuskonsepteja.

Tavaraliikenteessä ratakapasiteettia on haettu osin oletetun ratakapasiteetin tarpeen perusteella ja tarpeettomaksi jäänyt ratakapasiteetti on peruttu aikataulukauden aikana. Tämä johtuu siitä, että tavaraliikenteessä asiakkaiden tarpeet eivät välttämättä ole varmistuneet eikä kuljetussopimuksia ole tehty säännöllistä ratakapasiteettia haettaessa ja aikataulukauden aikatauluja yhteensovitettaessa. Muuttuneisiin kuljetustarpeisiin on haettu vastaavasti uutta ratakapasiteettia joko muutosajankohtien ratakapasiteetin haun yhteydessä tai kiireellisen ratakapasiteetin hakemuksilla. Tavaraliikenteen asiakastarpeiden on arvioitu tulevan jatkossa entistä lyhyemmällä aikavälillä, jolloin myös kapasiteetin hakuprosessia tulee kehittää joustavampaan suuntaan.

Tavaraliikenteen aikataulujen suunnittelussa on jouduttu erityisesti ottamaan huomioon kuljetustarpeen muutoksien vuoksi vaihtelevat junakokoonpanot ja vetokaluston ominaisuudet. Molemmat seikat vaikuttavat junien nopeuteen, kiihtyvyyteen ja jarruvoimaan. Tuotantoprosesseihin tiiviisti liittyvät kuljetukset saattavat edellyttää täsmällistä aikataulua, jotta tuotantoprosessi tai kuljetusketju eivät häiriintyisi. Raaka-ainekuljetuksissa tavoitteena voi olla huolehtia tasaisesta kuljetusvirrasta, jolloin tarpeet aikataulun täsmällisyydelle ovat vähäisemmät ja junien aikataulujen yhteensovitus muun liikenteen kanssa on helpompaa. Tavaraliikenteen aikataulusuunnittelua ovat rajoittaneet kuljetuksen lähtö- ja tulopäässä tuotantoprosessien aikataulut sekä myös satamien ja terminaalien aukioloajat. Kuljetuksen aikana rajoituksia voi syntyä raja-asemien aukioloajasta, käytettävissä olevasta ratakapasiteetista sekä ratapihojen aukioloista ja raiteiston kapasiteetista.

3.2 Nykyinen suunnitteluprosessi

Ratakapasiteetin määritelmä

Raideliikennelaissa (1302/2018) ratakapasiteetti määritellään mahdollisuudeksi laatia aikatauluja rataverkolla liikennöitävälle reiteille, joiden käyttöoikeutta on haettu tietyksi ajaksi rautatieinfrastruktuurin jollekin osuudelle ja mahdollisuutta käyttää rautatieinfrastruktuuria aikataulun mukaisesti. Myös ratatyöt edellyttävät niille myönnettyä ratakapasiteettia.

Toisaalta ratakapasiteetilla tarkoitetaan usein tarkasteltavan radan tai sen osan välityskykyä. Se muodostuu useiden ratainfrastruktuuriin ja kalustoon liittyvien tekijöiden perusteella. Infrastruktuuriin liittyviä tekijöitä ovat muun muassa radan geometria, turvalaitteet, raidemäärä ja yksiraiteisilla radoilla kohtaamispaikkojen etäisyys. Kaluston ominaisuudet vaikuttavat esimerkiksi käytettäviin ajonopeuksiin sekä junien välisiin nopeuseroihin. (Mukula 2008.)

Kapasiteetin hakua koskevat ohjeet

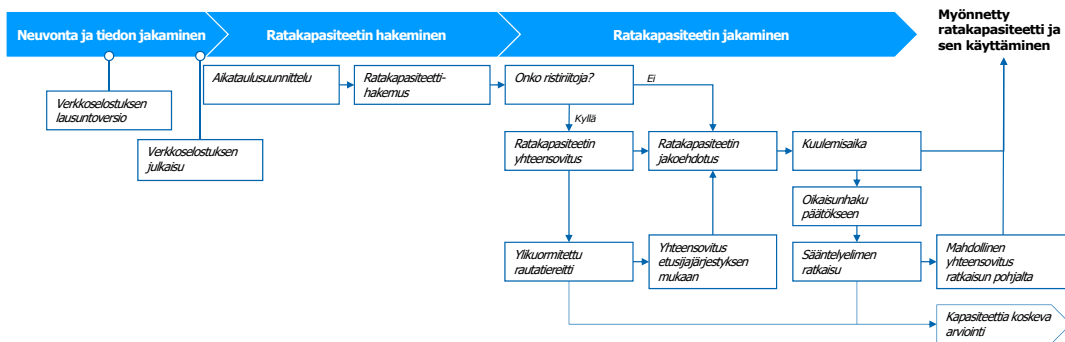
Ratakapasiteetin hakemisen perusta tulee Euroopan unionin lainsäädännössä. Esimerkiksi kapasiteettihaun prosessin päävaiheet, keskeiset asiakirjat sekä aikataulukauden vaihtumisajankohta ovat yhtenevät kaikkialla EU:n alueella.

Valtion rataverkko on kuvattu Väyläviraston vuosittain joulukuussa julkaisemassa rautateiden verkkoselostuksessa (Väylävirasto 2019b), joka on tarkoitettu ratakapasiteetin hakijoille ja jonka julkaiseminen perustuu EU-direktiiviin. Verkkoselostuksessa kuvataan rataverkko, rataverkolle pääsyn edellytykset, ratakapasiteetin jakamisessa noudatettavat menettelytavat, rautatieyrityksille tarjottavat palvelut ja ratamaksun määräytymisen perusteet. Verkkoselostusta on täydennetty muun muassa rataverkon ominaisuustiedot sisältävällä karttapalvelulla ja ratakapasiteetin hakua koskevilla ohjeilla, joissa on kuvattu myös aikataulusuunnittelun lähtötiedot ja periaatteet.

Ratakapasiteetin hakuprosessi on Suomessa kuvattu yksityiskohtaisemmin ratakapasiteetin hakuohjeessa (Liikennevirasto 2018a). Hakuohje sisältää esimerkiksi tiedot hakemuksen vaaditusta tietosisällöstä sekä muutoksen hakemisesta myönnetylle ratakapasiteetille.

Ratakapasiteetin haku

Valtion rataverkon ratakapasiteettia haetaan Väylävirastolta tietyllä aikataulukaudella sekä aikataulukauden aikana tietyin määräajoin. Muuta kuin säännöllistä liikennettä varten ratakapasiteettia voi hakea myös kiireellisenä kapasiteettina. Euroopan Unionin säädöksiin perustuva ratakapasiteetin haun ja jakamisen prosessi on esitetty verkkoselostuksessa (Väylävirasto 2019b) ja ratakapasiteetin hakuohjeessa (Liikennevirasto 2018a). Prosessia on havainnollistettu kuvassa 12.



Kuva 12. Vuosikapasiteetin haku- ja jakoprosessi.

Aikataulukaudelle haettava ratakapasiteetti eli niin sanottu vuosihaku muodostaa perustan aikataulukaudella tapahtuvalle liikennöinnille. Vuosihaussa myönnetty kapasiteetti on voimassa koko aikataulukauden, ellei kapasiteetin hakija hae siihen muutoksia aikataulukauden aikana. Kapasiteettia on mahdollista hakea myös vain osalle aikataulukautta liikennetarpeen mukaisesti. Ratakapasiteetti tulevalle aikataulukaudelle tulee hakea viimeistään kahdeksan kuukautta ennen aikataulukauden vaihdetta, joka on joulukuun toisen lauantain ja sunnuntain välisenä yönä. Aikataulukauden vaihtumisen ajankohta on sama kaikkialla EU:ssa.

Suomessa on aikataulukauden aikana kuusi muutosajankohtaa keskimäärin noin kahden kuukauden välein. Muutosajankohdat ovat kansallisia, ja niitä on mahdollista lisätä esimerkiksi tilanteissa, joissa suuret raitinfran muutokset vaativat merkittäviä aikataulumuutoksia. Vuosihaussa haettua kapasiteettia on mahdollista muuttaa siten, että aikataulumuutos astuu voimaan muutosajankohtana. Muutokset voivat kohdistua alkavaan muutosajankohtaan, johonkin seuraavista muutosajankohdista tai koko jäljellä olevaan aikataulukauteen. Aikataulumuutos voi tarkoittaa jo myönnetyn kapasiteetin mukaisen junan kulkuaikojen tai kulkupäivien muuttamista, myönnetyn kapasiteetin perumista tai kokonaan uuden ratakapasiteetin hakemista junalle.

Lähiliikenteessä on tyypillistä, että haetaan erilliset talvi- ja kesäaikataulut. Kesäaikataulu otetaan käyttöön alkukesän muutosajankohtana ja vastaavasti talviaikatauluun palataan seuraavan muutosajankohdan yhteydessä loppukesästä. Oman erikoisuutensa aikataulusuunnitteluun ovat toistaiseksi tuoneet Venäjän liikenteen junat, joiden aikataulut muuttuvat kesäajan alkamisen ja päättymisen yhteydessä, sillä kesäaika ei ole käytössä Venäjällä.

Säännöllisen liikenteen muutosajankohdan kapasiteettihakemus on jätettävä noin kuusi viikkoa ennen muutosajankohtaa. Muutokset eivät saa aiheuttaa ristiriitaa jo myönnettyyn kapasiteettiin nähden. Liikennöitsijöiden täytyy ratkaista mahdolliset konfliktitilanteet neuvottelemalla, ja ratkaisun löytyessä liikennöitsijöiden täytyy tehdä omat muutosajankohdan kapasiteettihakemuksensa. Rataverkon haltijalla ei ole oikeutta muuttaa myönnettyä ratakapasiteettia muutosajankohdassa, jollei hakija itse hae muutosta. Kun useampi liikennöitsijä hakee samaa vapaana ollutta kapasiteettia, pyrkii rataverkon haltija sovittamaan yhteistyössä hakijoiden kanssa hakemukset niin, että haluttu liikenne pystytään ajamaan. Tässäkään tapauksessa ei voida tehdä muutoksia sellaisille junille, joiden aikatauluun ei ole haettu muutosta.

Kiireellistä ratakapasiteettia haetaan sellaista liikennetarvetta varten, joka ei ole ollut tiedossa vuosihakemuksessa tai edellisessä muutosajankohdan hakemuksessa. Tyypillisiä kiireellisiä liikennetarpeita ovat häiriötilanteet, ratatöihin liittyvä liikenne sekä asiakastarpeista johtuvat lisätavarajunat ja yleisötapahtumien vuoksi ajettavat henkilöliikenteen lisäjunat. Myös museoliikenteelle ratakapasiteetti haetaan aina kiireellisenä. Kiireellinen ratakapasiteettihakemus kohdistuu aina yksittäiseen junaan ja mahdollisista useina päivinä perättäin samalla aikataululla ajettavista junista on tehtävä erilliset hakemukset. Kiireellistä kapasiteettia voi hakea vain kuluvalle muutosajankohdalle ja seuraavalle muutosajankohdalle siinä tapauksessa, että kyseisen muutosajankohdan jakopäätös on jo annettu. Kiireelliset ratakapasiteettihakemukset on aina sovittava kaikkien myönnettyyn kapasiteettiin. Kiireellinen kapasiteetti myönnetään sille aikataululle, joka on haettu ensimmäisenä.

Merkittävä osa kiireellisen ratakapasiteetin hakemuksista liittyy asiakastarpeiden muutoksiin tavaraliikenteessä. Vuosihaun yhteydessä myönnettyä tavaraliikenteen kapasiteettia jää paljon käyttämättä. Tällöin juna voi jäädä joko kokonaan ajamatta tai se ajetaan kokonaan uudella aikataululla, joka on haettu kiireellisenä ratakapasiteettina.

Hakemus tulee nykyisen ohjeistuksen mukaan tehdä mahdollisimman oikeilla junan pituutta ja massaa koskevilla tiedoilla. Epävarmoissa tilanteissa etenkin kiireellisen kapasiteetin hakemus on tehtävä maksimipainolla ja -pituudella, jotta varmistetaan junan mahtuminen liikennepaikkojen sivuraiteille. Mikäli juna ei mahdu rataosan kohtaamispaikkojen sivuraiteille, täytyy kuljetukselle hakea erikoislupa. Säännöllisen kapasiteetin hakijaa veloitetaan myös tarkistamaan viimeisin versio liikenteeseen vaikuttavien ratatöiden listasta ja huomioimaan ratatyöt ratakapasiteettia hakiessaan.

Ratakapasiteetin jakaminen

Rataverkon haltija päättää ratakapasiteetin jakamisesta raideliikennelain (1302/2018) mukaisesti. Ratakapasiteetin jaossa huomioidaan erityisesti henkilö- ja tavaraliikenteen sekä radan kunnossapidon tarpeet samoin kuin rataverkon tehokas käyttö. Lähtökohtaisesti kaikki ratakapasiteettia koskevat hakemukset pyritään täyttämään. Jos rataverkon haltija havaitsee aikataulusuunnittelun aikana, että ratakapasiteettia koskevat hakemukset ovat ristiriidassa keskenään, se pyrkii sovittamaan hakemukset mahdollisimman hyvin yhteen. Mahdolliset ristiriidat ratkaistaan ensisijaisesti asianomaisten hakijoiden kanssa käytävillä neuvotteluilla.

Rataverkon haltijan on julistettava asianomainen osa rautatiereitistä ylikuormitetusta, mikäli ratakapasiteettia ei pystytä jakamaan hakijoita tyydyttävällä tavalla. Näin voidaan tehdä myös, jos ylikuormittuminen näyttää ilmeiseltä. Ylikuormittuneella reitillä rataverkon haltija voi ottaa käyttöön korotetun ratamaksun perusmaksun. Jos korotettua maksua ei ole otettu käyttöön tai se ei ole purkanut ylikuormitusta, rataverkon haltija voi päättää rautatiereitin etusija- eli prioriteettijärjestyksestä. Suomessa käytettävä nykyinen, Rautateiden verkkoselostuksessa (Väylävirasto 2019b) esitetty etusijajärjestys kuvataan taulukossa 1.

Taulukko 1. Junaliikenteen prioriteettiluokat (Väylävirasto 2019b).

Prioriteetti	Liikennetyyppi
1	Synerginen henkilöliikennekokonaisuus
2	Nopea henkilöliikenne Synerginen tavaraliikenne
3	Muu henkilöliikenne Muu säännöllinen tavaraliikenne
4	Tavaraliikenne, jolla ei ole suurta aikatauluvaatimusta
5	Muu liikenne

Ensimmäisen prioriteettiluokan synergisellä henkilöliikennekokonaisuudella tarkoitetaan asiakkaalle selvää lisäarvoa tuovaa järjestelmää, joka perustuu vakioaikatauluun ja hyvin järjestettyihin vaihtoyhteyksiin muihin juniin ja muihin joukkoliikennevälineisiin. Toisen prioriteettiluokan nopea henkilöliikenne koostuu junista, jotka eivät ole osa synergistä henkilöliikennekokonaisuutta, mutta joissa käytetään pääosin kaukoliikenteen kalustoa ja ne pysähtyvät vain tärkeimmillä väliasemilla. Toiseen prioriteettiluokkaan niin ikään kuuluvalla synergisellä tavaraliikenteellä tarkoitetaan kuljetuksia, jotka ovat tiiviisti sidoksissa teollisuuden prosesseihin ja kuljetusten ajankohdalla on siten vain vähän joustovaraa. Viimeinen prioriteettiluokka "muu liikenne" sisältää esimerkiksi ratatöihin liittyvän liikenteen, ei-kaupallisen liikenteen tai vaihtotyöt linjaosuuksilla.

Jotta ratakapasiteettia jaettaessa voitaisiin ristiriitatilanteissa nykyistä paremmin ja läpinäkyvämmän huomioda yhteiskunnan etu, hakijoiden tasapuolinen kohtelu sekä rataverkon tehokas käyttö, on prioriteettijärjestys ja sen soveltamisen menetelmä tarkoitus uudistaa vuoden 2020 aikana.

Ratamaksuilla tapahtuva ohjaus

Rataverkon käyttöä on mahdollista ohjata ratamaksujen avulla. Rautatieliikenteen ratamaksusta säädetään raideliikennelaisissa. Maksu koostuu perusmaksusta sekä rataverkolla tarjottavista lisä- ja oheispalveluita koskevista maksuista. Maksuun voidaan tehdä muun muassa rataverkon käyttöä ohjaavia alennuksia tai korotuksia. Rataverkon käyttöön liittyviä maksun alennuksia voidaan tehdä vähäliikenteisten ratojen käytön edistämiseksi tai esimerkiksi kulunvalvontajärjestelmän (ETCS/ERTMS) käyttöönoton edistämiseksi. Maksun korotuksia voidaan tehdä esimerkiksi ruuhkautuvilla rataosuuksilla. (Tervonen 2016.)

Tällä hetkellä kapasiteetin käyttöä eri reiteille ei pyritä ohjaamaan ratamaksun avulla. Väylävirasto perii nykyään pelkästään ratamaksun perusmaksua, joka on sääntelyn perusteella suoraan junaliikenteestä aiheutuviin kustannuksiin pe-

rustuvaa. Lainsäädäntö mahdollistaisi Suomessa ratamaksujen maksuperusteiden uudistamista nykytilanteeseen verrattuna. Tulevaisuudessa ratamaksujen ohjausvaikutusta olisi teoriassa mahdollista laajentaa etenkin tavaraliikenteessä, jos esimerkiksi liikennöitsijöitä haluttaisiin ohjata käyttämään tiettyjä reittejä toisten reittien sijaan. Ohjauksessa tulisi kuitenkin huomioida asiakkaiden tarpeet ja kuljetusten tehokkuuskysymykset. (Tervonen 2016.)

Rataverkon tehokkaan käytön ja täsmällisyyden edistämiseksi sekä rautatieliikenteen aiheutuvien käytettävyyshäiriöiden vähentämiseksi on ratamaksuihin liitetty myös suorituskannustejärjestelmä, jonka perusteella niin rautatieliikenteen harjoittajat kuin Väylävirasto voivat joutua maksamaan korvausta, jos ovat toiminnallaan aiheuttaneet haittaa rautatieliikenteelle. Korvausten perusteet ja korvaukset on sovittu rataverkon verkkoselostuksen liitteessä (Väylävirasto 2019b).

3.3 Nykyiset suunnitteluohjeet ja -käytännöt

3.3.1 Suunnittelua koskeva ohjeistus

Ratainfraa koskevat ohjeet

Aikataulusuunnittelun ohjeistus pohjautuu Suomessa liikennöitsijöiden omiin ohjeisiin sekä ratakapasiteetin hakuohjeeseen (Liikennevirasto 2018a). Ratakapasiteetin hakuohje opastaa ratakapasiteetin hakijoita käyttämään aikataulusuunnittelun pohjana ratatiedon extranet -sivustolla (Väylävirasto 2020b) esitettyjä infran ominaisuustietoja. Ominaisuustiedot sisältävät esimerkiksi linja- ja kohtausraiteiden määrät, tiedot suojustuksesta ja opastinten sijainneista, liikennepaikkojen palveluajat sekä rautatieliikennepaikkojen sivuraiteiden pituudet ja kantavuudet.

Ajoaikaa ja pelivaroja koskevat ohjeet

Ratakapasiteetin hakuohjeessa (Liikennevirasto 2018a) ohjeistetaan pelivarasta eli junan ajoaikaan lisättävästä ylimääräisestä ajasta sekä junien välisiin etäisyyksiin liittyviä ohjeita. Voimassa olevassa ohjeistuksessa sekä ajoaika että pysähdysaika koostuvat kolmesta eri aikakentästä, joiden ajat lasketaan yhteen kokonaisajoajan ja kokonaispysähdysajan määrittelemiseksi.

Normaali ajoaika kuvaa kahden aikataulupisteen väliseen matkaan kuluvan ajoajan, kun oletetaan junan kulkevan välin pysähtymättä kummassakaan pisteessä. Tämän lisäksi määritetään niin sanottuna ajoajan lisänä junan pysähtymiseen tai kiihdyttämiseen kuluva aika tai muu lisäaikatarve, esimerkiksi tavarajunalle lisäaika pitkässä nousussa.

Pysähdysaika kuvaa kaupalliseen pysähdykseen vähintään tarvittavaa aikaa. Junan kulkiessa myöhässä, oletetaan tämän ajan riittävän pysähdykseen. Ensimmäinen pysähdysajan lisä kuvaa ei-kaupallisen pysähdyksen keston tai kaupallisen pysähdyksen lisäajan, joka tarvitaan esimerkiksi muun junaliikenteen vuoksi. Sekä ajoajalle että pysähdysajalle on mahdollista määrittää kolmanteen aikakenttään ylimääräinen aikalisä, joka voidaan tarvittaessa hakemusten yhteensovittamisessa poistaa.

Nykytilanteessa ajoajan suunnittelussa suositellaan käytettäväksi 10 prosentin pelivaraa, eli aikataulu on vähintään kymmenen prosenttia hitaampi teoreettiseen maksiminopeuteen verrattuna. Tavarajunille, joiden kokoonpano saattaa vaihdella merkittävästi, suositellaan käytettäväksi suurempaa pelivaraa. Kaupunkiraiteilla, joilla liikenne on homogeenista, matka-ajat ovat verrattain lyhyitä ja käytettävän kaluston suorituskyky on hyvä, sallitaan käytettäväksi pienempää, esimerkiksi viiden prosentin pelivaraa kapasiteetin käytön tehostamiseksi.

Rataosan suojastuksen tiheys tai lupapaikkamenettely tulee ottaa huomioon aikataulusuunnittelussa. Tiheästi suojastetuille rataosille annetaan suunnitteluohjeessa suunnittelun nyrkkisäännöt, joiden mukaan junat voivat kulkea neljän minuutin marginaalilla ja kaupunkiradoilla jopa kolmen minuutin marginaalilla. Tällöin junien ei arvioida haittaavan toistensa kulkua.

Junien kohtaamisten ja nopeampien junien ohi päästämisen huolellisen suunnittelun merkitystä painotetaan suunnitteluohjeessa. Näissä tilanteissa aiheutuvat myöhästymiset heijastuvat herkästi laajalle alueelle myöhästymisten ketjuuntuessa. Ohjeessa korostetaan, että junien kohtaamistilanteessa tai nopeampaa juna ohi päästettäessä pysähtyvän junan on saavuttava liikennepaikalle riittävän ajoissa. Ohjeessa annetaan nyrkkisäännöt junan hidastamiseen ja pysäyttämiseen kuluva ajasta, joka on pysähtymättä kulkevan junan ajoaikaan verrattuna matkustajajunilla kaksi minuuttia ja tavarajunilla kolme minuuttia. Lisäksi ohjeessa on arvioitu, että kulkutien ohiajovaran purkautuminen vie minuutin. Lähtökohtana pidetään, että sivuun siirtyvä juna pysähtyy liikennepaikalle viimeistään kolme minuuttia ennen pysähtymättä kulkevan junan aikataulunmuukaista ohitusaikaa.

Junakohtaamisen jälkeen pysähtynyt juna voi jatkaa matkaansa heti kohdattavan junan saavuttua. Ohitustilanteessa tiheästi suojastetulla rataosalla pysähtynyt juna voi lähteä ohittaneen junan perään 3–4 minuutin kuluttua. Nopean matkustajajunan perään voi kuitenkin tällaisella radalla lähteä jo keskimäärin kahden minuutin kuluttua. Pysähdyksistä liikkeelle lähtevän junan aikatauluun on lisättävä noin kolme minuuttia verrattuna junaan, joka ajaa saman välin pysähtymättä. Lähiliikenteen sähkömoottorijunilla kiihdytysaika on kuitenkin huomattavasti lyhyempi.

Raiteiston käytön suunnittelua koskevat ohjeet

Ratakapasiteetin hakuohjeessa (Liikennevirasto 2018a) ohjeistetaan myös liikennepaikkojen raiteistojen käytön suunnittelua. Raiteistojen käyttö suunnitellaan aikataulukauden muutosajankohtien yhteydessä. Suunnittelussa oletetaan, että raiteiston käyttö pysyy muutosajankohdan sisällä suunnilleen samanlaisena lukuun ottamatta viikonpäiväkohtaisia eroja. Ratakapasiteetin hakija suunnittelee muutosajankohtien yhteydessä raiteiston käytön matkustajaliikenteelle vähintään 25 merkittävimmän henkilöliikenteen aseman osalta. Kyseiset liikennepaikat on nimetty ratakapasiteetin hakuohjeessa. Raiteiston käytön muilla kaupallisen liikenteen pysähtymispaikoilla suunnittelee Finrail Oy silloin, kun kapasiteetin hallintajärjestelmän oletusraidelogiikka ei ole riittävä. Liikennöitsijän tulee ilmoittaa muutosajankohdan jälkeen välttämättömät muutokset yksittäisten junien tulo- ja lähtöraiteisiin Finrailille, joka päivittää ne kapasiteetin hallintajärjestelmään.

Raiteiston käytön suunnitteluprosessia ollaan päivittämässä monitoimijaympäristön tarpeita vastaaviksi erillisessä projektissa.

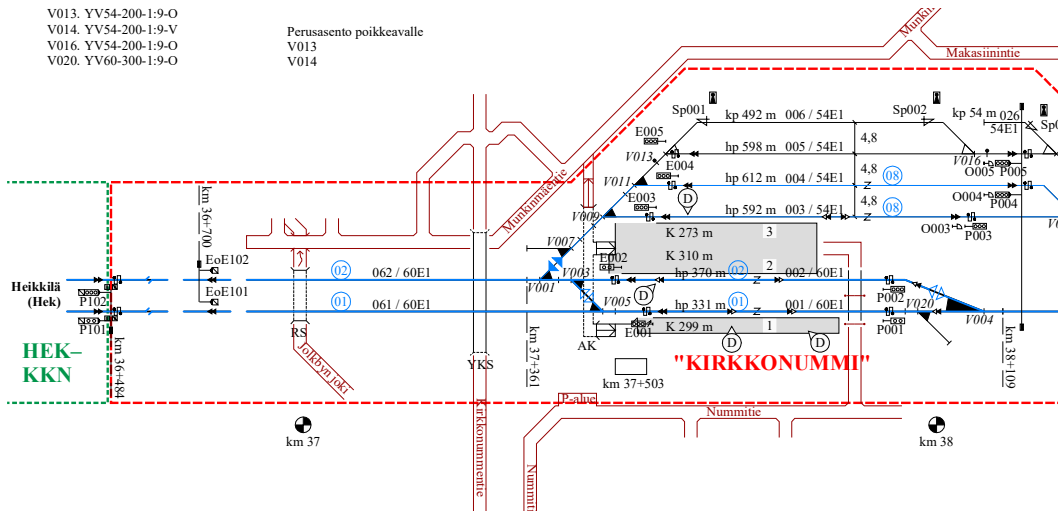
Ratapihasopimuksissa on nykyisin määritelty raiteiston käytön periaatteista. Jatkossa raiteiden varaaminen tapahtuu kapasiteetinhallintajärjestelmässä ja ratapihasopimukset kuvaavat pelisääntöjen kaltaisesti yleiset periaatteet rata-
pihojen käytöstä eri toimijoiden kesken. Tähän mennessä tavaraliikenteelle ei ole kuitenkaan yleisesti suunniteltu raiteita ratakapasiteettihakemuksen yhteydessä, joten suunnitteluprosessi ei ole tältä osin vakiintunut. Nykyinen käytäntö mahdollistaa määrääseman halutun raiteen ilmoittamisen kuljettaja-aikataulun vapaamuotoisessa lisätietokentässä. Kuljettajan on tällöin varmistettava halutun raiteen vapaana olo liikenteenohjaukselta. Rataverkon haltija voi erikseen ohjeistaa, että tiettyjen liikennepaikkojen osalta on käytettävä myös tavaraliikenteen osalta raidetietoja, jolloin ratakapasiteetin hakija liittyy raidetiedot hakemukseen, ja liikenteenohjaus voi toimia niiden pohjalta suoraan.

