

RAUTATIE- tekniikka

1-2020

Raideliikenteen Teknisten ja Toimihenkilöiden Liitto RTTL ry
Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu



Rata 2020 -seminaari



YHDELLÄ MONITOIMI- KONEELLA USEAN KONEEN TYÖT

Lännen linjatyöjärjestelmällä varustettu ratatyökone on markkinoiden monikäyttöisin, kokonaistaloudellisin ja ympäristöystävällisin vaihtoehto raitinfran ympärivuotiseen kunnossapitoon ja rakentamiseen.

lannen.com



Building a better world
with fewer machines.

KUN LAATU JA TURVALLISUUS OVAT TÄRKEIMMÄT KRITEERIT



RAUTATIETO

Rautatieto tarjoaa johtavia asiantuntija- ja toteutuspalveluita rautateiden turvalaite- sekä liikenteenohjausjärjestelmiin

www.rautatieto.fi





LAATUKILPI

RADAN MERKIT JA RAUTA- RAKENTEET

Laatukilpi Oy
Opastie 10, 62375 Ylihärmä
06 4822 200 | info@laatukilpi.fi
www.laatukilpi.fi

ÄYRÄVÄINEN

RAUTATIE- tekniikka

Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu

Aikakauslehtien liiton jäsen

32. vsk ISSN-L 1237-1513

ISSN 1237-1513 (painettu)

ISSN 2242-3893 (verkkojulkaisu)

Julkaisija:

Raideliikenteen Teknisten ja Toimihenkilöiden Liitto RTTL ry

Päätoimittaja:

Laura Järvinen

Puh. 040 866 4959

[laura.jarvinen\(at\)sitowise.com](mailto:laura.jarvinen(at)sitowise.com)

Tilaukset ja yhteystietojen muutokset:

www.rautatietekniikka.fi

Pyynnöt postituslistalta poistamiseksi: [jari.aikas\(at\)vr.fi](mailto:jari.aikas(at)vr.fi).

Toimituskunta:

Erkki Helkiö

Juha Kansonen

Miia Kari

Matti Maijala

Risto Nihtilä

Markku Nummelin

Mauno Pajunen

Kalle Renfeldt

Janne Wuorenjuuri

Jari Äikäs

Talous:

Erkki Kallio

Ilmoitukset:

Varparus Oy, Esko Vartiainen

Puh. 0400 508 450

[esko.vartiainen\(at\)varparus.fi](mailto:esko.vartiainen(at)varparus.fi)

Mäntytie 5, 00200 Helsinki

Taitto:

Eero Laaksonen

Painopaikka:

Forssa Print Oy, Forssa 2020



Tampereen laskumäki
Viinikan ratapihan ete-
läpäässä. Kuva Markku
Nummelin

SITOWISE

Raudanlujat osaajat palveluksessasi!

Sitowise on rakennetun ympäristön asiantuntijayritys, joka tarjoaa asiakkailleen kaikki rakentamisen suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaaliset palvelut saman katon alta.

WWW.SITOWISE.COM

Tässä numerossa

Tervetuloa Rata 2020 -seminaariin!	7
Digirata – Suomen yhteinen polku ERTMS:ään – ja muuta	8
Inframallit osaksi hankkeen ohjausta	10
Uusi digitaalisuus – raideliikenteen turvalaitteiden kehityskaari ..	12
Joustavalla data-alustalla rautatieliikenteen tiedosta uutta arvoa. 14	
Suuret ratahankkeet	16
Tavaravaunujen digitalisointi – tulevaisuuden alustan rakentaminen	18
Tiedonlouhinta ja rautatiet – miten radanpito voi hyötyä tiedonlouhinnasta?	20
Ratainfra-tiedon digitalisointi Väylässä.	22
Raitiotiejärjestelmän, kaluston ja kaupunkirakenteen yhteensovittaminen case Tampereen raitiotie	24
Tampereen Ratikan liikennöinnin toteutus palveluallianssina	26
Raide-Jokerin työnaikaiset liikennejärjestelyt ja joukkoliikenne. ...	28
Liikenteen mikromallinnus kaupunkiraideliikenteen suunnittelun apuvälineenä, case Raide-Jokeri.	30
Raitiotie ja kiertoliittymät - huono vai hyvä yhdistelmä?	32
Kaupunkiliikenne kehittyy - kehittyvätkö arviointimenetelmät? ...	34
Data-analytiikan ja tekoälyn hyödyntäminen rataverkon kunnossapidossa	36
Rataurakoitsijoiden mobiilialusta RUMA parantaa turvallisuutta ja helpottaa ratatyöarkea.	39
Vakavin vika määrää kiskon käyttöiän	40
Kiskon sivukuluminen – kuinka vaarallista se on?	42
Pitkien vaihdepölkkyjen kaarevuuden merkitys geometriavirheisiin	44
Radan kunnonvalvonta matkustajaliikenteen junilla	46
Rataverkon ylläpidon rahoitustarveanalyysit omaisuuden hallinnan työkaluna	48
Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen -ohje	50
Seudullinen pikaraitiotieverkosto kestävän kasvun mahdollistajana	52
Pintavedenoton suhteen kriittisimmät väyläosuudet liikenteen ja väylänpidon kannalta	54
Ratainfra ja radanpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin	55
Kestävän kehityksen toimintatavat yksityisrahoitteisen ratahankkeen YVA-menettelyssä	56
Vieraslajit ja paahdeympäristöt LUIMA-hankkeella	58
Onko rautateiden yleissuunnitelmalla merkitystä ja mikä on kehityksen suunta?	60
Pyörävoima- ja pyöräprofiilien mittatiedon hyödyntäminen pyöräkertojen elinkaaren hallinnassa	62
Sähkövetoisten junien tehontarve Suomen rataverkolla – Simulointi apuna määrittelyssä	64
Mäkeenjäätien vähentämisen uudet keinot	66
Raitiojunan mahdollisuudet Suomessa	68
Tampereen Raitiotien varikon asetuslaittejärjestelmä.	70
Toimintaympäristön muutoksien vaikutukset ratajohtoverkkoon ..	72
Ratateknisten ohjeiden päivitystilanne	75
VÄYLÄ 300 - Uusi ratajohtotyyppi suomalaisille suurnopeusradoille	76
Rautatieliikenteen nopeuteen vaikuttavat tekijät	78
Rautatieliikenteen viestintäpalveluiden evoluutio	82
Oulun elastisten prototyyppivaihteiden ongelmakohdat.	84
Rautatievaihteiden omaisuudenhallinta	86
Ratapihojen kehityskuva ja verkollinen rooli	87
Asemanseutujen ja rataverkon maanomistus kehittyvän maankäytön mukana	89
Samanaikaisen rata-, katu- ja tiesuunnitelman sekä asemakaavaprosessin yhteensovittaminen, case Oritkarin kolmioraide, Oulu.	91
Kaavaprosessien yhteensovittaminen kansainvälisessä ratahankkeessa	93
Saavutettavuuden arvo - liikennehankkeiden dynaamiset vaikutukset kiinteistömarkkinaan	94
Duoraitiotien case-tarkastelut Suomessa	96
Raskas raideliikenne ja dynaaminen kaupunkikehitys	98
Uusien seisakkeiden periaatteet	100

Comforta

Functional Safety	102
Turvallisuusjohtaminen raideliikenteen turvajärjestelmiä toimittavassa PK-yrityksessä	106
Tietomallin hyödyntäminen riskienhallinnassa	108
Rakentamisen riskit laajoissa ja pienissä hankkeissa	110
Traficomien rautateiden poikkeamatietokanta ja poikkeamaraporttien hyödyntäminen rautatiealalla	112
Positiivisuutta turvallisuuspoikkeamien ja -havaintojen tutkimiseen ja käsittelyyn	114
Turvallisuuskulttuurin kehittäminen rautatiehankkeella	116
Turvallisuuskulttuurin arviointi – menetelmien kehitys	118
Kokemuksia vaativien hankkeiden turvallisuuskoordinaattorin tehtävistä, mm. metro, raitiotie, rautatie	120
RRK-mittarin kehitystyö	122
Tasoristeysturvallisuus Pohjoismaissa	124
Turvalliset ja esteettömät tulevaisuuden asemat	126
Tavaraliikenteen ja ratatöiden yhteensovittaminen	128
Liikenteen sujuvuuden ajankohtaiskatsaus ja täsmällisyysseurannan uudet raportointimahdollisuudet	130
Suomen rataverkon simulointimallin kehitystyö ja hyödyntämismahdollisuudet	132
Velho tulee - kaikki suunnitelma- ja toteumatiedot yhdessä paikassa - vihdoin!	134
Radanrakennushankkeen työvaihesuunnitelman mallintaminen	136
Liikenteenhallinnan kehityksen sadonkorjuuta ja itäviä siemeniä	138
Saumattomat matkaketjut ja integroidut maksuratkaisut parantavat raideliikenteen matkustuskokemusta	140
Asemien ja seisakkeiden kehittämistoimenpiteet matkaketju- ja asiakasnäkökulmasta	143
Asiakaslähtöinen palvelukehitys matkustajaliikenteessä - perustana data, digikyvykyys ja asiakasymmärrys	144
Junaliikenteen matkustajainformaation vastuujako ja kehitysnäkymät	145
Helsingin ja Ilmalan ratapihojen raiteistonkäytön suunnittelu ja ohjaus tulevaisuudessa	146

Haparanda line – connecting Sweden to Finland and Russia, and the Barents region	148
Driver Advisory System Application - Helsinki metro	150
ERTMS & Global Navigation Satellite Systems (GNSS)	152
Puisten tasoristeyskansien kehitys	154
Artificial Intelligence in railway operations and maintenance	156
Observing the Safety of the Railway Tunnel at General Design Phase	158



CONSOLIS
PARMA RAIL

PIDETÄÄN SUOMI RAITEILLAAN



Tahdotko varmistaa, että matkustaminen raitteilla on mukavaa ja turvallista vaativissakin olosuhteissa? Jatkuvan tuotekehityksemme tuloksena syntyvät edistykselliset ja huoltovapaat betoniset linja- ja vaihdepöykät sekä betoniset tasoristeykset. Yhteistyössä sisäryhmittämme Parman kanssa tarjoamme ratarakentamisen betoniratkaisut myös laajempina kokonaisuuksina.

Meillä saat monipuoliset ratkaisut juna-, raitiovaunu- ja metroluonteeseen sekä teollisuuden tarpeisiin. Ota yhteyttä, niin kerroimme lisää.

Markku Järveläinen, puh. 020 577 5456 • Petri Tampio, puh. 020 577 5453

Kuulumme kansainväliseen Consolis-konserniin yhdessä betonien valmistusalan merkittävimpien markkinajohtajien kanssa.

parma.fi
consolis.com

Ratatek

ammattina sähköradat

www.ratatek.fi

E POIKALA-PALVELUT OY

Väliuora 75, 46800 MYLLYKOSKI

Puh. 05 381 1024, 050 331 5612

fax 05 381 1109

www.epoikala-palvelut.fi



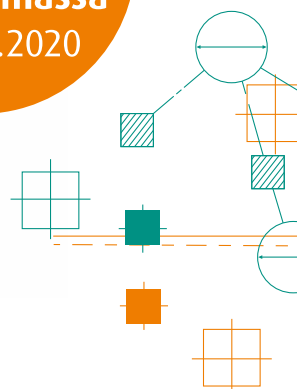
ALGOL
TECHNICS

Olemme
mukana
RATA 2020
-tapahtumassa
21.-22.1.2020

Rautatietekniikan erikoisosaaja vuodesta 1922

- Kiskokaluston tuotteet ja järjestelmät
- Huoltokalusto ja nostoratkaisut

algoltechnics.fi/rautatietekniikka



WINDHOFF

RAILSERVICES
always on track

KNORR-BREMSE

IFE Innovations
For
Entrance Systems

KLEIN
Anlagenbau AG

ELH

Tervetuloa Rata 2020 -seminaariin!

Suomen laajin rautatieammattilaisten tapahtuma, Rata-seminaari järjestetään nyt jo yhdenkättätoista kertaa. Tähän tapahtumaan kokoontuvat kahden vuoden välein rautatiealan asiantuntijat, opiskelijat ja päättäjät.

Rata2020-seminaarin järjestää Väylä, joka vastaa valtion liikenneverkosta, eli teistä, rautateistä ja vesiväylistä. Liikennejärjestelmää ylläpidetään ja kehitetään yhdessä muiden toimijoiden kanssa. Rautateillä eri osapuolten yhteistyön merkitys korostuu, sillä rautatieliikenne edellyttää eri toimijoiden, kuten infran haltijan, liikennöitsijöiden, liikenteenohjauksen ja kunnossapitäjien saumatonta yhteistyötä.

Väylän tavoitteena on toimiva, turvallinen ja kestävä liikennejärjestelmä, jossa ihmiset ja tavarat liikkuvat sujuvasti ja turvallisesti. Valtion rataverkon haltijana Väylä varmistaa rautatietoiintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmän avulla rautatiejärjestelmän turvallisuuden, luotettavuuden, käytettävyyden ja huollettavuuden. Väylä on sitoutunut vahvaan turvallisuuskulttuuriin ja edistää turvallisuutta kaikessa toiminnassaan. Toimiva turvallisuusjohtamisjärjestelmä on myös rataverkonhaltijan turvallisuusluvan ehto.

Rautateiden tekninen kehitys painottuu lähivuosina datansiirtojärjestelmien ja ohjelmistojen sekä automatisaation ja tietomallien kehittämiseen ja hyödyntämiseen. Näillä varmistetaan rautateiden kilpailukyky. Tarvitsemme kuitenkin edelleen lisää innovaatioita niin rataverkonhaltijoilta, liikennöitsijöiltä, kaluston toimittajilta kuin tutkimuslaitoksiltakin. Väylän näkökulmasta



erityisen tärkeää on yhteistyö liikennöitsijöiden kanssa, sillä tulevaisuudessa liikkuva kalusto tulee sisältämään entistä enemmän infraan liittyvää laitteistoa, mm. erilaisia mittauslaitteita.

Yksi tärkeimmistä käynnissä olevista hankkeista on Digirata-selvitysprojekti, jossa selvitetään vaihtoehtoja vanhentuvan kulunvalvontajärjestelmän (JKV) korvaamiseksi ja Suomen kytkeytymiseksi Euroopan rautatiejärjestelmiin (ERTMS) kustannustehokkaalla digitaalisella ratkaisulla. Tavoitteena on saada raiteille enemmän kapasiteettia ja kustannustehokkuutta ja siten lisätä rautatieliikenteen turvallisuutta ja toimintavarmuutta. Samalla luodaan kasvualustaa uusille palveluille ja lisätään ympäristöystävällistä rautatieliikennettä Suomessa.

Liikenne rautateillä perustuu paitsi tekniikkaan, myös osaamiseen ja tietoon. Rautateillä sitä saadaan mittalaitteista, radasta, mittavaunuista, liikkuvasta kalustosta ja liikenteenohjauksesta. Tiedon hallinta on tärkeä osa rautatiealan asiantuntijoiden työtä, jossa tarvitaan syvää rautatieosaamista. Suomen rautatietoiintojen on yhdessä varmistettava alan osaaminen. Tätä tavoitetta palvelee myös Rata2020-seminaari.

Tervetuloa!

Kari Wihlman
pääjohtaja
Väylä

Rata 2020 –tapahtuman on järjestänyt Väylävirasto yhteistyössä Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin kanssa

Järjestelyissä ovat olleet mukana:

Väylävirastosta Anna Jokela, Päivi Kokkonen ja Markku Nummelin sekä osaltaan kunkin luento-osuuden puheenjohtajat

Traficomista Kirsi Pajunen ja Heidi Niemimuukko

HRG Worldwide -yrityksestä Maxine Frisk ja Johanna Saarinen

Rautatietekniikka-lehestä Laura Järvinen ja Matti Maijala

Digirata – Suomen yhteinen polku ERTMS:ään – ja muuta

Johdanto

Keväällä käynnistettiin LVM:n ohjaamana ERTMS-selvitystyö-projekti. Tarkoituksena on tutkia laajasti Suomeen soveltuvan tulevaisuuden junien kulunvalvonnan toteutusta. Heti projektin alussa päätettiin, että laajennetaan viitekehystä kattamaan myös liikenteenhallinnan järjestelmät ja tutkia avoimin mielin ERTMS:n toteutusta. Näistä yhdessä syntyi Digirata. Samankaltaisia selvitystyitä on käynnissä Euroopassa ainakin Sveitsillä (Smartrail 4.0), Saksalla (Digitale Schiene) ja Iso-Britanniassa (Target 190+).

Juha Lehtola
Väylä

Jari Pylvänäinen
Finrail Oy

Yleistä selvitystyöstä

Selvitystyö toteutetaan yhdessä Suomen rautatietojimijakentän kanssa. Selvitystyö rakentuu Digirata-foorumin (entinen ERTMS-foorumi), Digirata ohjausryhmän ja Digiradan projektitoimiston ympärille (kuva 1).

Digirata foorumi	
Osallistajat:	Kaikki aiheesta kiinnostuneet tahot
Funktio:	Selvitystyön seuranta, tiedottaminen ja vaikuttamismahdollisuus
Digirata ohjausryhmä	
Osallistajat:	LVM (pj), Väylä, Traficom, TMFG/Finrail, VR ja HSL
Funktio:	Strategisen tason päätöksenteko ja tavoitteen asetanta
Digiradan projektitoimisto	
Osallistajat:	Rautatietojimijat, Väylä ja Finrail johtaa
Funktio:	Selvitystyön operatiivinen toiminta

Kuva 1, Digirata-hankkeen toimijakenttä

Projektitoimiston työskentelyä johdetaan projektiryhmässä, jonka tehtävänä on strategisen tason ohjaus, laadunvarmistus ja tavoitteiden täyttymisen varmistaminen. Projektissa työskennellään laajalla rintamalla yht'aikaisesti ja työtä ollaankin jaettu kahdeksaan osaprojektiin. Osaprojektien vetäjät muodostavat projektiryhmän. Yhdessä tekeminen on avainasia selvitystyön onnistumiselle.

Aikataulu

Hanke alkoi kesäkuussa 2019 ja työskentely oli täydessä käynnissä elokuun alusta kesälomien jälkeen. Vuoden 2019 aikana saadaan käytännössä kaikki selvitystyö tehtyä ja raportoitua projektille. 2020 alkuvuodesta työsetään aineistoa. Maaliskuussa 2020 luovutetaan loppuraportti toimenpide-ehdotuksiin ohjausryhmälle ja LVM:n käyttöön. Aikataulu on erittäin kunnianhimoisen, mutta realistinen.

Tavoitteet

Hankkeen tavoitteena on esittää ratkaisu Suomen tulevasta ERTMS-strategiasta sekä siihen liittyvistä muista kehitystoimenpiteistä digitalisaation näkökulmasta. Näistä laaditaan loppuraportti, jonka perustella pystytään tekemään päätös tulevasta. Lisäksi hankkeen lopputuleman perusteella päivitetään aikanaan EU:lle toimitettava kansallinen ERTMS täytäntöönpanosuunnitelma (NIP, National Implementation Plan). Kyseistä suunnitelmaa seurataan eurooppalaisten rautatietojimijoiden parissa aktiivisesti ja sen perusteella esimerkiksi laitetoimittajat tekevät strategiaansa Suomen suhteen. Olemme jakaneet tavoitteen konkreettisiin osiin (kuva 3).

<u>Laadullinen tavoite</u> • Kapasiteetin kasvattaminen nykyisillä Etelä-Suomen kaupunkiraitteilla ja pääradalla 20% - tehokkaimmalla mahdollisella keinolla • Selvitetään ATO:n mahdollisuus kaupunkiradoilla • Mahdollistaa täsmällisyyden 95%+ • Rautatieliikenteen toimintavarmuuden parantaminen • Turvallisuustason parantaminen • Positiivisten ympäristövaikutusten ja energiansäästämahdollisuuksien lisääminen • Kompetenssin kehittäminen rautatiealalla	<u>Kustannustehokkuustavoite</u> • Kustannusten ja hyötöjen perusteella tehdyt ratkaisuvaihtoehdot • Kokonaiskustannusten teknologinen optimointi Suomi-tasoisesti • Kalustoinvestointien ajoituksen optimointi <u>Teknologiatavoite</u> • Teknologialtaan moderni, elinkaarenhallinnan huomioiva ratkaisu • Mahdollistaa autonomisen liikenteen kaupunkirataosuuksilla, mahdollistaa liikenteenohjauksen optimoinnintekoälyn avulla • Mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon jalostamisen, jatkuvasti päivittyvät kapasiteetti- ja aikataulutiedot ja dynaamisen reagoinnin
---	--

Kuva 3, Konkreettiset osatavoitteet selvitystyön tulokselle

Tuloksista tähän mennessä

Selvitystyössä on tehty kattavaa selvitystä muun Euroopan ERTMS-toteutuksiin. On havaittu, että jokaisella maalla on omanlaisensa tapa toteuttaa ERTMS:ää, niin organisoitumisen, rahoituksen kuin tekniikan kannalta. Näin onkin todettavissa, että Suomen on luotava juuri Suomea palveleva strategia ja etenkin yhteinen tahtotila infran omistajan ja liikkuvan kaluston omistajien kesken. Teknologisesti voidaan todeta, että käynnissä on monenlaisia toteutuksia ja niistäkin Suomen on valittava juuri omia erityisolosuhteita palveleva ratkaisu. Perustelut erilaisille ratkaisuille ovat erittäin monimuotoiset ja riippuvat ennen kaikkea kussakin maassa vallitsevasta lähtötilanteesta. Perustelumie-

lessä tutkitaan erityisesti tulevaisuuden kehittymismahdollisuuksia, kapasiteetin kasvattamista pitkällä aikavälillä ja hyöty-kustannussuhdetta. EU ajaa voimakkaasti tehokasta ERTMS-imple-mentointia Euroopan laajuisesti ja Suomen onkin hyvä pysyä mukana tässä kehityksessä. Etenkin digitalisaation vyöryminen läpi Euroopan aiheuttaa voimakasta liikehdintää ERTMS-imple-mentoinneissa. Aikaisemmin monet maat ovat olleet haluttomia investoimaan ERTMS:ään, mutta nyt useat maat ovat käynnistä- neet mittavia digitalisaatio-ohjelmia, joiden osana toteutetaan ERTMS:ää vankaksi pohjaksi tukemaan tulevaisuuden kehitystä.

Seuraa Digirata-selvitystyötä

Hankkeen seuraaminen	
Twitter:	@Digirata_fi
WWW:	www.digirata.fi
Rata2020:	Esitys ja oma ständi Väylän osastolla
Digirata-foorumi:	Lisätietoja kirjoittajilta

Inframallit osaksi hankkeen ohjausta

Inframallintamalla kohde suunnitellaan kauttaaltaan, suunnitelmaa pystyy tarkastelemaan kolmiulotteisesti ja toteutuksen laatu paranee. Inframallit sisältävät paljon tietoa kohteesta ja inframallien avoimien tiedonsiirtoformaattien avulla tietoa pystytään siirtämään ja hyödyntämään koneluettavassa muodossa järjestelmästä ja ohjelmasta toiseen. Tämä toteutuu jo melko hyvin hankkeilla, kun suunnittelijat tuottavat suunnitelmat inframalleina ja urakoitsijat pystyvät hyödyntämään niitä työmaalla koneohjausjärjestelmissä. Hankkeen ohjauksesta inframallit jäävät kuitenkin helposti erilliseksi kokonaisuudeksi. Inframallien hyödyntäjien joukko on pieni ja siksi osa inframallien potentiaalista jää käyttämättä.



Annemari Kaaranka
Welado Oy

mutta suurimmalle osalle inframallit ovat vieras asia. Tämä koskee niin suunnittelijoita kuin urakoitsijoitakin, ei pelkästään hankkeen organisatiota.

Inframalliosaamista on hyödyllistä lisätä, mutta kaikkien ei silti ole tarkoituksenmukaista perehtyä asiaan syvällisesti. Hankkeella tuotettavaa inframalliaineistoa voitaisi kuitenkin hyödyntää laajemmin, jos inframalleista tehdään hankkeessa mukana oleville helpommin ymmärrettäviä ja käytettäviä. Tämä toimii tausta-ajatuksena toimiesäni tietomallivastaavana eri hankkeilla (Kuva 3). Seuraavassa käydään läpi joitakin vinkkejä ja haasteita siihen, kuinka inframallit saadaan osaksi

hankkeen ohjausta.