3.3.2 Rataverkon ja kaluston erityispiirteet

Vaikka monet aikataulusuunnitteluun liittyvät asiat on kuvattu verkkoselostuksessa (Väylävirasto 2019b) tai ratatiedon extranetissä (Väylävirasto 2020b) ylläpidettyinä infran ominaisuustietoina, kuten esimerkiksi kohtaamispaikkojen sivuraiteiden pituudet tai matkustajapalveluasemat, monet infran hyödyntämiseen liittyvät yksityiskohdat ovat kuitenkin tiedossa vain kokeneilla aikataulusuunnittelijoilla eli niin sanottuna hiljaisena tietona. Myös käytettävään kalustoon voi liittyä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat aikataulusuunnitteluun.

Liikennepaikkojen raiteistojärjestelyt ja mahdolliset käytettävissä olevat kulkutiet on otettava huomioon suunnittelussa. Erikoiset ja tavallisuudesta poikkeavat järjestelyt voivat aiheuttaa yllätyksiä. Vaikka esimerkiksi vaihdeyhteydet käyvätkin ilmi raiteistokaavioista, vaatii aikataulusuunnittelun reunaehtojen hahmottaminen paikallisen infrastruktuurin tuntemusta ja käytännön kokemusta aikataulusuunnittelusta kyseisellä liikennepaikalla. Rajoitteet voivat myös ilmetä vasta poikkeustilanteissa, jolloin havaitaan, että suunniteltu aikataulu sietää huonosti häiriöitä.

Kirkkonummi on hyvä esimerkki liikennepaikasta, jossa paikallinen infrastruktuuri rajoittaa aikataulusuunnittelua. Ote Kirkkonummen raiteistokaaviosta on esitetty kuvassa 13. Helsingin suunnasta eli kuvassa vasemmalta pohjoista raidetta eli kuvassa alapuolella olevaa raidetta saapuvilla junilla ei ole mahdollisuutta siirtyä laituriraiteille 2 ja 3, koska tarvittavaa oikeansuuntaista vaihdeyhteyttä ei ole. Päästääkseen edellä mainituille laituriraiteille, täytyy Helsingin suunnasta saapuvan junan siirtyä vastakkaisen suunnan linjaraitteelle jo Heikkilän liikennepaikalla noin 2,5 kilometriä ennen Kirkkonummea. Tämä on merkittävä suunnittelua rajoittava tekijä ja kapasiteetin pullonkaula.



Kuva 13. Ote Kirkkonummen raiteistokaaviosta (Väylävirasto 2020b).

Kaluston ominaisuuksia, jotka vaikuttavat aikataulusuunnitteluun, ovat esimerkiksi rakenteellinen huippunopeus ja suoritusarvot, kuten esimerkiksi vetovoima ja jarrutuskyky. Vetoyksikön suorituskyky on luonnollisesti suhteutettava käytettyyn junapituuteen ja -painoon.

Suunnittelussa on osattava huomioida tarkasti myös kaluston ominaisuuksien vaikutus junien asema- ja kääntöaikoihin. Matkustajaliikenteessä junan kääntöaika vaihtelee huomattavasti käytetyn kaluston mukaan. Moottorijunakalusto tai ohjausvaunulla varustetut veturivetoiset junat voivat kääntyä huomattavasti nopeammin kuin veturijuna, jossa veturi on ajettava sivuraiteen kautta junan toiseen päähän ja suoritettava jarrujen koettelu. Junien ovijärjestelyillä on puolestaan kriittinen merkitys pysähdysaikoihin linjalla.

Mäkeenjännit ovat esimerkki rataverkon ja kaluston ominaisuuksien yhdessä aiheuttamasta häiriötilanteesta. Mäkeenjännillä tarkoitetaan tilannetta, jossa junan kulku pysähtyy ylämäessä suunnittelemattomasti. Mäkeenjännit ovat lähes pelkästään tavaraliikennettä koskeva ilmiö. Pahimmat mäkeenjännit paikat ovat kokeneiden aikataulusuunnittelijoiden ja liikenteenohjaajien tiedossa, mutta uusilla liikennöitsijöillä tätä tietoa ei välttämättä ole. Mäkeenjännit nousivat esille työn aikana pidettävissä työpajoissa tekijäksi, joka vaikuttaa junaliikenteen täsmällisyyteen, mutta mitä Väyläviraston nykyisissä ohjeissa ei ole kuvattu tarkemmin.

Mäkeenjännit johtuvat monista tekijöistä. Syynä voi olla esimerkiksi radan kunnossapito, veturin tekninen vika, virhearviot junakokoonpanon suunnittelussa, sää tai kuljettajan toiminta. Mäkeenjännin voi aiheuttaa myös liikenteenohjaus tilanteessa, jossa raskas juna ei pääse liikennepaikalta liikkeelle ylämäen vuoksi. Verkkoselostus (Väylävirasto 2019b) ohjeistaa kiinnittämään asiaan huomiota. Raskaiden junien pysäyttämistä paikkoihin, joissa mäkeenjännin riski on suuri, tulisi pyrkiä välttämään.

Liikenteenohjausta valtion rataverkolla hoitava Finrail teki vuonna 2018 selkeästi mäkeenjänniteihin liittyviä myöhästymisminuuttien kirjauksia 355 kertaa. Kirjattujen myöhästymisminuuttien summa oli 24 506 minuuttia. Mäkeenjännitien syykoodikirjaukset ovat usein epätarkkoja, jolloin juurisyytä ei saada selville. Näin ollen on myös mahdotonta määrittää, miten paljon myöhästymisistä on johtunut tekijöistä, joihin olisi voinut vaikuttaa aikataulusuunnittelun tai liikenteenohjauksen keinoilla. (Väylävirasto 2020c.)

3.4 Tietojärjestelmät ja ohjelmistot

3.4.1 Operatiiviset järjestelmät

Rautatieliikenteen operatiiviset järjestelmät ovat Finrail Oy:n hallinnoimia. Järjestelmiä on käytössä lukuisia eri käyttötarkoituksiin. Tietojärjestelmäkokonaisuutta kehitetään parhaillaan monitoimijaympäristön vaatimusten mukaisiksi. Uudet järjestelmät tulevat lähivuosina korvaamaan muun muassa LIIKEN ja to-dennäköisesti muitakin järjestelmiä.

Ratakapasiteetin haku tehdään LIIKE-järjestelmällä. LIIKE toimii toistaiseksi ratakapasiteetin hallinnan pääjärjestelmänä jakaen tietoa useiden rajapintojen kautta operatiiviseen käyttöön, mutta myös avoimeen dataan. Tietojen tuottamista varten voidaan käyttää myös muita ohjelmistoja, joista tietoa pystytään siirtämään LIIKE-järjestelmään.

Liikenteen hallinnassa ja monitoroinnissa käytetään useita erillisiä järjestelmiä. LIIKE-järjestelmän osana on Reaali++-järjestelmä, joka näyttää junien reaaliaikaisen kulun graafisena aikatauluna. Liikenteenohjaus kirjaa junien myöhästymissyyt ja ratatöihin liittyviä tietoja LOKI-järjestelmään sekä rataan viat ja muut poikkeamat "Poikkeamien Hallinta" - eli POHA-järjestelmään. Raidetyökalua käytetään liikennepaikkojen raidemuutospyyntöjen tekemiseen sekä ratapihojen raiteistonkäytön suunnitteluun. Liikennöitsijät käyttävät junien kulkutietojen tarkasteluun ja myöhästymisten syykoodikirjausten haastamiseen KUTI-järjestelmää. Väyläviraston RataDW-raportointijärjestelmästä saadaan muun muassa junien täsmällisyystiedot.

Junien kuljettamiseen liittyviä keskeisiä järjestelmiä ovat JETI, jossa ylläpidetään reaaliajassa tietoja esimerkiksi ratatöistä ja nopeusrajoituksista, sekä KUPLA, joka mahdollistaa sähköisen tiedonvälityksen kuljettajan ja liikenteenohjauksen sekä liikenteenhallinnan järjestelmien välillä. KUPLAn käyttö on pakollista valtion rataverkolla junaliikenteessä ja liikennepaikkojen välisessä vaihtotyössä. KUPLA on korvannut paperiset aikataulut, joita nykyään käytetään vain varajärjestelmänä.

Edellä mainittujen järjestelmien lisäksi on olemassa karttasovellus YKÄ erilaisen tietojen visuaaliseen esittämiseen sekä inframalli TRAKEDIA, jota monet muut järjestelmät käyttävät alustana. Esimerkiksi LIIKE-järjestelmällä on kuitenkin toistaiseksi oma sisäinen inframallinsa.

Uusi kapasiteetin hallintajärjestelmä SAAGA otetaan käyttöön vaiheittain. Tavoitteena on, että järjestelmä on kokonaisuudessaan käytössä vuonna 2021. Järjestelmän käyttöönoton ensimmäinen vaihe käsittää ratapihojen kapasiteetin hallinnan Helsinki-Ilmala-alueella. Myöhemmin SAAGA korvaa LIIKE-järjestelmän linjakapasiteetin hallinnassa. Samalla ratakapasiteetin hallinta siirtyy rai-detarkkuudelle.

3.4.2 Aikataulusuunnitteluohjelmistot

Rautatieliikenteen aikataulusuunnittelua tehdään Suomessa pääosin sveitsiläisellä Viriato-aikataulusuunnitteluohjelmistolla. Ohjelmiston Suomi-versio on yhteensopiva rautatieliikenteen kapasiteetin hallintajärjestelmä LIIKEN kanssa, joten Viriatolla tehty yksittäisen junan aikataulu voidaan liittää suoraan ratakapasiteettihakemukseen. Muita yleisesti Euroopassa käytössä olevia aikataulusuunnitteluohjelmia ovat esimerkiksi saksalaiset HaCon TPS ja IVU.RAIL, italialainen TRENOpus sekä brittiläinen ATTUne. Myös Railsys-simulointiohjelmaa voidaan hyödyntää aikataulusuunnittelussa.

Rautatieverkko kuvataan Viriato-ohjelmaan liikennepaikkojen muodostamina solmupisteinä, joista muodostetaan rataosamalleja. Rataosamalleista käyvät ilmi esimerkiksi liikennepaikkojen ratakilometrisijainnit ja niiden keskinäiset etäisyydet. Junien reitti muodostetaan käyttämällä rataosamalleja, jolloin reitin varrella olevat liikennepaikat ja niiden väliset etäisyydet saadaan aikataulusuunnittelun pohjaksi automaattisesti. Yksittäisten junien aikataulut määritetään liikennepaikkojen välisten ajoaikojen ja pysähdysaikojen perusteella. Yksittäisen junan aikataulun voi monistaa esimerkiksi tunneittain toistuvaksi vakio-minuuttiaikatauluksi.

Yksittäisistä junista ja samoja vakio-minuutteja käyttävistä junaperheistä voidaan muodostaa junaryhmiä, joihin voivat kuulua esimerkiksi kaikki samaa junatyypin edustavat junat. Junaryhmistä voi olla useita versioita, joten Viriato soveltuu erilaisten liikennöintiskenaarioiden arviointiin. Aikatauluja voidaan esittää Viriato-ohjelmassa yksittäisen junan aikataulun lisäksi tiettyä rataosaa tai yhteysväliä kuvaavana graafisena aikatauluna tai taulukkomuotoisena yleisöaikataulujen tapaan. Viriato-ohjelmalla on myös mahdollista suunnitella ja esittää visuaalisesti liikennepaikkojen raiteistonkäyttöä.

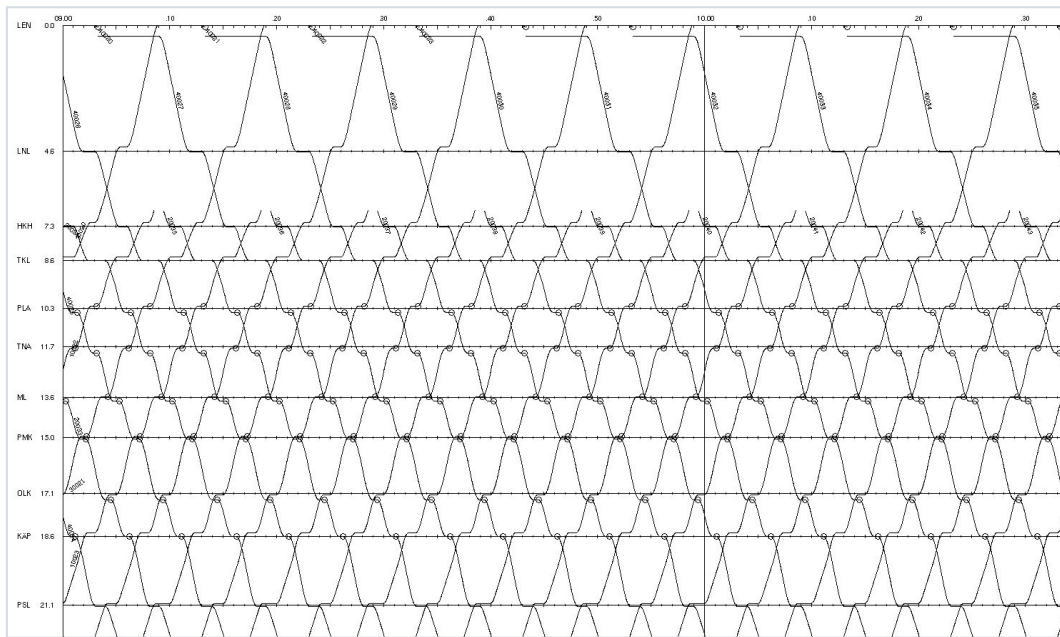
3.4.3 Simulointiohjelmistot

Rautatieliikenteen simuloinnilla tarkoitetaan junaoperaatioiden jäljittelemistä tietokonemallin avulla. Suomessa simulointia on hyödynnetty esimerkiksi erilaisten ratakankkeiden suunnittelun apuvälineenä 1990-luvulta lähtien. Tois-taiseksi simulointi ei ole ollut osa vuosittaista liikennesuunnittelu- ja kapasiteetin hallintaprosessia.

Tyypillisesti simulointia hyödynnetään erilaisissa toimivuustarkasteluissa, joissa tutkitaan esimerkiksi erilaisten infra- ja liikennöintivaihtoehtojen toimivuutta. Liikenteen häiriösietokykyä voidaan tutkia aiheuttamalla mallissa häiriötilanne, jonka jälkeen tarkastellaan, kuinka liikenne toipuu häiriöstä. Junaliikennöinnin simuloinnilla voidaan myös määrittää junien ajoaikoja erilaisilla kalustokokoonpanoilla ilman, että asiaa on kokeiltava käytännössä. Euroopassa käytössä olevia simulointiohjelmistoja ovat muun muassa RailSys ja OpenTrack.

Suomessa rautatieliikenteen simuloinnissa on hyödynnetty viime vuosina pääasiassa sveitsiläistä OpenTrack-mikrosimulointiohjelmaa, joka soveltuu erityyppisiin toimivuustarkasteluihin ja ajoaikojen määrittämiseen. Rautatieliikenteen lisäksi ohjelmalla on mallinnettu myös raitiotie- ja metroliikennettä.

Mikrosimulointiohjelmilla on mahdollista mallintaa ratainfrastruktuuri erittäin yksityiskohtaisesti. Myös kalusto voidaan mallintaa yksityiskohtaisesti määrittämällä jokaiselle junalle suorituskykyyn vaikuttavat arvot, kuten vetovoima ja junapaino. Jokaiselle junalle on määritettävä reitti eli mitä kulkuteitä se pyrkii käyttämään, sekä aikataulu, jonka vähimmäisvaatimuksena on lähtöaika alkupisteestä. Ohjelmilla voidaan simuloida erilaisia häiriötilanteita, joten ne soveltuvat myös esimerkiksi aikatauluvaihtoehtojen väliseen vertailuun. Kuvassa 14 on esitetty OpenTrack-ohjelman tuottama junien kulkua kuvaava niin sanottu graafinen aikataulu.



Kuva 14. *OpenTrack-ohjelman tuottama graafinen junien kulkua kuvaava aikataulu.*

4 Kirjallisuuskatsaus

4.1 Aiempia tutkimuksia

Työssä käytettiin lähtöaineistona ulkomaalaisia ja suomalaisia julkaisuja ja tutkimuksia. Nämä käsittelevät muun muassa aikataulusuunnittelua, rautatieliikenteen täsmällisyyttä sekä ratakapasiteettia. Käsitteitä on avattu tarkemmin tämän raportin myöhemmissä kappaleissa.

Aikataulujen pelivarojen määrittämistä ja soveltamista käsittelee esimerkiksi Schittenhelm (2011). Schittenhelm & Landex (2012) esittävät aikataulujen laatu-kriteerejä sekä niitä kuvaavia tunnuslukuja. Sipilä (2012) tutkii simulointien avulla aikataulujen pelivaran sekä nopeiden ja muiden junien välillä olevien puskuriaikojen vaikutusta nopeiden junien täsmällisyyteen.

Rautateiden aikataulusuunnittelun perusteita sekä rautatieliikenteen täsmällisyyttä on käsitellyt Suomessa esimerkiksi Mukula (2008). Rautatieliikenteen täsmällisyyttä ja sen mittaamenetelmiä käsitellään suomalaisissa julkaisuissa muutenkin kattavasti, esimerkiksi Salkonen & Mäkelä (2010) sekä Lankinen (2017). Junaliikenteen simulointia ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa on tutkinut puolestaan Musto (2008).

4.2 Aikataulusuunnittelu

4.2.1 Aikataulusuunnittelun vaiheet

Aikataulusuunnittelu voidaan jakaa strategiseen, taktiseen ja operatiiviseen vaiheeseen. Strateginen aikataulusuunnittelu määrittelee yleisesti pitkän aikavälin tavoitteet rautatieliikenteelle ja sen tavoitteena on riittävän kapasiteetin varmistaminen aiotulle liikenteelle. Taktinen aikataulusuunnittelu määrittelee aikataulun perusrakenteen ja sen päätarkoituksena on tyydyttää kysyntä ja varmistaa resurssien tehokas käyttö. Operatiivisen suunnittelun tuloksena syntyvät yksityiskohtaiset junien päiväkohtaiset aikataulut. Lisäksi äkillisiin poikkeuksiin reagoiminen voidaan katsoa erittäin lyhyen aikavälin aikataulusuunnitteluksi. (Mukula 2008.)

4.2.2 Teoreettinen ajoaika ja pelivara

Aikataulujen laatimisen keskeinen osa on määrittää junakohtaiset ajoajat. Junan kulku kahden pisteen välillä koostuu kiihdytyksestä, ajosta vakionopeudella, rullausvaiheesta sekä jarrutuksesta. Ajoaikaan vaikuttavat monet raideinfrastruktuurin ja kalustoon liittyvät tekijät (Mukula 2008):

- radan pystygeometria
- radan vaakageometria eli kaarteiden sallimat suurimmat nopeudet
- vetokaluston ominaisuudet, kuten vetovoima
- junapaino
- junan jarrutuskyky ja jarrulaji
- kuljetettavan tavaran laadusta ja kalustosta aiheutuvat nopeusrajoitukset
- infrastruktuurin, kuten vaihteiden, siltojen ja tasoristeysten aiheuttamat nopeusrajoitukset.

Junan aikataulua ei voi suunnitella siten, että juna kykenisi ajamaan liikennepaikkavälin keskinopeudella, joka on sama kuin liikennepaikkavälin suurin sallittu nopeus, sillä aikataulusta tulee muuten liian häiriöherkkä. Pienikin viivästys aiheuttaisi junan jäämisen myöhään. Pelivara on junan aikataulunmukaisen ajoajan ja fyysisesti mahdollisen lyhyimmän ajoajan erotus. Todellisissa ajoajoissa esiintyy aina teoreettiseen ajoaikaan verrattuna vaihtelua, joka voi johtua esimerkiksi sääolosuhteista tai kuljettajien ajotapojen eroista. Pelivara mahdollistaa junan aikataulunmukaisen kulun pienistä häiriöistä ja ajoajan vaihteluista huolimatta ja se on hyvin keskeinen tekijä aikataulusuunnittelussa järjestelmän vakauden ja täsmällisyyden kannalta. Pelivara mahdollistaa esimerkiksi lyhyet liikennetilanteesta tai matkustajapalvelusta aiheutuvat hidastukset, jolloin junan on mahdollista kiritä aikatauluaan kiinni käyttämällä suurempaa nopeutta kuin muuten aikataulussa pysymiseen tarvittaisiin. (Mukula 2008, Schittenhelm 2011.)

Ratainfrastruktura johtuvia tilapäisiä nopeusrajoituksia ei aina ole voitu ennalta ottaa huomioon junan aikataulua suunniteltaessa, koska tietoa ratatöiden liikennevaikutuksista ei ole ollut käytössä riittävästi suunnitteluvaiheessa. Jos junan nopeus ei hidastu merkittävästi nopeusrajoituksen vuoksi, voi juna pelivaransa ansiosta silti kulkea aikataulunsa mukaisesti eikä muutoksia aikatauluun tarvitse tehdä. Jos on tiedossa merkittäviä pidempiaikaisia rajoituksia, tulisi ne huomioida ajoajassa pelkän pelivaran sijaan.

Pelivaran suuruutta olemassa olevissa aikatauluissa voidaan arvioida esimerkiksi vertaamalla toteutuneita nopeimpia ajoaikoja aikataulunmukaisiin ajoaikoihin. Tätä työtä varten Oulu–Tampere-yhteysvälillä toteutetussa tarkastelussa tutkittiin ajanjaksolla 18.6.2018–30.11.2018 toteutuneita ajoaikoja Treno-ohjelmiston avulla. Pelivaraa tutkittiin osaväleillä Oulu–Ylivieska, Ylivieska–Kokkola, Kokkola–Seinäjoki sekä Seinäjoki–Tampere. Tarkastelu tehtiin erikseen nopeille junille, joilla ei ole kaupallisia pysähdyksiä tarkasteluväleillä sekä muille junille. Tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Treno-ohjelmalla tehtyjä pelivaratutkimuksia yhteysvälillä Oulu–Tampere.

Tarkasteluväli	Nopein aikataulunmukainen ajoaika (min)		Nopein toteutunut ajoaika (min)		Pelivara	
	Nopeat junat	Muut junat	Nopeat junat	Muut junat	Nopeat junat	Muut junat
Oulu–Ylivieska	63	74	55	67	15 %	10 %
Ylivieska–Kokkola	40	42	32	32	25 %	31 %
Kokkola–Seinäjoki	55	67	50	60	10 %	12 %
Seinäjoki–Tampere	65	77	55	61	18 %	26 %

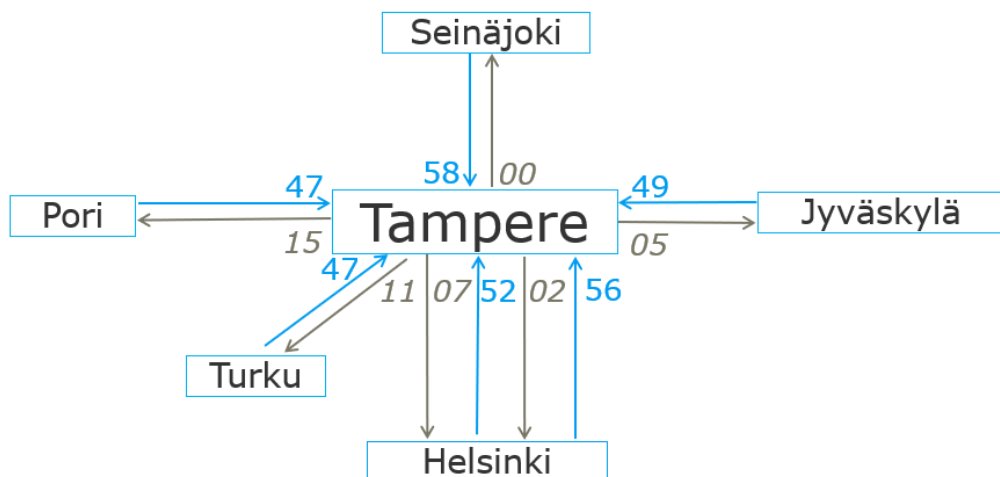
Tuloksista nähdään, että pelivara vaihtelee tarkasteluväleittäin paljonkin. Pelivara on vähintään ohjeistettu 10 prosenttia, mutta joillain osuuksilla huomattavasti suurempi. Kyseessä on yksiraiteinen rataosa, joten osalla junista ajoaika sisältää ei-kaupallisia pysähdyksiä junakohtaamisten vuoksi. Tällöin havaittu nopein ajoaika on saattanut syntyä tilanteessa, jossa ei-kaupallista pysähdystä ei ole syystä tai toisesta tehty, joten pelivaraprosentti ei välttämättä tarkalleen kuvaa varsinaisen ajoajan pelivaraa. Tutkimuksen ajankohtana ei oltu myöskään vielä täysimääräisesti hyödynnetty Seinäjoki–Oulu-perusparannushankkeen tuomia nopeushyötyjä.

4.2.3 Aikataulurakenteen suunnittelu

Yksittäisen rataosan aikataulurakenne tarkoittaa, missä järjestyksessä ja kuinka suurin aikavälein junat on sijoitettu aikatauluun tietyllä aikavälillä. Matkustajaliikenteessä aikataulurakenteella voidaan tarkoittaa myös sitä, miten matkakettjut muodostuvat eri kohteiden välille vaihtoyhteyksien välityksellä.

Suomessa Etelä–Suomen henkilöliikennereiteillä sekä kauko- että lähiliikenteessä sovelletaan vakioaikataulua. Vakioaikataulussa junien lähdöt ja saapumiset toistuvat säännöllisin vakio minuuttivälillä tunnista toiseen. Ensimmäinen vakioaikataulu otettiin käyttöön vuonna 2002. Myös muualla Suomessa on piirteitä vakioaikataulusta, jossa suunnilleen samat lähtöminuutit toistuvat esimerkiksi kolmen tunnin välein. Vakioaikataulun ominaispiirre ovat solmupisteet, jonne junat saapuvat eri suunnista suunnilleen samanaikaisesti ja matkustajilla on mahdollisuus vaihtaa eri suuntien junien välillä. (Mukula 2008.)

Suomen rautatiehenkilöliikenteen keskeisin vakio minuuttisolmu on Tampere, jossa kohtaavat tasatuntien ympärillä Helsingin, Turun, Seinäjoen, Jyväskylän ja Porin suunnan junat. Lähtöjä ei ole kaikille reiteille jokaisena tuntina, mutta lähtöminuutit ovat läpi päivän vakioita. Tampereen vakio minuuttisolmua on havainnollistettu kuvassa 15, jossa saapumisminuutit on merkitty kuvaan sinisellä ja lähtöminuutit harmaalla kurssiivilla. Muita Etelä–Suomen vakioaikataulujärjestelmän solmupisteitä ovat esimerkiksi Pasila, Tikkurila, Karjaa ja Riihimäki. Muualla Suomessa säännönmukaisesti useita kertoja päivässä toteutuvia vaihtoyhteyksiä on esimerkiksi Kouvolassa ja Pieksämäellä.



Kuva 15. Tampereen vaihtoyhteydet vuonna 2019.

Käytettävä aikataulurakenne vaikuttaa paitsi ratakapasiteetin hyödyntämisen tehokkuuteen, myös esimerkiksi vaihtoyhteyksien muodostumiseen matkustajajunien välillä ja siten koko joukkoliikennejärjestelmän toimivuuteen. Vaihtoyhteyden houkuttelevuuden kannalta on tärkeää, että vaihto ei pidennä kokonaismatka-aikaa kohtuuttomasti suhteessa matkan kokonaiskestoan. Aikataulutettujen vaihtojen lisäksi toimivat matkaketjut vaativat yhtenäisen lippu- ja informaatiojärjestelmän.

Tätä työtä varten vertailtiin nykyjärjestelmän matka-aikoja junalla nopeimpiin matka-aikoihin linja-autolla ja henkilöautolla kolmella yhteysvälillä, joilla ei liikennöi suoria matkustajajunia. Valitut yhteysvälit ovat Tampere–Lappeenranta, Pori–Jyväskylä ja Vaasa–Turku. Vertailu on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Yhteysvälitarkastelu kevään 2019 mukaisilla aikatauluilla.