Taustaa

Tiedolla on erilaisia tasoja, joita voi kuvata esimerkiksi DIKW-pyramidilla (Kuva 1). Lyhenne DIKW tulee sanoista data (data), information (informaatio), knowledge (tieto) ja wisdom (viisaus / ymmärrys). Alimmaisena pyramidissa on data, joka on yksittäisiä tiedon osasia. Seuraavat tasot ovat informaatio, joka on järjestettyä dataa, tieto, joka muodostuu saadusta informaatiosta ja ymmärrys, joka on puolestaan tiedon hyödyntämistä ja tulkintaa henkilön osaamisen avulla. Mitä ylemmäksi tiedon tasoilla mennään, sitä enemmän tieto sisältää jäsentelyä, työstämistä ja inhimillistä ajattelua ja sitä vähemmän se on koneluettavaa ja käsiteltävissä irrallisena asiana. (Lähde: M. Myllylahti, Tiedon visualisointisovellusten käytettävyyden arvioinnista, Pro gradu 2010).

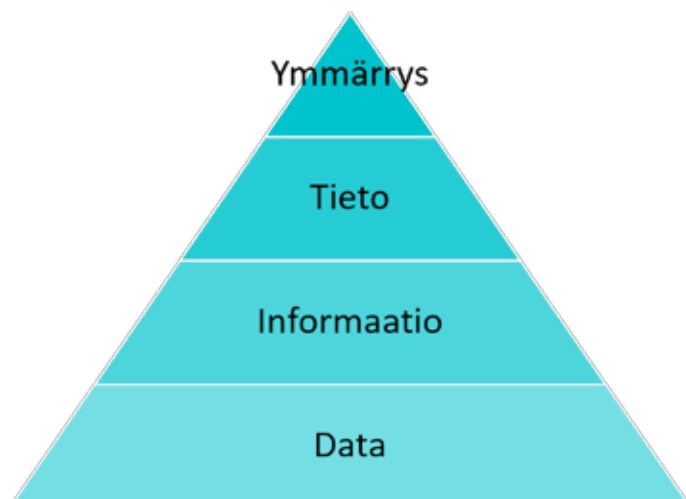
Vastaavasti tietopyramidin viereen voidaan asettaa ylösalainen pyramidi kuvaamaan hankkeella mukana olevien ihmisten inframalliosaamista (Kuva 2). Vain pieni osa on perehtynyt inframalleihin syvällisemmin, vähän suurempi osa tietää niistä jotain,

Vinkki #1 Hankkeelle oma tietomallivastaava

Suunnittelu- ja toteutustoimeksiantoihin nimettävien tietomallikoordinaattoreiden lisäksi hankkeelle kannattaa nimetä hankkeen oma tietomallivastaava, joka vastaa hankkeen inframalliasioista tilaajan ja koko hankkeen näkökulmasta. Etenkin, jos hankkeella on useita suunnittelu- ja toteutustoimeksiantoja, on tärkeää, että joku koordinoi toimeksiantojen inframallivaatimuksia sekä vastuunjakoa ja yhteensovitusta mallinnuksen osalta. Hyvä idea on laajentaa tietomallivastaavan toimenkuva koskemaan hankkeen muutakin tiedonhallintaa.

Vinkki #2 Tiedonhallinnan perusasiat kuntoon

Avoimien tiedonsiirtoformaattien lisäksi yhtä lailla avointa tiedonsiirtoa on se, että tieto ylipäätään on sitä tarvitsevien saatavilla. Jotta hankkeella koottava ja tuotettava aineisto on selkeä kokonaisuus ja tarvittavat tiedot on helppo löytää, kannattaa hankkeen tiedonhallinnan perusasiat miettiä kuntoon. Tämä



Kuva 1. Tiedon hierarkia



Kuva 2. Hankkeella mukana olevat ihmiset

ei koske pelkästään inframalleja vaan ihan kaikkea hankkeen aineistoa ja koostuu mm. selkeästä kansiorakenteesta, kansioiden ja tiedostojen nimeämisestä sekä aineiston dokumentoinnista. Jos hankkeen aikana on käytössä jokin tiedonhallinta-järjestelmä, joka mahdollistaa linkityksiä tai muita toimintoja, aineiston tulisi olla järkevä kokonaisuus myös myöhemmin järjestelmästä irrotettuna.

Vinkki #3 Inframallivaatimukset tarjouspyyntöasiakirjoihin

Eri hankintoihin liittyvät inframallivaatimukset kannattaa miettiä ja kirjata mahdollisimman tarkkaan tarjouspyyntöasiakirjoihin, että kaikille on selvää, mitä toimeksiannossa tullaan vaatimaan. Yleiset inframallivaatimukset ja Väyläviraston inframalliohjeet ovat hyvä lähtökohta vaatimuksille, mutta yleensä niitä on syytä tarkentaa ja miettiä, kuinka inframalleja halutaan hyödyntää juuri kyseisessä hankkeessa.

Haaste #1 Hanke etenee ilman inframallejakin

Vaikka hankkeella olisi tietomallivastaava ja hankintojen tarjouspyynnöissä inframallivaatimukset, voi inframallien hyödyntäminen silti jäädä aiottua vähäisemmäksi; hanke pystytään viemään läpi perinteisin tavoin, hankkeen tiimellyksessä ei löydy aikaa uusien asioiden ja toimintatapojen opetteluun, eivätkä inframallit ole tärkeysjärjestyksessä kovinkaan korkealla. Siksi on tärkeää, että **Vinkki #4 Hanke sitoutuu inframallien hyödyntämiseen**. Tietomallivastaavan on turha yksin huudella asiasta, jos ei saa vastakaikua muusta hankeorganisaatiosta. Kaikkien hankkeen osapuolien on sitouduttava yhdessä uusien toimintatapojen kehittämiseen, testaukseen ja opetteluun. Kannattaa myös tunnistaa milloin on kyse siitä, että uuden tavan oppimiseen menee aluksi aikaa ja milloin siitä, että uusi tapa onkin lopulta huonompi kuin vanha. Uusista toimintatavoista tulee olla jotain hyötyä vanhaan verrattuna – inframallien käytön ei pidä olla itse-tarkoitus. Joskus excel-taulukko on paras tietomalli ja poikkileikkauskuva paras tapa esittää tarvittavat tiedot.

Haaste #2 Tarvittavat ohjelmat

Inframallien visuaalinen tarkastelu ei onnistu yleisillä toimisto-ohjelmilla, vaan sitä varten pitää hankkia ja opetella omat ohjelmansa. Jotta inframallien käyttö yleistyisi, täytyisi inframallit olla helposti käytettävissä. Täydellinen olisi hankkeen ohjauksen tarpeisiin tehty ohjelma, jonka avulla pystyisi kattavasti hyödyntämään inframallien sisältämää tietoa. Sitä odotellessa yksi tapa on **Vinkki #5 Hyödyntää suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden ohjelmia**. Inframallien esittely eri tilanteissa vastuutetaan suunnittelijan ja urakoitsijan tehtäväksi. Jos haluaa itse tarkastella inframalliaineistoa, suunnittelija ja urakoitsija velvoitetaan toimittamaan tarvittavat lisenssit käyttämiinsä ohjelmiin. Ohjelmiin voi olla saatavissa esimerkiksi nettiselaimessa toimivia katselulisenssejä, jolloin ohjelmaa ei tarvitse erikseen hankkia tai asentaa.

Top 5 vinkit:

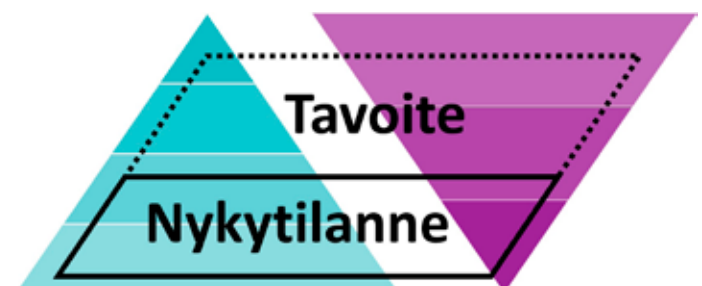
- Tiedonhallinta!
- Sitoutuminen muutokseen
- Hankkeelle tietomallivastaava
- Inframallivaatimukset tarjouspyyntöihin
- Inframallit mukaan kokouksiin

Haaste #3 Isot tiedostokoot

Isot tiedostokoot muodostuvat usein ongelmaksi inframalliaineistoa tarkasteltaessa. Esimerkiksi koko hankkeen inframalleista kootun yhdistelmämallin latautuminen kestää kauan, mallin tarkastelu ei toimi jouhevasti tai tietokone kaatuu. Suunnittelussa käytettävät tehotietokoneet suoriutuvat aineiston pyörittämisestä paremmin, mutta jos tietokonetta käytetään satunnaisen inframallien tarkastelun lisäksi lähinnä sähköpostien kirjoittamiseen ja toimisto-ohjelmien käyttöön, tehotietokone on siihen tarkoitukseen ylivoimainen. Asiaan pystyy vaikuttamaan sillä, että **Vinkki #6 Mietitään aineistokokonaisuudet** ja otetaan **Vinkki #7 Tiedostojen koot huomioon etukäteen**. Laajaa käyttöä varten voi olla tarpeellista koota kevennetty yhdistelmämalli, johon viedään vain oleelliset tiedot. Laajemmin aineisto on käytettävissä suunnittelijoiden omissa järjestelmissä. Esimerkiksi pistepilviaineistosta suunnittelija voi tehdä maanpintaa kuvaavan pintamallin, joka on tiedostokooltaan paljon pienempi, mutta käyttötarkoitukseen riittävä. Jos inframalleja pyörittelee vähän enemmän, tavallinen toimistokonekin soveltuu siihen paremmin, kun koneeseen valitaan **Vinkki #8 Parempi näytönohjain ja enemmän muistia**.

Vinkki #9 Inframallit osaksi kokouskäytäntöä

Mistä sitten lähteä liikkeelle, jotta inframallit saataisiin osaksi hankkeen ohjausta? Yksi tapa on ottaa inframallit osaksi kokouskäytäntöä. Eri kokousten asialistoihin lisätään inframalleille oma kohta, jolloin malliaineistoa tarkastellaan vähintään avaamalla kohteen yhdistelmämalli. Suunnittelija tai urakoitsija käy mallin avulla läpi suunnitelmat, muutokset ja työn etenemisen. Tällöin kokouksissa mukana olevat eri tekniikka-alojen asiantuntijat näkevät inframalliaineistoa ja pystyvät ottamaan kantaa siinä esitettyihin asioihin, vaikka eivät muuten olisi perehtyneet inframalleihin.



Kuva 3. Inframallit hankkeilla

Uusi digitaalisuus – raideliikenteen turvalaitteiden kehityskaari

Raideliikenteen infrastruktuurin digitalisointi nähdään tärkeänä keinona parantaa raideliikenteen kilpailukykyä ja houkuttelevuutta. Sen avulla on mahdollista lisätä liikenteen kapasiteettia ja parantaa junan kulun energiatehokkuutta. Rataverkosta voidaan vähentää fyysisiä ratalaitteita, mikä alentaa infrastruktuurin elinkaarikustannuksia ja laitteista aiheutuvia liikennehäiriöitä. Digitaalisella kunnossapidolla voidaan ennakoivasti huoltaa laitteita ennen niiden vikaantumista.



Jari Jussila
Siemens Mobility Oy

EuLynx, ERTMS, digitaalinen kaksonen, BIM, digiloikka, RCA, digitaalinen asetinlaite, pilvipalvelut, Shift2Rail, ETCS, Digirata, DAS, ESTW, DSTW, asetinlaite pilvessä, ATO, DTO, IP, cyber security, FRMCS, smart-rail 4.0, Ocora, UTO, Big Data, IoT, ... Kun tällä hetkellä keskustellaan raideliikenteen turvalaitteista, niin ei voi välttää kuulemasta uusista käsitteistä, uutta luovasta tuotekehityksestä, kunnianhimoisista suunnitelmista ja pitkälle vievistä strategioista. Nyt kaikkialla turvalaitetoimialla kohistaan digitalisaatiosta. Mitä tämä digitalisaatio tarkoittaa?

Turvalaitteiden kehitys

Digitaalisia asetinlaitteita on Suomessakin ollut jo 90-luvun alusta käytössä, jos digitaalisuudella tarkoitetaan, että turvalaitelogiikka on tehty ohjelmoimalla releiden - ja relekytkentöjen asemasta. Nämä asetinlaitteet toimivat esimerkiksi Intelin 8085 prosessoreilla ja ne ovat edelleen käytössä, niitä muutetaan ja rakennetaan edelleen. Näistä käytetään Suomessa nimitystä tietokoneasetinlaite. Kun ne tulivat markkinoille, niin muutos asetinlaitetasolla oli merkityksellinen aivan kuin nyt puhuttaessa turvalaitteiden digitalisaatiosta. Saksassa puhutaan vastaavasti elektronisesta (ESTW, Elektronisches Stellwerk) asetinlaitteesta, vastakohtana uuden digitalisaation digitaalisille asetinlaitteille (DSTW, Digitales Stellwerk).

ERTMS:n (European Railway Traffic Management System) tai sen turvalaiteosuuden ETCS:n (European Train Control System) kehitystyö alkoi 1980-luvun loppupuolella. ETCS on edelleen eurooppalaisen turvalaiterakentamisen perusta ja se tulee olemaan näin pitkälle tulevaisuuteen. ETCS:n rakentaminen on vasta alkuvaiheessa suuressa osassa Eurooppaa. Itse asiassa Euroopan ulkopuolelle on rakennettu enemmän ETCS-ratakilometrejä kuin Eurooppaan. EU:n toive ja tavoite onkin, että ETCS:n rakentaminen kiihtyy raideliikenteen digitalisoinnin mukana.

Tietokoneistuminen alkoi turvalaitteissa jo kymmeniä vuosia sitten. Nyt tapahtuvan kehityksen kohdalla voidaan puhua 'uudesta digitalisaatiosta', joka tarkoittaa ennen kaikkea tiedonsiirron vallankumousta turvalaitteissa. Digitaalisuus on digitaalisesti yhdistetty ratainfrastruktuuri. Nykyään yleisesti asetinlaitteiden kohdalla yksi asetinlaite voi ohjata noin 13 km:n pituista

rataosaa. Tämä rajoitus tulee ratalaitteiden, kuten opastimien ja vaihteiden, ohjausetäisyydestä asetinlaitteesta. Tulevaisuudessa etäisyys on käytännössä rajoittamaton asetinlaitteiden IP-pohjaisissa tietoverkoissa. Radalla olevat turvalaitteet, kuten opastimet ja raiteen vapaa ilmaisu, ovat 'virtualisoitavissa'. Jäljelle jää vaihteen kääntölaite, joka edelleen tarvitaan fyysisenä laitteena radalla. Sen ohjaus tapahtuu kuitenkin IP-verkon kautta. Sähkönsyöttö ratkaistaan kyseiselle kohteelle parhaiten soveltuvalla tavalla.

Suuret odotukset

Digitalisaation odotetaan tuovan kapasiteettihyötyä ja kustannushyötyä rautateille. Kapasiteettihyöty tarkoittaa sitä, että rataverkolle saadaan liikennöimään tiheämpi liikenne raiteita lisäämättä. Suuri kustannushyöty on mahdollista saavuttaa ratalaitteiden vähentämisen kautta, mikä tarkoittaa alempia investointi- ja kunnossapitokustannuksia. Pienempi ratalaitemäärä tarkoittaa myös pienempää laitevikojen mahdollisuutta, josta seuraa liikenteelle aiheutuvien häiriöiden vähentymistä. Tämä on myös merkittävä kustannushyöty.

ETCS:n kohdalla suurimmat odotukset kohdistuvat tällä hetkellä ETCS:n tasoon 2, jossa kulunvalvontatieto siirretään junan ja radan välillä radioteitse langattomana tiedonsiirtona. Tässäkin tapauksessa tiedonsiirron laadulla on suuri merkitys saavutettavan kapasiteettihyödyn kannalta. Tiedonsiirron rooli korostuu entisestään, kun mukaan liitetään ATO (Automatic Train Operation). ATO ohjaa junaa automaattisesti ilman kuljettajan toimenpiteitä liikenteenhallintajärjestelmästä ja radalta saatavan tiedon perusteella. ATO:n tavoite on energiansäästö ja parantunut täsmällisyys kapasiteettihyödyn lisäksi.

Saksassa on 2500 asetinlaitetta ja Suomessa 350 asetinlaitetta laitetoimissa radanvarrella. Tulevaisuudessa nämä voidaan keskittää ja yhdistää jopa yhteen rakennukseen. Norja on jo tätä toteuttamassa. Norja päätti digitalisoida ja yhdenmukaistaa koko ratainfrastruktuurin turvalaitteet. Norjan toteutus käsittää ETCS:n taso 2:n ATO:lla (GoA2) ja taso 3:n mahdollisuuden (hybrid moving block). Asetinlaitteet ja RBC:t (Radio Block Centre) on keskitetty yhteen rakennukseen, josta on standardoitu IP-rajapinta kuituverkolla (EuLynx) radan varren ohjauskaapeihin -tai kontteihin. Näissä olevista ohjausyksiköistä ohjataan vaihdemoottoreita, akselinlaskentaa, baliiseja ja tasoristeyslaitoksia, jotka kaikki uudistetaan yhdenmukaisiksi koko maassa. Datakeskuksessa sijaitsevat 22kpl asetinlaitteita ja 22kpl RBC:tä, jotka vastaavat koko Norjan turvalaiteohjauksesta. Toinen datakeskus toimii varalla, jos käytössä oleva datakeskus tuhoutuu.

IP-tiedonsiirto mahdollista myös langattoman tiedonsiirron ohjattaviin elementteihin radan varrella. Tällä vältetään esimerkiksi kuituyhteyden rakentaminen kaukana olevalle kohteelle.



Tässäkin tapauksessa sähkönsyöttö pitää toteuttaa kohteelle paikallisesti tai kauempaa syötettynä.

Asetinlaitteiden käynnissä oleva kehityskaaren seuraavat askeleet ovat pilviasetinlaitteet. Asetinlaitteen turvalaitelogikka voidaan asentaa markkinoilla oleviin tietokoneisiin (COTS, commercial off-the-shelf). Ohjelmisto voi olla laite -ja käyttöjärjestelmäriippumaton, jota tarjotaan pilvipalveluina.

Digitaalinen elinkaari

Digitalisointi liittyy paljon muuhunkin kuin itse rakentamiseen ja operointiin. Suunnittelu, kunnossapito, koulutus ja esimerkiksi asemat tulevat osaksi digitalisaatioympäristöä.

Rautateiden turvalaitteissa BIM (building information modeling) viittaa infrastruktuuriin, rakennusten ja rataelementtien suunnitteluun, rakentamiseen ja operointiin. BIM käsittää tiedonhankinnan, tiedon muokkauksen, 3D-mallinnuksen ja sovellukset (apps) rataelementeille. Tiedonhankinta tarkoittaa yleensä radan skannaamista. Skannattu data käsitellään edelleen soveltuvaksi

muille sovelluksille. Skannattua dataa käytetään myös 3D-mallinnukseen. Esimerkiksi Norjan projektissa sovelletaan BIM -metodia.

Kunnossapito on suuri hyötyjä digitalisoinnissa. Digitaalisista laitteista saatavaa valtavaa tietomäärää voidaan analysoida ja jatkojalostaa algoritmeilla. Käsiteltyä dataa voidaan hyödyntää ennakoivassa kunnossapidossa, laitteiden elinkaarihallinnassa ja huoltosyklien optimoinnissa.

Lisääntyvän digitalisoinnin yhteydessä tietoturva (cyber security) tulee huomioida osana turvalaitteiden riskianalyysia ja toteutusta systemaattisemmin ja käyttämällä standardeja (IEC 62443 ja ISO 27001) turvalaitteiden elinkaaren aikana. Tietoturvan varmistamisessa voidaan käyttää mm. VPN:ää, palomureja, datadiodeja, salausta, autentikointia, kovennusta ja fyysisiä esteitä.

Turvalaitteiden tehtävänä jatkuu junien kulun turvaaminen korkealla turvatasolla (SIL4) myös digitaalisessa IP-ympäristössä.

Joustavalla data-alustalla rautatieliikenteen tiedosta uutta arvoa

Rautatieliikenteen palvelut tulevat kehittymään entistä nopeammin kiitos digitalisaation, ilmastotalkoiden, markkinoiden avautumisen ja alan uudelleen organisoitumisen. Yhtenä keskeisenä tekijänä muutoksessa tulee olemaan tiedon laaja ja innovatiivinen hyödyntäminen. Datan haltuunoton pohjien rakentaminen on jo hyvässä vauhdissa, mutta liiketoimintojen ja alan yhteistyö kehittäminen tulee ratkaisemaan tiedon hyödyntämisen hyödyt.

Rautatieliikenteen toimiala on perinteinen, jossa turvallisuus, luotettavuus (täsmällisyys) ja tehokkuus ovat olleet vuosikymmeniä toiminnan ja sen kehittämisen keskiössä. Ne ovat prioriteetteja myös jatkossa, mutta rinnalle ovat tulleet myös sellaisia tavoitteita kuin asiakaslähtöisyys, ekologisuus ja markkinoiden avautuminen. Näiden kaikkien tavoitteiden saavuttamisen keskiössä on uusi teknologia, uudet toimintatavat ja prosessit. Tiedon hyödyntäminen avaa uusia mahdollisuuksia organisaatioiden toiminnassa ja luo uudenlaiset edellytykset alan ekosysteemin kehittymiselle.

Arvon tuoton rakentaminen lähtee liikkeelle strategiatyöstä: strategisista tavoitteista ja niistä johdetuista operatiivisista tavoitteista. Datastrategia on tärkeä osa strategiatyötä. Olennaista on, että organisaatio hahmottaa tarpeet ja tulokset, joita datan jalostamisella ja hyödyntämisellä haetaan. Pysyvän datavykykyyden rakentamiseksi on data-ohjautuvan kulttuurin luominen avainasemassa. Se pohjautuu systemaattiseen tiedon keruuseen ja faktoihin pohjautuvaan toimintaan. Hypoteesit, prototyypit ja jatkuva priorisoiminen ovat hyviä työkaluja arjessa.



*Mikko Varjos
Solita Oy*

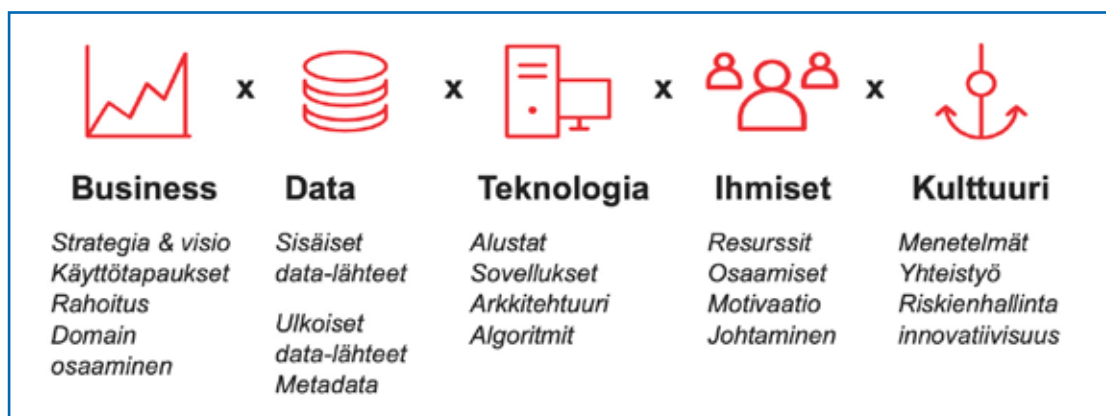
Datan hyödyntäminen lähtee asiakasymmärryksestä

Tavoitteiden kirkastamisen lisäksi on olennaista muodostaa kattava asiakasymmärrys datan arvon ymmärtämiseksi. Liiketoiminta-arvon tuottaminen on mahdollista saada vasta, kun yritys hahmottaa asiakkaidensa monimuotoiset tarpeet, tavoitteet ja myös niiden saavuttamisen esteet. Näiden tarpeiden selvittämiseksi tarvitaan datan liiketoiminnan suunnittelua (data business design). Siinä tunnistetaan datan arvo ja kasvatetaan liiketoimintahyödyt ja liiketoimintaprosesseja kehittämällä. Rautatieliikenteen asiakas-käsite tulee nähdä laajasti.

Riippuen organisaatiosta, asiakas voi olla matkustajan lisäksi kunnossapidon urakoitsija, väyläviranomainen, junaoperaattori, liikenteenohjaus, MaaS-operaattori, taksiyrittäjä tai vaikkapa matkailuyritys. Hahmottamista auttaa oman organisaation sijoittaminen ekosysteemin keskiöön, missä eri asiakasryhmät ja sidosryhmät muodostavat kerroksia ekosysteemissä liiketoimintatarpeineen ja prosesseineen.

Data-alusta, datan hyödyntämisen kivijalka

Tavoitteiden kirkastamisen lisäksi tarvitaan luonnollisesti myös teknologiaa datan keräämiseksi, jalostamiseksi ja jakamiseksi. Joustava ja skaalautuva tietovarasto alati muuttuvan liiketoimintaympäristön palvelemiseksi on elinehto dataohjautuvassa liiketoiminnassa. Moderni pilvipohjainen tietovarasto antaa työkalut tiedon rakenteiselle mallintamiselle, mikä tukee liiketoimintojen kyvykkyyttä kehittää toimintojaan ja rakentaa uusia palveluja operatiivisten järjestelmien vaihtuessa ajan myötä.



Rautatieliikenteen liiketoimintamallit ja palvelut tulevat kehittymään tulevaisuudessa entistä nopeammin. Esimerkiksi Digirata-hanke tuo mukanaan uutta teknologiaa ja dataa, jonka hyödyntäminen tulee mahdollistaa jo tänään rakennettavissa alustassa.

Rautatieliikenteen data muuttaa toimintamalleja

Rautatieliikenteessä syntyy luonnostaan paljon dataa eri laitteista, järjestelmistä ja palveluista. Esimerkiksi kaluston kunnossapidon näkökulmasta kaluston eri järjestelmistä kerättävä diagnostiikkadata antaa kunnossapidon operatiivisella ohjauksella pohjan vikojen ennakkoinnille. IoT-datan (esim. telien anturoinnit) avulla voidaan datapohjaa rikastaa entisestään tavoitteena kaluston huolto-ohjelmien optimointi ja elinkaaren hallinta. Data-alusta mahdollistaa kerätyn datan jatkojalostamisen liiketoimintamallien kehittämisen tuoden uudenlaista tehokkuutta ja kilpailukykyä.

Myös väylänpidon näkökulmasta vastaavasti rautatievaihteiden huoltomalli voidaan muuttaa määräaikaishuolloista kuormitukseen perustuvaksi. Näin resurssit voidaan kohdentaa aikaisempaa paremmin ja vähentää laitteiden rikkoutumisia. Monipuolisten datalähteiden ja analytiikan avulla myös väylien kunnossapidolla on mahdollisuus siirtyä ennakoiwaan huoltoon ja kunnossapitoon. Ennakoiva kunnossapito lupaa hyötyjä niin huollon säästöjen kuin laadukkaamman väylänpidon muodossa.

Liikenteenohjaukselle dataan perustuva liiketoiminta tietää aikaisempaa parempaa ymmärrystä liikenteen tilanteesta, sekä kykyä tunnistaa ja reagoida ongelmatilanteisiin liikenneverkolla. Liikenteenhallinnan operatiiviset järjestelmät tuottavat monipuolista tietoa erilaisista aikatauluista, tapahtumista ja vikatilanteista. Eri tietotyyppien yhdistely ja historiadataan perustuva analytiikka rikastavat ymmärrystä tapahtumista rautateillä, jolloin liikenteenohjauksessa on parempi kyky reagoida tilanteisiin ja keskittyä arvoa tuottavaan työhön rutiinien sijasta.

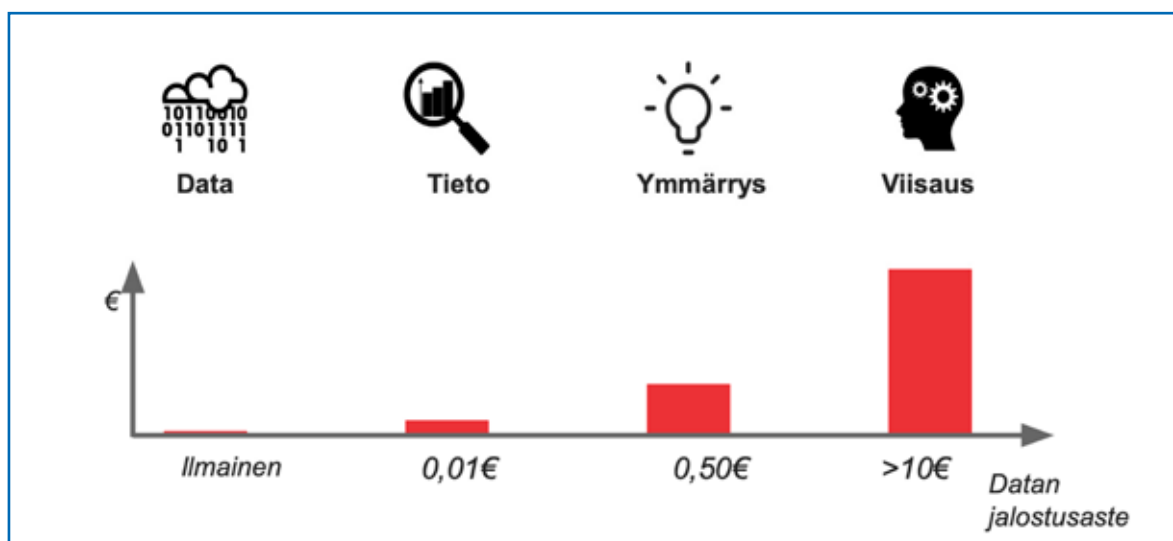
Digirata-hanke tulee toteutuessaan muuttamaan rautatieliikenteen ympäristöä merkittävästi. Eri osapuolten toiminnot ja prosessit tulevat digitalisoitumaan, mikä tuo mukanaan uusia mahdollisuuksia datan hyödyntämiseen. Digiradan mukanaan tuomat mahdollisuudet koskevat niin kalustopuolta, väylänpitoa kuin liikenteenohjaustakin.

Suurimmat hyödyt saavutetaan ekosysteemitasolla

Yksittäisen organisaation toiminnan muuttuminen asiakaslähtöisemmäksi, tehokkaammaksi tai reaaliaikaisemmaksi ovat tärkeitä hyötyjä, joita voidaan saavuttaa organisaation datan halluutotolla. Suurimmat mahdollisuudet ovat kuitenkin datan laajassa jakamisessa ja organisaatioiden yli tapahtuvassa hyödyntämisessä. Ensimmäinen askel tapahtuu rautatieliikenteen ekosysteemitasolla datan hyödyntämisessä. Seuraava taso laajentaa ekosysteemin käsittämään koko liikennejärjestelmää ja eteenpäin koskemaan myös muita toimijoita palveluketjuissa liikenteen ulkopuolella.

Dataekosysteemit eivät tunnu syntyvän itsestään, vaan tarvitaan jonkinlaista koordinoitua yhteisten sääntöjen ja toimintamallien luomiseksi. Datan laatu, SLA, käytettävyys (standardit, formaatit), monetisointi, tietoturva ja tietosuojat ovat teemoja, joista tulee sopia datamarkkinoiden käynnistymiseksi. Tämän työn edistämiseksi tarvitaan mielellään jokin riittävän puolueeton taho. Traffic Management Finlandin strateginen hanke Digitraffic 2.0 on esimerkki, joka omaa hyvät edellytykset liikenteen ekosysteemin kiihdyttämiseksi. Sen tavoitteena on tarjota datan markkinapaikka avoimen datan jakamiselle ja kaupallistamiselle liikenteen kaikille toimijoille.

Toivottavaa on, että toimijat laajasti myös rautatieliikenteessä osallistuvat niin oman datansa jakamiseen kuin tarjolla olevan hyödyntämiseen. Saavutettavat hyödyt saavutetaan vain ja ainoastaan yhteistyössä ja yhdessä. Ja pitämällä asiakas toiminnan keskiössä.



Suuret ratahankkeet

Esitelmässä käydään läpi valtion rataverkon käynnissä ja suunnittelussa olevia suuria, yli 50 M€ ratahankkeita. Esitelmän fokuksen ulkopuolelle jätetään ns. tunnin junat ja Tallinnan tunneli sekä Pissararata niiden keskeneräisen päätöstilanteen vuoksi.

Käynnissä olevat valtion rataverkon suuret kehittämishankkeet

Käynnissä oleviksi hankkeiksi on tässä esitelmässä luokiteltu sellaiset hankkeet, jotka ovat varmistaneet toteutusrahoituksensa, vaikka työt maastossa eivät olisi käynnistyneet.

Luumäki-Imatra-Venäjän raja, ratayhteyden parantaminen

Hankkeen tavoitteena on henkilöliikenteen palvelutason ja tavaraliikenteen toimintaedellytysten parantaminen. Tavoitteena on myös parantaa liikenteen täsmällisyyttä ja liikenneturvallisuutta sekä vähentää meluhaittoja. Hankkeen toimilla tullaan parantamaan yhteyden kapasiteettia sekä kehitetään Suomen ja Venäjän välisen henkilö- ja tavaraliikenteen toimintaedellytyksiä. Hankkeessa toteutetaan radan perusparannus välille Luumäki-Imatra tavana, kaksoisraide välille Joutseno-Imatra tavana, yksi uusi raitteenvaihtopaikka ja kolme uutta kohtaamisraidetta. Lisäksi hankkeessa toteutetaan ns. 364-paketin alla uudet ratasillat Mansikkakoskelle ja Saimaan kanavan yli. Samoin Imatran asemanseudun järjestelyt kuuluvat hankkeen piiriin. Koko hankelaajuuden kustannusarvio on tällä hetkellä 193 M€.

Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen, I-vaihe

Suomen vilkkaimmin liikennöidyn rataosan Helsinki-Riihimäki välityskyä parannetaan, toimintavarmuutta lisätään ja häiriöherkkyyttä pienennetään toteuttamalla sujuvammin liikennöitäviä vaihte- ja raideyhteyksiä liikennepaikoille ja rakentamalla lisäraide Ainolan ja Purolan välille. Lisäksi hankkeessa parannetaan Riihimäen aseman palvelutasoa mm. korkeilla laitureilla. Hanke sisältää myös merkittäviä turvalaitemuutoksia, mm. uuden Keravan asetinlaitteen. Hanketta on rakennettu vuodesta 2016 ja se on suurelta osin valmis, kokonaisuudessaan hanke valmistuu vuoden 2020 lopulla. Kokonaiskustannusarvio hankkeessa on 150 M€.

Helsingin ratapihan toiminnallisuuden parantaminen

Helra-hankkeen tavoitteena on lisätä Helsingin ja Pasilan välistä ratakapasiteettia, vähentää liikennehäiriöistä aiheutuvia haittoja, nopeuttaa junaliikenteen elpymistä häiriötilanteista ja parantaa junaliikenteen täsmällisyyttä. Nämä toteutetaan parantamalla junien kulunvalvontajärjestelmää, sekä rakentamalla ratapihalle uusia vaihteyhteyksiä. Hanke on suurelta osin valmis ja se valmistuu lopullisesti vuoden 2020 aikana. Hankkeen kustannusarvio on tällä hetkellä 55 M€.



Esa Sirkkiä
Väylä

Tampere-Seinäjoki turvalaitteiden uusiminen

Tampere-Seinäjoki-rataosan turvalaittejärjestelmä on elinkaarensa lopussa ja erittäin häiriöherkkä. Hankkeessa korvataan turvalaittejärjestelmä kokonaisuudessaan, Tampereen, Lielahden ja Seinäjoen liikennepaikkoja lukuun ottamatta. Hankkeen tavoitteena on varmistaa rataosan häiriötön käyttö ja parantaa sen käytettävyyttä. Samalla vähennetään merkittävästi koko Länsi-Suomen junaliikenteen häiriöherkkyyttä. Hankkeen kustannusarvio on 70 M€ ja sen työt ovat käynnistyneet syksyllä 2019.

Kouvola-Kotka/Hamina

Hankekokonaisuus kattaa Kouvola-Kotka/Hamina -välin peruskorjausta, akselipainon noston 250 kN, turvalaitteiden uusimista, sekä Kotkan Kotolahden ratapihan raiteiston laajentamisen ja Hovinsaaren ratapihan muutostarpeet sekä Kouvola-Kotka välin linjaosuuden välityskyä parantavat toimenpiteet. Hanke on aloitettu syksyllä 2019 ja työt maastossa alkavat kesällä 2020. Hankkeen kustannusarvio on 98 M€.

Joensuun ratapiha

Hankkeessa ratapihan toimintavarmuutta parannetaan uusilla turvalaitteilla ja liikenteen hoitoraitteilla. Junaliikenteen täsmällisyyttä parannetaan muun muassa pääraiteen siirrolla, henkilö- ja tavaraliikenteen eriyttämisellä ja sähköistyksillä. Ajanmukainen ja toimiva ratapiha tulee tukemaan Joensuun asemanseudun muuta kehittämistä. Hankkeen toteutus on aloitettu, vuoden 2020 aikana tehdään lähinnä suunnittelua. Hankkeen kustannusarvio on 74 M€.

Suuret sähköistyshankkeet

Alkamassa on kaksi suurta sähköistyshanketta; Ylivieska-Iisalmi, joka sisältää myös Iisalmen kolmioraitteen toteutuksen, kustannusarvio yhteensä 55 M€ ja Hanko-Hyvinkää rataosan sähköistys, joka sisältää 165 km sähköistyksen lisäksi taseoristeysten poistoja ja parantamisia, kustannusarvio 62 M€.

Tulevaisuuden suuria ratahankkeita

Suunnitelluista suurista ratahankkeista puhuttaessa on käsitelty sellaisia hankkeita, joiden toteutuminen vaikuttaa todennäköiseltä. Hankkeiden suunnitteluvalmius on hyvä tai ne ovat saaneet erillistä suunnittelurahaa valtion talousarviossa. Tämä esitelmä ei ota kantaa hankkeiden mahdollisen toteutumisen prioriteettijärjestykseen.

Espoo-rata

Espoo-rata lisää rataosalla Leppävaara-Kauklahti raiteiden määrän kahdesta neljään, jolloin hitaampi lähiliikenne ja nopeampi kaukoliikenne voidaan erottaa eri raiteille. Junaliikenteen häiriöt pienenevät ja täsmällisyys paranee koko yhteysvälillä Helsinki-Turku. Espoo-rata on myös ensimmäinen vaihe Helsinki-Turku

nopean junanyhteyden hankkeessa. Hankkeen kustannusarvio on 275 M€, jonka lisäksi alueen kunnat toteuttavat hankkeen yhteydessä erilaista katu- ja kevyen liikenteen infrastruktuuria yhteensä 56 M€ arvosta. Hankkeen toteutusajaksi on arvioitu 3-5 vuotta.

Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen, II-vaihe

Helsinki-Tampere raideliikenteen palvelutason kehittäminen edellyttää toimenpiteitä vaiheittain koko yhteysvälillä. Käynnissä olevan ensimmäinen vaihe painottuu liikennepaikkojen parantamiseen ja toinen vaihe lisäraiteiden toteuttamiseen linjaosuuksille. 2.-vaiheessa toteutetaan mm. lisäraiteet väleille Kerava-Ainola ja Ainola-Purola sekä tavaraliikenneraide välille Hyvinkää-Riihimäki. Hankkeen kustannusarvio on 273 M€.

Tampereen henkilöratapiha

Tampere on henkilöliikenteen vakioaikataulujärjestelmän keskeisin junanvaihtopaikka. Ratapihan raiteet ovat päivittäin ruuhkautuneita. Hankkeessa on tarkoitus toteuttaa kolmas henkilöliikenteen välilaituri, kattaa laiturit uusilla katoksilla, toteuttaa henkilöjunien huoltoraiteet ja tarvittavat raide-, turvalaite- ja sähköratamuutokset sekä alueen silta- ja katumuutokset. Hankkeen kustannusarvio valtion osalta on 102 M€.

Edellä mainittujen suunnitteluhankkeiden lisäksi vireillä on huomattava määrä erilaisia tarveselvityksiä, joista kehittyy uusia hankkeita. Samoin pienempiä, mutta kuitenkin merkittäviä ratakohteita on sekä toteutuksessa että suunnittelussa suuria määriä.



Kevyt ratkaisu raskaaseen rakentamiseen

Leca®-kevytsora on todistetusti pitkäikäinen ja kevyt – painoa vain viidennes kiviainekseen verrattuna! Monipuolisin ja kustannustehokkain kevennysratkaisu myös ratarakentamiseen.



Tavaravaunujen digitalisointi – tulevaisuuden alustan rakentaminen

Älykäs vaunu on tärkeä osa tulevaisuuden tavarajunaa.

Tausta

Maaillalla teknologia kehittyy jatkuvasti kiihtyen ja taskuun mahtuu enemmän prosessointivoimaa, kuin mitä tarvittiin kuuhun päästäksemme. Kuitenkin edelleen rautateiden tavaraliikenteessä taistelee joukko insinöörejä ja mekaanikkoja toistuvien mekaanisten ongelmien kanssa. Tavarajunia operoidaan samoilla ohjeilla, jotka voi lukea 1971 julkaistusta ”Vaunujen uudet jarrulaitteet -käyttöohjeita” -kirjasesta. Tuon 50 vuoden aikana on tapahtunut useita teknisiä murroksia, joista esimerkiksi vaikka hydraulikka, automatisaatio ja tietotekniikka. Yksi näistä murroksista ei ole vaikuttanut tavaravaunuihin.



Sami Saloheimo
VR FleetCare

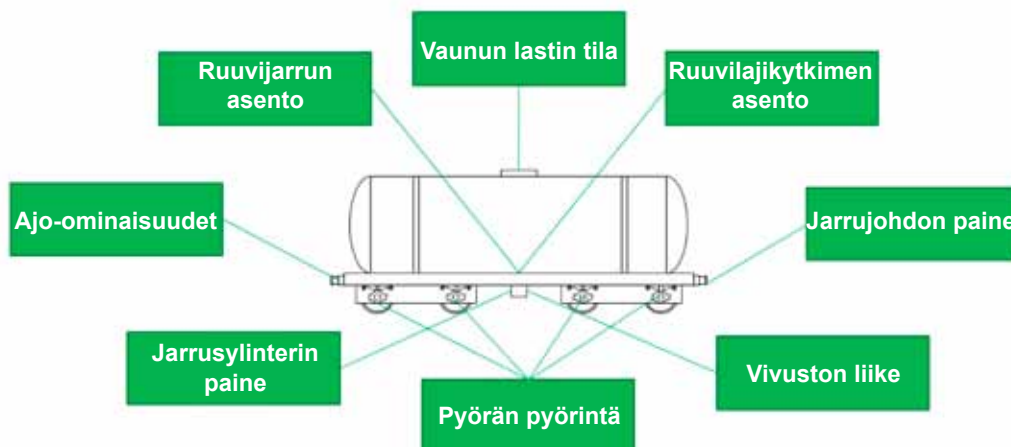
Tavarajunan automatisointi

Junaliikenteen älykäs murros tarkoittaa liikenteen automatisointia. Automatisointia kuvaa Grade of Automation (GoA), jolla on 5 eri tasoa. GoA 0 tarkoittaa täysin manuaalista junaa ja GoA 4 taas täysin autonomista junaa. Matkustajaliikenteessä GoA 4 tason junia on olemassa ympäri maailmaa, mutta tavaraliikenteessä ne ovat harvinaisia. Automaattisia tavarajunia on liikenteessä (tai testissä) vain kahdessa maassa: Australiassa ja Venäjällä. GoA 4 on helposti saavutettavissa, mikäli liikennejärjestelmä koostuu vain yhdestä suljetusta järjestelmästä, kuten metrosta tai kaivos-tehdas välisestä liikenteestä. GoA 4:n toteuttaminen avoimessa ympäristössä, kuten Suomen radoilla, onkin suurempi haaste.

Jotta täysin automaattinen liikenne voidaan luoda, tarvitaan älykkäät järjestelmät, älykkäät veturit, älykkäät vaunut ja älykäs rata. Koska tämän artikkelin aiheena on tavaravaunut, niin keskitytään siihen ja haaveillaan noista muista tämän lehden muilla sivuilla.

Älykäs vaunu

Älykäs vaunu on tärkeä osa tulevaisuuden tavarajunaa useastakin syystä. Ensinnäkin jo mainittu GoA 4 -tason liikennejärjestelmän täytyy tietää, mitä kullekin liikenteessä olevalle vaunulle ja niiden toimilaitteille kuuluu. Toisaalta tulevaisuuden vaunulta halutaan pidempää elinikää, parempaa luotettavuutta ja edullisempaa ylläpitoa, joten vaunu pitäisi myös osata kertoa omasta ja komponenttiansa hyvinvoinnista. Myöskään asiakkaiden vaatimia uusia palveluita ei voida unohtaa, joten sen tulisi pystyä ilmoittamaan kantamansa lastin tietoja ja tuottaa asiakkaille lisäarvoa kuljetuksen aikana erilaisten mittauksen avulla. Kaiken päälle tulevaisuuden tavaravaunun on oltava entistä turvallisempi, mikä on mahdollista, mikäli vaunut alkavat tekemään hälytyksiä epänormaalista käyttäytymisestään.



Kuva 1. Tavaravaunusta mitattavat suureet

Mitattavat suureet ja niiden käyttö

Mittauksilla voidaan todeta muun muassa seuraavaa (kuva 1):

- Jarrutuksen tapahtuminen
- Vaunun jarruttomuus
- Jarrujen kiinnittyminen ja avautuminen
- Jarrulajiasettimen asento
- Ruuvijarrun asento
- Vaunun pyörän lukittuminen
- Epänormaalit ajo-ominaisuudet

Mittaustulosten avulla voidaan tuottaa monenlaisia junan kuljetajaa, operaattoria ja junan kunnossapitäjää tukevia asioita.

1. Jarrujen toimintaa seuraamalla, jarrujen tarkastus on mahdollista automatisoida.
2. Jarrujen tilaa seuraamalla myös junan ajaminen on helpompaa ja ajotavan kehittäminen mahdollista.
3. Sylinterin painetta seuraamalla, voimme seurata jarruvoiman säilymistä vaunuissa ja optimoida pysäytyskengän tai ruuvijarrun käyttöä ratapihalla.
4. Ruuvijarrujen tilaa seuraamalla voimme myös päästä eroon turhista kuumakäyntihälytyksistä, jotka johtuvat päälle unohdetuista ruuvijarruista (kuva 2).
5. Antureiden kiihtyvyysarvoja seuraamalla pystymme havaitsemaan vaunujen epänormaalit liikkeet (tuulivoimat, törmäykset, vaunun huojunta).
6. Toimilaitteita seuraamalla voidaan havaita niiden rikkoutuminen ilman manuaalista tarkastusta ja ohjata vaunu huoltoon automaattisesti.



Kuva 2. Ruuvijarrun asennon tunnistaminen

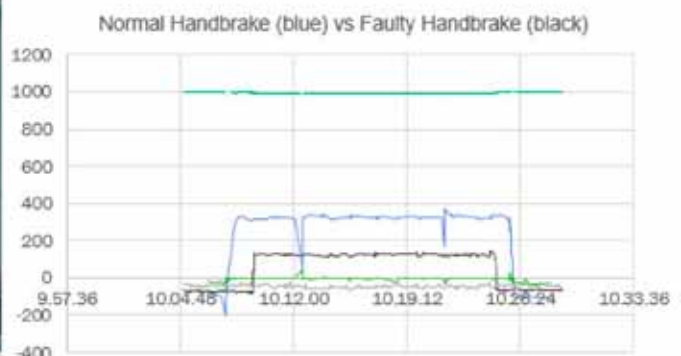
7. Rakentamalla trendin toimilaitteiden keräämistä mittatuloksista voidaan pitkällä aikavälillä havaita tehokkuuden heikentyminen, ennustaa hajoamisia ja ottaa vaunuja huoltoon ennen kuin ne aiheuttavat ongelmia liikenteelle.

Tulevaisuus

Kaikki tämä kuulostaa kaukaiselta, mutta todellisuudessa meillä voisi olla älykäs tavaravaunu käytössä jo 2025 mikäli kehitykseen panostettaisiin. Vuosien 2018-2019 aikana olemme testanneet uutta suomalaista mesh-verkkoa älykkään vaunun tietoliikennealustana, ja tulokset ovat lupaavia. Mesh-verkko mahdollistaa useiden langattomien antureiden liittämisen tavaravaunun toimilaitteisiin ja niistä kerätyn datan siirtämisen pilveen, jossa analysointia voidaan helposti toteuttaa.