Yhteysväli	Vaihtopaikka	Vaihto-aika	Kokonaismatka-aika junalla	Nopein matka-aika linja-auto	Matka-aika henkilöauto
Tampere–Lappeenranta	Tikkurila	0:15–0:24	3:18–3:54	4:00	3:40
Pori–Jyväskylä	Tampere	0:17–1:25	3:17–4:34	4:00	3:15
Vaasa–Turku	Tampere (Seinäjoki)	0:13–1:21	3:57–5:47	4:45	4:10

Taulukosta nähdään, että junayhteyksien nopeimmat matka-ajat ovat kilpailukykyisiä muihin liikennemuotoihin nähden. Kokonaismatka-ajoissa on kuitenkin varsin paljon hajontaa johtuen osin junavuorojen matka-ajoista, mutta suurempi vaikutus on vaihtoajoilla. Yhteydet eivät aina toteudu siten, että solmupisteessä olisi mahdollista jatkaa matkaa välittömästi, vaan vaihtoajat voivat olla yli tunnin pituisia. Tämä johtuu pääosin eri rataosien erilaisista vuoroväleistä, vaikka vakioaikataulua noudatettaisiinkin.

Vakioaikataulurakenteeseen liittyy kilpailutilanteesta johtuvia ongelmia. Vakioaikataulurakenne on jäykkä muutoksille ja sen toimivuus heikentyy, mikäli yksittäisten junien aikataulut poikkeavat vakioaikataulurakenteesta. Vakioaikataulurakenteesta asiakkaalle koitua lisäarvo vähenee, jos osa rakenteesta toteutetaan eri tavalla. Kilpailutilanteessa samalla yhteysvälillä saattaa toimia useita eri liikennöitsijöitä, joilla on erilaiset liiketoiminnalliset tavoitteet ja siten myös erilainen liikennetarjonta. (Mäkitalo 2001.)

Eri liikennöitsijöiden hakiessa päällekkäistä ratakapasiteettia, joudutaan kapasiteetti jakamaan etusijajärjestystä noudattaen. Tämä voi johtaa vakioaikataulurakenteeseen tehtäviin poikkeuksiin, ellei etusijajärjestyksessä painoteta vakioaikataulurakennetta noudattavaa junaliikennettä. (Mäkitalo 2001) Suomen rautatieliikenteessä nykyisin noudatettavassa etusijajärjestyksessä synergiseen henkilöliikennekokonaisuuteen voidaan tulkita sisältyvän tietynasteinen vakioaikataulurakenteen soveltaminen.

4.3 Ratakapasiteetin suunnittelu ja käyttöaste

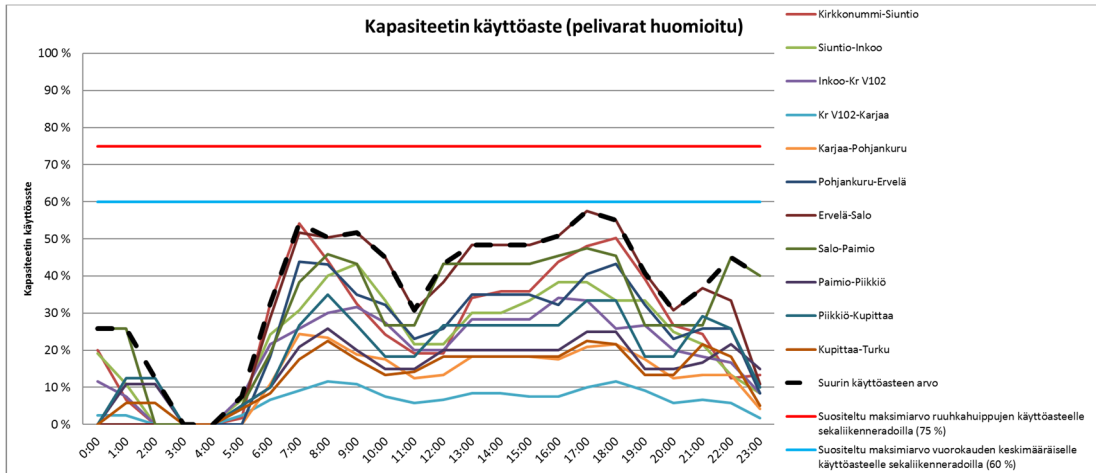
Ratakapasiteetti on suhteellinen käsite, jota voidaan mitata useilla eri tavoilla. Tyypillinen ratakapasiteetin suuruutta kuvaava tunnusluku on liikenteen välityskyky eli kuinka monta junaa voidaan liikennöidä tietyssä ajassa. Välityskyky ei kuitenkaan kerro mitään siitä, kuinka paljon matkustajia tai tavaraa rata kykenee välittämään, sillä nämä asiat riippuvat myös käytettävästä kalustosta ja junapituuksista. Ratakapasiteettia voidaan tarkastella myös maksimisuoriteen kautta, jonka yksikkönä on henkilö- tai tonnikipometri. (Mukula 2008.)

Ratakapasiteettia voidaan tarkastella useilla eri tasoilla. Teoreettinen kapasiteetti on laskennallinen maksimiarvo, joka voidaan todellisessa liikenteessä saavuttaa vain hetkellisesti. Käytännön kapasiteetti ottaa huomioon radanpidon toimenpiteille varattavan ajan ja sitä voidaan käytännössä käyttää lähtökohtana liikennöitävien junien määrän suunnittelulle. Ratakapasiteettia voidaan suhteuttaa myös käytännön liikennöintiajan sekä liiketaloudellisen toiminnan kannalta relevantin ajan suhteen. (Pitkänen 2006.)

Kapasiteetin käyttöasteen määrittämiseen on kehitetty useita menetelmiä. Kansainvälinen rautatieliitto Union Internationale des Chemins de fer (UIC) on kehittänyt yleisesti sovellettavissa olevan menetelmän, joka perustuu rataverkon jakamiseen eri osiin niiden ominaisuuksien perusteella. Tässä UIC 406 -koodina tunnetussa menetelmässä kapasiteetti lasketaan erikseen liikennepaikoille ja linjaosuuksille. Linjaosuuksia voivat rajata liikennepaikkojen lisäksi esimerkiksi kohdat, joissa rataosan raidemäärä tai radalla liikennöivien junien määrä muuttuu. UIC:n menetelmä sopiikin hyvin rataverkon pullonkaulojen tunnistamiseen. (UIC 2013.)

Koko Suomen rataverkon kapasiteetin käyttöasteiden laskemiseksi ei ole ollut säännöllistä laskentakäytäntöä. Vuonna 2007 valmistui edellinen, koko Suomen rataverkon kapasiteetin käyttöasteen laskenta, joka pohjautui vuoden 2006 aikataulukauden aikatauluihin. Vuoden 2019 lopulla käynnistyi selvitys, jossa laskettiin ratakapasiteetin käyttöasteet koko Suomen pääväyläverkolle vuoden 2019 aikataulujen pohjalta. Lisäksi selvityksessä arvioitiin käyttöasteita valituissa tulevaisuuden ennusteskennarioissa. Kapasiteetin käyttöasteita lasketaan tyypillisesti myös esimerkiksi erilaisten tarveselvitysten yhteydessä.

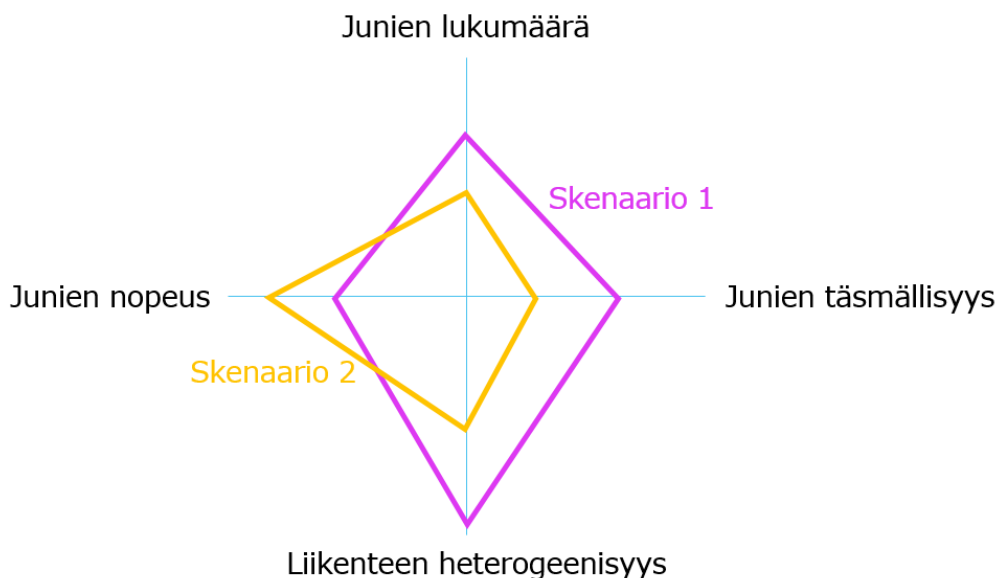
Seuraavassa kuvassa on esitetty tätä työtä varten laskettu esimerkki kapasiteetin käyttöasteista liikennepaikkaväleittäin yksiraiteisella Kirkkonummi–Turku välillä. Kapasiteetin käyttöasteet on laskettu samalla menetelmällä, jota hyödynnettiin vuoden 2019 käyttöastelaskennassa. Analyysiin otettiin mukaan aikavälillä 28.1.–30.3.2019 arkipäivisin kulkevat junat. Lisäksi mukana on noin keran viikossa kulkeva Turku–Salo-tavarajunapari sekä yksi ainoastaan perjantai-iltaisina kulkeva henkilöjunavuoro molempiin suuntiin. Tarkasteltu liikenne siis kuvaa vilkkainta säännölliseen kapasiteettiin perustuvaa tilannetta. Tarkastelussa on huomioitu ajoajan pelivara, jonka arvo on matkustajajunilla 10 prosenttia ja tavarajunilla 12,5 prosenttia.



Kuva 16. Ratakapasiteetin käyttöaste Rantaradalla osuudella Kirkkonummi–Turku (arkiliikenne aikataulukaudella 28.1.–30.3.2019).

Tuloksista nähdään, että käyttöaste on suurimmillaan osuudella Kirkkonummi-Siuntio aamu- ja iltapäiväruuhkan aikana, mikä selittyy sillä, että kyseisellä osuudella liikennöi Helsinki–Turku-kaukojunien lisäksi lähijunia. Myöhäisillan liikenteessä erottuu Salo–Paimio-osuuden suurehko kapasiteetin käyttöaste, jonka aiheuttaa liikennepaikkavälillä hitaasti etenevä tavarajuna. Lyhyellä kaksiraiteisella osuudella Karjaan vaihteelta V102 Karjaan asemalle liikennöivät Hyvinkään suunnan tavarajunat jätettiin tarkastelussa huomiotta.

Kapasiteetin käyttöaste ei vielä kerro millaiselle liikenteelle kapasiteetti on otettu käyttöön. Ratakapasiteetin balanssilla kuvataan tapaa, jolla ratakapasiteetti on hyödynnetty. Kuva 17 havainnollistaa, että ratakapasiteetin balanssi käsittää junaliikenteen määrää ja laatua koskevia valintoja. Junien lukumäärän kasvattaminen ei tyypillisesti onnistu ilman liikenteen heterogeenisyyden vähenemistä. Liikenteen nopeuden kasvu kasvattaa liikenteen alttiutta häiriöille ja johtaa siten herkemmin epätasaisuuteen. (Lindfeldt 2015.)



Kuva 17. Ratakapasiteetin balanssin kuvaaminen UIC 406 ohjeen mukaan (lähde Lindfeldt 2015 mukailen).

4.4 Simulointi

Suomessa ei ole toistaiseksi hyödynnetty simulointia ratakapasiteettihakuprosessin aikana. Aihetta on kuitenkin tutkittu Muston (2008) diplomityössä ”Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa”. Työ koostui kirjallisuuskatsauksesta ja tapaustutkimuksesta, joka toteutettiin sveitsiläisellä OpenTrack-simulointiohjelmalla.

Tutkimuksessa havaittiin, että simulointia voidaan hyödyntää ratakapasiteetin jaossa monissa eri vaiheissa. Ensinnäkin simuloinnilla voidaan tarkistaa, että yksittäiset junat on määritelty oikein, eli esimerkiksi ajoaikoja ei ole laadittu liian tiukoiksi kyseiselle infralle. Lisäksi voidaan tarkistaa koko aikataulurakenteen toimivuus, eli junien välillä ei esiinny konflikteja häiriöttömässä perustilanteessa. Aikataulurakenteen toimivuutta voidaan tutkia myös lievissä häiriötilanteissa, jolloin varmistetaan se, että aikataulu sietää tällaisia häiriötilanteita ilman häiriöiden merkittävää leviämistä.

Tilanteessa, jossa yksittäiselle junalle voidaan laatia useita erilaisia aikatauluvaihtoehtoja, tai tilanteessa, jossa useat eri yritykset ovat hakeneet samaa ratakapasiteettia hieman eri lähtö- ja tuloajoilla, voidaan laatia useampia vaihtoehtoisia ratkaisuja ratakapasiteetin jakoehdotukseksi. Näiden aikatauluvaihtoehtojen välistä paremmuutta voidaan vertailla simuloimalla aikatauluja erilaisissa häiriötilanteissa. Häiriötilannesimulointien perusteella voidaan valita aikatauluvaihtoehdoista paras eli aikataulu, joka on kaikkein stabiilein useissa erilaisissa häiriötilanteissa. Liikenteellisen paremmuuden vertailukriteereiksi soveltuvat parhaiten junien viivytykset asemilla, esimerkiksi keskimääräiset viivytykset tai viivytysten summa. Viivytyksiä voidaan tarkastella joko erikseen tavaraliikenteen ja henkilöliikenteen osalta tai molempia yhdessä. Tarkasteltaviksi asemiksi voidaan valita esimerkiksi yksittäiset, tärkeimmät asemat, pääteasemat tai vaikka kaikki pysähtymisasemat yhteensä.

Simulointia voidaan myös hyödyntää iteratiivisesti liikenteelliseltä kannalta parhaimman aikataulun etsimiseksi valitsemalla aikatauluvaihtoehdoista ne junat, jotka olivat vähiten myöhässä eri häiriötilanteissa. Näistä junista voidaan muodostaa kokonaan uusi aikatauluehdotus, jonka häiriösietoisuus tutkitaan vastaavasti häiriötilanteilla.

Työssä määriteltiin myös vaatimuksia prosessiin soveltuvalle ohjelmalle. Yhteensovittamisprosessissa käytettävän simulointiohjelman tulisi olla nopea käyttää, koska aika kapasiteetin hausta päätöksentekoon on lyhyt. Ohjelman on oltava riittävän tarkka, jotta esimerkiksi yksittäisten junakohtaamisten seuraukset tulevat esille. Toisaalta ohjelman on myös kyettävä mallintamaan suuria alueita, jotta yhtäaikaaisesti tarkasteltavat aluekokonaisuudet ovat loogisia. Diplomityössä käytetty ohjelma OpenTrack soveltuu prosessiin, jos tarkastelualueen kuvaava malli on jo olemassa.

Ruotsissa simulointiin perustuvia aikataulusuunnittelua tukevia metodeja on tutkinut Sipilä (2012). Työssä käytettiin saksalaista Railsys-ohjelmistoa, jolla lähes koko Ruotsin rataverkko on mallinnettu. Tutkimuksessa käsiteltiin nopeiden junien ajoaikojen määrittämistä simuloimalla yhteysväleillä Tukholma–Göteborg ja Tukholma–Malmö. Nopeiden junien aikataulun pelivarojen sekä nopeiden ja hitaiden junien välisten junavälien suuruuksien täsmällisyysvaikutuk-

sia tutkittiin yhteysvälillä Tukholma–Göteborg. Simulointeja voidaan hyödyntää pelivaran kohdentamisessa tietyille kriittisille osaväleille. Lisäksi työssä tutkittiin, miten asemaväleillä aiheutuvia viiveitä voidaan mallintaa realistisesti.

4.5 Laadun mittaaminen

Aikataulun laatu kuvaa aikataulun kykyä vastata sille asetettuihin yhteiskunnallisiin ja liikenteellisiin tavoitteisiin sekä esimerkiksi sitä, onko aikataulun mukaan mahdollista liikennöidä käytännössä. Laatua voidaan mitata useilla mittareilla, jotka voivat olla määrällisiä tai laadullisia. Eri laatutekijöille on tyypillistä, että ne saattavat olla ristiriidassa keskenään. Esimerkiksi voimakas panostaminen lyhyisiin matka-aikoihin johtaa usein täsmällisyyden heikkenemiseen ja päinvastoin.

Schittenhelm & Landex (2012) esittävät kuusi keskeistä aikataulujen laatukriteeriä sekä kullekin kriteerille liikenteen laatua kuvaavia tunnuslukuja. Laatukriteerit ovat aikataulun systemaattisuus, kapasiteetin käyttöaste, aikataulun luotettavuus, aikataulun sosiaalinen hyväksyntä, junien matka-ajat sekä houkuttelevat vaihtoyhteydet. Esimerkiksi aikataulun luotettavuudelle esitetään yksinkertainen aikataulunmukaisiin ajoaikoihin perustuva tunnusluku, jossa aikataulunmukaisen ajoajan ja suunnitteluohjeen mukaisen minimiajoajan erotus jaetaan minimiajoajalla. Tunnusluku siis kuvaa, kuinka monta prosenttia aikataulussa on lisäpelivaraa vähimmäisvaatimukseen nähden. Myös junien kääntöajoille on esitetty vastaava kääntöjen pelivaraa kuvaava tunnusluku.

Vaihtoyhteyksien toimintaa Schittenhelm & Landex (2012) mittaavat toisaalta aikataulun sosiaalisen hyväksynnän kautta eli houkuttelevat vaihtoyhteydet ovat olemassa ja siten matkustajien hyödynnettävissä. Toisaalta aikataulutettuja vaihtoja voi mitata numeerisilla tunnusluvuilla, jotka kertovat kuinka monta prosenttia minimivaihtoaikaa pidempi aikataulutettu vaihto on eli kuinka paljon vaihto aiheuttaa ylimääräistä matka-ajan pitenemistä. Myös vaihtojen laatua voi mitata niiden vaihtojen prosenttiosuutena, jossa matkustajan ei tarvitse vaihtaa laituria.

5 Katsaus ulkomaisiin suunnitteluprosesseihin ja -periaatteisiin

5.1 Tutkimuskohteet ja tutkimuksen toteutus

Tässä selvityksessä kerättiin tietoa muissa maissa laadituista junaliikenteen suunnitteluperiaatteista ja tutkittiin niiden soveltuvuutta Suomeen. Tutkimuksen aluksi perehdyttiin Ruotsin, Tanskan, Norjan, Sveitsin ja Saksan rataverkon haltijoiden julkaisemiin verkkoselostuksiin vuosille 2019 ja 2020. Lisäksi tutkimuksen lähdeaineistona käytettiin kunkin maan yleisesti saatavilla olleita rautatieliikenteen suunnittelun ohjeita. Kohdemaiden rataverkon haltijoille lähetettiin myös kysely, jolla selvitettiin tarkemmin suunnitteluprosessin sisältöä, eri toimijoiden vastuita sekä aikataulusuunnittelun ohjeita ja ohjearvoja.

Euroopan unionin säädösperustan vuoksi kapasiteetin jakamisen prosessi vastaa kaikissa tutkituissa maissa toisiaan, joten tarkemmin päätettiin tutkia Ruotsin, Norjan ja Tanskan suunnitteluprosesseja ja -periaatteita. Ruotsissa ja Tanskassa on toimittu kilpailutetussa rautatieliikenteessä jo pitkään ja Norjassa toiminta on käynnistynyt viime vuosina. Tässä raportissa on esitelty kapasiteetin hakuun ja jakoon liittyviä käytäntöjä ja käytössä olevia suunnitteluprosessia ja -periaatteita maakohtaisesti. Ruotsin rataverkon haltijan Trafikverketin toimintatapoja ja prosesseja selvitettiin muita kohdemaita tarkemmin haastatteleamalla ratakapasiteetin hakuprosessista vastaavia asiantuntijoita. Kyselyt, kirjallisuustutkimus ja haastattelut toteutettiin keväällä ja kesällä 2019.

5.2 Ruotsi

5.2.1 Ruotsin rataverkko ja rautatieliikenne

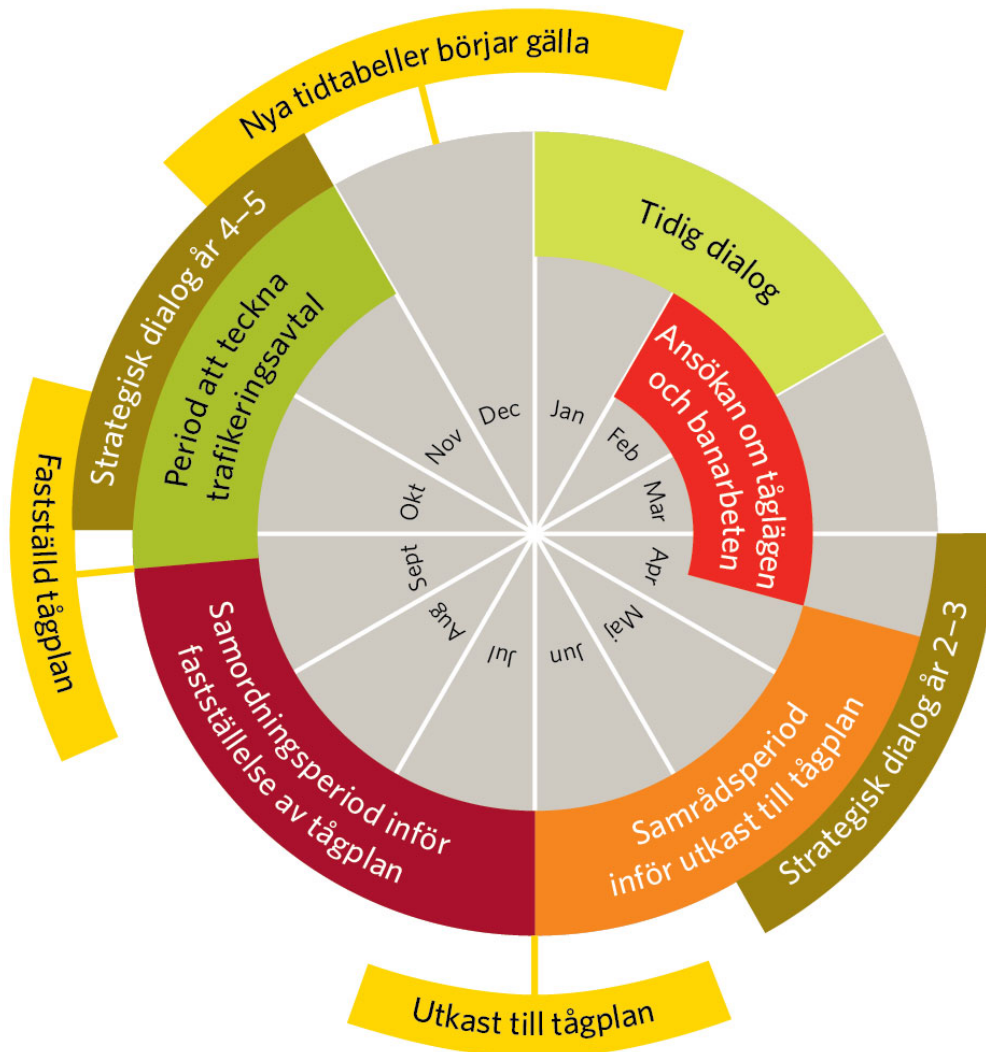
Ruotsin rataverkon pituus on lähes 11 000 kilometriä, josta kaksi- tai useampiraiteista rataa on hieman yli 2 000 kilometriä (Trafikanalys 2019). Pääosa verkosta on Trafikverketin eli valtion väyläviranomaisen hallinnoimaa. Muita rataverkon haltijoita ovat esimerkiksi pääosin julkisessa omistuksessa olevat yhtiöt Inlandsbanan AB ja Arlandabanan AB. Rautatiemarkkinoilla toimii lähes 50 rautatieyritystä. Liikennöinti ja kapasiteetin jako erotettiin toisistaan vuonna 1998 jo ennen, kuin EU-lainsäädäntö tätä vaati. Tavaraliikenteessä markkinat avautuivat vuonna 1996 ja kaikessa matkustajaliikenteessä vuonna 2012. Joukko-liikenneviranomaisten kilpailuttamassa henkilöliikenteessä kilpailu avautui vuonna 1990. (Fröidh & Nelldal 2015.)

Kapasiteetin jakoprosessista vastaa Ruotsissa valtion viranomaisen Trafikverket, jonka tehtäviin kuuluu valtio-omisteisten rautateiden hallinta, ylläpito ja kehittäminen. Kapasiteetin jakoon eri tavoin liittyvissä tehtävissä työskentelee yhteensä kaikkiaan noin 100 henkilöä (Liikennevirasto 2017.)

5.2.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Ruotsissa

Suunnitteluprosessi

Ruotsissa ratakapasiteetin suunnittelun prosessi käsittää EU-alueen yhtenäisten ratakapasiteetin haku- ja jakamisaikataulun vaiheiden lisäksi omat vaiheensa rautatieliikenteen harjoittajien kanssa käytävälle vuoropuhelulle ja kapasiteetin käytön strategiselle suunnittelulle. Ruotsalaisen suunnitteluprosessin vuosikello on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Aikataulusuunnittelun vuosikello Ruotsissa.

Ruotsissa ratakapasiteetin hakuvaihetta edeltää tammi-helmikuussa rautatieliikenteen liikennöitsijöiden kanssa käytävä varhainen vuoropuhelu (tidig dialog). Trafikverket kutsuu liikennöitsijät keskustelemaan tavoitteista ja toiveista koskien uutta tulevaa aikataulua. Varhainen vuoropuhelu on melko uusi toimintatapa Ruotsissa, sillä Trafikverket on lisännyt viime vuosina vuoropuhelua rautatieliikenteen harjoittajien kanssa. Varhaisen vuoropuhelun lisäksi Trafikverket käy vuoden aikana liikennöitsijöiden kanssa keskusteluita pidemmän tähtäimen aikataulusuunnittelusta.

Ratakapasiteetin hakuajanjakso on helmi-huhtikuussa. Ratakapasiteetin hakemiseen käytetään Trafikverketin Trainplan-järjestelmää. Vuositason prosessiin tulee noin 8 000 hakemusta. Yksi hakemus voi sisältää vain yhden junan tai junan vuoden jokaisen päivänä eli yhteensä 365 junaa. (Liikennevirasto 2017). Kapasiteetin hakua varten ei vaadita turvallisuus- tai muita rautateillä liikennöintiin vaadittavia todistuksia, vaan kapasiteettia voivat hakea myös liikenteen tilaajat ja järjestäjät. Hakemuksen jättäneet liikennöitsijät kutsutaan konsultaatiotapaamisiin. Pyrkimyksenä on toteuttaa mahdollisimman monen toimijan kapasiteettitoiveet liikenteen kokonaisuus huomioiden.

Trafikverket yrittää ensisijaisesti yhteensovittaa aikatauluja, mikäli kapasiteettihakemuksissa on konflikteja. Jos tämä ei onnistu, annetaan liikennöitsijöille mahdollisuus sopia muutoksista yhdessä. Yhteisneuvotteluissa käsitellään liikennöitsijöiden välisiä erimielisyyksiä. Mikäli yhteisymmärrykseen ei päästä, noudatetaan aikataulun laatimisessa ennalta määrättyä yhteiskuntataloudellisiin laskelmiin perustuvaa etusijajärjestystä.

Yhteensovituksen jälkeen Trafikverket julkaisee aikataululuonnoksen. Liikennöitsijät tutustuvat luonnokseen ja kommentoivat sitä. Trafikverket tekee tarvittavat muutokset luonnokseen. Lopullisen aikataulun julkaisun jälkeen käsitellään pidemmän tähtäimen aikataulusuunnittelua koskevia asioita ja konflikteja.