Tähän asti tehdyt testit eivät vielä mahdollista järjestelmän skaalausta koko tavaraliikenteelle, vaan testien aikana on havaittu haasteita, jotka on ratkaistava ennen kuin voimme lanseerata älykkään tavaravaunun. Testit ovat kuitenkin tuottaneet valtavasti ymmärrystä nykyisestä teknologiasta ja sen kyvykkyydestä ja odotankin luottavaisin mielin tulevaisuutta. Kun nykyaikainen teknologia mahdollistaa aimo hyppäyksen mekaanisesta tavaravaunusta digitaaliseen tavaravaunuun, niin 2020-luku tuo varmasti uusien teknologioidensa mukana tavaraliikenteeseenkin pitkään kaivatun muutoksen. Uskallan jopa luvata, että kymmenen vuoden päästä 2030-luvun tavaraliikenne näyttää hyvin erilaiselta kuin 1970-luvun tavaraliikenne. Viimeinkin :)

No more driving with handbrakes on



Tiedonlouhinta ja rautatiet – miten radanpito voi hyötyä tiedonlouhinnasta?

Tiedonlouhinta, koneoppiminen, tekoäly, mitä vielä? Datatiede (eng. data sciences) valtaa tutkimusta ja teollisuutta uusine termeineen, mutta mitä se konkreettisesti pitää sisällään, ja mitä radanpito voi siitä hyötyä. Tampereen yliopistolla käynnistynyt väitöskirjatutkimus käsittelee tätä aihepiiriä ratageometrian näkökulmasta.

Datatieteen potentiaalia on ylistetty tieteen uudeksi läpimurrokseksi. Tekoälyn, kuvantunnistuksen ja koneoppimisen povataan muovaavan teollisuutta ja työpaikkoja. Eri alojen suurissa visioissa luvataan, kuinka erinäiset työt katoavat kokonaan, kun digitalisaatio poistaa tarvetta ihmistyölle. Radanpito ei ole poikkeus muihin aloihin nähden, mikä näkyy myös Väylän panostuksessa digitalisaatiohankkeisiin.

Suurten visioiden vastapariksi tarvitaan perustavanlaatuista tutkimusta, jossa konkreettiset tarpeet ja ratkaisut kohtaavat. Uusien aihepiirien osalta onkin syytä selvittää lähtökohdat ennen liian suurien odotusten lataamista, mikä pätee myös datatieteisiin.

Datatieteet ja tiedonlouhinta pähkinänkuoressa

Valitettavasti datatieteen kenttä ei ole täysin yksimielinen siitä, mitä se pitää sisällään ja miten se tulee jaotella. Joitakin yleistyksiä voidaan tehdä, mutta niistä löytyy paljon poikkeuksia ja jopa ristiriitoja mitä enemmän ja syvemmälle eri menetelmiä tarkastellaan.

Kuitenkin datatieteen kenttä on jokseenkin yhtä mieltä siitä, että on olemassa prosessi, jonka avulla suuresta määrästä dataa voidaan luoda uutta tietoa käsittelemällä sitä matemaattisin menetelmin. Tätä prosessia kutsutaan termillä Knowledge Discovery from Data(-bases), lyhennettynä KDD. Eräs melko vakiintunut KDD:n kuvaus on esitetty kuvassa 1. Prosessi sisältää useita iteratiivisia vaiheita, jotka kaikki on tapahduttava, jotta uutta tietoa voidaan saada olemassa olevasta datasta.

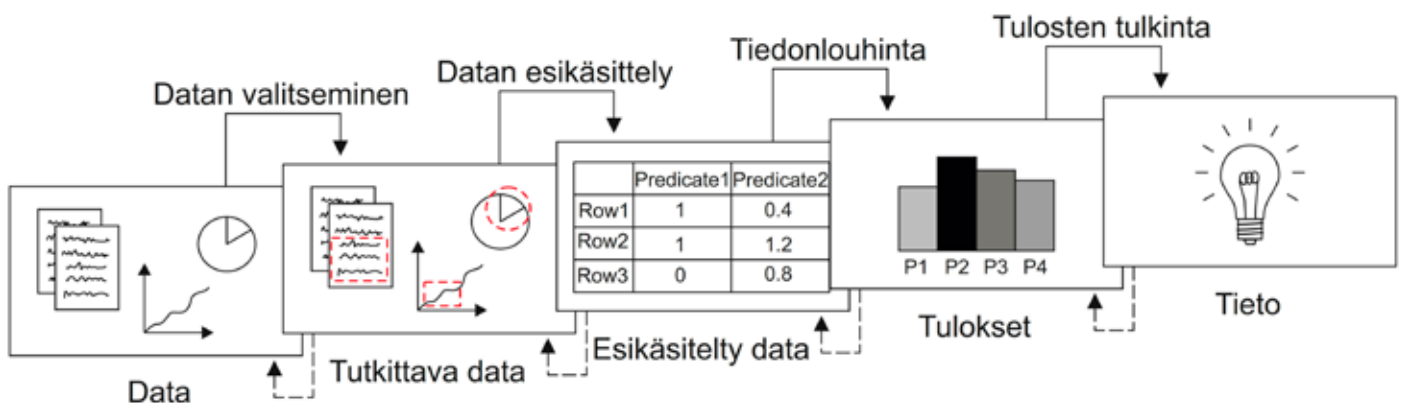


Mikko Sauni
Tampereen yliopisto

Tiedonlouhinta on yksi KDD:n vaihe, jossa käytetään matemaattisia toistuvia toimenpiteitä, joilla dataa mallinnetaan ja datasta etsitään säännönmukaisuuksia. Tiedonlouhinnalla ei voida saada tietoa ilman muita KDD:n vaiheita, jotka tyypillisesti vievät paljon enemmän aikaa kuin itse tiedonlouhinta. Tiedonlouhinta itsessään on oma kenttänsä, joka voidaan jakaa karkeasti ohjattuun tai ohjaamattomaan tiedonlouhintaan. Ohjatussa tiedonlouhinnassa algoritmeja opetetaan aikaisemman datan perusteella ennustamaan seuraavia havaintoja tai tekemään malleja datasta. Ohjaamattomassa tiedonlouhinnassa taas algoritmit itsenäisesti jäsentelevät dataa siten, että dataa saadaan esitettyä ihmisille uudella tavalla.

Kuvainnollisesti ilmaistuna ohjaamaton tiedonlouhinta pyrkii etsimään potentiaalista neulaa heinäsuovasta ja tuomaan sen ihmisen näköpiiriin tarkasteltavaksi. Ohjattu tiedonlouhinta taas pyrkii oppimaan, miten neula on heinäsuovasta aikaisemmin löytynyt, jotta se jatkossa osaa ennustaa, mistä se tulevaisuudessa löytyisi.

Entä sitten koneoppiminen, konenäkö ja tekoäly – mitä näillä termeillä on tekemistä KDD:n ja tiedonlouhinnan kanssa? Nämä ovat kaikki pitkälle jalostettuja tiedonlouhinnan muotoja, joissa usein tavoitteena on tietokoneen opettaminen harkitsemaan ihmisten kaltaisesti. Erilaisia termejä on muodostunut sitä mukaa, kun uusia käyttötarkoituksia on löytynyt ja tekniikat ovat kehittyneet. Pohjimmiltaan kyse on usein kuitenkin hyvin samankaltaisista prosesseista, mitä KDD ja tiedonlouhinta pitävät sisällään. Koneoppimisen määrittely nojaa vahvasti ohjattuun tiedonlouhintaan, ja niiden määritelmät ovat käytännössä samat. Koneoppimisen ja konenäön erona voidaan pitää vain lähtödataa, joka konenäön tapauksessa on kuvaformaattissa numeroiden ja tekstin sijasta. Perinteisissä lähteissä tekoälyä (artificial intelligence, AI) pidetään datatieteen huippuna, missä tietokoneen ajattelu ei eroa ihmisen ajattelusta.



Kuva 1. Tiedon louhintaprosessi, KDD.

Datatieteet radanpidon apuna

Radanpito yhdistyy datatieteisiin hyvin, sillä rautatiestä tuotetaan suuri määrä erilaista dataa suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana. Kun osataan asettaa oikea kysymys ja käyttää datatieteitä relevanttiin dataan, voidaan saada hyviä tuloksia. Vaikeuksia tuottaa se, että radanpidon ammattilaiset ovat harvoin datatieteilijöitä, ja toisaalta datatieteilijät ovat harvoin radanpidon ammattilaisia. Tällöin oikean kysymyksen asettelu ja datatieteiden avulla siihen vastaaminen ovat eri osapuolten vahvuusalueita.

Radanpidossa kannattaakin siis lähestyä asiaa kahden selvitetävän asian suhteen: mitä haluaisin tietää ja mitä dataa on käytössä asian selvittämiseen. Kun datasta kysyttävä kysymys ja käytössä oleva data on selvillä, pystyy datatieteilijä auttamaan radanpidon ammattilaista valitsemalla oikean tai oikeat menetel-

mät. Toisenlaisella toimintajärjestyksellä merkityksellisiä tuloksia on vaikea saada. Datatieteilijän valmiin algoritmin sovittaminen radanpidon dataan ja kysymysten keksiminen sen jälkeen voivat tuottaa tuloksia, mutta ne eivät välttämättä ole sitä, mitä alun perin olisi haluttu.

Datatieteissä ei ole toistaiseksi keksitty konetta, joka osaisi itsenäisesti päättää, mitä kysymyksiä tulee esittää, mitä tiedonlouhintamenetelmiä tulisi milloinkin käyttää, ja mikä on kiinnostavaa. Tiedonlouhintaa ei tule mieltää kaikkia tietopuutteita ratkaisevana mystisenä ilmiönä, koska tiedonlouhinnan tekijän tulee olla hyvin tietoinen tekemistään valinnoista ja niiden rajoitteista. Parhaimmassa tapauksessa tiedonlouhinnasta saadaan yksi työkalu lisää radanpidon työkalupakkiin, kun aihetta lähestytään tarkoituksenmukaisesti.

LUJAA OSAAMISTA INFRARAKENTAMISEEN



Lujabetonin vahvasta betonitietämyksestä on hyötyä tilaajalle ja rakennuttajalle. Tarjoamme ratkaisut kaikkeen infrarakentamiseen.

Tuotevalikoimaan kuuluvat ratapölkkyt, tasoistuselementit, paalut, sähkörataperustukset, kaapelikourut ja -kannet, laiturielementit ja tukimuurit. Lisäksi valmisbetoneita ja betonituotteita kuten esimerkiksi piha- ja reuna-kiviä sekä erilaisia pylväsjalustoja.

Muita betoniratkaisuja ovat esimerkiksi raitiotien rakentamiseen kiinto-raide-elementit sekä ratikkapölkkyt.

Kysy lisää asiantuntijoiltaamme!

Myynti:

Ratapölkkyt: Sampsa Lehmusoksa 044 585 2021

Muut infratuotteet: Tuomo Eilola 044 585 2407

p. 020 789 5500

Lujabetoni
VAHVIN BETONIOSAAJA

www.lujabetoni.fi

Ratainfra-tiedon digitalisointi Väylässä

Kohti älykästä aikakautta

Väylä (ent. Liikennevirasto) käynnisti vuonna 2016 osana korjausvelkaohjelmaa rataverkon kunnonhallinnan ja ylläpitojärjestelmien kehittämishankkeen, joka tunnetaan nimellä Raid-e.

Hankkeen päämäärä on ottaa käyttöön automaatioita ja edistyskellisiä tiedonkeruumenetelmiä rataomaisuuden kunnossapidon ja kunnon seurantaan. Lisäksi hankkeessa kehitetään ratatiedon ja kunnonhallinnan tietojärjestelmiä, joilla mahdollistetaan radanpidon toimenpiteiden nykyistä tarkempi suunnittelu ja kohdentaminen sekä omaisuustiedon hallinta digitaalisessa ympäristössä.

Hanke tuloksia on otettu jo käyttöön ja ratainfra-tiedon hallinnassa onkin siirrytty entistä vahvemmin digitaaliseen aikakauteen.

Tiedon ja tiedontuottamisen uudet mallit

Hankkeessa kehitetty tietojärjestelmä koostuu neljästä toisiinsa tukeutuvasta sovelluksesta. Keskeisin näistä on RATKO-sovellus, joka toimii radan infratietojen varastona muille järjestelmille. Kunnossapitäjien työkaluksi on kehitetty RAIKU-sovellus, joka mahdollistaa kunnossapitokirjausten tekemisen joko suoraan työkohteesta mobiililaitteella tai työpöytäsovelluksella. Tilaaajan toiminnan tehostamiseksi on kehitetty RYHTI-sovellus, jolla tuetaan keskipitkän ja pitkän aikavälin toiminnasuunnittelua. Sovelluksen avulla pystytään valmistelemaan ja toimeenpanemaan vuosittaisen korjausohjelman. Lisäksi järjestelmään kuuluu RAHTI-sovellus, joka toimii materiaalihallinnan, kuten esimerkiksi kiskokuljetusten, hallintaso-veluksena.

Merkittävin muutos tiedon hallinnassa tapahtui kesäkuussa 2019, kun radan infratiedon master -tietokannaksi määritettiin RATKO -sovellus, minkä johdosta Väylällä on aiempaa paremmat mahdollisuudet hallita, kehittää ja jalostaa tieto-omaisuuttaan. Tiedonhallinnan haltuunotto Väylän järjestelmään edesauttaa tiedon eheyttä, ajantasaisuutta ja jakamista avoimien rajapintojen kautta muille tiedon hyödyntäjille. Lisäksi järjestelmän käyttöönotto tekee tarpeettomaksi dokumenttipohjaisen tiedon tallentamisen, kuten esimerkiksi henkilökohtaiset Excel-taulukot. RATKO -sovelluksen myötä ratainfra-tiedot ovat yhdessä paikassa kaikkien radan kunnossapidon toimijoiden nähtävillä. Tiedon hallintaan ja ylläpitoon kuuluu myös ratainfra-tiedon operaattorien hankinta ja kilpailutus. Tällä varmistetaan tiedon ylläpito järjestelmässä ajantasaisena ja laadukkaana.

Tietojärjestelmän käyttöönotto tehostaa kunnossapidossa tuotettavan tiedon tallentamista ja hyödyntämistä. Kunnossapitourakoitsijalle tämä tarkoittaa siirtymistä digitaalisiin kirjautusmenetelmiin ja -sovellukseen (RAIKU). Sovelluksen kautta tehdyt kirjaukset tallentuvat automaattisesti ja reaaliaikaisesti tilaajan tietokantaan, mikä mahdollistaa rataomaisuuden kunnon tehokkaan ja laaja-alaisen seurannan sekä datan hyödyntämisen analytiikan ja päätöksenteon alustana. Kunnossapitokirjausten määrä on kasvanut ja systematisoitunut oleellisesti RAIKU-sovel-



Ari-Pekka Manninen,
Väylä

luksen käyttöönottamisen myötä. Käyttöönottovuonna sovelluksen myötä tehtiin järjestelmään yli 100.000 kirjausta, mikä kuvastaa hyvin sovelluksen kykyä tuottaa tietoa tehokkaasti ja laaja-alaisesti. Esimerkiksi vaihteille on noin 70 kirjaustyyppiä ryhmiteltynä muun muassa huoltoon, mittaukseen, tarkastukseen, osien vaihtoon ja vikahavaintoihin. Kerättyä tietoa on hyödynnetty Väylän toiminnassa muun muassa omaisuudenhallinnassa, kunnossapidon suunnittelussa ja valvonnassa sekä ratainfra-kuntotilan seurannassa.

Väylä on ottanut käyttöön kunnossapidossa RYHTI-sovelluksen, jonka avulla kirjataan eri omaisuuslajien korjaustarpeet yhteen sovellukseen ohjel-

mointia ja toimenpiteiden ajoittamista varten. Kaudella 2019–2020 sovellus tukee jo vaihteiden, kiskojen ja tasoristeyksien toimenpiteiden suunnittelua ja ohjelmointia. Sovelluspohjainen toimintamalli mahdollistaa toimenpidetarpeiden systemaattisen ja dokumentoidun keräämisen sekä tietoon perustuvan toimenpideohjelmoinnin tekemisen.

Kuka hyötyy digitalisoinnista?

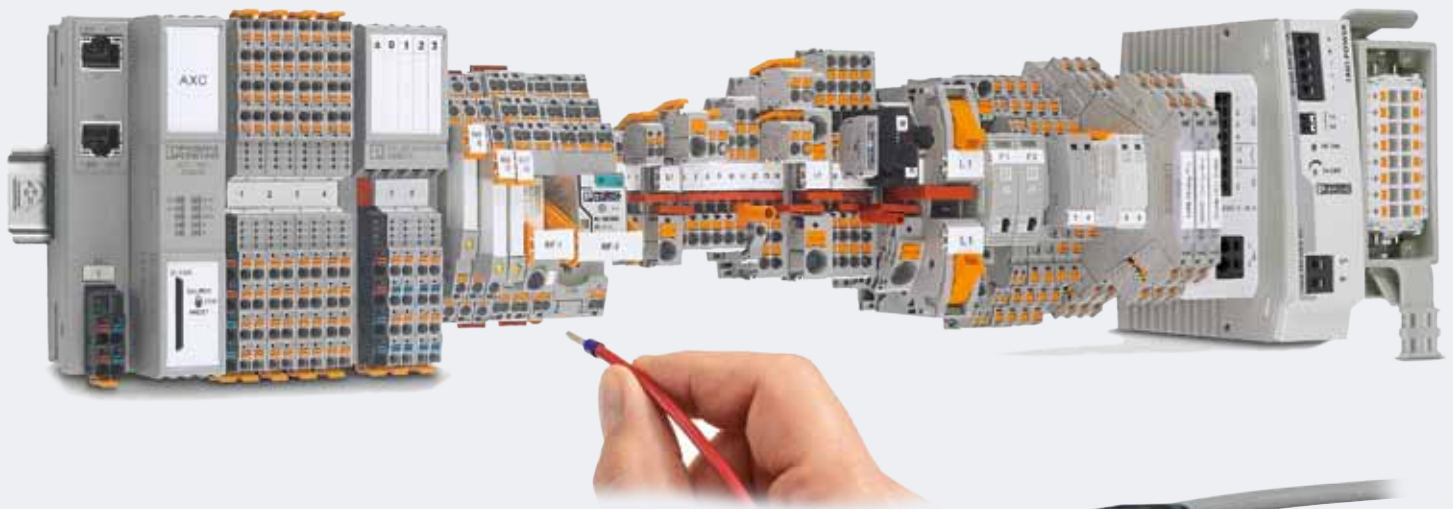
Ratainfra-tiedon digitalisointi ja tietojärjestelmän käyttöönotto johtaa koko toimialan kannalta toimintamallin muutokseen. Toimialan rinnalla myös junaoperaattori ja loppukäyttäjä sekä yhteiskunta hyötyvät digitaaliseen toimintamalliin siirtymisestä.

Väylälle muutos mahdollistaa talouden näkökulmasta tehokkaan omaisuudenhallinnan, kun tilaajalla on käytössään reaaliaikainen ja luotettava tilannekuva omaisuudestaan ja sen kunnosta. Tilannekuvan rinnalla järjestelmä mahdollistaa analyttisen tiedon tuottamisen tilaajan päätöksenteon tueksi, joka osaltaan vahvistaa päätöksenteon vaikuttavuutta. Lisäksi tietojärjestelmä avaa tilaajalle uusia mahdollisuuksia seurata kunnossapidon toimenpiteitä ja arvioida niiden vaikuttavuutta omaisuudenhallinnan näkökulmasta.

Palvelutuottajille ja kunnossapidon toimijoille järjestelmä tarjoaa avoimen rajapinnan kautta tietoa rataomaisuudesta ja sen tilasta. Järjestelmän avoin tieto edesauttaa palvelutuottajia suunnittelemaan ja kehittämään uusia palveluja, kuten esimerkiksi analytiikkaan ja koneoppimiseen perustuvia algoritmeja ja sovelluksia. Jatkossa radan kunnossapidon toimijat näkevät sellaista tietoa, mikä ei välttämättä aiemmin ole ollut nähtävillä tai saatavilla tiedon hajanaisuudesta johtuen. Tiedon avoimuus auttaa kunnossapidon toimijoita muun muassa työn suunnittelussa ja seurannassa.

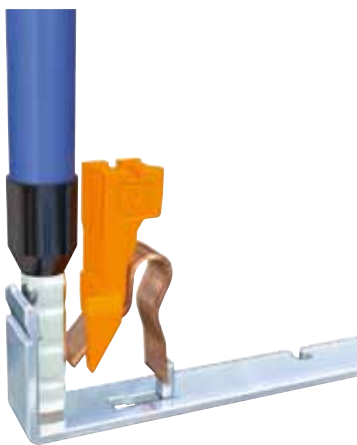
Loppukäyttäjälle ja junaoperaattoreille tietojärjestelmä pohjainen ja digitalisaatioon nojautuva toimintamalli näkyy rataverkon toimintavarmuuden ja luotettavuuden paranemisena, kun rataomaisuuden kunto ja sen ennustaminen sekä ennakoivat toimenpiteet pystytään hallitsemaan entistä paremmin. Digitaaliseen toimintamalliin siirtyminen tuo useita välittömiä ja välillisiä yhteiskunnallisia hyötyjä. Järjestelmä mahdollistaa muun muassa julkisen rahoituksen kohdentamisen entistä tehokkaammin toimenpiteisiin ja kohteisiin, joilla aikaansaadaan suurin mahdollinen hyöty liikkujien ja elinkeinoelämän kuljetustarpeiden suhteen.

The original
Push-in Technology
Designed by PHOENIX CONTACT



IP67

TEE ALOITE JA OTA KÄYTTÖÖN!



Markkinoiden kattavin liitântäjärjestelmä

- Tärinänkestävä
- Eristetty vapautuspainike
- Erittäin nopea kytkeä ja irrottaa
- Turvallinen, ei sähköiskuja
- Patentoitu teknologia

Lisätietoa (09) 350 9020, myynti@phoenixcontact.com tai www.phoenixcontact.fi

Raitiotiejärjestelmän, kaluston ja kaupunkirakenteen yhteensovittaminen case Tampereen raitiotie

Uuden raitiotiejärjestelmän ja nykyisen kaupunkirakenteen yhteensovittaminen on haastava yhtälö. Raitiovaunukaluston ominaisuudet ja sujuvan sekä esteettömän raitiotiejärjestelmän vaatimukset asettavat useita reunaehtoja valittaville toteutusratkaisuille.

Kaupunkirakenne ja raitiotien vaatima tila

Raitiotie ja olennaisesti pysäkit kannattaa rakentaa alueille ja kaduille, joissa matkustajakysyntä on mahdollisimman suurta. Tällöin raitiotie rakennetaan yleensä nykyisille katualueille, joita usein ei ole mahdollista leventää. Sujuvan raitiotiejärjestelmän tavoitteena on raitiotien kulkeminen omalla väylälään muista kulkumuodoista eroteltuna. Tällöin nykyisestä katutilasta täytyy löytyä ylimääristä leveyttä vähintään 7–8 metriä ja pysäkkien kohdalla noin 13 metriä. Usein tila joudutaan kaventamaan muilta kulkumuodoilta. Toisaalta samaan aikaan katualuetta uudistettaessa haluttaisiin lisätä puiden ja katuvihreän määrää sekä lisätä tilaa pyöräliikenteelle.

Tampereella keskustan pääkaduista Itsenäisyydenkadulle, Sammonkadulle, Teiskontielle ja Pirkankadulle raitiotie on saatu mahtumaan omalle kaistalleen. Hämeenkadusta tulee joukkoliikennekatu, jossa myös bussit kulkevat raitiotien kanssa samassa tilassa. Tilan puutteen vuoksi Hervannassa Insinöörinkadusta tulee sekaliikennekatu, jossa henkilöautot ja raitiovaunut kulkevat osittain samoilla kaistoilla.

Raitiotiegeometrian vaatimukset

Kadun poikkileikkauksesta vaadittavan tilan lisäksi raitiovaunun ominaisuudet ja toimivan järjestelmän edellytykset asettavat rajoituksia katutilan geometrialle. Tampereella raitiotien vaakageometrian kaarresäteen minimi on 25 metriä, joka tekee tiiviissä korttelirakenteessa olevien katujen välillä kääntymisen käytännössä mahdottomaksi. Raitiotien on pakko kulkea leveämpiä katualueita pitkin, joissa liittymäalueilla on riittävästi tilaa kaarteille. Tavoite on, että kaarteet olisivat minimiä selvästi loivempia ajomukavuuden ja nopeuden parantamiseksi sekä kulumisen ja melun vähentämiseksi.