Hakemusten yhteensovitus

Ruotsalaisen kapasiteettihakuprosessin lähtökohtana on liikennöitsijöiden keskinäinen yhteensovitus. Poikkeuksena on kuitenkin kansainvälisten tavaraliikenteen käytävien aikataulut, joille varataan ratakapasiteetti puitesopimukseen verrattavalla käytännöllä. Ristiriitatilanteissa rataverkon haltija sovittaa aikataulut yhteen. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Liikennöitsijöiden tekemää yhteensovitusta hankaloittaa se, että liikennöitsijät eivät ilman keskinäistä yhteistoimintaa näe toistensa aikatauluja ennen hakemusten jättämisen määräaikaa. Uudet markkinalle tulevat liikennöitsijät eivät myöskään usein aloita keskusteluja kapasiteettitarpeistaan rataverkon haltijoiden ja muiden liikennöitsijöiden kanssa hyvissä ajoin. Liikennöitsijät eivät myöskään aina kiinnitä huomiota vaihtoyhteyksien muodostumiseen. Ajan myötä liikennöitsijät kuitenkin ovat oppineet sovittamaan aikataulujaan yhteen itsenäisesti. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Ruotsissa ratakapasiteetin etusijajärjestys on tarkasti määritelty sekä tavara- että matkustajaliikenteelle. Priorisoinnin tarkoituksena on hakea ratkaisua, joka on kokonaisuutena yhteiskunnallisesti edullinen. Tätä varten Trafikverket on kehittänyt laskentamallin, jonka avulla eri ratkaisuvaihtoehtojen kannattavuus yhteiskunnalle voidaan arvioida. Sosioekonomista arviointia joudutaan kuitenkin käyttämään vain tilanteissa, joissa neuvotteluilla ei päästä sopuun, mitä tapahtuu varsin harvoin. Sosio-ekonominen vertailu tehdään kokonaisratkaisujen välillä, eikä se siten välttämättä ohjaa yksittäistä ratkaisua kahden junan välillä. Trafikverketillä on oikeus muokata koko aikataulurakennetta liikenteen yhteensovittamiseksi. Priorisointiin vaikuttavat tavaraliikenteessä muun muassa kuljetusvolyymi sekä toimitustarkkuusvaatimukset. Matkustajaliikenteen priorisoinnissa tarkastellaan muun muassa matkustajamääriä sekä matkustajien aikasensitiivisyyttä eri junissa. Tiheä lähijunaliikenne sekä alueellinen junaliikenne on priorisoitu kaukoliikenteen edelle. Liikennöitsijät määrittävät itse, mihin prioriteettiiluokkaan juna kuuluu. Prioriteettiiluokka ei vaikuta ratamaksuun, joten

prioriteettia ei siten voi ostaa. (Liikennevirasto 2017, Trafikverket 2019, Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Sosio-ekonomisessa laskentamallissa konfliktissa oleville junille lasketaan yhteiskuntataloudellinen kustannus muun muassa junan kulkumatkan, nopeuden, vaihtoyhteyksien ja kulkuikkunan toteutumisen perusteella. Mallissa huomioidaan vain junareitit, jotka olisivat toteuttamiskelpoisia. Hylätyille junareiteille kustannus lasketaan korotettuna, mikä kuvaa hyötymenetystä junan jäädessä ajamatta. Vastaava yhteiskuntataloudellinen kustannus lasketaan vaihtoehtoisille tavoille jakaa kapasiteetti. Vaihtoehtoisen tavan jakaa kapasiteettia on oltava konfliktiton ja kapasiteetti jaetaan kustannuksiltaan edullisimman ratkaisun mukaisesti. Laskentamallin tulosta voidaan korjata käsin, mikäli laskentamallin teoreettinen lähtökohta ei kuvaa todellisella tavalla haetun junareitin yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia. Tällainen tilanne voisi olla esimerkiksi rautatieyhteyden korvaaminen maantiekuljetuksilla ratatöiden vuoksi. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Liikennöitsijät yrittävät yleensä saada parhaan mahdollisen lähtöajan. Eri tunteina paras lähtöaika voidaan myöntää eri liikennöitsijöille. Pitkän matkan tavarajunat ajetaan yleensä luotettavasti korkealla prioriteetilla. Pitkän matkan tavarajunat sovitetaan yhteen ensin, jotta yhteensovitus sujuisi helpommin myöhemmissä vaiheissa. Joskus yhteensovittamisen vuoksi on luovuttava henkilöliikenteessä vakiominuuttiaikataulusta tietyillä asemilla. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Kapasiteettihakemusten konflikteja tunnistetaan simuloimalla rataverkon käyttöä Railsys-ohjelmalla, jolla testataan myös aikataulukokonaisuuden yleinen toimivuus. Simulointituloksia hyödynnetään myös infrastruktuurin kehittämissuunnitelmissa. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Kiireellisen ratakapasiteetin suunnittelu

Aikataulukauden aikana tehdään enimmäkseen tavaraliikennettä koskien kiireellisen ratakapasiteetin hakemuksia, joita Trafikverket vastaanottaa vuosittain noin 83 000 (Liikennevirasto 2017). Hakemus tehdään Trafikverketin verkkopalvelussa. Trafikverket käsittelee kiireelliset ratakapasiteettihakemukset niiden saapumisjärjestyksessä. (Trafikverket 2019.)

Valmisteilla on toimintamalli, jossa ratakapasiteetista osa varataan jo ennalta kiireellisiä hakemuksia varten, jotta vuosihaussa ei olisi tarvetta hakea turhaan säännöllistä kapasiteettia. Toimintamalli muistuttaa Euroopan rataverkon haltijoiden järjestön RNE:n valmistelemaa TTR-prosessia, jonka tarkoituksena on uudistaa Euroopan kansainvälisten junien kapasiteetinhaku- ja suunnitteluprosessi. TTR-prosessi on esitelty tarkemmin raportin luvussa 5.5.2. Voimassa oleva EU-lainsäädäntö jättää rataverkon haltijan arvioitavaksi, onko lopulliseen aikatauluun tarpeen jättää tilaa varakapasiteetille, jotta ennakoitavissa oleviin kiireellisiin hakemuksiin on mahdollista vastata. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Ratatöiden suunnittelu

Merkittävästi liikenteeseen vaikuttavat ratatyöt suunnitellaan ennalta ja ne esitetään verkkoselostuksessa. Tulevista ratatöistä keskustellaan myös varhaisen vuoropuhelun aikana tammi-helmikuussa. Ratakapasiteetin hakijoiden tulee ottaa ratatyöt hakemuksissaan huomioon, mutta hakijalla on oikeus esittää ratatyön siirtoa liikennevaikutuksen pienentämiseksi. Työn ajoitusta voidaan muuttaa, mikäli se ei vaikuta ratatyön kokonaisaikatauluun. Kaikkien kiireellisten hakemusten tulee sopeutua ilmoitettuihin ratatöihin. (Liikennevirasto 2017.)

Ratatöiden yhteydessä Trafikverket voi ohjeistaa aikataulusuunnittelua normaalia tarkemmin laatimalla niin sanotun kapasiteettisuunnitelman, joka on sitova. Ratatöiden liikennevaikutuksista pyritään antamaan karkea arvio mahdollisimman ajoissa, vaikka budjetti ja tarkat suunnitelmat eivät olisikaan vielä täysin selvillä. Ratatöiden yhteydessä lisätään aikatauluihin erityisiä ratatyölisä. Arvot on annettu erikseen matkustaja- ja tavarajunille. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Ratatyöt huomioidaan yhteiskuntataloudellisissa arvioinneissa. Ratatöiden osalta ilmoitetaan tiedot muun muassa ratatyön tuotantokustannuksesta, tehokkaasta työajasta ja valmistelutyön osuudesta, työajan määrä työvuoroa kohden sekä tehostamiskerroin. Tehostamiskerroin kuvaa, kuinka paljon nopeammin työ voitaisiin tehdä kasvattamalla tuotantotahtia. (Trafikverket 2019.)

Kapasiteetin hinnoittelu

Ruotsissa on käytössä marginaalikustannuksiin perustuva ratamaksu, jolla kerätään vuosittain noin kaksi miljardia kruunua. Rataverkko on jaettu kolmeen hintaluokkaan eli kalleimpiin pääratoihin sekä keski- ja matalahintaiseen verkkoon. Hinta muodostuu eri osista, kuten esimerkiksi rataverkolle pääsyn maksusta, ruuhkaisten osuuksien lisämaksusta sekä onnettomuusmaksusta. Ruotsissa on käyty poliittista keskustelua siitä, ovatko ratamaksut yleisesti liian alhaiset ja pitäisikö hinnoittelulla ohjata rataverkon käyttöä entistä voimakkaammin. (Liikennevirasto 2017.)

Kokemuksia markkinan avautumisesta

Ensimmäinen avoimen markkinan niin sanottu Open Access-liikennöitsijä Ruotsissa oli MTR, joka aloitti liikenteen Tukholma–Göteborg-välillä vuonna 2015. MTR oli hyvissä ajoin yhteydessä Trafikverketiin muodostaakseen yhteydet rataverkon haltijaan sekä kysymällä millaista apua he voivat saada Trafikverketiltä ja mitä vaatimuksia heidän tulee täyttää liikenteen aloittamiseksi. Lisäksi MTR:llä oli paikallinen konsultti, joka vastasi aikataulusuunnittelusta ja muusta valmistelusta. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Ensimmäisen aikataulukauden kapasiteetin jako oli haastavaa. Molemmat kaupalliset liikennöitsijät hakivat käytännössä samaa kapasiteettia, minkä vuoksi sekä pääradan junat olivat konfliktissa keskenään. Konflikteja ilmeni myös muiden rataosuuksien junien kanssa, joita ei aiemmin ilmennyt. Tutkimuksissa havaittiin, että pysähdysajat asemilla oli käytännössä määritelty usein liian lyhyiksi. Tukholman ja Göteborgin välinen rautatiereitti jouduttiin ensimmäistä kertaa ilmoittamaan ylikuormitetuksi. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Trafikverketin mukaan nykyisin SJ ja MTR tekevät yhteistyötä aikataulujen yhteensovituksista. Aikataulukaudelle 2020 mukana on uusi liikennöitsijä Flixbus, joka on myös hakenut kapasiteettia Tukholma–Göteborg- ja Tukholma–Malmö -väleille. Tavaraliikenteessä esimerkiksi liikennöitsijöiden välinen yhteistyö rata-pihoilla on aiheuttanut haasteita. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

5.2.3 Suunnitteluohjeet Ruotsissa

Trafikverket on laatinut kriteerit toteuttamiskelpoisille junareiteille, joille voidaan myöntää ratakapasiteettia. Kriteerit ovat seuraavat:

- junareitti ei ole ristiriidassa ratatöille varatun kapasiteetin kanssa
- junan ajoaika on mitoitettu siten, että se on riittävä liikennöitävälle reitille ottamalla huomioon junan tekninen suorituskyky
 - lähtökohtana ajoajan mitoitukselle ovat Trafikverketin tuottamat ajoaikamallit (gångtidsmallar)
- pysähtymisajat on mitoitettu realistisesti niin, että pysähtymisen aikana tehtävät toiminnot voidaan suorittaa
 - nykyinen käytäntö perustuu rautatieliikennöitsijöiden tietämykseen pysähdysajoista, mutta Trafikverket varaa itselleen oikeuden määrittää ohjearvot jatkossa
- junareitti voidaan liikennöidä täsmällisyystavoitteiden mukaisesti ja se ei ole ristiriidassa muiden junareittien kanssa
 - aikataulussa pitää olla riittävästi pelivaraa junaa itseään varten sekä suhteessa muihin juniin.

Prosessissa ratakapasiteetin hakijan tulee huolehtia hakemuksen tietojen oikeellisuudesta ja tarkoituksenmukaisuudesta. Hakemusten yhteensovitus helpottuu, kun hakemuksessa esitetään tarve ratakapasiteetille, eikä yksiselitteistä ja tiukasti rajattua hakemusta. Hakija voi esittää toleranssin lähtö- ja saapumisajalle, sekä liiketoiminnan kannalta kriittiset vaatimukset, kuten esimerkiksi vaihtoyhteydet tai edellytykset junareitin toimivuudelle. Tavarajunille hakija voi esittää myös liiketoiminnan kannalta kriittisen aikaikkunan, jonka ulkopuolella junan kuljetus menettää liiketoiminnallisen tarkoituksensa. Etusijajärjestyksen käyttämiseksi ratakapasiteettihakemuksissa pyydetään ratakapasiteetin hakijalta tieto junan etusijakategoriasta.

Ajoajat lasketaan Trafikverketin järjestelmässä (TrainPlan) erilaisille kalustokokoonpanoille määritettyjen ajoaikamallien perusteella. Ajoaikamallien mukaisessa ajoajassa otetaan huomioon junien kiihdyttämiseen ja pysäyttämiseen kuuluva aika, radan pituuskaltevuus ja nopeusrajoitukset. Tämän vuoksi liikennöitsijöiden on kerrottava ratakapasiteettihakemuksessa junan kulkuun vaikuttavat ominaisuudet kuten vetokalusto, junapituus ja paino. Mikäli ominaisuudet eivät ole tarkkaan tiedossa, ilmoittaa liikennöitsijä raskaimman mahdollisen junan.

Ajoaikamallit sisältävät kolmen prosentin pelivaran, jonka tarkoituksena on ottaa huomioon eri kuljettajien vaikutus ajoaikaan. Ajoajan lisäksi aikataulusuunnittelussa ohjeistetaan käytettäväksi ajoajan lisiä, joiden tarkoituksena on parantaa aikataulun luotettavuutta mahdollistamalla junan pysyminen sille varatussa aikatauluikkunassa. Aikatauluikkuna kuvaa peräkkäin kulkevien junien välille vaadittavaa aikaa sekä ohitustilanteissa vaadittavia aikavälejä. Aikavälit ohjeistetaan erillisessä suunnitteluohjeessa (Trafikverket 2017). Ohjeistus kattaa kaksiraiteiset rataosuudet. Lyhyin mahdollinen junaväli on määritetty Railsys-ohjelmistolla tehdyllä vuorovälialyysillä simuloimalla useita sähkö-

moottorijunatyyppejä, veturivetoisia matkustajajunia sekä 1 500 tonnin tavarajunaa. Ohjeavot koskevat kahden samantyyppisen junan välistä vuoroväliä. Ohjeen lisäksi käytössä on kolmen minuutin nyrkkisääntö muille rataosille.

Ajoajan lisät on esitetty eri linjaosuuksille ja lisän suuruus riippuu junan nopeudesta. Yli 180 km/h ajaville matkustajajunille ajoajan lisä on neljä minuuttia ennalta määritettyjen solmukohtien välillä, kuten esimerkiksi yhteysvälillä Tukholma–Hallsberg–Göteborg. Alle 180 km/h ajaville matkustajajunille ajoajan lisä on kolme minuuttia solmukohtien välillä. Mikäli junan kulkema etäisyys on lyhyempi kuin solmukohtien väli tai kyseessä on tavarajuna, on ajoajan lisä kaksi minuuttia. Huomioitava viime aikojen kehitys on ollut, että liikenteen lisääntyessä on ajoaikojen lisää kasvatettu täsmällisyyden parantamiseksi. Tämän seurauksena käytettävissä oleva kapasiteetti on vähentynyt. (Trafikverket 2015, Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

Vilkaasti liikennöidyille suurkaupunkialueille Tukholmaan, Göteborgiin ja Malmöön on laadittu erityisiä ruuhkaisten rataosien suunnitteluohjeita (trångsektorsplaner). Niiden tarkoituksena on varmistaa häiriösietoinen liikennöinti ja tehokas kapasiteetin hyödyntäminen alueilla, joilla kapasiteetista on pulaa. Ohjeistuksessa on kuvattu rataosakohtaisesti erityyppisille junille varattu kapasiteetti eli montako kunkin junatyyppin junaa tunnin aikana kyseisellä rataosalla voidaan liikennöidä. (Trafikverket 2019.)

Liikennöitsijät hakevat junalle aina vähintään lähtöaikaa ja pysähtymisaikoja väliasemilla. Pysähdysajat asemilla määrittää liikennöitsijä. Trafikverket harkitsee pysähtymisaikojen ohjeistamista tarkemmin, koska on havaittu, että nykyisin liikennöitsijät varaavat liian lyhyitä pysähtymisaikoja asemille. Trafikverket uskoo pidempien pysähtymisaikojen parantavan junien lähtötäsmällisyyttä ja siten liikennöinnin laatua. (Westlund, Stenbacka, Persson & Wärn 2019.)

5.3 Norja

5.3.1 Norjan rataverkko ja rautatieliikenne

Norjan rataverkon kokonaispituus on 4 208 kilometriä. Verkko on pääosin yksiraiteinen. Kaksoisraideosuutta on 269 kilometriä. Rataverkon haltija on Bane NOR, joka vastaa kapasiteetin jakamisesta sekä liikenteenohjauksesta. Aiempi monopolitoimija NSB on jaettu pelkästään liikennöintiä harjoittavaan yhtiöön sekä kalusto- ja kiinteistöyhtiöihin. Henkilöliikenteen lippujärjestelmästä vastaa erillinen valtionyhtiö. Junaliikenteen strategisesta suunnittelusta vastaa Rautatiedirektoraatti (Jernbanedirektoratet), joka myös kilpailuttaa henkilöliikenteen liikennöintisopimukset. Liikennöinti on suunniteltu kilpailutettavan 6–8 erillisessä paketissa. (Liikennevirasto 2017, Jernbanedirektoratet 2018.)

Ensimmäinen liikennöintisopimus "Etelä" allekirjoitettiin syksyllä 2018. Se koskee Oslostasta Kristiansandin kautta Stavangeriin kulkevan Sørlandsbanenin sekä eräiden sen sivuratojen liikennettä. Sopimus sisältää kaukoliikenteen lisäksi myös Stavangerin alueen lähiliikennettä sekä taajamajunatyyppejä syöttöyhteyksiä sivuradoilta pääreitille. Liikennöitsijänä toimii GoAhead AS. Liikennöinti käynnistyi joulukuussa 2019. Kesäkuussa 2019 ratkennut liikennöintipaketin "Pohjoinen" kilpailutuksen voitti SJ Norge. Kyseinen liikennöintipaketti sisältää kaukoliikennelinjat Oslo–Trondheim ja Trondheim–Bodø sekä runsaasti taajamajunaliikennettä. Kolmannen kaukoliikennepaketin "Länsi" kilpailutuksen

voitti joulukuussa 2019 norjalainen Vy Tog. Paketti sisältää Oslo–Bergen-yhteyden sekä Bergenin alueen paikallisjunia. Oslon alueen lähi- ja taajamajunalii-kenne kilpailutetaan 2020-luvun alkupuoliskolla kilpailutuksen toisessa vaiheessa. (Jernbanedirektoratet 2019.)

5.3.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Norjassa

Kapasiteetin hallintaa tehdään kolmessa vaiheessa, joita ovat pitkän aikavälin suunnittelu, vuosittainen kapasiteetinjakko sekä operatiivinen kapasiteetinjakko. Pitkän aikavälin suunnittelu pitää sisällään kapasiteettiselvitykset ja esisuunnittelun. Pitkän aikavälin suunnittelussa Bane NOR tarjoaa liikennöitsijöille myös mahdollisuutta saada neuvontaa aikataulun suunnittelussa muun muassa tietyn tyyppisten junien ajoaikojen määrittämiseksi ja junien sovittamiseksi voimassa olevaan aikatauluun. Bane NOR tukee liikennöitsijöitä uusien junatyyp-
pien käyttöönotossa avustamalla liikennöinnin simuloinnissa. Tarkasteluissa käytetään lähtötietoina kaluston painoa ja sen jakautumista akselleille, junan tai junayksikön pituutta, veto- ja jarrutusvoimia sekä suurinta sallittua nopeutta. (Bane NOR, 2019.)

Vuosittainen kapasiteetinjakko tarkoittaa aikataulukausien suunnittelua ja kapasiteetin jakamista niiden ajaksi. Osana vuotuista prosessia Bane NOR päivittää rautatieliikenteen inframallin, mikäli siihen on tullut aikataulukautta koskevia ratatöistä tai muista merkittävistä tekijöistä johtuvia muutoksia. Lisäksi Bane NOR päivittää tekniset suunnitteluohjeet. Osana vuosikapasiteetin jakoa Bane NOR järjestää tiedotustilaisuuden ratakapasiteetin hakijoille. (Bane NOR, 2019.)

Bane NOR tekee kapasiteetin jakoehdotuksen linjaosuuksien lisäksi myös ase-
mien ja ratapihojen raiteistoille. Samassa yhteydessä myös haettujen junien ai-
kataulut yhteensovitetaan tarkennetun ratatyöohjelman kanssa. Aikataulujen laajamittaiseksi yhteensovittamiseksi Bane NOR kutsuu ratakapasiteetin hakijat tapaamiseen. Ratakapasiteetin hakijoilta saadun palautteen perusteella laadi-
taan lopullinen ratakapasiteetin jakoehdotus. (Bane NOR, 2019.)

Ratakapasiteetin hakijan on toimitettava hakemalleen aikataululle taulukossa 4 esitetyt tiedot. Tarvittava terminaalikapasiteetti sisältää tiedot toivotuista las-
taus- ja purkuajoista, tarpeista terminaalin palveluille kuten tarve pääty- tai si-
vurampille ja nostolaitteille sekä toivotun terminaalijajan lastauksen ja purun
välillä. Tarve kaluston seisottamiselle vaatii tiedon liikennepaikasta, junako-
koonpanon pituudesta ja vaunujen tai junayksiköiden määrästä. Tarve käyttää
vaunujen lämmitysjärjestelmää vaatii tiedon liikennepaikasta, käyttöjännit-
teestä, vaunujen määrästä ja ajankohdasta. (Bane NOR, 2019.)

Taulukko 4. Kapasiteettihakemuksessa ilmoitettavat tiedot Norjassa (muokattu lähteestä Bane NOR, 2019).

	Matkustaja-juna	Tyhjävaunu-juna	Tavara-junat	Veturit
Junanumero	x	x	x	x
Junan luokka	x	x	x	x
Junan tyyppi	x			
Liikennöintipäivä/-t	x	x	x	x
Reitti, mistä mihin	x	x	x	x
Lähtö-/saapumisaika	x	x	x	x
Pysähtymispaikat ja -toiminnot	x	x	x	x
Suosittelut henkilöstönvaihtopaikat	x	x	x	x
Veturimalli	x	x	x	x
Tarve avustavalle veturille	x	x	x	
Suurin sallittu nopeus	x	x	x	x
Junan koko	x	x	x	
Tarvittava terminaalikapasiteetti			x	
Tarve kaluston seisottamiselle	x	x	x	X
Tarve käyttää vaunujen lämmitysjärjestelmää	x	x	x	

Kapasiteettihakemusten konfliktit tunnistetaan manuaalisesti tai hakijoiden tekemien kanteiden perusteella. Tavoitteena on laatia aikataulu siten, että kaikki hakemukset voidaan hyväksyä. Mikäli Bane NOR:in valmistelemaa ratkaisuehdotusta ei hyväksytä, sovelletaan erityistä sosioekonomista arviointimenettelyä. Arviointimenettelyssä verrataan hyöty-kustannusanalyysilla toisiinsa tilannetta, jossa kapasiteetti on myönnetty joko hakijalle A tai B sekä tilannetta, jossa kapasiteettia ei varata lainkaan. (Bane NOR, 2019.)

Junien priorisoinnissa julkisesti hankitulla matkustajaliikenteellä on etusija. Tavaraliikenne sovitetaan henkilöjunien aikatauluihin. Muu matkustajaliikenne on prioriteettijärjestyksessä tavaraliikenteen jälkeen.

Operatiivinen kapasiteetinjakko sisältää kuluvan aikataulukauden aikana tapahtuvan kiireellisten kapasiteettihakemusten jaon. Kiireellistä ratakapasiteettia haetaan Bane NOR:in verkkoportaalin kautta. Asianomaisen liikenteenohjausalueen operatiiviset aikataulusuunnittelijat vastaavat hakemusten käsittelystä saapumisjärjestyksessä. (Liikennevirasto 2017.)

5.3.3 Suunnitteluohjeet Norjassa

Rataverkon kapasiteetin suunnittelua on ohjeistettu Jernbanedirektoratetin ohjeessa "Standarder for kapasitetsplanlegging" (Jernbanedirektoratet 2017). Ohjeessa kuvataan rautatiejärjestelmä järjestelmänä, jossa kapasiteetilla voidaan tarkoittaa eri asioita liittyen infrastruktuurin ominaisuuksiin, liikenteenhoitoon tai kunnossapitoon. Ohjeessa esitetyt kapasiteetin käsitteet ovat

- linjakapasiteetti
- laiturikapasiteetti
- kääntöraiteiden kapasiteetti (junien suunnan vaihtamiseksi)
- junien säilytyskapasiteetti
- sähkönsyötön kapasiteetti
- viestintäjärjestelmän kapasiteetti
- huolto- ja korjaamokapasiteetti
- kunnossapito- ja siivouskapasiteetti sekä
- henkilöstökapasiteetti.

Ohjetta on kuitenkin rajattu niin, että se käsittelee vain neljää ensimmäistä käsitettä. Ohjeessa määritellään kapasiteetti junamääräksi tietyssä aikayksikössä, kuten tyypillisesti junaa tunnissa tai junaa vuorokaudessa. Junamäärä on riippuvainen infrastruktuurista kuten nopeudesta ja suojastuksesta, junakalustosta kuten nopeudesta ja pysähtymisajoista, liikennöinnin järjestelyistä kuten aikataulusta, pysähtymisajoista ja pelivaroista sekä laatuvaatimuksista, kuten pelivarojen minimiarvoista laadukkaan ja luotettavan liikennöinnin mahdollistamiseksi.

Ratakapasiteetin jaon lähtökohtana on tilanne, jossa junat voivat kulkea rataosuudella ilman muiden junien asettamia rajoitteita pois lukien suunnitellut junien kohtaamiset ja ohitukset. Kahden junan välinen puskuriaika riippuu radan suojastusratkaisusta. Suojastuksen mahdollistaman lyhyimmän mahdollisen junavälin lisäksi junien välillä tulee olla vähintään yhden minuutin puskuriaika. Tilanteissa, joissa junaliikennettä halutaan liikennöidä erittäin tiheästi, voidaan aikataulu suunnitella alle minuutin puskuriajoin. Tällöin riski yksittäisten junien myöhästymiselle kasvaa, mutta kaikkiaan voidaan liikennöidä rataosuutta lyhyemmin junaväleihin.

5.4 Tanska

5.4.1 Tanskan rataverkko ja rautatieliikenne

Tanskan rataverkon pituus on 3 476 kilometriä. Rataverkon haltija Banedanmark vastaa ratakapasiteetin jakamisesta. Henkilöliikenteessä valtio-omisteisella DSB:llä on suuri rooli. Seudullisen liikenteen kilpailuttaminen käynnistyi vuonna 2000. Tavaraliikenteen erityispiirre on kansainvälisen liikenteen suuri osuus. Vuonna 2020 Tanskan rautateillä liikennöi 11 liikennöitsijää. (Liikennevirasto 2017, Banedanmark 2020.)

5.4.2 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi Tanskassa

Rataverkon haltija vastaa vuosiakataulun laatimisprosessista ja julkaisemisesta. Prosessi on viisivaiheinen sisältäen seuraavat osavaiheet:

1. Kapasiteettihakemusten jättö ja keskustelut infranhaltijan ja liikennöitsijöiden välillä
2. Aikataululuonnosten laadinta
3. Hakemusten yhteensovittaminen neuvottelemalla
4. Lopullisen aikataulun häiriösietoisuuden arviointi simuloimalla
5. Aikataulun käyttöönotto

Konfliktitilanteessa rataverkon haltija kutsuu osapuolet neuvotteluun ja pyrkii jakamaan kapasiteetin optimaalisesti ja siten, että eri osapuolet voivat ratkaisun hyväksyä. Rataverkon haltijalla on päätösvalta asiassa, jos neuvottelutulokseen ei päästä. Hakijan kyky osoittaa tarpeensa kapasiteetille vaikuttaa hakemuksen priorisointiin ja hakijan passiivisuus neuvotteluissa voi johtaa siihen, että muut hakemukset priorisoidaan edelle.