Tampereella raiteen pituuskaltevuus saa olla enintään 6 %, mutta mieluiten alle 4 %. Lisäksi pysäkeillä ja vaihteissa tulisi kaltevuuden olla tätäkin pienempi, mieluiten alle 2 %. Olemassa olevan kadun tasausta on käytännössä mahdotonta muuttaa, joka tekee osasta kaduista huonosti soveltuvia raitiotielle, ja etenkin asettaa rajoitteita pysäkkien ja vaihteiden sijoittelulle. Pystygeometrian pyörästyskaarien pitää olla loivempia kuin ajoneuvoliikenteellä, joka on myös rajoittava tekijä etenkin liittymäalueilla.



Sauli Sainio
AFRY

Raitiovaunun tilantarpeet

Kaarteissa raitiovaunu vaatii enemmän tilaa kuin suoralla. Minimikaarteissa tilantarve kasvaa poikkitaissuunnassa noin metrillä. Raitiovaunutyyppien ja vaunumoduulien välisten nivelten asettelusta riippuen vaunu vie enemmän tilaa myös kaarteiden jälkeisellä suoralla. Tampereelle tulevan vaunun toisen pään ollessa kaarteissa kääntää se vaunun toisessa päässä olevia vaunumoduuleja hieman vinoon kulkuasentoon suoralla jopa vielä 25 metrin etäisyydellä kaarteesta. Lisätilaa kaarteissa tarvitaan myös käytettäessä raiteen kallistusta. Ylimääristä tilaa tarvitaan myös vaunun jousituksen mahdollistamalle dynaamiselle heilun-

nalle. Lisäksi tulee ottaa huomioon rakentamisen ja kunnossapidon toleranssit. Näiden kaikkien asioiden huomioon ottaminen on välttämätöntä, etteivät vaunut törmää toisiinsa tai muihin tiiviissä kaupunkirakenteessa raiteen lähelle tuleviin kiinteisiin rakenteisiin, kuten sähköratapylväisiin.

Pysäkkilaiturit

Tampereella keskeinen tavoite on raitiotiejärjestelmän esteettömyys. Raitiovaunun ja pysäkkilaiturin välinen kynnysetäisyys on pyritty minimoimaan ja nimelliseksi etäisyydeksi on tulossa 40 mm. Kynnysetäisyydestä pääosa on varattu vaunun sivusuuntaiselle jousitukselle ja kiskon sekä pyörälaipan kulumisvaroilta. Pysäkkilaiturin rakentamistoleranssit on minimoitu siten, että kaikkien pysäkkien kohdalla raide on betonilaatalla valettua kiintoraidetta ja laiturin reunakivet tulevat kiintoraidelaatan päälle. Tällöin laiturin reuna voidaan asentaa hyvin tarkasti kohdalleen jo valettuun kiintoraideteeseen nähden.

Tampereella kaikki pysäkit sijaitsevat vaakageometrialtaan täysin suoralla radalla, että kynnysetäisyyttä ei tarvitsisi kasvat-
taa vaunun kaarrelottuman takia. Edellä mainittu kaarteista aiheutuva vaunun lisätilan tarve myös kaarteiden jälkeisellä suoralla vaikuttaa kuitenkin pysäkkilaitureihin, jotka sijaitsevat alle 25 metrin etäisyydellä pysäkin jälkeisestä kaarteesta. Tällöin laiturin alkupäässä vaunu tarvitsee leveyssuunnassa lisätilaa muutamien senttimetrin. Koska tiukassa 40 mm etäisyystoleranssissa ei ole yhtään ylimääristä, on muutama Tampereen pysäkkilaiturin alkupää toteutettu noin 7 metrin matkalla muutamien senttimetrin normaalia kauemmaksi raiteesta. Tällöin vaunun ensimmäisellä ovella kynnysetäisyys laiturin ja vaunun välillä on suurempi, mutta muilla ovilla normaali 40 mm.

Raitiovaunun maavara

Esteettömän matalalattiavaunun edellytyksenä on pieni maavara ja erityisesti vaunun telien toteuttaminen matalana. Tampereen raitiovaunussa telin alhaalla sijaitsevia komponentteja, kuten vaihdelaatikkoa, suojelee heti kiskopyörien eteen tuleva esteenraivain, jonka nimellinen korkeus on 80 mm kiskosta. Kiskoja ja pyörien kuluessa esteenraivain voi kuitenkin olla 15-25 mm tätä alempana. Kiskoja väliin ja raiteiden väliin toteutettava asfaltti tai kiveys toteutetaan hieman koholle, että kuivatus toimii. Rakentamistoleranssit huomioon ottaen, päällysteen pinta tulee noin 10-30 mm kiskoa ylemmäksi. Tällöin tien pinnan ja esteenraivaimen väliin jää huonoimmillaan vain muutama sentti tilaa. Talviolosuhteissa tämä asettaa erittäin tiukat vaatimukset kunnossapidolle, ettei esteenraivain törmäisi kadun pintaan pakkautuvaan lumeen ja jäähän.



Rautatiejärjestelmän ammattilainen

SAT *koulutuspalvelut*

Koulutus-, henkilöstö- ja asiantuntijapalvelut
www.satkoulutuspalvelut.fi



Hiihtolomalle
VUOKATTIIN

Break Sokos Hotel Vuokatissa voit majoittua hotelliin tai loma-asuntoihin. Rinteet ja ladut odottavat sinua!

Varaukset
Tuetut lomat varattavissa suoraan hotellista puh. 01078 31000.

 **Vuokatti**
BREAK BY SOKOS HOTELS



Akut haastaville kuormille!

Meiltä saat Saftin nikkeli-kadmium-pohjaiset paikalliset akut aina 1700 Ah kokoon asti. Useat levytekniikat mahdollistavat tarpeen mukaisen akkuvalinnan.

Tervetuloa tutustumaan voimalaitteisiin, paikallissakuihin ja energiavarastoihin Sähkämessuille Jyväskylään 5.-7.2.2020.



www.celltech.fi

Tampereen Ratikan liikennöinnin toteutus palveluallianssina

Tampereen Ratikan organisointi

Tampereen kaupunki päätti marraskuussa 2016 raitiotien ensimmäisen vaiheen rakentamisesta. Raitiotien kahden linjan ja varikon rakentaminen aloitettiin keväällä 2017. Raitiotien kaupallisen koeliikenteen on määrä alkaa keväällä 2021 ja varsinaisen kaupallisen liikenteen kahdella linjareitillä 9.8.2021

Jo ennen rakentamispäätöstä oli raitiotiejärjestelmän toteutuksen suunnittelussa Tampereen kaupunki päätnyt jakamaan hankkeen seuraaviin hankintakokonaisuuksiin: 1) ratainfran ja varikon suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito, 2) raitiovaunujen toimitus ja kunnossapito sekä 3) raitiotien liikennöinti. Kokonaisuuden hallintaa varten kaupunki on perustanut kokonaan omistamansa Tampereen Raitiotie Oy:n, joka toimii palveluintegraattorina varmistaen järjestelmäkokonaisuuden yhteen toimivuuden niin teknisellä kuin sopimuksellisellakin tasolla.

Ratainfran suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito -kokonaisuus kilpailutettiin 2013-14 allianssimallisella sopimuksella, jonka voittivat VR-Track Oy:n (nykyisin NRC Group Finland), YIT Oy:n, Pöyry Oy:n ja Ratatek Oy:n muodostama yhteenliittymä. Raitiovaunut ja niiden kunnossapitopalvelut hankittiin vuosina 2015-16 tapahtuneella kilpailutuksella ns. perinteisellä sopimuksella. Sopimus on allekirjoitettu Transtech Oy:n (nykyisin Skoda Transtech) kanssa.

Liikennöinnin kilpailutus

Lähtökohtana liikennöinnin kilpailutuksen valmistelussa Tampereella on koko hankkeen ajan ollut ns. bruttosopimus, jossa liikennöinnistä saatavat lipputulot jäävät liikenteen tilaajalle. Ratikassa ja busseissa käytetään samaa Tampereen kaupungin hallinnoimaa lippujärjestelmää. Ratikan liikennepalvelu suunnitellaan ja toteutetaan mahdollisimman hyvin yhteen toimivaksi bussiliikenteen kanssa. Ratikan liikennepalvelun tilaajan toimii Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenneviranomainen, eli juriidisesti Tampereen kaupunki.

Lisäksi raitiotien liikennöitsijän tehtäväkenttää oli jo aiemmillä sopimuksilla rajattu merkittävästi, koska mm. raitiovaunujen päivittäiskunnossapito ja siivous oli sisällytetty vaunujen kunnossapitosopimukseen. Liikennöitsijän vastuualueelle jäivät yksiselitteisesti raitiovaunujen kuljettaminen ja liikenteenohjaus sekä tietyt tukitoiminnot.

Raitiotien liikennöinnin kilpailutus käynnistettiin syksyllä 2017 markkinavuoropuhelulla. Markkinavuoropuhelun ensimmäisen vaiheen tarkoituksena oli kartoittaa yrityskentän kiinnostusta Tampereen raitiotien liikennöintiä kohtaan, esitellä mukaan ilmoittautuneille yrityksille koko hanketta yleispiirteisesti sekä liikennöitsijän roolia hankkeessa.

Johtopäätöksenä ensimmäisestä markkinavuoropuhelukierroksesta voitiin todeta, että riittävä määrä yrityksiä osoitti alustavaa kiinnostusta Tampereen raitiotien liikennöintiin annetuilla reunaehdoilla. Kilpailutuksen valmistelua voitiin näin ollen jat-

*Juha-Pekka Häyrynen
Tampereen kaupunki*

kaa. Markkinavuoropuhelun perusteella tunnistettiin yhtenä keskeisenä tehtävänä raitioliikenteen työehtosopimuksen muodostaminen ennen varsinaisen tarjouskilpailun käynnistämistä.

Perinteisen, suoriteyksiköiden (vaunukilometrit, linjatunnit) hinnoitteluun pohjautuvan kilpailutus- ja sopimusmallin positiiviseksi puoleksi tunnistettiin mallin tunnettuus ja vakiintuneet kilpailutuskäytännöt. Mallin haasteeksi Tampereen tilanteessa havaittiin hinnoitteluun liittyvien epävarmuustekijöiden suuri määrä. Tarjouspyyntöä laadittaessa ei raitiotieverkolla, eikä myöskään vaunutyypillä ollut liikennöity yhtään. Toinen, ehkä vielä merkittävämpi epävarmuustekijä oli raitiotiejärjestelmän laajennusten ajoitus. Liikennöinnin kilpailutusvaiheessa osan 2 suunnittelu ja tavoitekustannuslaskenta oli käynnissä, mutta toteutuspäätöstä ei ollut tehty. Tarjouslaskennan vieminen näissä olosuhteissa työvuorosuunnittelutasolle olisi johtanut väistämättä tarpeettoman hinnoitteluriskin sisällyttämiseen tarjouskilpailuun.

Tilaajan näkökulmasta tarjousten hinnoitteluun sisältyvät riskit ovat hankalia, koska ne voivat vähentää yritysten tarjoushalukkuutta sekä johtaa tarjoushintojen tarpeettomaan kohoamiseen. Riskejä olisi voitu kompensoida erilaisilla sopimukseen sisällytettävillä muutosmekanismeilla ja perusteellisilla vastuunjaon kuvauksilla. Tällaisen sopimusluonnoksen laatiminen ja tarkistaminen ennen tarjouspyynnön julkaisua olisi vaatinut huomattavasti aikaa ja siirtänyt liikennöitsijän valinnan todennäköisesti vuoden 2020 puolelle aiheuttaen aikatauluriskin raitiotiejärjestelmän käyttöönotolle.

Vaihtoehtoksi suoritekustannusten hinnoittelulle tunnistettiin ratainfran ja varikon suunnittelussa ja rakentamisessa käytetty allianssimalli, jossa hinnoittelu perustuu palkkioprosenttiin. Allianssisopimuksessa määritellyt kustannuslajit korvataan toteuman mukaan lisättyä tarjouksen (eli sopimuksen) mukaisella palkkioprosentilla. Toisella markkinavuoropuhelukierroksella kesällä 2018 tunnistettiin potentiaalisten tarjoajien valmiuksia omaksua allianssisopimukseen kuuluva toimintamalli osaksi palvelutuotantoaan. Tämä vaihe oli tärkeää käydä läpi, jotta Tilaaja varmistui mahdollisuudesta saada tarjouskilpailuun mukaan riittävä määrä osallistujia.

Liikennöinnin kilpailutukseen allianssimallilla ei ollut käytettävissä malliasiakirjoja, koska sopimusmallia ei ole juurikaan käytetty aiemmin liikennepalveluiden hankinnoissa. Tarjouspyyntö vertailuperusteineen laadittiin Tampereen kaupungin, Tampereen Raitiotie Oy:n ja hankintavaiheen konsulttina toimineen Vison Oy:n yhteistyönä. Tarjouspyyntö julkaistiin marraskuussa 2018. Sen perusteella saatiin osallistumishakemus kuudelta yritykseltä, joista viisi jätti alustavan vertailtavan tarjouksen. Alustavien tarjousten laatuarvioinnin perusteella kilpailutuksen toiselle kierrokselle valittiin kolme yritystä / ryhmittymää. Lopullinen arviointi tehtiin näiden kolmen osalta laatutekijöiden saadessa 60 % ja hinnan 40 % painoarvon. Vertailuperusteiden

mukaisesti kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen teki VR-Yhtymä Oy, jonka kanssa 2+10+3 -vuotinen hankintasopimus allekirjoitettiin 26.6.2019.

Toiminta liikennöintiallianssissa

Sopimuksen kaksi ensimmäistä vuotta ovat allianssin kehitysvaihetta, jonka aikana suunnitellaan ja perustetaan palveluvaiheen organisaatio. Kehitysvaiheen aikana tilaaja osallistuu suureholla omalla työpanoksella kokonaisuuden suunnitteluun. Palveluvaiheessa tilaajan osuus kokonaistyöpanoksesta pienenee radikaalisti, mutta tarkoituksena on säilyttää tiivis yhteistyö suunnittelukysymyksissä ja päätöksenteossa koko palveluvaiheen ajan. Palveluvaihe kestää 10 vuotta ja sitä on mahdollista jatkaa kolmen vuoden optiokaudella.

Toiminta liikennöintiallianssissa on käynnistynyt kesällä 2019, eli tätä kirjoitettaessa sitä on takana vajaa puoli vuotta. Tässä vaiheessa on liian aikaista arvioida saavutettuja tuloksia muutoin kuin kilpailutusprosessin osalta, jota ainakin tilaajan näkökulmasta voi luonnehtia onnistuneeksi.

Tositointiin liikennöintiallianssissa päästään vuoden 2020 aikana. Liikenteenohjaajien koulutus käynnistyy toukokuussa, johon mennessä kuljettajakoulutuksen sisällöt on valmisteltava. Koulutuksen lisäksi on muodostettava yhteistyössä raitiotiejärjestelmän toimijoiden ja muiden sidosryhmien kanssa lukematon määrä Tampereelle täysin uusia toimintamalleja. Liikenteenohjausvastuu siirtyy liikennöitsijälle marraskuussa 2020, jolloin sarjan toinen vaunu toimitetaan ja tekninen koeliikenne käynnistyy.

MIPRO

RAUTATIE- JA METRORATKAISUT

- SIL4-turvallisuustason asetinlaitejärjestelmä
- Modulaarinen liikenteenhallintajärjestelmä
- Reaaliaikainen tilannekuvajärjestelmä
- Joustava projektinhallinta- ja elinkaaripalvelu

mipro.fi

MIPRO

Raide-Jokerin työnaikaiset liikennejärjestelyt ja joukkoliikenne

Raide-Jokeri

Raide-Jokeri-hankkeessa toteutetaan 25 kilometriä pikaraitiotietä olemassa olevaan kaupunkiympäristöön. Hankealue kulkee kehämäisesti noin 6–8 kilometrin etäisyydellä Helsingin keskustasta, joten päivittäin sen läpi kulkee todennäköisesti suurempi määrä suomalaisia kuin missään muussa rakennushankkeessa on aiemmin kulkenut. Allianssimallilla toteutettavassa hankkeessa aloitettiin rakentaminen kesäkuussa 2019. Tilaajina ovat Helsingin ja Espoon kaupungit.



Anni Suomalainen
Sitowise

Raide-Jokerin rakennustöiden haitat joukkoliikenteelle

Raide-Jokerin rakennustyöt vaikuttavat bussiliikenteeseen paljon. Töiden nopeuttamiseksi, turvallisuuden parantamiseksi ja kustannusten säästämiseksi hankkeessa suljetaan useita katuja kokonaan, minkä vuoksi busseja siirretään poikkeusreiteille. Monilla väylillä joudutaan myös alentamaan nopeusrajoituksia, poistamaan kaistoja ja pysäyttämään liikennettä. Lisäksi bussipysäkkejä siirretään ja pysäkkikatoksia poistetaan.

Hankealue risteää rautatien ja metron kanssa useassa kohdassa, mutta rakentaminen on kaikissa suunniteltu tehtävän juna- ja metroliikenteen ehdoilla. Ainoa haitta, jota junaliikenteelle on suunniteltu tulevan, on se, kun Huopalahden rautatieaseman laiturit tyhjennetään matkustajista junien väliin sovittujen louhintaräjäytysten vuoksi. Olemassa olevaa raitiotietä hankealueella ei ole, joten töillä ei ole vaikutusta raitioliikenteeseen.

Raide-Jokerin ja HSL:n yhteistyö

Koska rakentamisella on suuret vaikutukset bussiliikenteeseen, on hankkeessa pidetty heti allianssin toiminnan alusta alkaen tiiviisti yhteyttä Helsingin seudun joukkoliikenteestä vastaavaan HSL:ään. Katujen katkaisumahdollisuuksia, poikkeusreittejä ja pysäkkisiirtoja on pohdittu yhdessä, ja molemmat tahot ovat toisinaan joutuneet joustamaan toiveistaan. Myös tiedotusta on suunniteltu yhdessä, jotta informaatio on mahdollisimman yhteisistä ja jotta matkustajille mahdollisesti aiheutuva harmi saataisiin pidettyä minimissään.

Rakentamisen aikana HSL:n kanssa on pidetty kuukausittaisia tilannekatsauksia, joissa käydään läpi käynnissä olevat ja tulevat työt koko hankealueelta. Vaikeista kohteista järjestetään erillisiä tapaamisia. Lisäksi Tampereen raitiotiehankkeesta opittuna on ryhdytty järjestämään bussiajeluita, joissa työnaikaisten liikennejärjestelyjen parissa työskentelevät henkilöt ajavat yhdessä HSL:n kanssa työmaiden liikennejärjestelyitä läpi. Bussissa istuen on helpompi havaita ongelmakohtia joukkoliikenteen näkökulmasta, ja monet muutostarpeet saadaan ohjeistettua työmaille jo ennen bussiajelun päättymistä.

Myös rakentamisen toimintatavoissa on etsitty bussiliikennettä helpottavia toimintatapoja. Esimerkiksi runkobussilinja 550:n reitillä on sovittu tehtävän louhintoja aina vain tasatunnein, jotta saman bussivuoron eteen ei satu kahta liikenteen pysäytystä.

Raide-Jokerin rakennustöiden vaikutukset joukkoliikenteeseen

Merkittävimmät joukkoliikenteeseen liittyvät vaikutukset koskevat kasvaneita liikennöintikustannuksia ja matkustajien aikamenetyksiä. Sami Hellstedt on Hämeen ammattikorkeakoulussa tehnyt YAMK-opinnäytetyön ”Työmaiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset joukkoliikenteeseen – Case Raide-Jokeri”, jonka ohjaajana Suomalainen on toiminut. Opinnäytetyössä tarkasteltiin kolmea Raide-Jokerin työmaata, joista kahden takia bussit on siirretty poikkeusreiteille. Matkustajien aikamenetysten rahallinen arvo ja liikennöintikustannusten kasvu tutkituilla työmailla on ollut yhteensä noin 16 700 euroa viikossa. Vaikutusten suuruusluokasta kertoo myös se, että HSL on varannut noin 4–6 miljoonaa euroa vuodessa koko Raide-Jokerin rakentamisen aikaisiin liikennöintikustannusten lisäyksiin. Toisaalta vertailun vuoksi Helsingin Hämeentien 1,2 kilometriä pitkän remontin aiheuttamaan liikennöintikustannusten kasvuun on varattu 1,37 miljoonaa euroa vuodessa.

Saako uusi joukkoliikenne haitata nykyistä joukkoliikennettä?

Kaupunkiympäristössä infran rakentaminen ja kunnossapito aiheuttavat käytännössä aina liikennehaittoja, mutta etenkin kunnossapito on elinehto joukkoliikenteen palvelutason säilymiselle. Raide-Jokeri on kuitenkin esimerkki siitä, kun pelkkä infran kunnossapito ei enää riitä: asukasmäärien kasvaessa myös joukkoliikenteen on kehitettävä, eikä pelkkä nykyinfran kunnossapito ja uusien bussien ostaminen riitä vastaamaan kasvavaan joukkoliikenteen kysyntään. Raide-Jokerin tapauksessa voidaankin todeta, että uuden infran rakentamisen lisäksi myös uuden infran **rakentamatta jättäminen** olisi aiheuttanut liikennehaittaa.

Rakentamisen aikainen priorisointi nykyisen joukkoliikenteen sujuvuuden ja toisaalta hankeaikataulun, rakentamiskustannusten ja työturvallisuuden välillä on vaikeaa, mutta ei mahdotonta. Tutkimalla liikennehaittojen vaikutuksia ja muuntamalla eri muuttujia euroiksi voidaan melko helposti arvioida, kuinka paljon uuden joukkoliikenneinfran rakentamisella kannattaa haitata olemassa olevaa joukkoliikennettä. Haittoja arvioitaessa on luonnollisesti huomioitava myös töiden nopeutumisen vaikutus: jos töitä tehdään pienillä työalueilla liikenteen ehdoilla, hetkelliset haitat joukkoliikenteelle voivat olla pienet, mutta haitan kokonaiskesto pitenee ja lopputuotteen valmistuminen viivästyy.

Investointien rahoituksen ongelmallisuus

Haasteeksi muodostuu se, että yleensä infrahankkeille myönnetään vain kertaluontoinen investointirahoitus, joka ei välttämättä ohjaa suunnittelu- ja toteutusratkaisuja yhteiskuntataloudellisesti edullisimpaan suuntaan. Raide-Jokerin tapauksessa työnaikeisten liikennejärjestelyjen myötä kasvavat liikennöintikustannukset ja vähentyvät lipputulot tuntuvat HSL:n kassassa, vaikka HSL:llä ei ole tilaajan roolia hankkeessa. Vaikka nämä kustannukset eivät suoraan kuluta allianssin tilaajaorganisaatioiden budjetteja, on hyvä ymmärtää, että HSL:n toimintatuloista noin 40 prosenttia tulee suoraan Raide-Jokerin tilaajilta, Helsingin ja Espoon kaupungeilta. Tulevaisuudessa investointipäätösten valmisteluun voisikin olla hyvä sisällyttää rakentamisen aikaisten kustannusten pohdintaa organisaatorajojen yli.

Kirjoittaja

Kirjoittaja on DI Anni Suomalainen, joka vastaa Raide-Jokerissa muun muassa yhteistyöstä HSL Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän kanssa. Suomalainen on raideliikenteen asiantuntija, jolla on taustaa myös bussiliikenteen suunnittelusta.

Joukkoliikenteen muutokset Raide-Jokerin rakentamisen takia

- Poikkeusreittejä n. 25 bussilinjalle
 - o Lisäksi n. 20 linjalle muutoksia Itäkeskuksen bussiterminalin töiden takia
- Bussipysäkkien siirtoja ja käytöstä poistamisia
- Pysäytyksiä, nopeusrajoituksia ja hidastumista busseille
- Rautatie-, metro- tai raitioliikenteelle ei ole suunniteltu tulevan häiriötä



Vantaanjoen ylittävä bussisilta, jonka paikalle Raide-Jokeri-hankkeessa rakennetaan pikaraitiotie. Kuva: Antti Inkeröinen

Liikenteen mikromallinnus kaupunkiraideliikenteen suunnittelun apuvälineenä, case Raide-Jokeri

Raide-Jokeri on pääkaupunkiseudulle rakenteilla oleva pikaraitiolinja, joka toteutetaan allianssimallilla. Rambollin yhtenä vastuualueena on ollut allianssihankkeessa toteutettavat liikenteen toimivuustarkastelut. Raide-Jokerista on rakennettu koko linjan kattavat liikenteen mikrosimulointimallit Vissim- ja OpenTrack-ohjelmilla. Tässä artikkelissa käsitellään, miten liikenteen mikromallinnusta hyödynnettiin suunnittelussa apuvälineenä erityisesti hankkeen kehitysvaiheen aikana.

Raide-Jokeri

Raide-Jokeri on Helsingin Itäkeskuksen ja Espoon Keilaniemen välille rakennettava pikaraitiolinja. Linjan pituus on noin 25 kilometriä, josta noin 16 kilometriä sijoittuu Helsingin puolelle ja 9 kilometriä Espooseen. Raideyhteys korvaa 550 runkobussilinjan, joka on Helsingin seudun vilkkaimmin liikennöity bussilinja. Bussilinjalla 550 matkustaa nykyisin noin 40 000 henkeä vuorokaudessa ja sen kapasiteetti ei pysty enää vastaamaan yhä kasvavaan matkustajakysyntään. Raide-Jokerilla tehdään ennusteiden mukaan vuonna 2030 noin 91 000 matkaa arkivuorokaudessa. Vuonna 2050 matkamäärän ennustetaan kasvavan 125 000 matkaan arkivuorokaudessa.

Raide-Jokeri toteutetaan allianssimallilla. Allianssimallissa eri osapuolet, eli tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsijat integroidaan yhdeksi yhteiseksi organisaatioksi. Konsulttiosapuolet vastaavat Raide-Jokerin allianssissa suunnitelma-aineiston tuottamisesta tarkentavasta yleissuunnittelusta katusuunnitteluun ja aina rakennussuunnitelma- ja työmaavaiheeseen asti. Suunnittelun pääasiallisena lähtökohtana on Raide-Jokerin vuonna 2015 valmistunut hankesuunnitelma.



*Maija Musto
Ramboll Finland Oy*



*Sami Iikkanen
Ramboll Finland Oy*

Ramboll on yksi allianssihankkeen osapuolista. Rambollin yhtenä vastuualueena ovat olleet allianssihankkeessa toteutettavat liikenteen toimivuustarkastelut, joita tehtiin Vissim- ja OpenTrack-mikrosimulointityökalujen avulla. Toimivuustarkastelujen pääpaino oli hankkeen KAS- eli kehitysvaiheen aikana, jolloin suunnitelmia vielä tarkennettiin ja päivitettiin tarvittavilta osin.

Simulointimallit

OpenTrack on Sveitsissä kehitetty raideliikenteen simulointiin tarkoitettu mikrosimulointityökalu, joka mallintaa raitiovaunujen kulun erittäin yksityiskohtaisesti, mutta ei huomioi muuta liikennettä. OpenTrack-malliin on kuvattu Raide-Jokerin rata-geometria pysty- ja vaakakaltevuuksineen ja vaihteineen sekä pysäkit ja nopeusrajoitukset noin 10 metrin tarkkuudella. OpenTrackiin on mahdollista luoda raitiovaunujen aikataulu, joka huomioi pysähdysaikojen lisäksi myös kääntöajat pääteasemilla ja siten kalustokierron. OpenTrackia hyödynnettiin hankkeessa ajoaikojen laskennassa ja kalustomitoituksessa. Ohjelmalla oli siten merkittävä rooli hankkeen tavoitekeskinopeuden arvioinnissa ja määrittämisessä. Sen lisäksi ohjelmaa hyödynnettiin päätöspäätöksien operoinnin suunnittelussa.

Vissim on saksalainen liikenteen mikrosimulointiin tarkoitettu työkalu, joka ei mallinna raitiovaunujen kulkua ja kalustokiertoa yhtä tarkasti kuin OpenTrack, mutta Vissim-malli ottaa huomioon muun liikenteen. Vissim-malli on kalibroitu raitiovaunujen osalta OpenTrack-mallin avulla. Vissim-malli sisältää raitiotietilinan lisäksi kaikki linjan kanssa risteävät liittymät. Vissim-mallin avulla tutkittiin mm. raitiovaunuetuuksien toimintaa ja vaikutuksia sekä tarkennetussa suunnittelussa syntyneiden vaihtoehtojen vaikutuksia.



Kuva 1. Vihdintien liikenneym-
pyrystä laadittu Vissim-malli.

toisten ratkaisujen toimivuutta ja vaikutuksia sekä raitiovaunuliikenteelle että autoliikenteelle. Keskeisistä solmupisteistä tehtiin myös jalankulkijasimulointeja.

OpenTrackista rakennettiin yksi malli, joka kattaa koko linjan päästä päähän. Vissimillä laadittiin vastaavasti yksi koko linjaa kuvaava malli, mutta lisäksi Raide-Jokerin linja jaettiin liikenteellisesti loogisiin osakokonaisuuksiin, ja jokaista aluetta tarkasteltiin myös omana Vissim-mallikokonaisuutenaan. Esimerkiksi Raide-Jokerin länsipäässä läntisin mallinnusalue käsitti alueen Keilaniemen päätepysäkillä Otaniemen keskustaan. Tämän jälkeen malli katkaistiin, koska henkilöautojen pääsy Otaniemen keskustan läpi on katkaistu.

Vissim-malleissa käytetyt liikennemäärät muodostettiin ns. lähtö-määräpaikkamatriiseina erikseen jokaiselle Vissim-mallin osa-alueelle. Liikenteen toimivuutta tutkittiin nykyisillä liikennemäärillä sekä erilaisissa ennustetilanteissa. Liikennemäärien määrittämisessä käytettiin useita eri lähteitä, kuten tuoreita liikennelaskentatietoja sekä pääkaupunkiseudun ennustemallia. Alueilta, joista ei ollut saatavissa tuoreita laskentatietoja, tehtiin tarkentavia laskentoja. Vihdintien liikenneympyrän liikennemäärät saatiin drone-kuvauksen avulla.

OpenTrack- ja Vissim-simulointimalleja työstettiin koko ajan rinnakkain siten, että matka-aika määritettiin OpenTrackilla, ja liittymäviiveet laadittiin asiantuntija-arvioina Vissimistä saatujen tulosten pohjalta. Ohjelmien pysäkkivälikohtaisia ajoaikatuloksia validoitiin keskenään, ja ne kalibroitiin toisiaan vastaaviksi.

Raide-Jokerin liikennöinnissä käytetään Artic XL- raitiovaunua, jonka pituus on alkuvaiheessa 34 metriä. Vaunuja voidaan myöhemmin pidentää 45 metrisiksi. Simuloinnissa käytetty raitiovaunu mallinnettiin OpenTrackissa Skoda Transtechin toimittamien teknisten tietojen perusteella. OpenTrack-simuloinnit tehtiin 95 prosentin ajoteholla, joka vaikuttaa kiihtyvyyteen, hidastuvuuteen ja maksiminopeuteen. Kokemuseräisesti ajoteho vaihtelee noin 92-98 prosentin välillä.

Tarkastelut OpenTrackilla

Tavoitekeskinopeuden arviointi oli yksi tärkeimmistä toimivuustarkasteluihin liittyvistä tehtävistä. Keskinopeus laskettiin matka-ajan ja linjan pituuden perusteella. Matka-aika koostui ajoajasta pysäkkien välillä, pysäkkiajoista ja liittymäviiveistä. Keskinopeuden laskennassa käytettiin keskimääräistä ajoaika pysäkkien

välillä ja pysäkkiaikaa, joka riittää yli 95 prosentille vuoroista ruuhka-aikaan.

Raide-Jokerin matka-aikaan vaikuttaa pysäkkien määrän lisäksi pysäkkien sijoittuminen linjan reitille suhteessa liikenneympäristöön. Kehitysvaiheen aikana tehtiin useita pysäkkien muutoksiin liittyviä tarkasteluja. Esimerkiksi Perkkäälle lisättiin kehitysvaiheen aikana yksi pysäkki ja Veräjämäen pysäkkiä siirrettiin. Lahdenpohjan pysäkki sijaitsee alueella, jossa ei ole odotettavissa suuria matkustajamääriä. Herkkyystarkasteluna tutkittiin pysäkin siirtämisen tai kokonaan poistamisen vaikutuksia matka-aikaan.

Pysäkkien vaikutuksen lisäksi tutkittiin mm. pistemäisten nopeusrajoitusten ja linjausmuutosten vaikutusta ajoaikaan. Esimerkiksi Sakkolantien nopeusrajoitus Laajarannan ja Laajalahden pysäkkien välillä on oletettu olevan liikenneturvallisuussyistä 50 km/h, mutta herkkyystarkasteluna tutkittiin nopeusrajoituksen poistamisen vaikutusta, jolloin rajoitus risteyskohdalla olisi 70 km/h. Vastaavasti Turunväylän ylittävällä sillalla menevällä joukkoliikennekadulla on 60 km/h nopeusrajoitus. Samalla osuudella liikennöi myös busseja, jotka saattavat häiritä raitiovaunujen liikennöintiä. Herkkyystarkasteluna tutkittiin, miten paljon matka-aika pitenee, jos raitiovaunujen keskinopeus on bussien takia alhaisempi.

Tarkastelut Vissimillä

Vissimillä tehtiin yksittäisiä tarkasteluja muun muassa liikennevalosuunnittelun tueksi sekä liikennejärjestelyjen toimivuuden toteamiseksi. Esimerkkejä Vissimillä tehdystä simulointikohteista on Leppävaaran Hevosenkengän liittymien sekä kauppakeskus Lanternan edustan liittymien liikennevalojen toimintaperiaatteiden suunnittelu. Leppävaarassa Linnoitustiestä tutkittiin kaistajärjestelyjä niukassa katutilassa. Kiertoliittymien osalta tutkittiin optimaalista paikkaa keskeyttää muu liikenne Raide-Jokerin ylittäessä kiertoliittymän. Keilaniemessä tutkittiin jopa ratalinjan siirtoa kadun toiselta puolelta toiselle, johon loppujen lopuksi päädyttiinkin.

Itäkeskuksen päätepysäkin alueesta tehtiin laaja malli, joka sisälsi Raide-Jokerin linjan lisäksi myös bussiterminaalin. Malli sisälsi raitiovaunujen ja katuverkon liikenteen lisäksi myös bussiterminaalin bussi- ja taksiliikenteen sekä jalankulkijat. Mallin avulla tutkittiin mm. vaihtoehtoisten vaihdejärjestelyjen vaikutuksia raitiovaunujen ja muun liikenteen sujuvuuteen. Lisäksi tarkasteltiin vaihtojen sujuvuutta sekä jalankulkijoiden ja muun liikenteen välistä vuorovaikutusta.

Vissimiä hyödynnettiin myös työaikaisten liikennesuunnitelmien toimivuuden varmistamiseen. Toimivuustarkastelujen tulosten perusteella tehtiin kehitysehdotuksia suunnitelmien parantamiseksi. Työaikaisiin simulointitarkasteluihin valittiin etukäteen haastaviksi arvioituja paikkoja. Kaikkia vaihtoehtoja ei ollut mahdollista simuloida, sillä työaikaisten vaihtoehtojen määrä on valtava.



Kuva 2. Itäkeskuksen päätepysäkkiä kuvaava Vissim-malli.

Raitiotie ja kiertoliittymät - huono vai hyvä yhdistelmä?

Kiertoliittymien käyttö raitiotiereiteillä herättää mielipiteitä ja käytännöt sekä suunnitteluohjeet ovat eri maissa vaihtelevia. Mm. Ranskassa ja Saksassa on paljon kiertoliittymiä, joiden keskisarekkeen kautta kulkee raitiotie, mutta uusissa raitiotiekaupungeissa mm. Pohjoismaissa kiertoliittymiä ei juurikaan enää ole toteutettu. Modernien pikaraitiotiejärjestelmien suunnittelun lähtökoh-
tia ovat raitiotien sujuvuus, luotettavuus, turvallisuus, nopeus eli kilpailukyky henkilöautoon nähden, mitkä voivat aiheuttaa haasteita kiertoliittymiä käytettäessä.

Asiantuntijabenchmarking kiertoliittymien käytöstä raitiotiereiteillä tehtiin Tampereen kaupungin toimeksiannosta. Tampereella ollaan rakentamassa uutta raitiotiejärjestelmää kaupungin liikennejärjestelmän selkärangaksi, joten sen turvallisuuteen ja raitiotien liikennöinnin sujuvuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. Koska raitiovaunut pysähtyvät jokaisella pysäkillä, tulee liittymissä olla vahvat etuudet. Huolta on aiheuttanut erityisesti kiertoliittymien turvallisuus, kiertoliittymän aiheuttamat viivytykset raitiotien sujuvuudelle sekä riskit silloin kun kiertoliittymän valo-ohjaus on epäkunnossa tai autoilija tekee virheitä. Benchmarkingia varten haastateltiin asiantuntijoita muista Pohjoismaista sekä Saksasta.

Benchmarkingissa osoittautui, että Tanskassa on viimeisten parinkymmenen vuoden ajan ollut suuntaus käyttää kiertoliittymiä yhä vähemmän kaupunkialueilla, mistä syystä olemassa olevia kiertoliittymiä on vain vähän raitiotiereiteillä. Tanskassa myös suunnitteluohjeistus kieltää kiertoliittymien käytön raitiotien reitillä. Toisaalta Tanskan uusissa raitiotiekaupungeissa, kuten Aarhusissa, Aalborgissa ja Odensessa, painotetaan turvallisuutta suunnitteluratkaisujen perusteena, koska raitiotie on maassa uusi liikenneväline.

Norjassa kiertoliittymien käyttö raitiotien reiteillä on mahdollista - liikennesääntöjen mukaan kiertoliittymässä ajavien autoilijoiden tulee väistää kiertoliittymästä poistuvaa raitiovaunua. Yli 15 km/h nopeusrajoituksilla suositellaan käytettäväksi liikennevalo-ohjattuja kiertoliittymiä, mutta tätä alemmilla nopeuksilla riittää varoitusmerkki. Oslon liikenneonnettomuustilastojen perusteella raitiotiekierkoliittymissä ei ole tapahtunut enempää onnettomuuksia kuin niissä kiertoliittymissä, joiden läpi ei kulje raitiotietä. Bergenissä kiertoliittymiä ei ole toteutettu v. 2010 avatulle raitiotiereitille – niitä pohdittiin suunnitteluprosessin aikana, mutta toimivuuden, etuajo-oikeuksien sekä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden olosuhteiden vuoksi päädyttiin muihin liittymäratkaisuihin.



Riikka Salli
Ramboll Finland Oy

Saksassa raitiotien kulkeminen kiertoliittymän läpi on melko tavallista, mutta liittymät ovat tällöin aina osittain valo-ohjattuja. Valo-ohjauksella sekä huolellisella suunnittelulla turvallisuus ja sujuvuus voidaan varmistaa, eikä niiden käytössä ole Saksassa havaittu ongelmia. Ranskalaisen onnettomuus selvityksen mukaan kiertoliittymissä on todettu korkeampi onnettomuusriski.

Kartoitetuissa esimerkkikohteissa ja -maissa raitiotien suunnitteluohjeissa raitiotie ohjeistetaan linjattavaksi keskeltä kiertoliittymän kiertosaarek-
ketta, mikä parantaa raitiovaunun kuljettajan näke-
miä. Kiertoliittymän tulisi olla enintään nelihaa-
rainen ja kullakin saapumishaaralla ja kiertoliit-

tymässä vain yksi ajokaista. Tampereella raitiotiejärjestelmässä varaudutaan 47-metrisiin vaunuihin, joten ohjausjärjestelyn turvallisuuden varmistamiseksi kiertotilan on oltava riittävän suuri. Jalankulun ja pyöräilyn järjestelyt on suunniteltava turvallisiksi ylityspaikoiksi.

Benchmarkingin asiantuntijankemysten mukaan uusia kiertoliittymiä ei tulisi tehdä kuin perustelluissa erikoistapauksissa. Tällainen voi olla esimerkiksi tilanne, jossa liityntäliikenteen vuoksi tarvitaan vaihtopysäkin lähellä paikka, jossa voi kääntyä paluusuuntaan.

The background image shows a high-speed train, likely a Siemens Velaro, stopped at a train platform. The platform has a large, modern glass and steel roof structure. The train is white with orange accents. A person is visible on the platform to the left. The Siemens logo and tagline are in the top left corner.

SIEMENS

Ingenuity for life

Tehokasta ja luotettavaa raideliikennettä

Digitalisaatio, väestön keskittyminen kaupunkeihin, lainsäädännön muutokset sekä kasvanut ymmärrys ilmastomuutoksesta vaikuttavat liikennejärjestelmien suunnitteluun.

Arjen liikkumisen tulee olla sujuvaa ja ympäristön kannalta kestävää.

Siemens Mobility tarjoaa laajimman valikoiman kestävästä kehitystä edistäviä raideliikenteen ratkaisuja, jotka parantavat matkustajakokemusta ja tehostavat liikkumista.

RATA 2020
Tampere-talo
21.-22.1.2020
Osasto 21

[siemens.com/mobility](https://www.siemens.com/mobility)

Kaupunkiliikenne kehitty - kehittyvätkö arviointimenetelmät?

Kaupungistuminen muuttaa liikennesuunnittelun lähtökohtia ja reunaehtoja. Jotta henkilö- ja tavaraliikenne saadaan järjestettyä tiiviissä yhdyskuntarakenteessa, on ymmärrettävä, mitä hyötyjä ja kustannuksia väylien rakentamiseen ja liikenteen järjestämiseen alueilla liittyy.

Hankearvioinnin kehikko mahdollistaa erityyppisten hankkeiden vertailun, mutta laskentamenetelmät eivät ole kaikilta osin kehittyneet kaupunkiliikenteen arviointien tarpeisiin. Erityisesti kaupungeissa liikenteen kehittämistä nimittäviä tekijöitä ovat niukkuus tilasta ja puhtaasta ilmasta. Luotettavuuden ja tilatehokkuuden arviointiin ei ole vakiintuneita laskentamenetelmiä. Ilmanlaadun terveysvaikutusten arviointi ei ole kehittynyt tasolle, jolla se tukisi päätöksentekoa tiheästi asutuilla seuduilla.

Arviointien näkökulmat jäsentyvät

Kuntataloudelliset arvioinnit ovat yleistyneet yhteiskuntataloudellisen arvioinnin rinnalla. Tässä esityksessä keskitymme yhteiskuntataloudelliseen näkökulmaan, sillä kyseisellä tasolla tavoitteena on yhteiskunnan kokonaishyvinvoinnin kasvattaminen. Hyvinvoinnin jakautuminen kansalaisille on oma kysymyksensä, joka ei ratkea pelkästään liikennettä kehittämällä. Liikennejärjestelmää kehitettäessä on kuitenkin syytä varmistaa, että jaettavaa hyvinvointia syntyy.

Seuraavassa syvennymme siihen, miten arviointimenetelmiä tulisi kehittää yhdenmukaisten arviointien mahdollistamiseksi. Kehittämistä ei ohjaa tarve löytää perusteluja raideratkaisuille, vaan tarve löytää menetelmiä eri liikennemuotojen ja -ratkaisujen yhdenmukaiseen arviointiin.



Taina Haapamäki
FLOU



Sami Mäkinen
FLOU

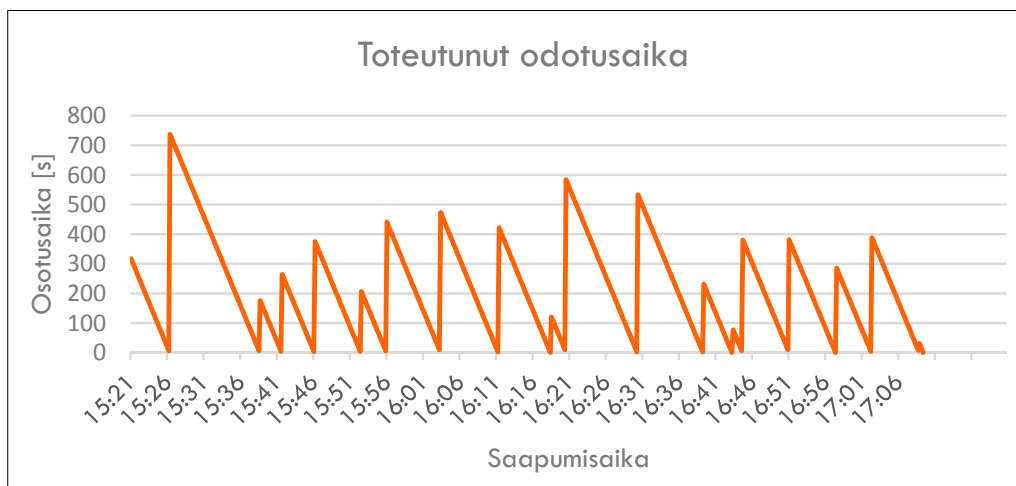
Täsmällisyys ohjaa suunnittelua, mutta ei aina näy arvioinneissa

Täsmällisyyden ja luotettavuuden tavoitteet nousevat esille erityisesti raideliikenteen suunnittelussa. Haasteena on, että laskentamenetelmät puuttuvat. Tiheästi liikennöidyssä joukkoliikenteessä odotusajat riippuvat vuorovälistä ja sen hajonnasta. Laskelmissa epätäsmällisyys on joiltakin osalta näkynyt (nousu-) vastuksessa, joka liittyy joukkoliikennevälineeseen nousemisen ja vaihtoon. Arviointitapa suunnitteluratkaisujen ja nousuvastuksen yhteydestä kuitenkin puuttuu.

Täsmällisyyden vaikutusta palvelutasoon on tarkasteltu mm. osana Raide-Jokerin hankearviointia. Vaihteleva ajoaika johtaa epätäsmällisyyteen saapumisajoissa pysäkeillä. Saapumisajan vaihtelun voidaan havaita kasvattavan sekä matkustajien keskimääräistä odotus- ja matka-aikaa että joukkoliikennevälineiden kuormituksen vaihtelua.

Epätäsmällisellä linjalla vuorovälin vaihtelu kasvaa linjan päätepysäkkiä kohden. Pysäkiltä tarkasteltuna osa väleistä on merkittävästi aikataulun mukaista pidempiä, ja toisinaan pysäkillä saapuu useampi ajoneuvo peräkkäin. Koska matkustajilla on enemmän aikaa – ja täten suurempi todennäköisyys – saapua pysäkillä pitkän kuin lyhyen vuorovälin aikaan, muodostuu keskimääräisen matkustajan kokema odotusaika pidemmäksi kuin se keskimääräisen vuorovälin mukaan laskettuna olisi.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty runkolinjan 550 toteutuneen saapumisen mukaan laskettu odotusaika pysäkillä. Vuorovälin (5 min) mukaan laskettuna keskimääräinen odotus olisi 2,5 minuuttia, kun matkustaja saapuu pysäkillä satunnaiseen aikaan. Toteutuneen vuorovälivaihtelun perusteella keskimääräinen odotus on 44 % teoreettista odotusaikaa pidempi eli 3,6 minuuttia.



Kuva 1 Runkolinjan 550 toteutunut odotusaika Huopalahden asemalla matkustajan saapumisaikana syksyllä 2018. Saapumisaika x-akselilla ja toteutunut odotusaika y-akselilla. (Raide-Jokerin hankearviointi 2019.)

Kasvaneen odotusajan lisäksi vaihtelu saapumisajoissa johtaa joukkoliikennevälineiden epätasaiseen täyttymiseen. Koska enemmistö matkustajista matkustaa täysissä vuoroissa, on keskimääräisen matkustajan kokemana ruuhkaisuus korkeampi kuin kaikkien vuorojen keskiarvo.

Omallalla ajourallaan toimiessaan raideliikenne mahdollistaa muun liikenteen seassa toimivaa joukkoliikennettä ennustettavamman ajoajan. Jos täsmällisyyden parantumista ei huomioida hankearvioinnista, osa raidevaihtoehdon tuomista todellisista hyödyistä voi jäädä huomioimatta.

Lähipäästöille altistuvien määrä määrittää kustannuksia

Ilmastopäästöjen ohella lähipäästöt nousevat esille kaupunkien liikennepoliitikassa. Yhä useampi kaupunki on herännyt lähipäästöjen hillitsemiseen alueilla, joille merkittävimmät terveysvaikutukset kohdistuvat. Vuoden 2019 alussa pelkästään Euroopan kaupungeissa oli käytössä 260 ympäristövyöhykettä, joilla hillittiin mm. typen oksidien, katupölyn ja melun aiheuttamia haittoja rajoittamalla kaikkein haitallisimpien ajoneuvojen pääsyä kaupunkikeskustoihin. Helsingissä arvioitiin ympäristövyöhykkeen kehittämismahdollisuuksia keväällä 2019.