Myönnetyn kapasiteetin osittain tai kokonaan käyttämättä jättämisestä peritään perumismaksu, jonka suuruus riippuu siitä, kuinka aikaisin ilmoitus perumisesta tehdään. Ilmoitus infranhaltijalle on tehtävä välittömästi, kun peruminen on tiedossa. Infranhaltijalla on oikeus perua myönnetty kapasiteetti, mikäli siitä jää kuukausitasolla käyttämättä yli 25 prosenttia.

Kiireellinen kapasiteetti suositellaan haettavaksi viisi arkipäivää etukäteen. Hakemukset käsitellään ja kapasiteetti myönnetään hakemusten saapumisjärjestyksessä. (Liikennevirasto 2017.)

Rataverkkoa ei ole jaoteltu osiin kapasiteetin jakoa tai suunnitteluperiaatteiden soveltamista varten, vaan samoja periaatteita noudatetaan koko rataverkolla. Suunnitteluperiaatteet ja kapasiteetin jakamisen periaatteet perustuvat kansalliseen lainsäädäntöön ja verkkoselostukseen. Suunnitteluohjeet eivät ole sitovia. Samat periaatteet pätevät kaikelle liikenteelle, mutta tavaraliikenteelle pyritään jättämään kapasiteettia jakaessa matkustajajunia enemmän tilaa.

Tanskassa ei tehdä ennakkosuunnittelua, vaan yhteensovitus tehdään ratakapasiteettia jaettaessa. Poikkeuksena tähän on ennalta määritetty ratakapasiteetti Scan-Med Freight Corridor 3 -rahtiliikennekäytävää varten.

5.4.3 Suunnitteluohjeet Tanskassa

Suunnitteluohjeiden (Banedanmark 2019) tarkoituksena on tukea turvallisten, täsmällisten ja häiriösietoisten aikataulujen suunnittelua sekä parantaa kapasiteetin käyttöastetta ruuhkautuneilla rataosilla. Täsmällisyyttä pidetään tärkeänä tavoitteena eri rautatieliikenteen toimijoiden keskuudessa. Aikataulusuunnittelun tavoitteena on, että infrastruktuurin hyödyntäminen on tehokasta. Lisäksi tavoitteena on, että suunniteltujen aikataulujen laatu on niin korkea kuin mahdollista. Aikataulujen tulee vastata rautatietoimialan toiveisiin ja intresseihin kokonaisuuden kannalta mielekkäällä tavalla. Sekä vuosiakataulussa myönnetyn, että kiireellisenä haetun kapasiteetin tulee mahdollistaa jokaisen junan liikennöinti siten, että muille junille ei aiheudu haittaa.

Liikennöitsijän velvollisuus on toimittaa rataverkon haltijalle tarpeelliset tiedot kalustosta ja siten varmistaa, että rataverkon haltijan käsitys käytettävästä kalustosta on oikea. Liikennöitsijän velvollisuutena on myös suunnitella kaluston ja henkilöstön käyttö siten, että kapasiteettia voidaan käyttää suunnitellusti. Rataverkon haltijan tehtävänä on sovittaa kapasiteettihakemukset yhteen sekä määrittää tarpeet kunnossapitotöille. Rataverkon haltija laatii yhteensovitetun aikataulun ja vastaa siitä, että aikataulujen mukaan on mahdollista liikennöidä ilman konflikteja.

Junien matka-aika määritetään ajoajan ja pysähdysajan summana. Pysähdysajaksi määritellään koko aika, jonka juna seisoo asemalla tai seisontaraiteella. Ensisijaisesti pysähdysaika koostuu ajasta, joka on tarpeen matkustajien poistumista ja junaan nousua varten, mutta se voi sisältää myös aikaa, joka on tarpeen varata esimerkiksi henkilökunnan vaihtoa tai junan kokoonpanon muutoksia varten. Ajoaika muodostuu ajasta, jonka juna on liikkeessä asemien tai seisontaraiteiden välillä. Ajoaika koostuu minimiajoajasta ja ajoajan pelivarausta. Minimiajoaika on lyhin teoreettinen matka-aika kahden pysähdyspaikan välillä ja se määritetään kaluston ja raitinfraktuurin perusteella. Tanskassa käytetään neljän tyyppisiä pelivaroja, joista junan nopeustasoon perustuvalla prosenttiluvulla laskettava pelivara lisätään aikatauluun aina. Taulukossa 5 on esitetty matkustajajunille sovellettavat pelivaraprosentit. Tavarajunien aikatauluissa käytetään kiinteää kolmen prosentin pelivaraa.

Taulukko 5. Matkustajajunien pelivaraprosentit Tanskassa.

Nopeus (km/h)	Pelivaraprosentti (%)
0-75	3
75-100	4
100-120	5
120-140	7
140-160	9
160-180	11
180-300	13

Yhteensovituspelivara on ajoajan lisä, jonka tarkoituksena on varmistaa konfliktiton aikataulu, jossa juna ei vaikuta toisten junien kulkuun. Tilanteissa, joissa junayksiköitä yhdistetään matkan aikana, käytetään ylimääristä pelivaraa. Perusteena on normaalia hitaampi saapuminen varatulle raiteelle. Henkilökaukoliikenteessä käytetään lisäksi merkittävien vaihtoasemien yhteydessä erityistä solmupistepelivaraa, jonka tarkoituksena on parantaa aikataulunmukaisen saapumisen mahdollisuutta.

Reiteillä, joilla on linjasuojastus, voidaan junia sijoittaa aikatauluun lyhyin vuoroväleihin. Junavälit suunnitellaan yleisesti infrastruktuurin ja junien ominaisuuksien perusteella, mutta yleisesti junavälin täytyy olla vähintään kolme minuuttia. Tilanteissa, joissa kahden junan kulkutiet risteävät, täytyy yleisesti lähtevän ja saapuvan junan välille jättää vähintään neljä minuuttia. Paikalliset olosuhteet voivat vaatia pidempiä tai sallia lyhyempiä aikoja, mutta suunniteltujen aikataulujen täytyy aina olla konfliktittomia.

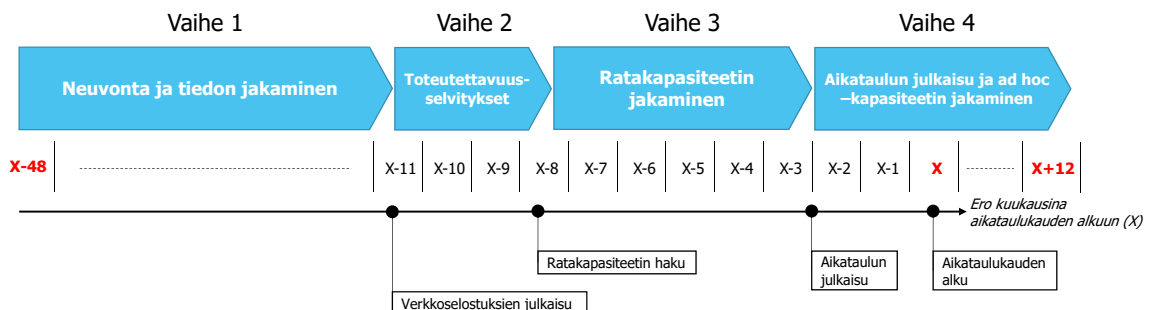
Yksiraiteisilla rataosilla junakohtaamiset suunnitellaan liikennepaikkojen ominaisuuksien perusteella. Tiettyjä yleisiä periaatteita on kuitenkin määritelty. Tilanteissa, joissa junat eivät saavu liikennepaikalle yhtä aikaa, tulee ensimmäisenä saapuva juna ohjata poikkeavalle raiteelle. Toisen junan saapumisaika tulee suunnitella siten, että läpimenevää raidetta hyödynnetään optimaalisesti. Aikaero ensimmäisen ja toisen junan saapumisen välillä ei saa olla alle kahta minuuttia. Kun kohtaavat junat saapuvat liikennepaikalle yhtä aikaa eli aikaero saapumisaikojen välillä on vähemmän kuin kaksi minuuttia, ohjataan ne normaalisti kulkusuuntaan nähden oikealle raiteelle. Tällöin kumpikaan juna ei voi ajaa pysähtymättä liikennepaikan läpi ja pysähdysaikaa on varattava kummallekin junalle vähintään yksi minuutti.

Aikataulukauden aikana tehtäville muutoksille pätevät samat periaatteet kuin vuosi- ja aikataulukaudelle. Lisäksi muutoksille on määritetty eräitä omia ohjeita.

5.5 Eurooppalainen kansainvälisen liikenteen suunnitteluprosessi

5.5.1 Suunnitteluprosessin kuvaus

Euroopan rataverkon haltijoiden yhteistyöjärjestö RailNet Europe (RNE) ylläpitää yhteistä suunnitteluprosessia kansainväliselle liikenteelle. Prosessi on nelivaiheinen ja se noudattaa Euroopan unionin säädöspöytäkirjan rautatieliikenteen kapasiteetin jakamisesta. Prosessin yleiskuvaus on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Eurooppalainen kansainvälisen liikenteen suunnitteluprosessi, yleiskuvaus (käännetty lähteestä RailNetEurope 2019a).

Ensimmäisessä vaiheessa rautatieliikenteen liikennöitsijät ja rataverkon haltijat voivat jakaa tietoa keskenään, jotta eri toimijat voivat yhdessä yhteensovitaa rataverkon käytettävyyteen vaikuttavat tekijät ratakapasiteetin hakijoiden tarpeisiin. Yhteensovituksen tarkoituksena on helpottaa pullonkaulojen tunnistamista jo varhaisessa vaiheessa. Kapasiteetin suunnittelun pohjana voidaan tässä vaiheessa pitää ennalta suunniteltuja juna-aikatauluja tietyille tavara-liikenteen kansainvälisille reittikäytävillä. Tämä suunnitteluvaihe tapahtuu ennen kuin rataverkon haltijat julkaisevat verkkoselostuksensa ja niiden yhteydessä luettelon ennalta suunnitelluista juna-aikatauluista. (RailNetEurope 2019a.)

Suunnittelun toisessa vaiheessa verkkoselostusten julkaisun jälkeen rataverkon haltijat voivat tehdä toteutettavuusselvityksiä ratakapasiteetin hakijoiden pyynnöstä. Toteutettavuusselvityksillä voidaan saada lisätietoa, miten uudet juna-aikataulut saadaan sovitettua nykyiseen aikatauluun. Toteutettavuusselvitykset eivät kuitenkaan takaa ratakapasiteettia hakijalle, vaan ratakapasiteetti on haettava erikseen. Ratakapasiteetin hakijat pyytävät toteutettavuusselvitysten laadintaa rataverkon haltijoilta kapasiteetin hallintajärjestelmä PCS:ssä (Path Coordination System). (RailNetEurope 2019a.)

Suunnittelun kolmannessa vaiheessa ratakapasiteetin hakijat tekevät kapasiteettihakemuksensa. Jos hakemukseen sisältyvistä junista on tehty toteutettavuusselvitys tai ne perustuvat ennalta suunniteltuun aikatauluun, voidaan kapasiteetti jakaa niiden perusteella. Mikäli haettava kapasiteetti on täysin uusille junille, joille ei ole tehty ennakkosuunnittelua, pyritään haettu juna-aikataulu yhteensovittamaan muiden junien kanssa. Yhteensovitus eri maiden välillä tehdään RNE:n teknisessä tapaamisessa, jossa kapasiteettihakemukset pyritään yhteensovittamaan mahdollisimman hyvin. Teknisessä tapaamisessa voidaan hakea kapasiteettia myös hakuajan jälkeen tehtyjen hakemusten perusteella, mikäli vapaata kapasiteettia on käytettävissä. (RailNetEurope 2019a.)

Neljännessä suunnitteluvaiheessa julkaistaan lopullinen aikataulu ja jaetaan jäljelle jäänyt kapasiteetti hakuajan päättymisen jälkeen tulleiden hakemusten perusteella. Kiireellisen kapasiteetin hakeminen tulee mahdolliseksi kuukautta ennen aikataulukauden alkamista. (RailNetEurope 2019a.)

5.5.2 TTR-projekti suunnitteluprosessin kehittämiseksi

TTR-projektin tarkoituksena on uudistaa rautatieliikenteen kapasiteetin haun ja aikataulusuunnittelun prosesseja Euroopassa. Uudistuksen tarkoituksena on yksinkertaistaa ja joustavoittaa kapasiteetin hakua ja aikataulusuunnittelua. Suunnitteluprosessin tarkoituksena on mahdollistaa tavaraliikenteen ratakapasiteetin hakuun nykyistä enemmän joustavuutta muuttuvia kuljetustarpeita varten. Lisäksi tarkoituksena on aikaistaa vuosikapasiteetin vahvistamisen ajankohtaa, jotta henkilöliikenteessä voidaan aloittaa tarjolla olevien junavuorojen markkinointi ja lipunmyynti nykyistä aiemmin. (RailNetEurope 2020.)

Prosessi käynnistyy viisi vuotta ennen aikataulukauden alkua ja päättyy aikataulukauden päättyessä. Prosessi perustuu ennalta laadittavaan kapasiteettistrategiaan, ennalta suunniteltuihin malliaikatauluihin ja ennalta suunniteltuihin kapasiteettirajoituksiin. Ratakapasiteetti vakiintuneeseen tarpeeseen haetaan vuosittain säännöllisen ratakapasiteetin haun yhteydessä. Joustavuutta edellyttävää liikennettä varten vapaata kapasiteettia voi hakea jatkuvassa kapasiteetin haussa. (RailNetEurope 2020.)

Kapasiteettistrategia muodostetaan ennalta sen tiedon perusteella, jota kaikilta rataverkon haltijoilta ja ratakapasiteetin hakijoilta on saatavissa. Tieto käsittää rataverkon haltijoiden suunnitelmat uusien rataosuuksien käyttöönotosta, kapasiteetin lisäysten tai rajoitusten käyttöönotosta sekä ratakapasiteetin hakijoiden ennakoituista tarpeista uusille junille tai aikataulumuutoksille. Kapasiteettistrategia on ennuste tulevasta liikenteen ja rataverkon kehityksestä Euroopan päärautatiereiteille. (RailNetEurope 2020.)

Rataverkon haltijat suunnittelevat yhdessä malliaikataulut, joilla ne varaavat kapasiteettistrategian mukaisesti kapasiteettia kansainväliselle matkustaja- ja tavaraliikenteelle. Malliaikatauluissa otetaan huomioon paikalliset tarpeet kunkin maan osalta. Samassa yhteydessä esitetään myös merkittävimmille rata-tiloille varattavat aikatauluikkunat. Aikataulumalli vastaa nykyistä suunnittelu-prosessia, jossa varataan ennalta kapasiteettia tiettyyn tarkoitukseen esimerkiksi ennalta suunnitellulle tavaraliikenteen kansainvälisille reittikäytävälle. Aikatauluihin varattava tila säännöllisen ratakapasiteetin haun jälkeisiä hakemuksia ja rullaavaa suunnittelua varten määritetään tässä suunnittelu-vaiheessa. (RailNetEurope 2020.)

Tilapäisten kapasiteettirajoitusten viestintään määritellään määräajat, joiden puitteissa rataverkon haltijoiden tulee kertoa toisilleen ja ratakapasiteetin hakijoille tilapäisistä kapasiteetin rajoituksista. Vaikutuksiltaan erittäin merkittävät tilapäiset kapasiteetin rajoitukset on viestittävä viimeistään 18 kuukautta ennen aikataulukauden alkua. Vaikutuksiltaan laajat ja keskiuuret tilapäiset kapasiteetin rajoitukset on viestittävä viimeistään 12 kuukautta ennen aikataulukauden alkua ja vaikutuksiltaan vähäiset tilapäiset kapasiteetin rajoitukset viimeistään neljä kuukautta ennen aikataulukauden alkua. Määräajat ovat Euroopan unionin voimassaolevan säädösperustan eli direktiivin 2012/34/EU mukaisia. (RailNetEurope 2020.)

Säännöllistä ratakapasiteettia haetaan ennalta tiedossa olevaa liikennettä varten, jolle on markkinoinnillisista tai kilpailullisista syistä tärkeää saada varattua ratakapasiteetti mahdollisimman varhain. Tällaista liikennettä ovat esimerkiksi matkustajaliikenne tai aikataulutetut tavaraliikenteen kuljetukset. Ennalta laaditun kapasiteetti strategian ja malliaikataulujen vuoksi seurauksena uudistettu prosessi mahdollistaa myös ratakapasiteetin jakamisen varhaisen vahvistamisen, jolloin malliaikatauluihin perustuvan liikenteen kapasiteetti voitaisiin vahvistaa nykyistä aiemmin. RNE:n tavoitteena on, että kansainvälisessä matkustajaliikenteessä aikataulut voitaisiin vahvistaa jo kuusi kuukautta ennen aikataulukauden alkua, jolloin matkustajaliikenteen liikennöitsijät voisivat aloittaa lippujen myynnin selvästi nykyistä aiemmin. (RailNetEurope 2020.)

Nykyistä suunnitteluprosessia esitetään uudistettavaksi mahdollistamalla rullaava suunnittelu, jolla voi hakea ratakapasiteettia säännöllisen ratakapasiteetin jakamisen jälkeen muuttuvia kuljetustarpeita varten. Nykyisin kiireellisen ratakapasiteetin hakemuksille voidaan myöntää kapasiteettia käytettävissä olevan kapasiteetin puitteissa ja hakemukset koskevat vain yksittäisiä junia, eivät pidempikestoista liikennöintiä. Rautatieliikennöitsijät eivät myöskään voi ennalta luottaa siihen, onko kapasiteettia käytettävissä kiireellistä kapasiteettia varten, joten säännöllisen kapasiteetin haun yhteydessä tehdään paljon hakemuksia varmuuden vuoksi. Liikennöitsijät joutuvat nykyisin perumaan suuren osan heille myönnetystä kapasiteetista, koska kuljetustarpeet ovat muuttuneet hakuajankohdan ja liikennetarpeen välisenä aikana. Rautatieliikenne ei ole ollut kovin houkutteleva vaihtoehto yllättäviä kuljetustarpeita varten, koska käytettävissä olevasta kapasiteetista ei ole ollut tietoa kuljetuksia myytäessä. (RailNetEurope 2020.)

Suunnitteluprosessin uudistuksessa rullaavalla suunnittelulla on mahdollista hakea ennalta malliaikatauluissa vapaaksi jätettyä kapasiteettia muuttuneisiin kuljetustarpeisiin. Kapasiteettia voi hakea nykyisten kiireellisten kapasiteettihakemusten tapaan yksittäisille junille tai pidemmälle ajanjaksolle, jolloin aikataulun pysyvyys muistuttaa säännöllisen liikenteen ratakapasiteettia. Rullaavan

suunnittelun hakemuksia voi tehdä 1–4 kuukautta ennen liikennetarvetta ja haettavan liikenteen on täytettävä mahdolliset käytettävissä olevalle kapasiteetille asetetut rajoitukset, esimerkiksi koskien junan pituutta tai painoa. Prosessi mahdollistaa edelleen kiireelliset kapasiteettihakemukset ja siten ratakapasiteetin tehokkaan hyödyntämisen myös lyhyellä varoitusaajalla. (RailNetEurope 2020.)

Prosessin uudistaminen edellyttää muutoksia Euroopan unionin lainsäädäntöön. Nykyinen direktiivin 2012/34/EU säädösperusta ei mahdollista suoraan esitettyjä muutoksia. Prosessia on kuitenkin päätetty testata tietyillä rataosuuksilla nykyisen lainsäädännön puitteissa, jotta prosessia voidaan kehittää ja siten määritellä tarpeet lainsäädännön muutoksille. Seuraaville rataosuuksille on laadittu aikataulukautta 2021 varten kapasiteettistrategia ja malliaikataulut:

- Mannheim–Miranda de Ebro
- Antwerpen–Rotterdam
- München–Verona (RailNetEurope 2019b.).

Prosessia on tarkoitus kokeilla lisäksi Itävallassa koko kansallisen rataverkon alueella aikataulukaudella 2021. Lainsäädäntömuutosten vuoksi prosessin laajamittaiselle käyttöönotolle ei vielä voida sanoa tarkkaa aikataulua. (RailNetEurope 2019b.)

5.6 Yhteenveto

5.6.1 Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi

Kapasiteetin haku- ja jakoprosessi sisältää kaikissa tarkastelluissa maissa samat päävaiheet. Tämä johtuu siitä, että prosessin kulku on määritelty EU:n lainsäädännössä. Toisaalta myös Norja noudattaa samantyyppistä käytäntöä, vaikka se ei ole EU:n jäsen. Maakohtaisia eroja esiintyy kuitenkin esimerkiksi ennakkosuunnittelussa ja päällekkäisten junien priorisoinnissa.

Ruotsissa prosessiin ei sisälly varsinaista ennakkosuunnittelua. Poikkeuksena ovat tiheästi liikennöidyt suurkaupunkialueet, joilla kapasiteetin haku perustuu ennalta määriteltyihin slotteihin kapasiteetin tehokkaan käytön ja liikenteen luotettavuuden varmistamiseksi. Myös kansainvälisen tavaraliikenteen reittikäytävillä varataan kapasiteettia puitesopimukseen verrattavalla käytännöllä. Kapasiteettihakemusten yhteensovituksen lähtökohtana on, että liikennöitsijät tekevät sen keskenään. Ristiriitatilanteissa rataverkon haltija sovittaa hakemukset yhteen. Ratatöistä pyritään tiedottamaan mahdollisimman hyvissä ajoin ja suunnittelemaan töiden ja liikenteen yhteensovitus liikennöitsijöiden kanssa.

Tanskassa ei nykytilanteessa ole tarvetta laajamittaiselle yhteensovitukselle, sillä liikennöitsijöitä on vähän ja valtiollisella matkustajaliikenteen liikennöitsijällä on suuri rooli aikataulusuunnittelussa. Maan läpi kulkevalle kansainväliselle tavaraliikenteelle on varattu ennalta suunnitellut slotit.

Norjassa matkustajaliikenne on käytännössä täysin viranomaisen hankkimaa ostoliikennettä, joka on kapasiteetin etusijajärjestyksessä ensimmäisenä. Tavaraliikenne sopeutetaan matkustajaliikenteen aikatauluihin.

5.6.2 Suunnitteluohjeet

Ruotsissa aikataulusuunnittelun ohjeistuksen tarkoituksena on tukea täsmällistä, tehokasta ja yhteiskunnallisesti kannattavaa aikataulusuunnittelua. Ohjeistus sisältää esimerkiksi kriteerit aikataulusuunnitelmien laadulle, käytettävät pelivarat rataosittain sekä junien väliset puskurijat tietyille rataosille ja yleisen ohjeistuksen niistä sovellettavaksi muilla rataosilla. Suunnitteluperiaatteista voidaan joustaa, mikäli tiedetään kokemuksen pohjalta, ettei poikkeaminen ohjeistuksesta heikennä luotettavuutta liikaa. Merkittävien ratatöiden yhteydessä rataverkon haltija ilmoittaa ratatyölisän, joka lisätään normaaleihin ajoaikoihin. Suunnitteluohjeita kehitetään jatkuvasti seuraamalla täsmällisyyttä ja kapasiteetin käyttöastetta.

Tanskalaiset suunnitteluohjeet ovat melko yleispiirteiset. Rataverkon haltija ei edellytä ohjeistuksen noudattamista. Ohjeistoista voi tarvittaessa poiketa harkintaa käyttäen. Suunnitteluohjeet käsittelevät muun muassa käytettäviä käsitteitä, pelivaroja ja vaihtoyhteyksiä. Liikennöitsijän on toimitettava oikeat tiedot junien teknisistä ominaisuuksista osana kapasiteettihakemusta. Liikennöitsijä vastaa siitä, että haetun aikataulun mukaan liikennöidään sellaisella kalustolla, jolla aikataulua on mahdollista noudattaa. Liikennöitsijä vastaa myös pysähdys- ja kääntöajoista asemilla.

Norjalaiset suunnitteluohjeet ovat hyvin yleispiirteisiä, jopa teoreettisia. Ohjeessa kuvataan esimerkiksi kapasiteetin käsitettä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Kapasiteetin käytön suunnittelussa sovelletaan kolmivaiheista prosessia. Pitkän aikavälin suunnittelussa rataverkon haltija tarjoaa liikennöitsijöille tukea esimerkiksi erityyppisten junien ajoaikojen määrittelyssä ja uusien junien sovitamisessa olemassa olevaan aikatauluun. Toinen vaihe sisältää aikataulukauden kapasiteetin jaon. Keskeisenä osana vuosikapasiteetin jakoa on ratatöiden ja muiden muutosten päivittäminen inframalliin. Kolmas eli operatiivinen kapasiteetinjakoa sisältää kiireellisen kapasiteetin haun ja jakamisen.

6 Suunnitteluprosessin ja -periaatteiden määrittäminen

6.1 Lähtökohdat

Työssä tehdyt keskeiset havainnot

Tässä selvityksessä tarkasteltiin rautateiden liikenteen suunnittelua sekä ratakapasiteetin hallintaa rautatieliikenteen markkinan avautuessa ja toimijoiden määrän kasvaessa. Selvitys toteutettiin kirjallisuuskatsauksen, kansainvälisen vertailututkimuksen ja projektin aikana järjestettyjen työpajojen avulla. Näiden tuloksena voidaan todeta, että rataverkon haltijan roolia rautatieliikenteen suunnittelussa ja ratakapasiteetin jaossa on vahvistettava. Kaikissa vertailu- maissa, joissa on monitoimijaympäristö, on rataverkon haltijan rooli kapasiteetin käsittelyssä Suomea suurempi tarkempien prosessien vaihdellessa maasta toiseen. Lisäksi projektin työpajoissa kävi selvästi ilmi, että rataverkon haltijan valmiutta ottaa aiempaa aktiivisempi rooli on Suomessakin lisättävä.

Työn yhtenä lähtökohtana toimi johdannossa mainittu vuoden 2017 viranomaisyöryhmän esitys rataverkon haltijan vahvasta panoksesta aikataulurakenteen tuotannollisessa suunnittelussa. LVM:n linjaukset matkustajaliikenteen kilpailuttamisesta ovat kuitenkin muuttuneet viranomaistyöryhmän jälkeen. Sen vuoksi tämän selvityksen aikana alkuperäistä lähtökohtaa muokattiin niin, että se vastaa muuttuneita olosuhteita. Muutoksissa otettiin huomioon työn aikana sidosryhmiltä tulleet toiveet liikennöitsijöiden suuremman toimintavapauden säilyttämisestä. Lisäksi rajanveto rataverkon haltijan ja toimivaltaisten viranomaisten välillä olisi ollut lähtökohtana olleessa toimintamallissa ongelmallinen. Suunnitteluprosessin ja -periaatteiden tulee antaa liikennöitsijöille riittävät mahdollisuudet kehittää asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin vastaavia uudenlaisia palvelumalleja. Ennakolta suunniteltu rakenne ei olisi välttämättä vastannut asiakkaiden tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla.

Alkuperäisen lähtökohdan sijasta tässä projektissa kehitettiin toimintamalleja rautatieliikenteen suunnitteluun ja kapasiteetin hallintaan huomioiden erilaisien monitoimijaympäristöjen tarpeet. Lisäksi hahmoteltiin liikenteen toimivuutta ja laatua tukevia periaatteita suunnittelusäännöille sekä tarkasteltiin ennakosuunnittelun ja simuloinnin roolia kapasiteetin hallintaprosessin menetelminä.

Keskeisenä periaatteena uusissa toimintamalleissa on, että niiden avulla rataverkon haltija kykenee ohjaamaan suunnittelua ja aktiivisesti sovittamaan yhteen liikennettä siellä, missä se on esimerkiksi niukan ratakapasiteetin takia välttämätöntä. Liikennöitsijöille jää mahdollisimman suuri vapaus suunnitella omaa liikennettään siltä osin, kun rataverkon haltijan tarkempaa ohjausta ei liikenteen laadun ja toimivuuden takia ole välttämätöntä toteuttaa. Tämä lähestymistapa tekee prosessista myös rataverkon haltijan resurssien puolesta tarpeen mukaan skaalautuvan monitoimijaympäristön laajetessa ja liikenteen yhteensovittamisen monimutkaisuuden mahdollisesti kasvaessa.