Ilmanlaadun terveysvaikutusten osalta hankearvioinneissa on esitetty yksikköarvot taajamissa ja haja-asutusseuduilla. Jotta arviointi soveltuisi kaupunkiliikenteen arviointiin, on menetelmiä kehittävä suuntaan, jossa altistuvien määrä ja terveysvaikutusten vakavuus määrittävät haittojen kustannukset.

Tilan markkinahinta ohjaa tehokkaisiin ratkaisuihin

Liikennevälineet ja eri kulkumuotojen infra vievät eri määrän tilaa. Tilan hinta määräytyy markkinoilla sijainnin houkuttelevuuden mukaan. Arvioinneissa ei kuitenkaan vielä tuoda esiin tilan hinnanmuodostusta. Tilatehokkuuteen liittyy oleellisesti sekä pysähdyksissä olevan liikennevirran tilantarve, että nopeus, jolla liikennettä voidaan välittää.

Kaupunkihankkeiden osalta tulisi kyetä arvioimaan eri kulkumuotojen kehittämisen vaikutus tilantarpeeseen sekä polkuriippuvuutta: millaisia kokonaisratkaisuja ja tilatarpeita tietty liikeneratkaisu edellyttää tulevaisuudessa?

Kehittämissyhteistyö säästää resursseja

Laadukas vaikutusarviointi käsittää arvion tavoitteiden täyttämistä (Onko tarkasteltava toteutus paras ratkaisu tavoitteen saavuttamiseen?) sekä arvion muista merkityksellisistä vaikutuksista (Kuinka suurina ovat kokonaisvaikutukset? Ovatko vaikutukset hyväksyttävissä?).

Tulevaisuuden arviointeja ohjaa läpinäkyvyys sekä kehikkojen, laskentamenetelmien että tietoaaineistojen osalta. Menetelmien tulee soveltua sekä kaupunki- että maaseutumaisiin olosuhteisiin. Haasteet liikenteen kehittämiseen eivät ole uniikkeja eri seuduilla. Arviointeja voidaan kehittää yhdessä em. vaikutuksia tutkimalla ja tutkimustietoa soveltavia työkaluja kehittämällä. Työtapa tehostaa resurssien käyttöä ja tukee toimijoiden välistä yhteistyötä.

TRACK MATERIAL

CRANE RAILS

TURNOUTS

FASTENING SYSTEMS

RAILS

WWW.HEINRICH-KRUG.DE



Heinrich Krug

rails • track material

turnouts • crane rails





Data-analytiikan ja tekoälyn hyödyntäminen rataverkon kunnossapidossa

Turvalaitteen teollinen internet

Esineiden internet, teollinen internet, data-analytiikka, koneoppiminen ja tekoäly. Varsin tuttuja termejä meille kaikille jo useampien vuosien ajan. Laitokset, järjestelmät, koneet, sensorit sekä niiden käyttäjät tuottavat dataa varastoon yhä kiihtyvällä tahdilla. Tekoälyn hyödyntämisestä on tullut muutamassa vuodessa jokapäiväistä ja ainakin osittain teemme sen jo huomaamattamme. Tietoverkkojen kapasiteetin ja koneiden laskentatehon kasvun myötä ovat mahdollisuudet suurten datamäärien analysointiin koneellisesti sekä tietomallien tuottamiseen kasvaneet erittäin nopeasti. Kuitenkin, kaikesta tuotetusta datasta hyödynnetään tilastojen mukaan vasta pieni murto-osa.

Rautatieala on perinteisesti mielletty jollain tavoin konservatiiviseksi, jossa uudet trendit ja teknologiat on otettu käyttöön hitaanaisesti, ja vasta kun ne on muilla teollisuuden aloilla koestettu ja hyväksi havaittu. Käynnissä oleva liikenteen murros, uusien liiketoimintamallien ja ilmastokeskustelun vauhdittamana, on kuitenkin muuttamassa tätä tilannetta. Liikennesektorin ja sen myötä myös rautatiealan eri toimijat ovat omaksuneet ja ymmärtäneet laajalla rintamalla datan systemaattisen tallentamisen ja prosessoimisen tärkeyden sekä sen mukanaan tuomat mahdollisuudet toiminnan kokonaisvaltaisessa kehittämisessä ja tehostamisessa.

Liikenteen järjestelmistä on saatavilla runsaasti dataa. Yksi kalustoyksikkö voi tuottaa vuodessa muutamia miljardeja datapisteitä. Ratainfra puolen järjestelmissä voidaan järjestelmän sisäisesti lähettää ja vastaanottaa jopa useita miljardeja telegrammeja vuodessa. Data tulee valjastaa hyötykäyttöön ja muuttaa tiedoksi. Tiedon pohjalta voidaan tehdä päätelmiä ja määritellä toimenpiteitä. Toimenpiteillä tavoitellaan kustannussäästöjä elinkaaren aikana tai parannetaan järjestelmän saatavuutta ja käyttövarmuutta. Kunnossapidossa voidaan muuttaa perinteisiä aikaa tai suoritteeseen perustuvia toimintamalleja ja jotta toimenpiteitä kaluston, laitteiden ja järjestelmien todellisen tilaan perustuen. Näin voidaan ottaa askel kohti ennustavaa huoltoa.

Siemens Mobility on toteuttanut yhdessä nykyisen Väyläviraston kanssa vuosina 2017-2019 palvelun, jossa tallennetaan rataverkon turvalaitteen, tarkennettuna Siemensin tietokonepohjaisen Simis C -asetinlaitteen, sisäistä väylä- ja ohjausdataa ja luodaan siitä data-analytiikan ja koneoppimisen keinoin lisäarvoa niin kutsuttujen käyttötapauksien muodossa rataverkon ja sen järjestelmien kunnossapitoon. Projektissa palveluun käyttöönotettiin Siemensin aiemmin kehittämiä valmiita datan käyttötapauksia, kuten vaihteiden vikaantumisten ennakoiminen koneoppimisen/tekoälyn avulla sekä asetinlaitejärjestelmään



Risto Silvola
Siemens Mobility Oy

kuuluvien aluetietokoneiden välisen väyläkommu- nikaation seuranta. Tämän lisäksi projektin puitteissa keskusteltiin yhdessä Väyläviraston ja Turun kunnossapidon edustajien kanssa Suomen rata- verkon erityispiirteistä ja kunnossapidon haas- teista ja otettiin näiden keskustelujen pohjalta käyttöön uusia käytötapauksia.

Turvalaitetilasta pilvipalveluun

Liityntäratkaisulla (engl. connectivity solution) tar- koitetaan tässä yhteydessä paikallista tallennus- ratkaisua sekä tietoliikenneyhteyttä, jolla data saa- daan tallennettua järjestelmästä ja siirrettyä ver- kon yli pilvipalvelualustalle edelleen prosessoita- vaksi.

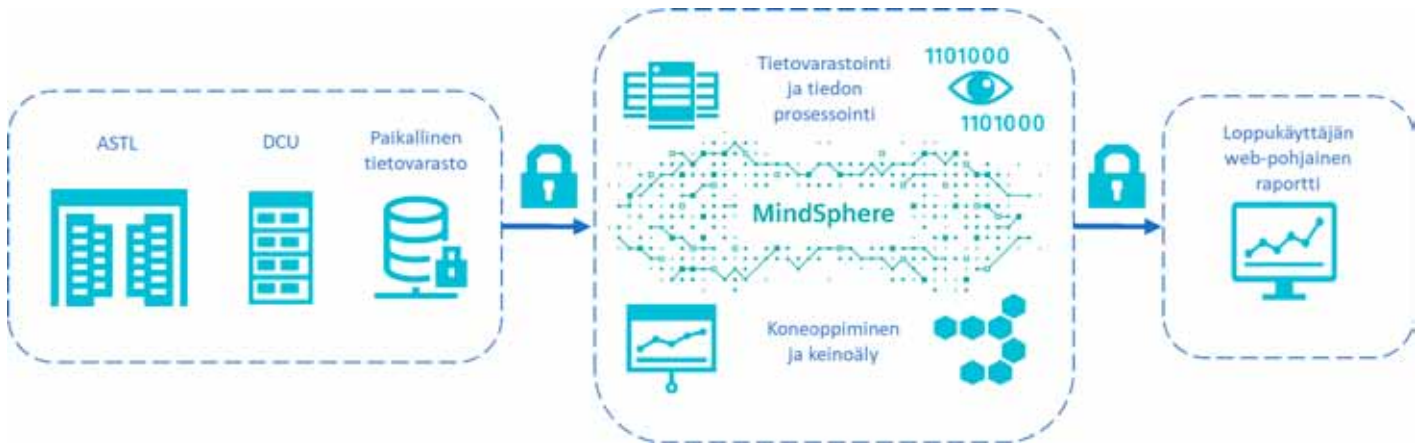
Asetinlaitteeseen liityttäessä tulee varmistua ratkaisun tie- toturvallisuudesta. Muodostettavan jatkuvan tietoliikenneyhtey- den kautta ei saa olla mahdollista muokata tai antaa minkäänlai- sia kommentoja asetinlaitteelle eikä muutenkaan vaikuttaa millään tavalla järjestelmän normaaliin toimintaan.

Turussa liityntä Simis C-asetinlaitteen väyläkeskuksiin ja väylädatan kuuntelu on toteutettu käyttäen Siemensin erityi- sesti tähän tarkoitukseen kehittämää DCU-laitetta (Data Cap- ture Unit). DCU on datadiodi-tyyppinen, yksisuuntainen tiedon- siirtolaite, joka soveltuu pakettimuotoisen liikenteen passiiviseen kuunteluun. Laite eristää fyysisesti kaksi verkon osaa toisistaan, tässä tapauksessa asetinlaitteen puolen siitä osasta laittilan verkkoa, joka on välillisesti yhteydessä pilvipalveluun julkisen verkon, Internetin, yli.

Asetinlaitteen sisäisestä väylästä kuunneltu dataliikenne tal- lennetaan määritellyn prosessin mukaisesti laittilassa sijaitse- valle tietokoneelle. Tämä niin kutsuttu raakadata on tässä vai- heessa vielä binäärimuotoista. Datan tiedonsiirto turvalaiteti- lasta dataa tallentavalta koneelta Siemensin MindSphere/Raili- gent -nimiselle pilvipalvelu- ja raportointialustalle on toteutettu verkon palomuurilaitteen kautta VPN-yhteyden (Virtual Private Network) yli. Siemensin tietovarastossa raakadata muunnetaan välivaiheiden kautta analysoitavaan muotoon hyödyntäen jär- jestelmäntuntemusta sekä käytössä olevaa suurta laskentakapa- siteettia. Koko datan elinkaari sen kaikkine vaiheineen on täysin automatisoitu.

Siemens Mobilityn Railigent-järjestelmä toimii SaaS-palvelu- mallilla (Software as a Service) Web-pohjaisen raportin alustana. Loppukäyttäjän Web-raportti on suunniteltu automaattisesti päi- vittyväksi, jolloin sisään kirjaututtaessa näytetään järjestelmän nykytila. Käyttäjän on kuitenkin mahdollista tarkastella tilanteita ja tapahtumia koko mittausajanjakson ajalta.

Oheisessa kuvassa on esitetty liityntäratkaisun topologia asetinlaitteelta (ASTL) pilvipalvelualustalle.



Kuva 1. Liityntäratkaisun topologia asetinlaitteelta MindSphere/Railigent-pilvipalvelualustalle (Kuva: Siemens Mobility)

Datasta käyttötapauksia ja lisäarvoa kunnossapitoon

Tietokoneasetinlaite hallitsee ja valvoo junaliikenteen kulkuteitä sekä ohjaa keskitetysti tarvittavia ratainfra ulkolaitteita kuten vaihteita ja opastimia. Asetinlaitteen sisäisestä väylädatasta on mahdollista saada tarkkaa tietoa eri elementtien tilasta sekä myös tarkka, millisekuntitason aikaleima toteutuneista tapahtumista ja tilamuutoksista.

Turun projektissa palvelun verkkopohjaiselle raportille otettiin mukaan käyttötapaukset muun muassa vaihteille, asetinlaitteen väyläkommunikaatiolle (kuva 2), opastimille, tasoristeyslaitoksille sekä raideosuuksien varautumisille. Koontinäkyvät (engl. dashboard) sisältävät eri käyttötapauksia, jotka koostavat, tilastoivat ja visualisoivat dataa sille määritettyjen elementtien osalta. Raportin dynaamiset koontinäkyvät antavat käyttäjälle mahdollisuuden muokata tarkasteltujen elementtien määrää tai näkymissä esitettyä aikajanaa ja mahdollistaa näin nousevien ja laskevien trendien havainnoimisen. Tilastoista on myös helppo hakea tarkempaa tietoa ongelma- ja virhetilanteista sekä hyödyntää tätä tietoa juurisyiden selvittämisessä. Kunnossapidon

toimenpiteiden suunnittelussa tai esimerkiksi niiden priorisoinnin määrittämisessä ovat muun muassa eri käyttö- ja vikamääriä kertovat tilastot hyvä apu.

Vaihteiden valvontaa ilman sensoreita

Vaihte on rataverkon keskeisin ja liikenteen sujuvuuden kannalta varmasti myös kriittisin huollettava komponentti. Vaihteet ja niiden toimintavarmuus ovatkin tästä hyvästä syystä usein keskiössä diagnostiikkaa ja analytiikkaa kehitettäessä. Siemens Mobilityn data-analytiikat ovat kehittäneet koneoppimisalgoritmin, joka etsii muun muassa vaihteiden kääntöajoista tilastollisia poikkeamia ja muodostaa kerätyn tiedon pohjalta tietomallin, joka ennustaa vaihteen mahdollista vikaantumista tai epänormaalia tilaa. Ennuste mahdollistaa näin siirtymisen kohti vaihteen todelliseen tilaan pohjautuvaa ja ennustavaa kunnossapitoa; vikaantumisiin tai häiriöihin voidaan puuttua jo ennen kuin ne aiheuttavat ongelmia infran toimintaan ja tätä kautta junaliikenteeseen.

Malli indikoi vaihteen arvioidun tilan eri värein: vihreä, keltainen tai oranssi. Värit toimivat näin liikennevalomaisena opastuksena.



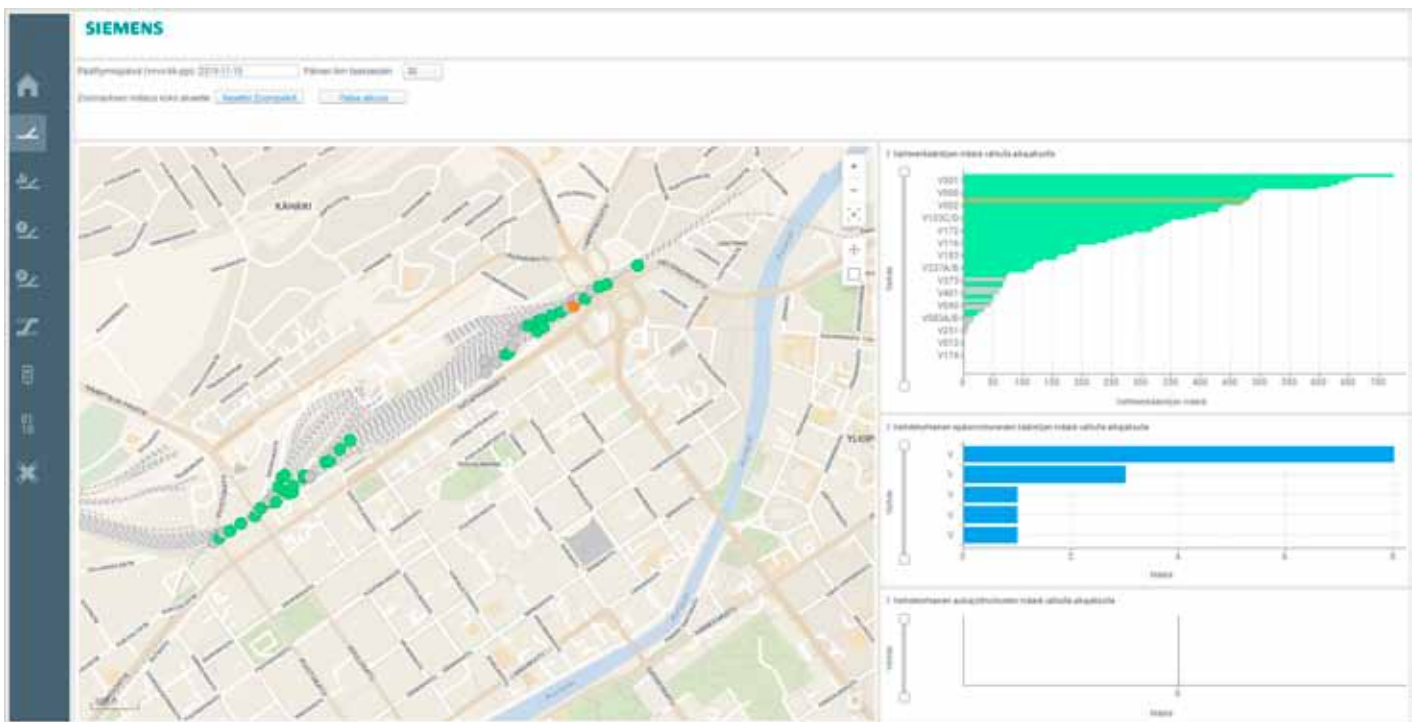
Kuva 2. Esimerkki väyläkommunikaation koontinäkymästä (Kuva: Siemens Mobility)

sena järjestelmän käyttäjälle mahdollisten vaihteiden tarkistus-toimenpiteiden kiireellisyydestä. Vihreä väri indikoi, että vaihde on ok. Keltainen väri indikoi poikkeavia käännoistä ja vaihtelusta aikajaksolla, toimenpiteenä vaihteen seuranta. Oranssilla indikaatiolla vaihde suositellaan tarkastettavaksi. Raportilla vaihteiden tila voidaan haluttaessa esittää kätevästi karttapohjalla (kuva 3), jolloin vaihteen sijainti ja senhetkinen tila on helppo hahmottaa nopeasti.

Data ja analytiikka mahdollistavat tehokkuuden

Suurten datamäärien yhdistely ja analysointi kehittyneiden algoritmien ja mallien avulla on tulevaisuudessa yhä keskeisem-

mässä roolissa huollon ja kunnossapidon prosessien kehittämisessä järjestelmien käytettävyyden maksimoimiseksi ja elinkaari-kustannusten minimoimiseksi. Turussa toteutettu projekti ja sen myötä käyttöön otettu asetinlaidataa hyödyntävä verkkopohjainen palvelu on osoittanut toimivuutensa sekä potentiaalsia eri toimintojen ja vikatilanteiden ratkaisujen tehostamisessa. Huomionarvoista ratkaisussa on myös olemassa olevan järjestelmän sisäisen datan hyödyntäminen ilman tarvetta rataa erikseen asennettaville sensoreille. Kunnossapidon lisäksi myös muut toimijat voivat hyötyä tällaisen palvelun tuottamasta informaatiosta, sitä voidaan käyttää esimerkiksi suunnittelussa ja päätöksenteon tukena.



Kuva 3. Koontinäkömä vaihteiden tilatiedoista karttapohjalla (Kuva: Siemens Mobility)

Maanrakennus Ari Koivunen

Siurontie 2, 37200 Siuro p. 0400 733 398
maanrakennus.ari.koivunen@pp.inet.fi

Rataurakoitsijoiden mobiilialusta RUMA parantaa turvallisuutta ja helpottaa ratatyöarkea

RUMA, eli rataurakoitsijoiden mobiilialusta, on järjestelmäkokonaisuus, joka otettiin käyttöön liikenteenohjauksen lupaa vaativissa ratatöissä kesällä 2018. Järjestelmää kehitetään ja toiminnallisuuksia laajennetaan aktiivisesti. RUMAA käyttävät muun muassa liikenteenohjaus, ratatyövastaavat, ratatyöryhmien yhteyshenkilöt sekä koneenkuljettajat. Järjestelmä helpottaa ja tehostaa ratatyöurakoitsijoiden ja liikenteenohjaajien työtä liittymien rata-työiden suunnitteluun, ilmoittamiseen, ilmoitusten tarkastamiseen, työn toteuttamiseen ja luvantoon. Järjestelmän tuomia hyötyjä ovat mm. turvallisuuden parantuminen, ratatyöilmoitusten ja niitä ympäröivän prosessin digitalisointi ja tehostaminen, kommunikaation sujuvoittaminen, ratatyötiedon parempi saatavuus ja reaaliaikaisuus, sekä tarkemman sijaintitiedon mahdollistaminen GPS-seurannan avulla. RUMAsta on olemassa web-sovellus, sekä Android-kännyköissä ja -tableteilla toimiva mobiilisovellus. Mobiilisovellus on ladattavissa Google Play Storesta. RUMAN mobiili- ja web-sovelluksista on tarjolla koulutusversiot, joilla järjestelmän käyttöä ja uusia ominaisuuksia pääsee harjoittelemaan.

Sujuvuutta ratatyöprosessiin

RUMA digitalisoi ratatöihin liittyvät keskeiset operatiiviset tiedot, kuten ratatyöilmoitukset ja liikenteenrajoiteilmoitukset, yhteiselle mobiilialustalle, parantaen näin tietojen ajantasaisuutta ja hyödynnettävyyttä. Tarve ylimääräiselle sähköpostiviestinnälle ja paperitulosteille poistui RUMAN myötä. Ratatyöilmoitus ja siihen mahdollisesti liittyvät muutokset välittyvät reaaliajassa RUMA-järjestelmästä liikenteenohjauksen LOKI-järjestelmään. Ilmoituksen luominen ja päivittäminen onnistuu kätevästi joko web-käyttöliittymän kautta, tai suoraan työmaalta käsin mobiili-RUMA-sovelluksella. Inhimillisten virheiden määrä RT- ja LR-ilmoituksia luotaessa vähenee digitaalisten lomakkeiden määrämuotoisuuden ja järjestelmän tekemien automaattisten tarkastusten ansiosta.

Parannuksia kommunikointiin ja tietojen välittymiseen

RUMA toimii yhtenä kommunikaatiovälineenä liikenteenohjauksen ja ratatyövastaavan välillä. Liikenteenohjauksen antaman ratatyöluvan tiedot, kuten kesto ja sijainti, sekä mahdolliset muutokset välittyvät RUMAN kautta reaaliajassa ratatyövastaavan, ratatyöryhmän jäsenien ja koneiden kuljettajien mobiililaitteisiin. Yksilöivän



Juho Pärssinen
Solita Oy

ratatyötunnuksen pyytäminen ja tunnuksen luonti ei enää vaadi erillistä puhelua liikenteenohjaukseen, vaan RUMA osaa varata vapaan yksilöivän tunnuksen ratatyölle automaattisesti.

GPS-sijaintitiedon hyödyntäminen työskentelyssä

Ajantasainen kartta ja raiteistokaaviot ovat mobiilisovelluksen käyttäjillä jatkuvasti saatavilla. RUMA hyödyntää reaaliaikaista GPS-paikannusta. Järjestelmä mahdollistaa ratatyövastaavan, ratatyöryhmien sekä -koneiden reaaliaikaisen paikannuksen maastossa ratatöiden aikana. Paikannustieto esitetään sovelluksen ruudulla suhteessa ratainfraan,

kuten raiteisiin, vaihteisiin ja opastimiin. Tämä parantaa sekä ratatyöryhmän sisäistä sijaintitietoisuutta, että sijainnin kommunikointia liikenteenohjaukseen. Riski tulkita omaa tai työn sijaintia maastossa virheellisesti vähenee.

Mitä uutta on tulossa?

Vuonna 2020 RUMA-järjestelmään on tulossa uutena kokonaisuutena sähköratatöihin liittyvien jännitekatkopyyntöjen ja -ilmoitusten laatiminen, niiden tarkastus ja hyväksymisprosessi, sekä digitaalinen jakelu asiaan liittyville toimijoille. Muita merkittäviä kokonaisuuksia, joilla RUMA-järjestelmää on suunniteltu tulevaisuudessa laajennettavaksi, ovat muun muassa liikenneturvallisuussuunnitelman laatiminen RUMA-järjestelmällä, työselostuksen antaminen, sekä ratatöiden ennakkosuunnitteluun liittyvien toimintojen mahdollistaminen RUMA-järjestelmällä.