Henkilöliikennemarkkinan avautumiselle ei Suomessa ole vielä selkeää suuntaa. Helsingin seudulla lähijunaliikenteen kilpailutus saattaa tuoda markkinalle uuden liikennöitsijän. Uusi liikennöintisopimus ei kuitenkaan merkittävästi muuta nykyistä suunnittelutilannetta, jossa HSL on jo käytännössä vastannut oman liikenteensä suunnittelusta ja ratakapasiteetin hakemisesta omaa liikennettä varten. Muun matkustajaliikenteen mahdollinen kilpailutusmalli ei ole toistaiseksi tiedossa.

Markkinoiden organisointitapa ja siihen liittyvät epävarmuudet on huomioitu tässä työssä hahmotetussa kapasiteetin hallintaprosessissa. Esimerkit Ruotsin ja Norjan rautatiemarkkinan avautumisesta viittaavat siihen, että suunnittelu- prosessit ja -periaatteet tulee suunnitella ottamalla huomioon markkinan erilaiset organisointimallit ja liikenteen hankintamallit. Optimaalinen vuosikapasiteettiprosessi riippuu matkustajaliikenteen kilpailutuksen toteutustavoista, jopa yhtä paljon tai enemmän kuin siitä, onko liikennettä ylipäätään kilpailutettu.

Selvityksessä esitetyt rataverkon haltijan tehtävät koskevat osin sekä Väylävirastoa että Finrailia. Työnjako ja vastuut niiden välillä täsmentyvät prosessin jatkokehittämisen aikana.

Ruotsissa avoin kilpailu sekä henkilö- että tavaraliikenteessä ja runsas alueellisten toimivaltaisten viranomaisten hankkima taajamajunaliikenteen määrä johtaa tarpeeseen ohjata suunnitteluprosessia varsin tarkalla tasolla. Ruotsissa esimerkiksi junien välinen etusijajärjestys kuvastaa eri tyyppisen junaliikenteen yhteiskuntataloudellista vaikutusta. Se mahdollistaa monimutkaisen junaliikenteen tarjonnan yhteensovittamisen eri osapuolia tasapuolisesti kohtelevalla tavalla. Myös aikataulujen suunnittelu on ohjeistettu niin, että eri liikennöitsijöiden aikataulusuunnittelu olisi yhtenäistä ja liikenteen laatu voidaan turvata.

Norjassa henkilöliikenne perustuu kilpailutettuihin ostoliikennesopimuksiin, joiden palvelutaso on ennalta määritelty jo liikenteen hankintavaiheessa. Ratakapasiteetin jako perustuu siten liikennöintisopimuksen sisältöön ja ostoliikenteelle on annettu etusija kapasiteetin jakamisessa. Tämä tarkoittaa myös sitä, että muulle junaliikenteelle jäävä kapasiteetti on tiedossa jo kapasiteettia haettaessa. Yhteensovitus eri junien kesken koskee yksittäisiä junia, eikä laajempia liikennöintikokonaisuuksia ja niiden mahdollisesti erityyppisiä aikataulurakenteita.

Ruotsista saadut kokemukset osoittivat, että liikennöitsijöiden määrän kasvu tulee ottaa huomioon prosessin toteutuksessa. Rataverkon haltijan työmäärän voidaan arvioida kasvavan nykyisestä, mikäli ratakapasiteetin hakijoiden määrä kasvaa nykyisestä ja rataverkon haltija joutuu tekemään entistä enemmän aikataulujen yhteensovitusta.

Uuden suunnitteluprosessin pääpiirteitä

Usean liikennöitsijän kapasiteettitarpeiden koordinointi vaatii rataverkon haltijalta vahvaa roolia eri toimijoiden tarpeiden yhteensovittajana, mikä edellyttää uusia toimintatapoja ja työkaluja. Rataverkon haltijan toimintatapoihin liittyen tehtiin seuraavia havaintoja:

- Rataverkon haltijan roolia pidemmän aikavälin strategisessa aikataulusuunnittelussa kannattaa vahvistaa. Muun muassa eri ratakankkeiden

aikataulusuunnittelun vertailukelpoisuus edellyttää yhtenäisempää näkemystä tulevasta ratakapasiteetista.

- Pidemmän aikavälin strategisen aikataulusuunnittelun tulee olla osa rataverkon haltijan ylläpitämää kehityskuvaa (Luku 6.5). Kehityskuva on aikataulusuunnitelma, joka kattaa ainakin keskeisimmät reitit ja liikenteen. Kehityskuva tehdään tuleville lähivuosille ja sovituille ennustetilanteille, ja se auttaa tiivistämään näkemystä tulevaisuuden kapasiteetin käytöstä. Kehityskuvan avulla on mahdollista myös tunnistaa rataverkon kehittämiskohteita ja pullonkauloja.
- Projektin aikana havaittiin tarve kehittää kapasiteetin jaon prioriteettisääntöjä Suomen rautateillä (Luku 6.3). Sääntöjä tullaan kehittämään erillisessä projektissa vuoden 2020 aikana.
- Suunnittelusääntöjen roolia prosessissa on vahvistettava (Luku 6.4).
- Vuosikapasiteetin jaon ennakkosuunnittelu on uusi työvaihe prosessissa. Se on rataverkon haltijan tekemä ja verkkoselostuksen yhteydessä julkaistava rataosakohtainen suunnitelma, joka julkaistaan vain keskeisimmille tai ruuhkaisimmiksi oletetuille rataosille (Luku 6.6).
- Simuloinnin hyödyntäminen vuosikapasiteetin laadun varmistuksessa sai vahvistusta (Luku 6.9)
- Simulointi, samoin kuin koko prosessin riittävän tarkka toiminta yleisesti, edellyttää suunnittelutarkkuuden nostamista raidetasolle, mikä edellyttää tarkan inframallin kehittämistä suunnittelu- ja simulointijärjestelmien pohjaksi.

Uusien toimintatapojen ja työkalujen on tarkoitus parantaa rautatieliikenteen suunnittelun ja ratakapasiteetin hallinnan tehokkuutta ja laatua monitoimijaympäristössä. Toimintatapoja ja työkaluja kehitetään tarpeen mukaan sellaisiin tilanteisiin tai alueille, joissa uusi monitoimijaympäristö edellyttää rataverkon haltijan vahvempaa koordinaatiota. Uusi toimintaympäristö, etenkin ratakapasiteettia hakevien liikennöitsijöiden määrän kasvu nykyisestä, edellyttää rataverkon haltijalta nykyistä vahvempaa otetta ratakapasiteetin yhteensovittamisessa.

Uusien suunnittelusääntöjen pääpiirteitä

Suunnittelun lopputulosta pyritään ohjaamaan yhtenäisten suunnittelusääntöjen avulla kohti liikennöinnin laatutavoitteita. Yhtenäiset suunnittelusäännöt mahdollistavat korkealaatuisen rautatieliikenteen, jonka hyödyt matkustajille ja tavarankuljetuksille syntyvät liikenteen nopeudesta, luotettavuudesta ja turvallisuudesta. Yhtenäiset suunnittelusäännöt luovat tasapuoliset toimintaedellytykset kaikille toimijoille ja vähentävät aikataulusuunnittelusta johtuvia ristiriitatilanteita. Ohjeiden tarkoituksena on edistää rataverkon tehokasta hyödyntämistä.

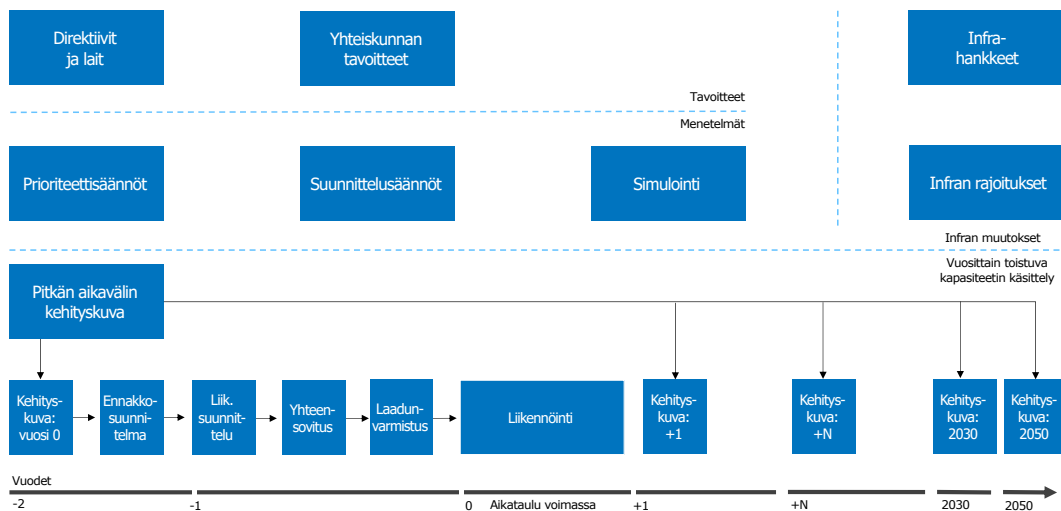
Kansainvälisen vertailututkimuksen perusteella vahvistui tarve kasvattaa ajoaikaan perustuvien suunnittelun ohjeiden roolia suunnittelua koskevissa ohjeissa. Laadukkaan liikenteen keskeiset edellytykset syntyvät riittävästä pelivara- ja junan ajoajan vaihtelun varalle sekä riittävästä puskuriajoista junien välillä,

jotta juna ei myöhästymistilanteessa aiheuta muille junille viiveitä. Menetelmällisesti sekä ajoajat että puskuriajat on mahdollista määrittellä simuloinnin avulla, kuten esimerkiksi Ruotsissa tehdään.

6.2 Suunnitteluprosessin kuvaus

Suunnitteluprosessi perustuu nykyiseen rataverkon käyttöä ja ratakapasiteettia koskevaan lainsäädäntöön ja siinä on esitetty vaiheet vuosittain toistuvalla ratakapasiteetin käsittelylle. Prosessissa hyödynnetään nykyistä enemmän aikataulusuunnittelua koskevia suunnittelusääntöjä ja ratakapasiteetin jakamista ristiriitatilanteissa määrittäviä prioriteettisääntöjä. Tässä luvussa esitetyt rataverkon haltijan tehtävät koskevat osin sekä Väylävirastoa että Finrailia. Työnjako ja vastuut niiden välillä täsmentyvät prosessin jatkokehittämisen aikana.

Uusina elementteinä prosessiin kuuluu aikataulusuunnittelun tulevaisuuden kehityskuvan määrittely, aikataulujen ennakkosuunnittelu sekä aikataulujen laadun varmistaminen simulointia hyödyntämällä. Prosessin tavoitteena on mahdollistaa kapasiteetin yhteensovittaminen tilanteessa, jossa kapasiteettia pitää jakaa nykyistä laajemmin useamman hakijan kesken. Uudet prosessin elementit koskevat pääosin rataverkon haltijan toimintaa, ja niiden tarkoituksena on tukea tehokasta ratakapasiteetin käytön suunnittelua ja hallintaa. Liikennöitsijöiden toimintaan uudella prosessilla on melko pieni vaikutus. Prosessin kokonaiskuvaus on esitetty kuvassa 20.

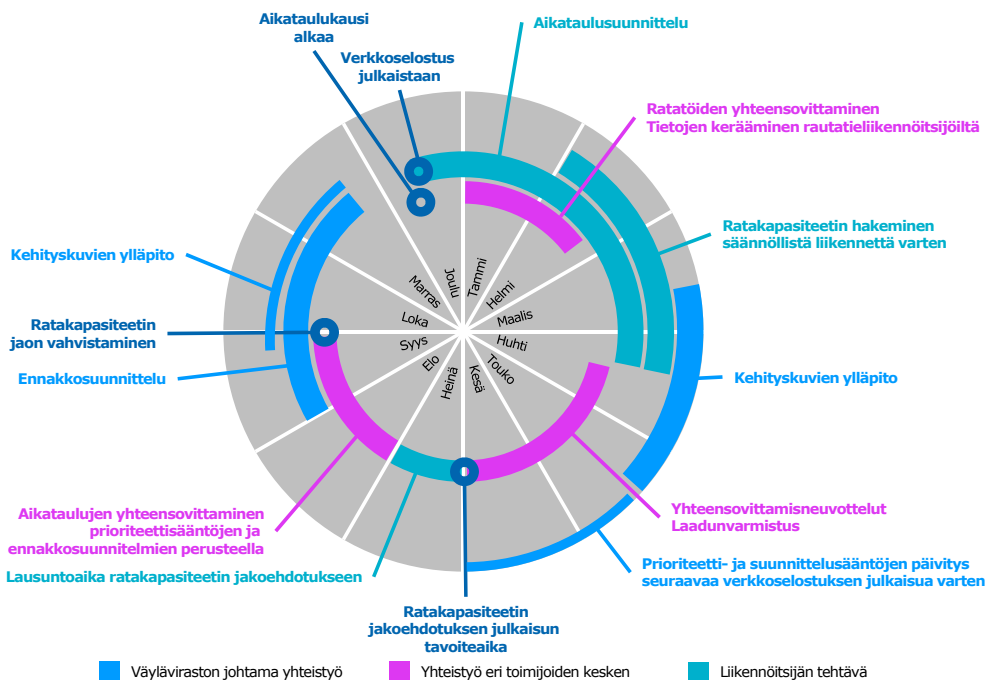


Kuva 20. Vuosikapasiteetin jakamisen kokonaiskuvaus.

Kapasiteetin käytön kehityskuvaa hallinnoidaan seuraavaa suunnitteilla olevaa aikataulukautta pidemmällä ajanjaksolla, aina pitkän aikavälin ennustevuosille saakka. Lähtökohdat kehityskuvalle muodostetaan viimeisimmän myönnetyn ratakapasiteettihakemuksen sekä sitä täydentävien ennakoitujen muutosten perusteella. Tämä prosessin vaihe sitoo vuosikapasiteetin tiiviimmin yhteiseen prosessiin pidemmän aikavälin kapasiteettitarkastelujen kanssa, joita yleisesti tehdään projektiluontoisesti muun muassa erilaisten ratasuunnitelmien yhteydessä.

Periaatteena prosessissa on, että prioriteettisääntöjä ja suunnitteluperiaatteita voidaan soveltaa tarpeen mukaan rataosakohtaisesti. Siten voidaan ottaa huomioon kunkin rataosan erityispiirteet ja rautatieliikenteen tarpeet, ja jättää liikennöitsijöille mahdollisimman suuri toimintavapaus niillä rataosilla, missä tarkempi suunnittelun ohjaus ei ole tarpeellista. Suunnittelusääntöjen tarkoituksena on ohjata tarvittaessa rautatieliikennöitsijöiden aikataulusuunnittelua ja siten huolehtia kokonaisvaltaisesta liikenteen laadusta.

Vuosikapasiteetin jakaminen toistuu vuosittain. Vuosittainen rytmi perustuu lainsäädännössä määritettyihin aikataulukauden voimassaoloaikoihin sekä ratakapasiteetin hakemisen ja jakamisen määräaikoihin. Prosessin aikana tehtävä vuorovaikutus kytkeytyy ratakapasiteetin kehityskuvan hallintaan ja rautatieliikenteen eri toimijoiden ratakapasiteettitarpeiden yhteensovittamiseen. Ratakapasiteetin jako ei koske vain henkilö- ja tavaraliikenteen junia, vaan myös kalustosiirtoja sekä radan rakentamisen ja kunnossapidon tarpeita. Vuosikapasiteetin jakamisen vuosikello on esitetty kuvassa 21.



Kuva 21. Vuosikapasiteetin jakamisen vuosikello.

Uusien toimintamallien ja osa-alueiden kehittämisen tarkoituksena on johtaa ratakapasiteetin tehokkaaseen käyttöön. Tavoitteena on, että rautatieliikenteen toimijoiden pyytämä kapasiteetti voidaan mahdollisista ristiriitaisistakin tarpeista huolimatta myöntää mahdollisimman laajasti esitettyjen pyyntöjen mukaan.

Prosessi otetaan käyttöön asteittain aikataulukaudesta 2022 alkaen. Tarkoituksena on muodostaa vuosittain toistuva prosessi, jossa ratakapasiteettia tarvitsevat yhteistyötahot pääsevät vaikuttamaan

- kehityskuvaan, jolla hahmotetaan rautatiejärjestelmän tulevaisuuden tarpeita
- kehityskuvan pohjalta tehtyyn ennakkosuunnitelmaan
- suunnitteluun ja yhteensovitukseen sekä
- laadunvarmistukseen.

Prosessin toiminta edellyttää raidetarkkuudella toimivan aikataulusuunnittelu- ja kapasiteetinhallintaohjelmiston käyttöönottoa, jotta suunniteltu kapasiteetti on riittävällä tarkkuudella määriteltävissä ja analysoitavissa prosessin kaikissa vaiheissa. Tähän tarpeeseen vastaava kapasiteetinhallintajärjestelmä otetaan Finrailissa vaiheittain käyttöön vuoteen 2022 mennessä.

6.3 Prioriteettisäännöt

Prioriteettisäännöillä määritellään junatyypin keskinäiset etusijajärjestykset tilanteessa, jossa keskenään ristiriitaisia kapasiteettihakemuksia ei onnistuta yhteensovittamaan neuvottelemalla. Prioriteettisääntöjä käytetään ylikuormituneella rautatiereitillä, jolla kaikkea pyydettyä kapasiteettia ei pystytä myöntämään. Suomessa nykyisin käytettävät prioriteetti-tiluokat on esitetty tämän raportin taulukossa 1. Prioriteettisäännöt eivät koske sellaisenaan operatiivisia tilanteita, joissa liikenteenohjaus noudattaa erillistä näihin tilanteisiin optimoitua ohjeistusta.

Uudessa prosessissa prioriteettisääntöjä voidaan soveltaa rataosakohtaisesti ja säännöt voivat poiketa toisistaan rataosien kesken. Tämä eroaa nykyisestä käytännöstä, jossa samoja prioriteetti-tiluokkia noudatetaan yhtenäisesti koko rataverkolla.

Prioriteettisääntöjä tullaan kehittämään erillisessä projektissa vuonna 2020. Prioriteettisääntöjä kehitettäessä otetaan huomioon eri liikennetyyppien yhteiskunnallinen merkitys suhteessa toisiinsa. Prioriteettisäännöillä pyritään ohjaamaan, millaista liikennettä kullakin rataosalla tavoitellaan. Tavoitteena on ohjata ratakapasiteetin tehokasta käyttöä. Simulointia voidaan käyttää työkaluna arvioitaessa, mikä olisi tehokkain tapa käyttää ratakapasiteettia.

6.4 Suunnittelusäännöt

6.4.1 Suunnittelusääntöjen tavoitteet

Suunnittelusääntöjen tarkoitus on tukea laadukkaan liikenteen toteuttamista jo suunnitteluvaiheessa. Suunnittelusääntöjä ja niiden taustalla olevia tavoitteita kehitetään vuosittain yhdessä liikennöitsijöiden kanssa. Yhtenäiset ja dokumentoidut suunnittelusäännöt auttavat sellaisten liikennöitsijöiden markkinoille pääsyä, joilta puuttuu syvää paikallistuntemusta.

Suunnittelusäännöt kattavat muun muassa junien ajoaikoihin ja junien väleihin kuuluvat vara-ajat. Samalla niillä väistämättä vaikutetaan myös liikenteen luonteeseen sääntelemällä seuraavia keskenään vaihtoehtoisia liikenteen laatutekijöitä:

- Junien lukumäärän kasvu lisää häiriöherkkyyttä, jos käytettävissä oleva ratakapasiteetti säilyy ennallaan.
- Junien keskinopeudella on välitön vaikutus ratakapasiteetin määrään, mutta vaikutus ei kuitenkaan ole suoraviivainen. Syy tähän on jarrutusmatkan suurempi suhteellinen kasvu ajonopeuden nousuun verrattuna.

- Häiriösietoisuutta voidaan kasvattaa lisäämällä aikatauluihin pelivaraa. Pelivara parantaa liikennöinnin luotettavuutta ja laatutasoa, mutta samanaikaisesti kasvattaa kapasiteetin käyttöastetta.
- Heterogeenisuus kuvaa liikenteen ja liikennerakenteen yhdenmukaisuutta. Rataosan kapasiteetti vähenee, jos eri junien keskinäiset nopeuserot ovat suuria.

Laatutekijöiden suhdetta toisiinsa on havainnollistettu aiemmin tässä raportissa luvussa 4.3 kuvassa 17.

6.4.2 Suunnittelusääntöjen käyttö

Aikataulusuunnittelun lähtökohdat kuvataan tällä hetkellä Väyläviraston ratakapasiteetin hakuohjeessa. Tässä työssä kehitetyt toimintamallit tarkentavat nykyistä ratakapasiteetin hakuohjetta. Jatkossa rautatieliikenteen suunnittelua ohjataan nykyistä täsmällisemmällä suunnittelusäännöllä. Uudet suunnittelusäännöt voivat joko täydentää nykyistä ratakapasiteetin hakuohjetta tai korvata sen nykyisin sisältämät aikataulusuunnittelun lähtökohdat. Suunnittelusääntöjen tarkoituksena on esittää aikataulujen suunnittelun ohje- ja tavoitearvot. Yksittäiset säännöt voivat olla joko sitovia tai ohjeellisia.

Suunnittelusääntöjen toimivuutta verrataan vuosittain toteutuneeseen liikenteen laatuun. Sääntöjen käyttöä koskevia ohjeita sekä sääntöjen sisältöä tarkennetaan ja muutetaan tarpeen vaatiessa. Suunnittelusääntöjen kehittämisen tarkoituksena on tukea rautatieliikenteen laadun kehittämistä. Jotta kehittäminen voisi olla vaiheittaista ja tapahtua myös pienin askelin, tulisi kehitetyt suunnittelusäännöt ottaa käyttöön aina uuden verkkoselostuksen julkaisun yhteydessä. Suunnittelusääntöihin tehdyt muutokset voivat koskea myös seuraavia muutosajankohtia ja kiireellistä ratakapasiteettia.

Suunnittelusäännöt koskevat ratakapasiteetin käytön ja liikennöinnin suunnittelua. Lisäksi suunnittelusäännöt ohjaavat ratakapasiteetin käytön ja liikennöinnin suunnittelua ratakäytön suunnittelun kaikissa vaiheissa. Rataverkolla liikennöintiä ja sen turvallisuutta koskevat omat, erilliset ohjeet ja määräykset.

6.4.3 Suunnittelusääntöjen sisältö

Yksittäisen junan aikataulusuunnittelu

Nykyisin ratakapasiteettihakemuksessa tulee esittää junan ajoaika ja asemaajat. Jatkossa on tarkoituksena, että ajoaika jaetaan erikseen minimiajoaikaan ja pelivaraan. Minimiajoajat määritellään simuloinnin avulla. Tarkoituksena on kehittää järjestelmä niin, että liikennöitsijä voi yksinkertaisesti tarkistaa halutun kalustotyypin minimiajoajat asemaväleittäin toivotulla pysähtymiskäyttäytymisellä. Koska mahdollisten aikataulukombinaatioiden määrä rataverkolla on todella suuri, ei ole mahdollista lähteä ylläpitämään esimerkiksi listamuotoista esitystapaa eri kalustotyypeille eri pysähtymiskäyttäytymisillä määritetyille ajoajoille, vaan ajoajat saadaan suoraan tietojärjestelmästä.

Nykyisin pelivaran suuruudeksi suositellaan yleisesti 10 prosenttia. Tiheässä kaupunkijunaliikenteessä voidaan käyttää tarvittaessa pienempää pelivaraa, ja tavaraliikenteelle suositellaan vastaavasti suurempaa pelivaraa. Kun tietämys raitinfran todellisista ajoajoista kasvaa inframallin kehittämisen myötä, on

myös mahdollista lähteä määrittelemään tarkemmin pelivaroja, esimerkiksi rataosakohtaisesti tai liikennepaikkaväleittäin. Pelivarat on mahdollista esittää prosenttilukuina tai minuuttimääränä tiettyä yhteysväliä kohti. Ohjeistuksessa voidaan myös ottaa kantaa pelivaran sijoittamiseen juna- tai reittikohtaisesti, esimerkiksi ohjeistamalla suuremman pelivaran lisäämistä osuudelle ennen rataverkon pullonkaulaa tai vaihtoasemaa.

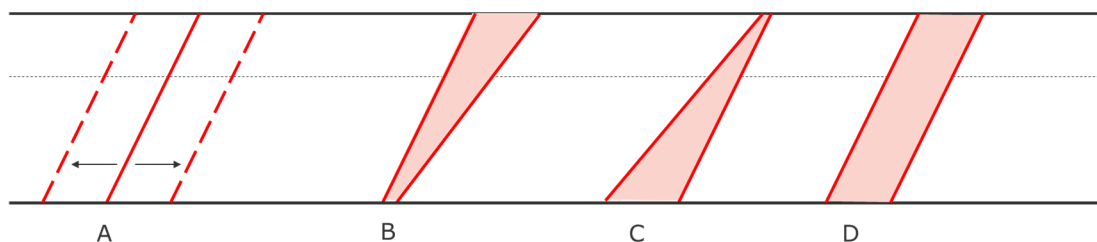
Pelivaran ohjeistus laaditaan järkevinä kokonaisuuksina esimerkiksi rataosittain. Esimerkiksi lyhyiden asemavälien kaupunkiradoilla ei ole tarkoituksenmukaista soveltaa pelivaroja asemaväleittäin. Minimiajoajan päälle tulevan pelivaran ja muun ajoajan lisän ohjeistusta voidaan edelleen kehittää. Esimerkiksi tilapäisten kapasiteettirajoitteiden aiheuttama ajoajan lisä voitaisiin ilmoittaa erillisessä ajoajan lisän sarakkeessa.

Aikataulun toleranssit kapasiteetin haussa ja yhteensovituksessa

Mahdollisissa ristiriitatilanteissa rataverkon haltija voi joutua muokkaamaan junien aikatauluja. Yhteensovitusta varten ratakapasiteetin hakija ilmoittaa aikatauluista sen muutoksiin liittyvät toleranssit. Aikataulun toleranssilla tarkoitetaan, kuinka paljon junan lähtöaikaa tai aikataulua reitin varrella voi liikennöitsijän näkemyksen mukaan muuttaa siten, että junan liikennöinti edelleen täyttää sille asetetut tavoitteet. Myös pysähdysaikaa on mahdollista kasvattaa tai siirtää, mikäli junakohtaiset tätä vaativat. Liikennöitsijä voi ilmoittaa, mikäli pysähdysaika pitää sisällään jonkun tietyn ajankohdan, mikä liikennöitsijän on ehdottomasti saatava esimerkiksi työvuorojärjestelyjen takia. Liikennöitsijä voi myös ilmoittaa, minkä junien kesken pitää säilyä riippuvuus, esimerkiksi vaihtoyhteys junien välillä tai junakaluston kierto toiseen junaan.

Toleranssien hyöty tulee esille yhteensovituksessa, kun liikennöitsijöiltä ei tarvitse erikseen selvittää, kuinka paljon junia on mahdollista siirtää ilman, että esimerkiksi kaupallinen merkitys poistuu. On kuitenkin mahdollista, että Väylävirasto joutuu ratkaisemaan kapasiteetin yhteensovituksen siten, että toleransseja ei pystytä täysin noudattamaan. Tällöin asiasta on käytävä keskustelua liikennöitsijöiden kanssa.

Toleranssiajatus on havainnollistettu kuvassa 22. Vasemmassa reunassa oleva aikatauluvaihtoehdo A esittää aikatauluhakemusta, jossa ajoaika halutaan säilyttää mahdollisimman nopeana, mutta lähtö- tai saapumisajalla ei ole merkitystä. Vaihtoehdossa B lähtöajalla ja vaihtoehdossa C saapumisajalla on suuri merkitys eli liikennöitsijällä on vain pieni toleranssi toivotun ajan suhteen, mutta muiden aikojen suhteen on enemmän joustoa. Vaihtoehdo D kuvastaa joustavinta vaihtoehtoa, jossa sekä lähtö- että saapumisaikaväli on suuri ja myös ajoajassa on joustovaraa.



Kuva 22. Aikataulun toleranssit.

Junien väliset puskuriajat

Junien kulku peräkkäin sekä junakohtaamiset ja ohitukset on opastettu nykyisessä ratakapasiteetin hakuohjeessa pääpiirteittäin. Kun inframallin ja simuloinnin myötä tietämys ajoajoista ja vaadittavista junaväleistä kasvaa, voidaan lisätä junien välisiä puskuriaikoja koskevia suosituksia. Toteutuneesta liikenteestä saadaan tietoa toimivista puskuriajoista. Ohjeistusta voidaan tarkentaa saatujen kokemusten perusteella.

Junien välinen puskuriaika edellä kulkevaan junaan määritetään simuloimalla tyypillisimpiä junia. Simuloinnin avulla varmistetaan, että junien väliset puskuriajat ovat riittäviä. Junan tarvitseman pysähtymismatkan huomioiminen aikataulussa tukee laadukasta liikennöintiä. Puskuriaikaan vaikuttavat voimakkaasti suojustuksen ratkaisut. Puskuriaikojen määrittely vastaa Ruotsissa Trafikverketin käyttämiä periaatteita.

Pysähdys- ja kääntöajat

Nykyiset suunnitteluohjeet eivät sisällä ohjearvoja pysähdys- ja kääntöajoille. Tulevaisuudessa minimipysähdys- ja kääntöajat voidaan joutua määrittelemään, mikäli niiden alimitoitus johtaa huonoon lähtötäsmällisyyteen. Pysähdys- ja kääntöajoille saatetaan joutua määrittämään myös maksimiaikoja raiteiston kapasiteetin rajallisuuden vuoksi. Vastaavat periaatteet on määritelty esimerkiksi Tanskan ja Ruotsin suunnitteluohjeissa.

Muut ohjeet

Väylävirasto valmistelee erillisiä liikennepaikkakohtaisia ohjeita raiteiston käytön suunnitteluun. Aikataulusuunnittelijan on tunnettava ja otettava huomioon paikalliset olosuhteet koskien esimerkiksi mahdollisia kulkuteitä linjaraiteilta liikennepaikan eri raiteille. Esimerkiksi Kirkkonummen raiteiston käytön suunnittelun vaikutus aikataulusuunnitteluun on kuvattu aiemmin tässä raportissa luvussa 3.3.2.

Jatkossa aikatauluja suunnittelevilla tahoilla tulee olla käytössä Väyläviraston toimittama ohjeistus suunnittelussa huomioitavista mäistä.

6.5 Ratakapasiteetin käytön kehityskuva

6.5.1 Kehityskuvien sisältö

Ratakapasiteetin käytön kehityskuva on pitkän aikavälin suunnitelma ratakapasiteetin ennakoidusta käytöstä. Se muodostuu useista eri vuosille ja erilaisiin infran kehitysnäkyymiin laadittavista vuosikohtaisista kehityskuvista. Vuosikohtaisessa kehityskuvassa on esitetty aikataulusuunnitelma keskeisimmille rataosille. Suunnitelman kattavuus ja tarkkuus voi vaihdella rataosittain.

Eri vuosille laadittavat kehityskuvat muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, jonka ajallinen perspektiivi alkaa seuraavasta suunnitteilla olevasta aikataulukaudesta ja ulottuu niin pitkälle tulevaisuuteen, kun kapasiteetin käyttöä voidaan riittävän tarkasti suunnitella. Näiden seuraavien vuosien kehityskuvien muodostamisen lähtökohtana ovat nykyisen liikennöinnin ja infrastruktuurin li-

säksi näkemys rautatieliikenteen ja ratainfrastruktuurin kehittymisestä. Kehityskuvien kehitys perustuu rautatieliikenteen harjoittajien ja liikenteen toimivaltaisten viranomaisten antamiin tietoihin liikenteeseen suunnitelluista muutoksista. Ratatöiden ja kunnossapidon vaatima ratakapasiteetti esitetään kehityskuvissa siltä osin, kun niiden oletetaan vaikuttavan rautatieliikenteen käytössä olevaan ratakapasiteettiin.

Infrahankkeiden toteutusohjelmat toimivat lähtötietoina seuraavien vuosien kehityskuvia määritettäessä. Kehityskuvien tarkastelut varsinkin 5–12 vuoden aikajänteellä voivat vaikuttaa myös ratakankkeiden suunnittelun ja toteutuksen ohjelmointiin.

Lähivuosien kehityskuvien lisäksi hallinnoidaan kehityskuvia ennustevuosille. Ennustevuosien kehityskuvien tarkoituksena on tarkastella ratakapasiteetin käytön kehittymistä keskipitkällä ja pitkällä aikajänteellä, ottamalla huomioon ennusteet rautatieliikenteen matkustaja- ja kuljetusmäärien kehittymisestä. Rautatiejärjestelmän kehittäminen on pitkäjänteistä työtä, minkä vuoksi ennustevuosien kehityskuvat laaditaan riittävän kauas tulevaisuuteen, kuitenkin huomioiden liikenne-ennusteiden tarkkuustaso ja niihin liittyvät epävarmuudet. Ennustevuosina ovat tällä hetkellä vuodet 2030 ja 2050. Ennustevuosien kehityskuvista voidaan esittää eri skenaarioita riippuen siitä, mitä suunniteltuja ratakankkeita niissä huomioidaan ja millaisia ennusteisiin liittyviä epävarmuuksia tunnistetaan. Kehityskuvien skenaarioiden avulla voidaan tarkastella eri ratakankkeiden välisiä vaikutuksia toisiinsa sekä tuottaa lähtötietoa hankkeiden tarkempaan suunnitteluun ja vaikutusten arviointiin.

Kehityskuvat perustuvat ratakapasiteetin prioriteettisääntöihin sekä suunnittelusääntöihin. Kehityskuvia ylläpidettäessä niihin tehtävien muutosten laatu varmennetaan simuloimalla samaan tapaan kuin aikatauluille tehdään vuosikapasiteetin jakamisen yhteydessä.

Kehityskuvat ovat suurimmalla käytännöllisellä tarkkuudella tehtyjä aikataulusuunnitelmia, joita hallitaan muussakin kapasiteetin hallinnassa käytettävällä suunnittelujärjestelmällä. Kapasiteetin käytön kehityskuvat koskevat ruuhkaimpia tai muutoin haastavimpia ajanjaksoja, jolloin kapasiteetin käyttöä on perusteltua suunnitella ennalta. Kehityskuvat eivät siten ole koko liikennöintivuorokauden kattavia eikä niitä ole tarpeen laatia vuoden jokaiselle päivälle. Kehityskuvia voidaan muodostaa tietyille yksittäisille rataosille ja päiville, mikäli niihin liittyy merkittäviä muutoksia käytettävissä olevaan kapasiteettiin. Tällöin perusteena voi olla esimerkiksi ratatyön aiheuttama rajoitus käytettävissä olevaan kapasiteettiin.

6.5.2 Kehityskuvien hyödyntäminen

Kehityskuvien avulla ylläpidetään tietoa käytettävissä olevasta kapasiteetista ja miten kapasiteettia on käytetty. Kehityskuvien avulla kuvaillaan, millaista rakennetta aikataulut noudattavat ja mikä on eri junien liikennöinnin suhde toisiinsa.

Kehityskuvien perusteella voidaan myös arvioida rataverkon käyttöasteen kehittymistä ja niitä voidaan hyödyntää rataverkon kehittämistoimien tunnistamisessa ja suunnittelussa. Rataverkon kapasiteetin käyttöasteen kehittymisen seuranta ja rataverkon välityskyvyn arviointi ovat jatkossa tärkeä osa ratakapa-

siteetin hallinnan prosessia. Arvioinnin menetelmien kehittäminen ja niiden kytkeminen tässä selvityksessä esitettyyn vuosittaiseen kapasiteetin hallinnan prosessiin osana kehityskuvien muodostamista, vaativat vielä tarkempaa selvittämistä ja jatkosuunnittelua. Ennakoiva kehityskuvien ylläpito kasvattaa Väyläviraston kykyä tehdä nykyistä laadukkaampaan ja kattavampaan tietoon perustuvia päätöksiä rataverkon kehittämishankkeista.

Kehityskuvien sisältämää aikataulurakennetta on mahdollista hyödyntää tulevien hankkeiden suunnittelussa, esimerkiksi hankkeiden toimivuustarkasteleissa ja vaikutusten arvioinneissa. Ne tuovat myös lisätietoa ratahankkeen vaikutusalueen ennakoidusta liikennemäärästä ja siten kehityskuvia voidaan hyödyntää hankkeen vaatimusmäärittelyissä ja suunnitteluperiaatteissa.

6.6 Ennakkosuunnitelma

Ennakkosuunnitelma on Väyläviraston laatima suunnitelma liikenteen kannalta keskeisimmille tai kapasiteetin pullonkauloina toimiville rataosille. Se on ennakkotieto siitä, millaista prioriteettisääntöihin perustuvaa aikataulusuunnittelua Väylävirasto tulee tekemään, jos vuosikapasiteetin aikataulujen yhteensovitus ei onnistu yhteensovitusneuvottelujen aikana, vaan yhteensovitus joudutaan korvaamaan tai sitä joudutaan täydentämään rataverkon haltijan tekemällä omalla suunnittelulla.

Ennakkosuunnitelmassa kuvataan Väyläviraston näkemys ratakapasiteetin tehokkaasta käyttötavasta kapasiteetin käytön kannalta keskeisimmillä tai ruuhkaisimmiksi oletetuilla rataosilla tilanteessa, jossa tulevan aikataulukauden ratakapasiteetti ei olisi rataosalle helposti yhteensovitettavissa. Ennakkosuunnitelma julkaistaan vuosittain verkkoselostuksen yhteydessä.

Ennakkosuunnitelma on supistettu versio tulevan aikataulukauden kehityskuvasta ja se käsittää vain ne rataosat, joilla Väylävirasto katsoo tarpeelliseksi ohjata aikataulusuunnittelua. Ennakkosuunnitelma voi koskea esimerkiksi rajattua ajanjaksoa, kuten rataosan ruuhkaisinta liikennöintiäikää. Suunnitelman sisältö voi vaihdella tilanteen mukaan. Se voi sisältää tarkan aikataulusuunnitelman rataosalle, tai toisaalta esimerkiksi pelkän eri tyyppisten junien ajoaikoja koskevan ohjeistuksen.

Ennakkosuunnitelma ei ole sitova suunnitelma kapasiteetin käytöstä. Sen tarkoituksena on kuvata toimiva aikataulurakenne niillä rataosilla, joille ennakkosuunnitelma on laadittu. Väylävirasto pyrkii aina jakamaan pyydetyn ratakapasiteetin. Ennakkosuunnitelma kuitenkin kuvaa, miten kapasiteetti kullakin rataosalla jaettaisiin prioriteettisääntöjen mukaan, jos niitä jouduttaisiin ylikuormitetuksi ilmoitetulla rautatiereitillä käyttämään. Näin ollen suunnitelman toivotaan ohjaavan suunnittelua suuntaan, jossa rataverkko on tehokkaassa käytössä ja liikennöitsijöiden hakemukset helpommin yhteensovitettavissa.

Ennakkosuunnitelman laatiminen perustuu valmisteluun Väyläviraston ja yhteistyötahojen kesken. Näin ollen liikennöitsijät ja toimivaltaiset viranomaiset pääsevät vaikuttamaan ennakkosuunnitelman sisältöön. Yhteistyötä käydään vuoropuhelulla, jonka tarkoituksena on lisätä Väyläviraston ymmärrystä liikennöitsijöiden suunnitelmista tulevien aikataulukausien liikenteestä. Tämä tieto yhteensovitetaan tuleviin tiedossa oleviin pysyviin ja tilapäisiin kapasiteetin muutoksiin. Ennakkosuunnitelmaan kuvataan siten ymmärrystä, miten junien

tulisi eri rataosilla ja reiteillä kulkea vastatakseen liikennemarkkinan asiakkaiden tarpeisiin.

Ratainfra rajoitteet muodostavat lähtökohdan ennakkosuunnitelmalle. Infra rajoitteiden perusteella voidaan määrittää, millaisia junia on mahdollista liikennöidä kullakin rataosalla ja millaisia pysähdyksiä junat voivat tehdä, jotta rataverkon kapasiteetti tulisi hyödynnettyä tehokkaasti. Tiedossa olevat ratatyöt ovat keskeinen osa näitä infrastruktuurin rajoitteita.

Ennakkosuunnitelmassa esitetään, miten kapasiteettia voidaan jakaa erityyppisille junille, kuten eri nopeudella tai eri tavoin pysähtyville junille. Ennakkosuunnitelmassa esitettävä aikataulurakenne pyrkii ottamaan eri tyyppisten junien ominaisuudet ja kaupalliset lähtökohdat huomioon siinä määrin, kun liikennöitsijät ovat niistä rataverkon haltijalle valmistelun yhteydessä kertoneet. Ennakkosuunnitelmassa esitettävä aikataulurakenne voi kuvata kapasiteetin jakoa erilaisiin kulkuaikaikkunoihin eli slotteihin, jotka sopivat rataosalla liikennöiville junille.

Ennakkosuunnitelman merkitys kasvaa suuremmaksi, mikäli liikenteen hankinta tapahtuu täysin kilpailuttamalla ja toimivaltaiset viranomaiset suunnittelevat liikenteen palvelutason ennalta jo vuosiksi eteenpäin. Tällöin nämä pitkäaikaiset aikataulurakenteet muodostaisivat osan ennakkosuunnitelmasta. Tällöin ennakkosuunnitelmalla olisi käytännön kannalta suurempi liikennettä ohjaava rooli, ainakin olettaen, että pitkäaikaisten suunnitelmien prioriteettiaste olisi korkea. Mikäli liikenteen hoitaminen tapahtuu käyttöoikeussopimuksin tai Open Access -liikenteenä ja liikennöitsijöillä on suurempi kannuste kilpailijoista erotautuvaan liikennepalveluun, korostuu rataverkon haltijan itsenäinen rooli ennakkosuunnitelman laadinnassa. Ennakkosuunnitelman tärkeänä tavoitteena kummassakin vaihtoehdossa on huolehtia, että ratakapasiteettia on käytettävissä ennakkosuunnitelman myötä riittävästi henkilö- ja tavaraliikenteelle. Lisäksi vapaata kapasiteettia tulee jäädä riittävästi jäljelle myös kiireellisiä ratakapasiteettihakemuksia varten.

Ennakkosuunnittelusta huolimatta yhteensovituksen ensisijainen tavoite on toteuttaa kapasiteetin hakijoiden kaikki hakemukset. Näin ollen, jos yhteensovituksen aikana löytyy jokin muu, ennakkosuunnitelmasta poikkeava suunnitelma, jonka katsotaan paremmin täyttävän kapasiteetin hakijoiden tarpeet ja joka on prioriteettisääntöjen puitteissa toteutettavissa, voidaan tällainen suunnitelma ottaa käyttöön. Samoin jos kapasiteetin hakijat sovittavat etukäteen kapasiteetin yhteen ja hakemukset eivät ole ristiriidassa, on tällainen hakemuskokonaisuus luonnollisesti etusijalla.

6.7 Liikennöitsijöiden aikataulusuunnittelu

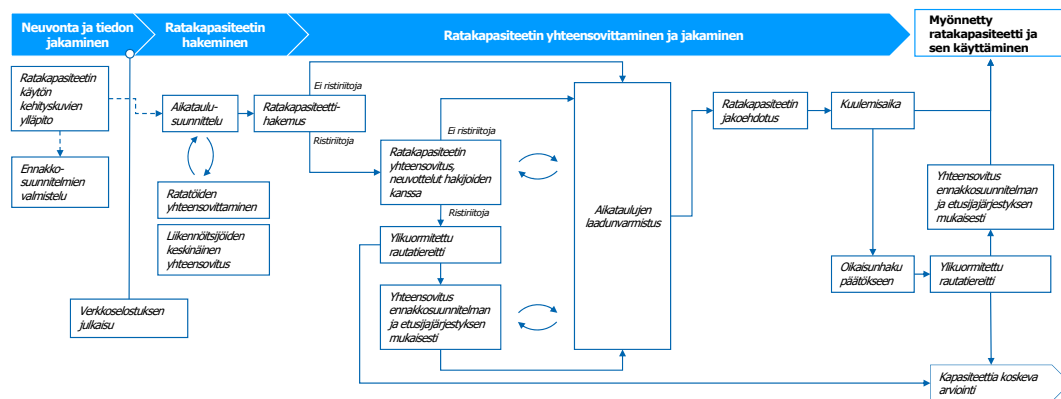
Liikennöitsijöillä on käytettävissään Väyläviraston ennakkosuunnitelmat ja suunnittelusäännöt. Liikennöitsijät voivat tarkentaa omia aikataulusuunnitelmiaan kapasiteettihakua varten ja yhteensovittaa omia aikataulujaan jo ennalta toisten liikennöitsijöiden kanssa. Ennakkosuunnitelmia ei lähtökohtaisesti sovelleta, jos aikataulut ovat sovitettavissa yhteen muutoinkin. Väylävirasto voi avustaa yhteensovituksen koordinoinnissa, jotta varsinkin pienemmille liikennöitsijöille syntyy aito mahdollisuus sovittaa aikataulujaan yhteen. Väylävirasto kannustaa yrityksiä myös omatoimiseen yhteensovittamiseen.

Suunnittelusäännöt ja ennakkosuunnitelmat tukevat liikennöitsijöitä laadukkaan rautatieliikenteen suunnittelussa. Ajoaikojen suunnittelusääntöjen aiempaa tiukempi ja täsmällisempi ohjeistus parantaa edellytyksiä tasalaatuisemmalle ja luotettavalle rautatieliikenteelle.

Liikenteen hankinnan perustuessa pitkälti kilpailutettuihin sopimuksiin liikenteen määrä ja aikataulurakenne ovat usein hyvin vakiintuneita. Siten on mahdollista, että toimivaltaiset viranomaiset ovat tehneet yhteensovitusta omien aikataulujensa osalta jo ennen ratakapasiteetin hakuajanjaksoa. Open Access-liikennöitsijöillä on liikennöitsijöiden keskinäisessä yhteensovituksessa mahdollisuus tehdä oma-aloitteisesti oman liiketoimintansa kannalta keskeisiä päätöksiä, jotta aikataulujen markkinoitavuus ja sopivuus asiakkaiden tarpeisiin tulevat huomioitua.

6.8 Aikataulujen yhteensovittaminen

Vuotuinen ratakapasiteetin suunnittelun, hakemisen ja yhteensovittamisen tässä työssä päivitetty prosessi on esitetty kuvassa 23. Lisäksi liitteessä 1 on esitetty vuosikapasiteetin jakamisen prosessi ja eri osapuolten roolit.



Kuva 23. Tässä työssä päivitetty vuotuinen ratakapasiteetin suunnittelun, hakemisen ja yhteensovittamisen prosessi.

Aikataulujen yhteensovittaminen alkaa ratakapasiteetin hakuajan aikana, kun ratatöiden ja kunnossapidon tarvitsemaa kapasiteettia sovitetaan yhteen rautatieliikenteen tarvitseman kapasiteetin kanssa. Ratatöiden tarvitseman ratakapasiteetin yhteensovittamista tehdään jo nykyisin, eikä toimintamalliin liity merkittäviä muutoksia. Toimintamallia kehitetään vaiheittain osana muita ratakapasiteetin hallinnan prosessin muutoksia.

Ratatöihin ja nopeusrajoituksiin liittyvä yhteensovittaminen tapahtuu käytännössä Väyläviraston fasilitoimana. Väylävirasto järjestää keskustelu- ja info-tilaisuuksia ja mahdollistaa siten rautatieliikennöitsijöiden välisen keskustelun syntymisen yhteensovittamisessa.

Väyläviraston rooli ratakapasiteetin yhteensovittamisessa voi kasvaa nykyisestä, varsinkin ratakapasiteettia hakevien rautatieliikennöitsijöiden määrän kasvaessa. Väyläviraston nykyistä suurempi rooli on tarpeen erityisesti, jos yhteensovittaminen koskee laajoja aikataulurakenteita.

Suunnittelusäännöt luovat perustan yhteensovittamiselle. Suunnittelusääntöjen ohje- ja raja-arvoja noudatetaan aikataulujen yhteensovittamisessa. Ennakosuunnitelmien sisältämiä periaatteita voidaan käyttää tarvittaessa pohjana yhteensovittamiselle. Aikataulujen laadun varmistamiseksi tehtävällä simuloinnilla voi olla myös vaikutusta yhteensovituksen toteutumiseen, mikäli tarkasteltavien vaihtoehtojen välillä on eroja esimerkiksi luotettavuuden ja täsmällisyyden edellytysten suhteen.

Ratakapasiteetin jakamisen prioriteettijärjestystä noudatetaan, jos yhteensovittaminen ei onnistu neuvottelumenettelyllä ja rautatiereitti joudutaan ilmoittamaan ylikuormitetuksi. Tällaisessa tilanteessa yhteensovitusprosessia jatketaan soveltaen Väyläviraston ennakosuunnitelmaa, jos kyseiselle ylikuormitetuksi ilmoitetulle reitille on tehty ennakosuunnitelma.

6.9 Aikataulujen laadun varmistaminen

Väylävirasto määrittää kriteerit hyväksyttävälle aikataululle. Kriteerit toimivat lähtökohtana aikataulujen laadun varmistamiselle. Hyväksyttävä aikataulu mahdollistaa junan liikennöinnin täsmällisyydestavoitteiden mukaisesti, eikä se ole ristiriidassa muiden junien aikataulujen tai ratatöille varatun kapasiteetin kanssa.

Hyväksyttävässä aikataulussa

- pitää olla riittävästi pelivaraa junan omaan kulkuun nähden sekä suhteessa muihin juniin
- junan ajoaika tulee mitoittaa niin, että se on riittävä liikennöitävälle reitille ottamalla huomioon junan tekninen suorituskyky
- pysähtymisajat tulee mitoittaa realistisesti niin, että pysähtymisen aikana tehtävät toiminnot voidaan suorittaa.

Lähtökohtana ajoajan mitoitukselle toimivat jatkossa Väyläviraston ennakosuunnitelmien ja suunnittelusääntöjen mukaiset ajoaikamallit.

Laadunvarmistuksella tullaan tarkistamaan aikataulusuunnitelmien riittävä toimivuus ratakapasiteetin jakoehdotuksen laadinnan yhteydessä. Koska suunnitteluperiaatteet ovat yleispiirteisiä liikennöitsijöiden suunnitteluvapauden mahdollistamiseksi, on aikataulusuunnittelun ratkaisujen laatu varmistettava lopuksi simuloimalla. Simulointi tullaan ottamaan osaksi säännöllisen ratakapasiteetin yhteensovitusprosessia. Käytettävä työkalu on vielä avoinna.

Simulointia voidaan hyödyntää ratakapasiteetin hallinnassa ja laadunvarmistuksessa monella eri tavalla. Tarkoituksena on tarkistaa, onko suunnitelma suunnittelusääntöjen mukainen ja kuinka hyvin se sietää häiriöitä.

Yksittäisen junan osalta simulointia hyödynnetään ajoaikojen määrittämiseen ja tarkistamiseen. Yhteensovituksen jälkeen tarkistetaan, että yhteensovitettuun aikatauluun ei ole jäänyt junien välisiä konflikteja, kuten liian lyhyitä kohtaamisia. Valmista yhteensovittettua aikataulua voidaan myös simuloida esimerkiksi pienillä häiriötilanteilla tai normaalista poikkeavilla nopeusrajoituksilla. Näin voidaan varmistua siitä, että yhteensovituksen tuloksena syntynyt aikataulu kykenee suoriutumaan häiriötilanteista, joita tyypillisesti esiintyy jokapäiväisessä junaliikenteessä.

Simuloinnin avulla voidaan teoriassa saada täsmällisyyden tunnusluvut tietoon jo etukäteen. Mikäli tulos vaikuttaa liian heikolta, voidaan esimerkiksi tutkia, miten junien aikataulujen vähäiset muutokset vaikuttaisivat täsmällisyyteen. Lisäksi simuloinnin avulla voidaan saada aikatauluvaihtoehtojen väliseen vertailuun selkeästi mitattavissa olevia tunnuslukuja.

Simulointia siis tarvitaan, vaikka liikennöitsijät ovat keskenään yhteensovittaneet aikataulut ennen ratakapasiteetin hakemista. Perustilanteen on toimittava häiriöttömästi ja aikataulurakenteen on kestävä jonkin verran pieniä häiriöitä kohtuullisin seurauksin. Sen vuoksi myös liikennöitsijöiden yhteensovittamien aikataulujen laatu on varmistettava.

Tilanteissa, joissa yhteensovittaminen ei ratkea yksinkertaisesti vähäisillä aikataulumuutoksilla, simulointia voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena tehtäessä valintoja siitä, mille junille kapasiteettia myönnetään.

Simuloinneissa on kuitenkin huomioitava, että malli on vain kuvaus todellisuudesta ja esimerkiksi monilla mallin käyttäjän tekemillä valinnoilla voi olla vaikutusta tuloksiin. Esimerkiksi tilanteessa, jossa simulointia hyödynnetään vain osalle rataverkkoa kerrallaan, simuloinnin aluerajaus tulee määrittää niin, että sillä ei ole merkitystä simuloinnista saatavien tulosten ja johtopäätösten kannalta. Myös tutkittavat häiriötilanteet tulee valita huolellisesti, jotta vertailuasetelma eri tarkasteluvaihtoehtojen välillä on tasapuolinen. Valintoja ei voida perustaa vain yhteen tai muutamaaan simulointiajioon, vaan erilaisia tilanteita tulee tutkia riittävästi ja monipuolisesti, jotta eri aikatauluvaihtoehtojen väliset erot erottuisivat. Rataverkon haltijalla tulee olemaan suuri vastuu siitä, että simulointimalli on esimerkiksi infran osalta aina ajan tasalla. Lisäksi simuloinnin suorittajalla tulee olla tarvittava osaaminen analyysien tekemiseen ja tulosten tulkintaan.

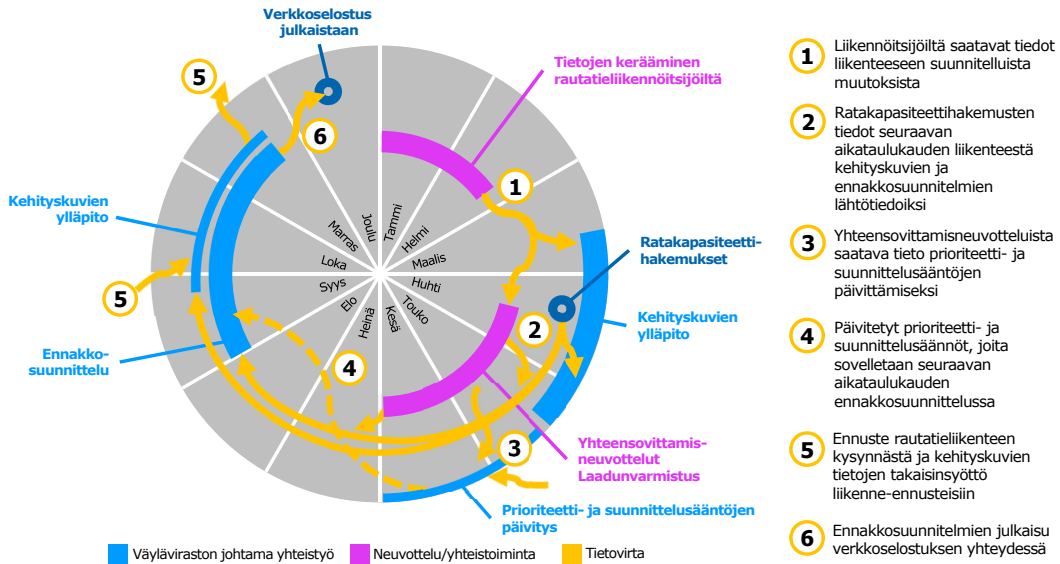
Simuloinnin lisäksi laadunvarmistuksessa voidaan käyttää hyväksi myös muita menetelmiä, kuten erilaisia kapasiteetin käyttöasteen laskentamenetelmiä. Menetelmät tarkentuvat, kun käytettävästä simulointiohjelmasta ja sen käytettävyydestä on enemmän tietoa.

6.10 Prosessin jatkuva kehittäminen

Tässä työssä esitetyt uudet työmenetelmät muodostavat niiden käyttöönoton jälkeen rataverkon haltijalle ja muille rataverkon kehittämisestä vastuussa oleville tahoille runsaasti uutta tietoa ratakapasiteetin käytöstä ja sen odotettavissa olevista muutoksista tulevaisuudessa. Tietoa syntyy ennen kaikkea rataverkon haltijan ja liikennöitsijöiden välisen vuoropuhelun tuloksena koko vuosikapasiteetin jaon aikana. Vuoropuhelun aikana liikennöitsijöiden aikatauluja sovitetaan rataverkon haltijan johdolla yhteen sekä liikennöitsijöiden kesken että ratatöiden vaatiman kapasiteetin kanssa.

Uusien toimintamallien synnyttämät tietovirrat eri suunnitteluprosessin vaiheiden välillä on esitetty kuvan 24 vuosikellossa. Vuosikellon pohjana on luvussa 6.2 esitetty vuosikapasiteetin jaon vuosikello. Vuosikellon sisältöä on käyty tarkemmin läpi vuosikelloon numeroin merkittyjen tietovirtojen osalta kuvan jälkeen. Kullakin tietovirralla on oma roolinsa ratakapasiteetin käyttöä koskevan

tiedon karttumisen ja jalostumisen kannalta. Tieto ja sen hallinta luovat edellytykset myös kapasiteetin käytön suunnittelun ja hallinnan sekä siihen liittyvien toimintamallien kehittämiseksi.



Kuva 24. *Jatkuvan kehittämisen vuosikello sekä uusien toimintamallien tietovirrat eri suunnitteluprosessin vaiheiden välillä.*

1 Rataverkon haltija jakaa tietoa seuraavan aikataulukauden aikaisista kapasiteetin rajoitteista ja kerää tietoa liikennöitsijöiden omaan liikenteeseensä suunnittelemista muutoksista ennen ratakapasiteetin hakemista liikennöitsijöiden kanssa käytävän vuoropuhelun aikana. Tämä vuoropuhelu tuottaa tietoa liikennöitsijöiden hakeman kapasiteetin kaupallisista tarpeista ja siten karttunutta ymmärrystä on mahdollista hyödyntää kapasiteetin jakamiseen liittyvän yhteensovituksen lisäksi myös kapasiteetin käytön kehityskuvien muodostamisessa sekä rataosakohtaisten ennakkosuunnitelmien laadinnassa.

Rataverkon haltija voi hyödyntää vuoropuhelun aikana saamaansa tietoa seuraavan vuoden kehityskuvan laatimisessa, vaikka liikennöitsijöiden sitovat aikataulut ovat saatavissa vasta ratakapasiteettihakemusten myötä.

Vuoropuhelun myötä saatava tieto antaa varhaista tietoa rautatieliikenteen kapasiteettitarpeiden kehittymisestä. Rataverkon haltija voi verrata saamaansa tietoa tulevan aikataulukauden kehityskuvaan ja ennakoituihin ratakapasiteetin pullonkauloihin, ja siten valmistautua aikataulujen yhteensovittamisneuvotteluihin ja suunnitella omaa rooliaan yhteensovittamisen fasilitoijana.

- 2 Ratakapasiteettihakemukset luovat lähtökohdat kehityskuvien ylläpidolle. Kehityskuvia ylläpidetään seuraavasta aikataulukaudesta alkaen niin pitkälle tulevaisuuteen, kun kapasiteetin käyttöä voidaan riittävän luotettavasti suunnitella.

Varsinkin lähivuosien kehityskuvien ylläpito perustuu suuresti ratakapasiteettihakemuksista sekä liikennöitsijöiltä ja muun muassa elinkeinoelämän edustajien mahdollisista investointisuunnitelmista saatuun tietoon liikenteen muutoksista ja niiden taustoista. Samat tiedot toimivat myös lähtökohtana seuraavien ennakkosuunnitelmien laadinnalle.

Merkittävä muutos nykyiseen on pidemmän aikavälin strategisen aikataulusuunnittelun myötä laadittavat ratakapasiteetin käytön kehityskuvat, jotka auttavat tiivistämään näkemystä tulevaisuuden ratakapasiteetin käytöstä.

- 3 Suunnittelun ja simuloinnin periaatteiden kehittäminen edellyttää jatkuvaa liikenteen laadun seurantaa. Kehittämisen tarkoituksena on tukea rautatieliikenteen laadun kehittämistä. Kehitetyt suunnittelusäännöt tulisi voida ottaa käyttöön aina uuden verkkoselostuksen julkaisun yhteydessä. Suunnittelusääntöihin tehdyt muutokset voivat koskea myös seuraavia muutosajankohtia ja kiireellistä ratakapasiteettia.

Suunnittelusääntöjen määrittäminen aloitetaan keräämällä tietoa käytetyistä suunnitteluparametreista aikataulukauden 2022 kapasiteettihaun yhteydessä. Ensimmäiset suunnittelun ohjeavrot ja suunnittelusäännöt määritellään tämän jälkeen.

Suunnittelusääntöjen kehittäminen perustuu analyysiin käytettyjen suunnittelusääntöjen vaikutuksesta liikenteen laatuun. Laadun varmistuksen ja simuloinnin yhteydessä ilmi tulleita pullonkauloja tulee aina verrata suunnittelusääntöihin. Arvioinnin perusteella suunnittelusääntöihin tehdään muutoksia, jotta säännöt toimivat jatkossa tarkoituksenmukaisesti ja ohjaavat kohti laadukasta liikenteen suunnittelua.

- 4 Kehityskuvat ja ennakkosuunnitelmat perustuvat rautatieliikenteen prioriteettisääntöihin sekä suunnittelusääntöihin. Suunnittelusääntöjen kehitys otetaan huomioon vuosittain jo rataverkon haltijan laatimissa pitkän aikavälin kehityskuvien ja ennakkosuunnitelmien laadinnassa. Tämä antaa rataverkon haltijalle mahdollisuuden arvioida suunnittelusääntöjen toimivuutta ja käyttökelpoisuutta ennen niiden julkaisua rataverkon verkkoselostuksen yhteydessä.

- 5 Pidemmän aikavälin kehityskuvien lähtökohtana ovat tuoreimmat tiedot liikennöitsijöiden kapasiteettihakemuksista ja niiden pohjalta valmistettu ratakapasiteetin jakoehdotus sekä rautatieliikenteen liikenne-ennuste. Liikenne-ennuste kuvaa tarvetta rautatieliikenteen kuljetuskapasiteetille kokonaisuudessaan, esittäen henkilöliikenteen matkustajavirrat ja tavaraliikenteen kuljetusvirrat. Pidemmän aikavälin kehityskuvien suunnittelussa tarpeet kuljetuskapasiteetille muunnetaan junamääriksi ja suunnitelmiksi ratakapasiteetin käytöstä.

Liikenne-ennusteita on mahdollista käyttää menetelmänä pidemmän aikavälin kehityskuvien suunnittelussa. Lisäksi liikenteen toimivuutta tarkastellaan simuloimalla. Kehityskuvat ovat valmistuessaan käytettävissä rautatiejärjestelmän suunnittelun lähtötietoina, esimerkiksi hankkeiden suunnittelussa, niiden vaikutusten arvioinneissa tai rataverkon välityskykyä koskevissa selvityksissä.

- 6 Tulevaa aikataulukautta seuraavalle aikataulukaudelle laaditaan ennakkosuunnitelmat kapasiteetin käytön kannalta keskeisimmillä tai ruuhkaisimmiksi oletetuilla rataosilla tilanteessa, jossa tulevan aikataulukauden ratakapasiteetti ei olisi rataosalle helposti yhteensovittavissa. Ennakkosuunnitelmassa on kuvattu rataverkon haltijan näkemys ratakapasiteetin tehokkaasta käytöstä. Ennakkosuunnitelma julkaistaan vuosittain verkkoselostuksen yhteydessä.

7 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

7.1 Johtopäätökset

Rautatieliikenteen aikataulusuunnittelun ja kapasiteetin hallinnan on tulevaisuudessa sovittava monitoimijaympäristön laajentumisen tuomiin haasteisiin. Rataverkolla saattaa liikennöidä nykyistä enemmän sekä henkilö- että tavaraliikenteen liikennöitsijöitä, joista jokaisella on omanlaisensa tarpeet päästä hyödyntämään rataverkkoa tuottaessaan kuljetuspalveluita asiakkailleen. Kaikkien toimijoiden yhteisenä tavoitteena on liikenteen riittävän korkea laatu, kuten aikataulujen täsmällisyys ja luotettavuus. Henkilöliikenteessä korostuvat erityisesti nopeat matka-ajat pääjunareiteillä ja niiden luotettavuus. Liikennöitsijöiden kapasiteettitarpeet voivat erota toisistaan liikennöitsijöiden pyrkiessä erotautumaan toisistaan ja tavoittelemalla siten etua kilpailijoihinsa nähden.

Usean liikennöitsijän kapasiteettitarpeiden koordinointi vaatii rataverkon haltijalta vahvaa roolia eri toimijoiden tarpeiden yhteensovittajana. Uudet toimintamallit ja työkalut lisäävät rataverkon haltijan ymmärrystä ja tietoa rautatieliikennöitsijöiden tarpeista, ratakapasiteetin käytöstä ja liikenteen laadusta. Tässä selvityksessä esitettyjen uusien toimintamallien kehittämisen yhteydessä on perehdytty Ruotsin ja Norjan selkeästi kahteen erilaiseen lähestymistapaan sekä organisoida rautatiemarkkinaa, että kapasiteetin käytön suunnittelua ja hallintaa. Ruotsissa Open Access -liikenteen ja joukkoliikenneviranomaisen kilpailuttaman liikenteen yhteensovittaminen tehdään vuosittain ilman pidemmän aikavälin suunnitelmaa kapasiteetin käytöstä. Norjassa kapasiteetin käyttö perustuu pitkälti kilpailutettujen sopimusten sisältöön ja ne asettavat reunaehdot myös ristiriitatilanteissa käytettäville prioriteettisäännöille. Ruotsissa noudatetaan liikenteen laadun turvaamiseksi rataverkon haltijan suunnittelusääntöjä ja prioriteettisäännöt perustuvat monipuoliseen kunkin junan yhteiskuntataloudellista hyötyä arvioivaan menetelmään.

Uusien toimintamallien ja prosessien tehokas käyttöönotto kasvattaa Väyläviraston kykyä ja mahdollisuuksia johtaa rautatiejärjestelmän kehittämistä pitkäjänteisesti ja ennakoivasti. Kehitystyö tarvitsee tuekseen säännöllisesti päivittyvää tietoa rautatiejärjestelmän tilasta, liikenteen ennakoidusta kehityksestä sekä rataverkon välityskyvystä lähivuosina ja pidemmällä aikavälillä. Lisäksi uusien toimintamallien ja prosessien vaatimukset muun muassa rataverkon digitaalisille inframalleille ja ratakapasiteettihakemusten tietosisällölle ovat nykyistä suuremmat. On myös tarpeellista määritellä tarkemmin kapasiteetin hallintaan käytettävän tietojärjestelmän prosesseja rautatieliikenteen liikennöitsijöiden näkökulmasta.

7.2 Jatkotoimenpiteet

Tässä työssä kehitettyjen toimintamallien ja prosessien käyttöönotto on vaiheittaista. Vaiheittaisella käyttöönotolla turvataan hallittu muutos ja muun muassa resurssien riittävyys sekä osapuolten mahdollisuudet sopeutua muutokseen. Lisäksi tämän työn aikana on tunnistettu seuraavia jatkoselvitystarpeita, jotka tukevat Väyläviraston toimintaa uusien toimintamallien ja prosessien käyttöönottamiseksi ja kehittämiseksi:

- **Rataverkon välityskyvyn säännöllinen seuranta** tukee ratakapasiteetin käytön kehityskuvien suunnittelua ja vuosikapasiteetin jakamiseen liittyvää ennakkosuunnittelua. Välityskyvyn seuranta on kehitettävä osaksi rataverkon kehityskuvien ylläpitoa ja vuosittaista kehittämistä. Välityskyvyn säännöllinen seuranta ja sen kehittymisen ennakointi mahdollistavat ratakapasiteetin systemaattisen hallinnan. Välityskyvyn seurannan tarkoitus on tuottaa tietoa kehityskuvien laatimiseksi. Kehityskuvien laadinnassa tietoa voidaan hyödyntää kuvaamalla millä rataosilla on vapaata kapasiteettia liikennemäärien kasvattamiseksi ja millaiselle liikenteelle tai millaisille aikataulurakenteille eri rataosilla on tilaa. Välityskyvyn seuranta luo yhdessä kapasiteetin käytön kehityskuvien suunnittelun kanssa edellytykset pitkäjänteiselle rataverkon kehittämiseksi ja kehittämisskenaarioiden arvioinnille.
- **Ratatöiden suunnitteluprosessien tarkentamisen** tarkoituksena on lisätä rataverkon haltijan mahdollisuutta tuottaa nykyistä täsmällisempää ja sitovampaa tietoa seuraavan aikataulukauden aikatauluihin vaikuttavista ratatöistä. Ratatöiden ennakoivammalla suunnittelulla voidaan parantaa liikenteen laatua, kun tieto ratakapasiteettiin vaikuttavista nopeusrajoituksista ja työraoista on käytettävissä jo ratakapasiteettia haettaessa. Pidemmällä aikavälillä ratatöiden vaikutuksia tulisi pystyä arvioimaan jo kapasiteetin käytön kehityskuvien suunnittelussa ja ennakkosuunnittelussa sekä sovittaa ratatyöt ja kapasiteetin käyttöä koskevat suunnitelmat yhteen selvästi nykyistä aikaisemmin. Tämän tavoitteen toteuttaminen edellyttää muutoksia ratahankkeiden rahoituspäätösten aikataulutuksessa ja ohjelmoinnissa.
- **Suunnittelusääntöjen määrittely** voidaan tehdä, kun ratakapasiteettihakemusten myötä saadaan nykyistä yksityiskohtaisempaa tietoa liikennöitsijöiden käyttämistä suunnitteluparametreista, kuten ajoajoista, pelivarjoista ja puskuriajoista junien välillä. Suunnitteluperiaatteiden kehittämisen tarkoituksena on tukea rautatieliikenteen laadun kehittämistä, ja kehitetyt periaatteet tulisi pystyä ottamaan käyttöön aina uuden verkoston julkaisun yhteydessä. Tietoa käytetyistä suunnitteluparametreista on tarkoitus ryhtyä keräämään aikataulukauden 2022 kapasiteettihaun yhteydessä ja määrittellä suunnittelusäännöt tämän jälkeen.
- **Suunnittelusääntöjä tarkennetaan liikennepaikka- tai rataosakohtaisilla ohjeilla** tarpeen vaatiessa. Tässä työssä on esille noussut tarve esimerkiksi mäkeenjäätien ehkäisemiseksi annettavista ohjeista. Ohjeistuksien tarkoituksena on huolehtia liikenteen laadusta kokonaisvaltaisesti, myös sellaisilta liikenteen osa-alueilta, joiden laatua tai toimivuutta ei voida välttämättä täysin arvioida simuloimalla.

-
- **Väyläviraston ja liikennöitsijöiden väliset toimintatavat on määritettävä**, jotta uuden kapasiteetin hallintajärjestelmä SAAGA:n käyttöön liittyvät toimintamallit voidaan ottaa käyttöön. Väyläviraston ja Finrailin on määritettävä liikennöitsijöiden kanssa yhteiset toimintatavat ja rajapinnat. Kehittämistyö on perusteltua tehdä samanaikaisesti vaiheittain uusien toimintamallien käyttöönoton aikana.

Lähteet

Banedanmark. 2019. Banedanmarks køreplanlægningsprincipper for fjernbanen. Sisäinen ohje.

Banedanmark. 2020. Jernbanevirksomheder på Banedanmarks infrastruktur. Verkkosivusto. Saatavissa: <https://www.bane.dk/da/Jernbanevirksomhed/Jernbanevirksomheder-paa-Banedanmarks-infrastruktur>

Bane NOR. 2019. Network Statement 2020. Saatavilla: <http://networkstatement.jbv.no/>

Fröidh, O. & Nelldal, B. 2015. The impact of market opening on the supply of interregional train services. Journal of Transport Geography 46/2015. S. 189–200.

Jernbanedirektoratet. 2017. Standarder for kapasitetsplanlegging. Saatavissa: <https://www.jernbanedirektoratet.no/globalassets/documenter/handboker/kapasitet-og-be-grepskatalog/jernbanedirektoratets-standarder-for-kapasitetsplanlegging.pdf>

Jernbanedirektoratet. 2018. Jernbanestatistikk 2017. Norja: Oslo. Saatavissa: https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/sets/e71b740c9f5d4583aed0c193c11faec7/jernbanestatistikk_2017.pdf

Jernbanedirektoratet. 2019. Konkurransen om persontrafikk med tog. Saatavissa: <https://www.jernbanedirektoratet.no/no/togkonkurransen/>. Viittauspäivä 18.6.2019.

Kitti, H., Kantele, S. & Reimi, P. 2019. Lippulajitutkimus lähijunaliikenteessä 2018. HSL:n julkaisuja 11/2019. Saatavissa: https://www.hsl.fi/sites/default/files/hsl_lippulajitutkimus_lahijunaliikenteessa_2018.pdf

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä. 23.6.2005/503.

Laki liikenteen palveluista. 24.5.2017/320

Lankinen, T. 2017. Rautatiehenkilöliikenteen täsmällisyysmittareiden hyödyntäminen toiminnan kehittämisessä monitoimijaympäristöön siirryttäessä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/134796>

Liikennevirasto. 2014. Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2035. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2014. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2014-39_rataverkon_tavaraliikenne-ennuste_web.pdf

Liikennevirasto. 2015. Rautateiden tulevaisuuden henkilöliikenneselvitys, päivitys 2014. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lr_2015_rautateiden_tulevaisuuden_web.pdf

Liikennevirasto. 2017. Vertailu Euroopan rautateiden monitoimijaympäristöistä. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lr_2017_vertailu_euroopan_web.pdf

Liikennevirasto. 2018a. Ratakapasiteetin hakuohje. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje_2018_ratakapasiteetin_hakuohje_web.pdf

Liikennevirasto. 2018b. Rataverkon kokonaiskuva, lähtökohtia ja näkökulmia. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-37_rataverkon_kokonaiskuva_web.pdf

Liikennevirasto. 2018c. Rautatietilastot 2017. Liikenneviraston tilastoja 8/2018. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2018-08_rautatietilasto_2017_web.pdf

Lindfeldt, A. Railway capacity analysis - Methods for simulation and evaluation of timetables, delays and infrastructure. 2015. Väitöskirja. KTH Royal Institute of Technology. Ruotsi: Tukholma. Saatavissa:

https://www.kth.se/polopoly_fs/1.613049.1550158679!/15_002PHD_report.pdf

LVM. 2012. Rautateiden henkilöliikenteen avaaminen kilpailulle. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 21/2012. Saatavissa:

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78009/Julkaisuja_21-2012.pdf

Mukula, M. 2008. Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys. Ratahallintokeskuksen julkaisuja 1/2008. Saatavissa:

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/146394/rhk145.pdf>

Musto, M. 2008. Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa. Ratahallintokeskuksen julkaisuja 2/2008. Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/146422/rhk167.pdf>

Mäkitalo, M. 2001. Vakioaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämisessä. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A9/2001. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk_2001-a9_vakioaikataulu_junaliikenteen_web.pdf

Pirkanmaan liitto et al. 2018. Pääradan operointiselvitys. Saatavissa:

https://www.pirkanmaa.fi/wp-content/uploads/Paaradan_operointiselvitys_yhdistelmä-1.pdf

Pitkänen, J. 2006. Radan välityskyvyn mittaaminen ja tunnuslukujen kehittäminen. Ratahallintokeskuksen julkaisuja 4/2006. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/rhk_2006-a4_radan_valityskyvyn_web.pdf

Raideliikennelaki. 1302/2018.

RailNetEurope. 2019a. RNE Process Handbook for International Path Allocation for Infrastructure Managers. Saatavissa:

http://rne.eu/wp-content/uploads/1.0_HB_Initial_Path_Allocation_V2.0_2019-12-04.pdf

RailNetEurope. 2019b. RNE TTR Pilots. Esitysaineisto. Saatavissa:

http://ttr.rne.eu/wp-content/uploads/sites/7/2019/04/master_presentation_TTR-6.pdf

RailNetEurope. 2020. Redesign of the International Timetabling Process (TTR) - Description of the Redesigned Timetabling Process. Saatavissa:

https://cms.rne.eu/system/files/1.0_long_version_redesigned_tt_process_v1.0_2020-03-19.pdf

Salkonen, R. & Mäkelä, T. 2010. Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisen ja seurannan käytännöt eri maissa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 42/2010. Saatavissa:

https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2010-42_rautatieliikenteen_tasmallisyden_web.pdf

Schittenhelm, B. 2011. Planning With Timetable Supplements in Railway Timetables. Artikke fra Trafikdage på Aalborg Universitet. Aalborg Universitet. Tanska: Aalborg. ISSN 1603-9696.

Schittenhelm, B. & Landex, A. 2012. Danish Key Performance Indicators for Railway Timetables. Artikke fra Trafikdage på Aalborg Universitet. Aalborg Universitet. Tanska: Aalborg. ISSN 1603-9696.

Sipilä, H. 2012. Simulation of rail traffic. Applications with timetable construction and delay modelling. Kungliga tekniska högskolan. Ruotsi: Tukholma. ISBN 978-91-85539-87-1.

Trafikanalys. 2019. Bantrafik. Saatavissa: <https://www.trafa.se/bantrafik/bantrafik/>

Tervonen, J. 2016. Ratamaksun perusmaksun kehittäminen. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lr_2016_ratamaksun_perusmaksun_web.pdf

Traficom. 2019. Rautatietilastot 2018. Traficomın tilastojulkaisuja 20/2019. Saatavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Rautatietilasto_2.12_uusi.pdf

Trafikverket. 2015. Noder i järnvägssystemet T20. Saatavissa: https://www.trafikverket.se/contentassets/00474dc7f3714d408ace88bd5dbbb287/noder_i_jarnvagssystemet_t20.docx.

Trafikverket. 2017. Riktlinjer täthet mellan tåg. Planeringsförutsättningar. Saatavissa: https://www.trafikverket.se/contentassets/35b4a988de1e427081a107288dba1995/riktlinjer_tathet_mellan_tag_t19.pdf

Trafikverket. 2019. Ruotsin rataverkon verkkoselostus 2019. Päivitetty 4.4.2019. Saatavissa: https://www.trafikverket.se/contentassets/cf2b915efa0a48828e08302e17099059/jnb2019_version_2019_04_04.pdf

UIC. 2013. UIC Code 406. Capacity.

Väylävirasto. 2019a. Rautatieliikenteen häiriökirjausten syykoodiston käyttö-käsikirja. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/ohje_2016_rautatieliikenteen_hairiokirjausten_web.pdf

Väylävirasto. 2019b. Rautateiden verkkoselostus 2021. Väyläviraston julkaisuja 46/2019. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-46_vs2021_web.pdf

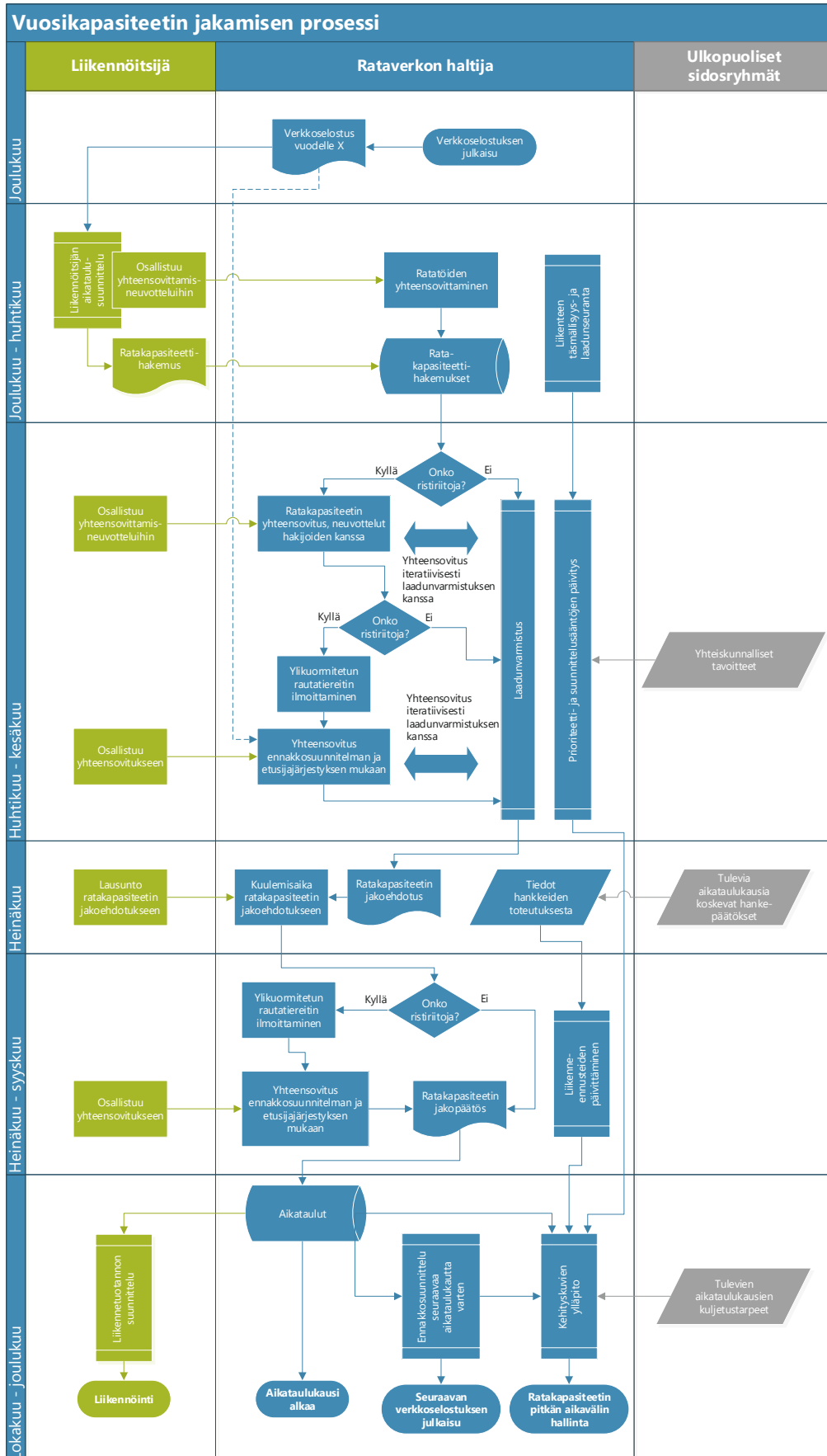
Väylävirasto. 2020a. Kaukoliikenteen matkat vuonna 2019 (kartta, pdf). Saatavissa: https://vayla.fi/documents/20473/23852/Rautateiden+kaukoliikennevirrat+2019_180220.pdf/aa78dcbc-3010-40cb-8569-a4a2f42b00a3

Väylävirasto. 2020b. Ratatiedon extranet.

Väylävirasto 2020c. Väyläviraston analytiikkaportaali. Vaatii käyttöoikeudet.

Westlund, J., Stenbacka, H., Persson, S. ja Wärn, P-Å. 2019. Trafikverket, Ruotsi. Haastattelu, Tukholma 18.6.2019.

Vuosikapasiteetin jakamisen prosessi ja eri osapuolten roolit





ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-317-780-2
www.vayla.fi