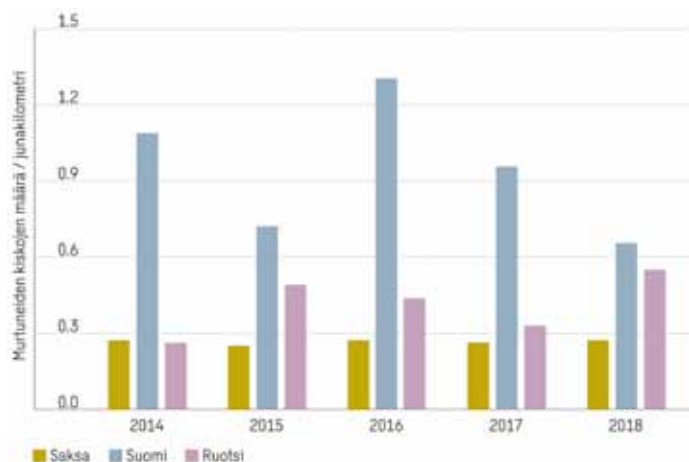
Vakavin vika määrää kiskon käyttöiän

Kiskossa esiintyy kymmeniä erilaisia vikoja, eikä kiskon käyttöiälle ole laskennallisesta arvoa. Tarkastaja arvioi viat maastossa kokemukseräisesti, mikä asettaa haasteita kunnossapidon päätöksenteolle. Voisiko kiskon kuntoa kuvata nykyistä läpinäkyvämmiin?

RATO 11 Radan päällysrakenne -ohje antaa kiskon käyttöiäksi joko 300 tai 450 megabruttotonia (Mbt) riippuen kiskon koosta (profiilit 54E1 ja 60E1). Nämä käyttöiät ovat ohjeellisia, ja kansainvälisten artikkeleiden mukaan 60E1 kiskon käyttöikä voi vaihdella jopa 200 - 800 Mbt välillä.

Kiskon käyttöiän vaihteluväli on niin suuri, että se ei auta juurikaan kunnossapidon päätöksenteossa. Kisko katkeaminen vaarantaa liikenteen turvallisuuden, joten kunnossapidon pitäisi olla oikea-aikaista.

Alla oleva kuvaaja esittää kiskon murtumien määrät Suomessa, Ruotsissa ja Saksassa. Määrät on esitetty miljoonaa junakilometriä kohti. Suomessa esiintyy jonkin verran enemmän kiskon murtumia, mikä kertoo mahdollisuudesta kehittää kiskon kunnossapitoa.



Kuvassa kiskon murtumien määrä per miljoona junakilometriä Suomen, Ruotsin ja Saksan rataverkolla (Erail Europa, Safety-indicators 2019).

Miksi kiskon käyttöikä on niin vaikea määrittää?

Tavallisesti teräsrakenteet suunnitellaan kestäväksi vaurioitumattomana koko käyttöikänsä ajan ja laskennallisen käyttöiän tullessa täyteen osa vaihdetaan. Tätä kutsutaan teknisen käyttöiän mitoituksiksi.

Jos teknisen käyttöiän mitoitus käytettäisiin kiskolle, se tarkoittaisi pyörä-kisko -kontaktissa esiintyvien voimien pienentämistä. Tällöin junan pyörien kokoa pitäisi kasvattaa ja akselipainoja sekä nopeutta alentaa. Kisko pitäisi myös suojata säältä, eikä äkillisiä jarrutuksia tai pyörien sutimista saisi tapahtua. Tek-



Juho Rajamäki
Sweco

nisen käyttöiän mitoitus ei siis yksinkertaisesti toimi ratamaailmassa.

Ratakisko suunnitellaan vahingon sietämisen periaatteella, jolloin kisko tarkastetaan säännöllisesti ja sitä huolletaan tarvittaessa. Kuluminen, ruhjeet ja murtumat kuuluvat kiskon elinkaareen. Nämä viat johtavat lopulta kiskon vaihtoon ja siten määrittävät kiskon käyttöiän.

Määritelläänkö vikoja subjektiivisesti?

RATO 13 Radan tarkastus -ohje määrittelee, milloin kiskon on vaihdettava. Varsinaiseksi vaihtorajaksi on annettu rataosuudesta (kunnossapitotaso, henkilöliikenne, vaarallisten aineiden kuljetukset yms.) riippuen 3 - 5 vakavaa vikaa per kilometri. RATO 13 -ohjeen lisäksi on olemassa vähemmän tunnettu Kiskovikaluettelo -ohje (VR2749, 1995), joka kuvaa kiskossa esiintyvät viat ja huoltotoimenpiteet tarkemmin.

RATO 13 -ohje erittelee joitain vikatyyppejä, joista kuluminen on avattu tarkimmin. Ohje ei määrittele muita vikatyyppejä tarkemmin, eikä myöskään vikojen vakavuutta. Vikojen vakavuuden arviointi on piilotettu sanojen "todennäköisesti" ja "kokemukseräisesti" taakse. Myös Kiskovikaluettelo -ohje jättää murtuman vakavuuden tarkemman määrittämisen tarkastajan harkinnan varaan.

Ei ole yllättävää, että kiskovikoja ei määritellä kovin tarkasti, sillä kiskon väsyminen on hyvin monimutkainen prosessi. Lisäksi kiskon vaurioiden havaitseminen ultraäänitarkastuslaitteella ei ole helppoa. Toki aiheesta löytyy paljon hyvää tietoa ja tarkastustoimintaa suorittavilla organisaatioilla on omat korjaussuosituksensa sekä toimintaperiaatteensa.

Vikojen vakavuusasteen luokittelu, sopivien korjaustoimenpiteiden määrittäminen sekä vaihtorajaan liittyvien vakavien vikojen (3 - 5 per kilometri) määrittäminen ovat kaikki tarkastajan vankkaan kokemukseen perustuvia valintoja. Kiskon käyttöiän määrittelyn tekee tarkastaja harkintansa mukaan ja siten se on subjektiivinen näkemys.

Mikä määrittää kiskon kunnon?

Kiskossa voi esiintyä kymmeniä erilaisia vikoja, joista kaikki eivät ole vakavia. Kiskossa voi olla esimerkiksi paljon pintavikoja, vaikka kiskolla on pitkästi käyttöikää jäljellä. Vastaavasti pienet vierintäväsymissäröt kiskon pinnassa tekevät tästä käyttökelvottoman, riippumatta kiskon iästä tai muista kiskon vioista.

Useimmiten vakavin vikatyyppejä, esimerkiksi kuluminen, johtaa kiskon vaihtamiseen ja määrittää kiskon kunnon. Vakavin vikatyyppejä riippuu kiskon rasituksista, esimerkiksi raskaan tavaraliikenteen määrästä, ja se on todettava aina tapauskohtaisesti. Esimerkiksi kulumisen ollessa ongelma, kisko vaihdetaan kauan ennen kuin tässä olevat hitsit ehtivät vikaantua.

Miten käyttöikä voitaisiin määrittää läpinäkyvämmiin?

Nykyistä ohjeistusta tulisi laajentaa siten, että ohjeistuksessa eriteltäisiin kaikki viat omiin luokkiinsa. RATO 13 -ohje erittelee vain kulumisen ja muut kiskon viat toisistaan sekä antaa näille luokille omat raja-arvonsa.

Vikaluokkajako voisi olla esimerkiksi vierintäväsymisviat, hitsien sekä jatkosten viat, satunnaishuonot viat, kulumisen ja muut viat. Esietyt vikaluokat ovat sellaisia, että samassa paikassa, esimerkiksi tietyssä kaarteessa, esiintyvistä vioista tavallisesti vain yhteen luokkaan kuuluvia viat kehittyvät vakaviksi.

Vikojen luokittelu helpottaisi vakavimman vikatyypin tunnistamista ja antaisi parempia eväitä päätöksentekoon. Kun kiskon vaihtorajoja (3-5 vakavaa vikaa per kilometri) tarkastellaan vikalukittain, ymmärretään paremmin, minkä vian vuoksi kisko tulee vaihtaa ja kuinka kiire vaihdolla on. Kiskoa ei myöskään vaihdeta tarpeettomasti, vaikka siinä olisi useita toisistaan riippumattomia vikoja.



Kiskon pinnassa olevaa vierintäväsymistä..

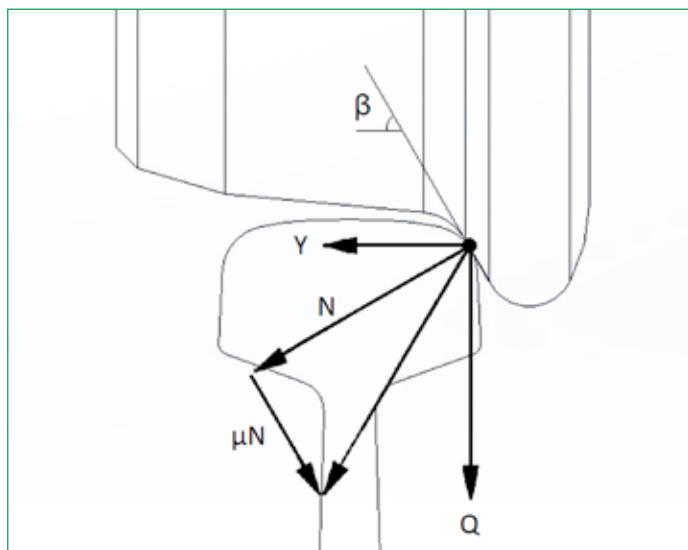
Kiskon sivukuluminen – kuinka vaarallista se on?

Liikkuvan kaluston ja radan välisen vuorovaikutuksen ymmärtäminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä kaikki kalustoon ja rataan vaikuttavat voimat välittyvät näiden kahden asian rajapinnassa, pyörä-kisko-kontaktin kautta. Suomessa ajattelu painottuu usein joko radan tai kaluston ominaisuuksien parantamiseen, mutta nämä kaksi vaikuttavat aina myös toisiinsa. Siksi kalustoa ja rataa tulisi ajatella kokonaisuutena, siten että koko systeemin toimintaa voitaisiin optimoida sekä turvallisuuden että taloudellisuuden näkökulmasta.

Tästä yhtenä esimerkkinä on kiskon sivukuluminen rajat radan kunnossapidossa. Kiskon sivukuluminen Suomen raja-arvoja pidetään kansainvälisesti arvioituna melko kireinä. Sivukuluminen raja-arvojen kasvattaminen vähentäisi kiskon vaihto- ja hiontarvetta, joka johtaisi merkittäviin kustannus-
hyötyihin. Sivukuluminen myötä raideleveys ja kiskon profiili kuitenkin muuttuvat, ja tämä vaikuttaa junan kulkuominaisuuksiin ja ohjautuvuuteen radalla. Mikäli junan kulkuominaisuudet heikentyvät, sekä junaan että rataan kohdistuvat kuormitukset saattavat kasvaa ja pahimmillaan tämä voi aiheuttaa jopa junan suistumisriskin.

Miten junan suistumisriskiä arvioidaan?

Junan suistumisriskiä voidaan arvioida pyörän ja kiskon välisessä kontaktissa vaikuttavien poikittaissuuntaisen voiman Y ja pystysuuntaisen voiman Q välisen suhteen avulla (kuva 1). Suistumi-



Kuva 1 Pyörän ja kiskon välisessä kontaktissa vaikuttavat poikittaissuuntaisen voima Y ja pystysuuntaisen voima Q . Kyseiset voimat voidaan jakaa myös pintaa vastaan kohtisuoraan vaikuttavaan (N) ja pinnan suuntaiseen (μN) komponenttiin. Kontaktikulma on β .



Tiia-Riikka Loponen
Tampereen yliopisto

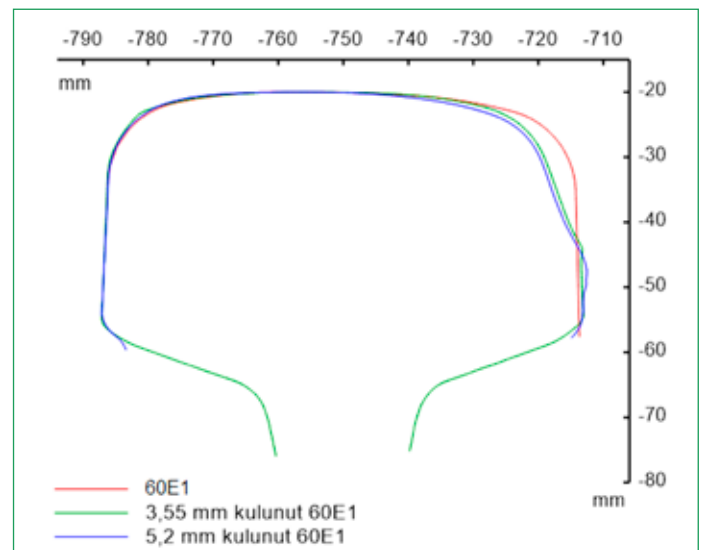
nen on mahdollista vain tilanteessa, jossa poikittaissuuntaisen voiman arvo kasvaa liian suureksi suhteessa pystysuuntaiseen voimaan. Yleisesti ottaen Y/Q -suhteen arvon ollessa alle 0,8, min-
käänlaista riskiä suistumiselle ei ole.

Käytännössä suistumisriskiin vaikuttaa merkittävästi junan ohjautuminen. Suistumisriski voi syntyä vasta laippakontaktin kautta, eli junan ohjautuessa sopivasti, suistumisriskiä ei ole. Ohjautuminen voi olla myös liian tehokasta, jolloin junan liike saattaa muuttua epästabiiliksi ja siten ennalta arvaamattomaksi. Tällöin laippakontakteja voi syntyä tehokkaasta ohjautumisesta huolimatta paljon, sillä junan liike on holtitonta. Toi-

saalta ohjautumisen ollessa tehokasta, juna pysyy kiskoilla lähes pelkästään laippojen ansiosta, eli laippakontakteja syntyy jatkuvasti. Tällöin junan liike on kuitenkin paremmin ennakoitavissa. Siksi ohjautumistehokkuutta kuvaavalle teholliselle kartiokkuudelle on määritelty yläraja, mutta ei alarajaa. Tehollisen kartiokkuuden raja-arvo kohdassa, jossa pyöräkerta on siirtynyt 3 mm sivuttaissuunnassa, on alle 190 km/h nopeuksilla 0,3. Tämä tarkoittaa sitä, että 3 mm:n sivuttaissiirtymällä pyöräkerran pyörien välisen vierintäsäde-eron tulisi olla alle 1,8 mm.

Lisääkö kiskon sivukuluminen junan suistumisriskiä?

Kiskon sivukuluminen vaikuttaa junan ohjautuvuuteen siten, että kulumisen myötä ohjautuvuus heikkenee. Tämä saadaan selville laskennallisesti tarkastelemalla erilaisia kuluneita kiskoprofiileja



Kuva 2 Ideaali 60E1-kiskoprofiili (pun.) sekä 3,55 mm sivukulunut (vihr.) ja 5,2 mm sivukulunut (sin.) 60E1-kiskoprofiili. Kulun määrä on 3,55 mm kuluneessa ja 5,2 mm kuluneessa kiskossa hyvin samanlainen, mutta 5,2 mm kulunut kiskoprofiili on kulunut päältä enemmän kuin 3,55 mm kulunut kisko.

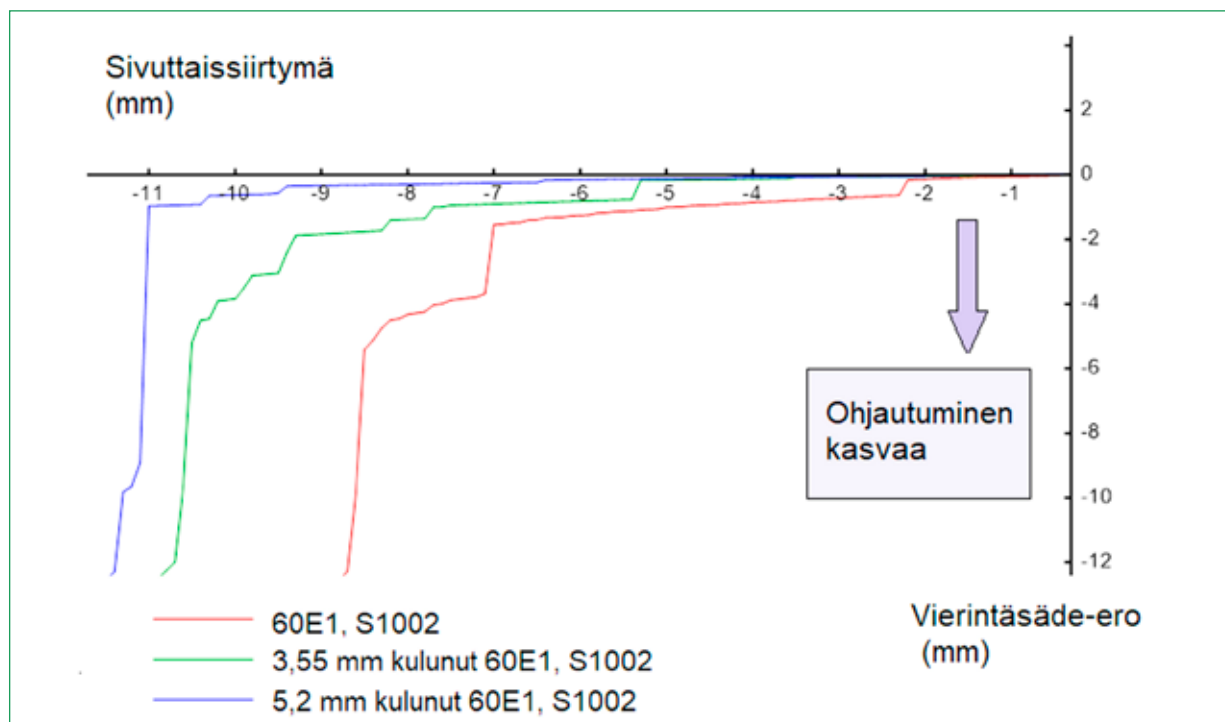
Suomessa käytössä olevia pyöräprofileja vasten. Kiskon kulumisen itsessään ei siis johda junan epästabiliin käyttäytymiseen. Kulumisen määrän lisäksi myös kulumismuoto vaikuttaa kuitenkin ratkaisevasti kaluston ja radan välisessä vuorovaikutuksessa. Kahdella lähes yhtä paljon kuluneella kiskolla voi olla hyvinkin erilainen vaikutus kaluston kulkuun. Tästä esimerkiksi on otettu 3,55 mm ja 5,2 mm sivukuluneet 60E1-kiskot eri rataosilta, joita tarkastellaan yhdessä ideaalin S1002-pyöräprofiilin kanssa (kuva 2). Sivukulumisen määrä on lähes sama, mutta pyöräkertojen vierintäsäde-eroja tarkasteltaessa huomataan, että 5,2 mm sivukulunut kisko heikentää kaluston ohjautuvuutta merkittävästi enemmän kuin 3,55 mm sivukulunut kisko (kuva 3). Tämä johtuu siitä, että 5,2 mm sivukulunut kisko on kulunut hieman myös päältä, jolloin kiskosta on tullut lähes S1002-pyörän muotoinen. Kiskon ja pyörän ollessa saman muotoiset, ohjautuminen on heikkoa ja pyörä ajautuu helposti laipalle.

Kiskon sivukulumisen vaikutusta Y/Q-suhteeseen on tarkasteltu erilaisten simulointien avulla, ja vaikka kiskon sivukuluminen heikentää junan ohjautuvuutta, se ei kuitenkaan pääsääntöisesti kasvata Y/Q-suhdetta. Itse asiassa kiskon sivukuluminen pikemminkin antaa pyöräkerralle enemmän sivuttaisliikevaraa ja parantaa siten mahdollisuuksia löytää ohjautuvuus ennen laippakontaktia. Silloinkin, kun Y/Q-suhte sivukulumisen myötä kasvaa, arvo pysyy turvallisella alueella. Kiskon sivukuluminen ei siis

Kaluston ja radan välisen vuorovaikutuksen tutkimus

- Tutkimusta tehty Tampereen yliopistolla (ent. Tampereen teknillinen yliopisto, TTY) noin 10 vuoden ajan.
- Tutkimustyökaluina monikappaledynamiikkaan perustuvat simuloinnit ja kenttämittaukset.
- Oleellista saada käyttöön sekä radan että kaluston realistiset parametrit, jotta tuloksia pystytään hyödyntämään rautateiden kehitystyössä Suomessa.
- Lisätietoa tutkimuksesta: <http://research.tuni.fi/ratarakenteet>

ole suistumisriskin kannalta automaattisesti vaarallista, vaan tärkeämpää on seurata kiskon kulumismuotoa. Haastavimmassa tilanteessa kisko on kulunut pyörän muotoon, mutta kiskossa ei silti ole merkittävää sivukuluneisuutta. Tällöin pyöräkerralla ei ole juurikaan ohjautuvuutta, mutta ei myöskään tilaa hakea ohjautuvuutta suuremmalla sivuttaissiirtymällä. Kulumismuoto vaikuttaa myös siihen, kasvaako kulumisnopeus kiskon kulumisen myötä. Kiskon kulumisen muotoon vaikuttavat erityisesti radan geometria sekä radalla liikkuva kalusto.



Kuva 3 Pyöräkerran vierintäsäde-erokuvaajat ideaalille 60E1-kiskolle sekä 3,55 mm ja 5,2 mm sivukuluneelle 60E1-kiskolle. Laippakontakti tapahtuu kuvaajien pystysuoralla osuudella.

Pitkien vaihdepölkkyjen kaarevuuden merkitys geometriavirheisiin

Osana tutkimusohjelmaa Elinkaaritehokas väylä (ETEVÄ) Tampereen yliopiston Rakennustekniikan yksikössä on tutkittu laaja-alaisesti rautatievaihteita ja vaihteissa ilmenneitä ongelmia. Yhtenä vaihteisiin liittyvänä tutkimusalueena oli vaihteissa esiintyvät geometriavirheet ja virheitä aikaansaavat tekijät sekä vaihteiden tuenta. Tutkimuksen päätavoitteena on nostaa esille tekijöitä jotka vaikuttavat vaihteen geometriaan ja erityisesti geometrian pitkäaikaiseen pysyvyyteen sekä tekijöihin joilla voidaan parantaa geometrian pitkäaikaista pysyvyyttä.

Tausta

Tyypillisiä rautatievaihteissa esiintyviä geometriavirheitä ovat korkeuspoikkeamat, nuolikorkeusvirheet sekä kallistus- ja kierousvirheet. Virheisiin johtavat syyt voivat olla moninaisia, mutta karkeasti virheiden aiheuttajat voidaan esittää kolmena eri tekijänä. Nämä ovat muodonmuutokset vaihteen teräsosissa, muodonmuutokset vaihdepölkkyissä sekä muodonmuutokset pölkkyjen alapuolisissa kerroksissa. Yhtenä yleisimpänä geometriavirheiden korjausmenetelmänä on vaihteen tukeminen, jonka avulla vaihde pyritään saamaan hyvään geometriseen asemaan juuri pölkkyjen alapuolista kerrosta muokkaamalla. Vaihteen tukeminen on kuitenkin yksi raidegeometrian ylläpidon haasteellisimmista tehtävistä ja vaatii vahvaa ammattitaitoa tukemistyön suorittajalta.

Yleisesti betonisten vaihdepölkkyjen oletetaan olevan täysin suoria eli esimerkiksi pitkien vaihdepölkkyjen kohdalla kiskojen korkeusaseman oletetaan olevan jokaisen kiskon kohdalla sama, mikäli vaihdepölkky on täysin vaakatasossa. Todellisuudessa asia ei ole näin. Betoniset vaihdepölkkyt ovat jännitettöjä rakenteita. Vaihdepölkkyissä olevien punosten aikaansaaman jännityksen ja punosten painopisteen johdosta pölkky pyrkii kaareutumaan yksittäisiä millimetrejä pölkyn pystysuunnassa. Osa kaareutumisesta tapahtuu jännityksen aikaansaaman betonin viruman johdosta jo ennen kuin pölkky on kohdannut liikennöivän kaluston pölkkyihin kohdistamaa kuormitusta, mutta myös kaluston aikaansaama kuormitus voi vaikuttaa vaihdepölkyn kaarevuuteen. Sinänsä pienellä pölkyn kaarevuudella ei ole suurta merkitystä vaihdegeometriaan, mikäli pölkkyssä olevat suoran ja poik-



Tommi Rantala
Tampereen yliopisto



Riku Varis
Tampereen yliopisto

keavan raiteen kiskot ovat lähellä toisiaan. Sen sijaan pitkien vaihdepölkkyjen kohdalla poikkeavan ja suoran raiteen kiskot ovat pölkyn keskikohdasta katsottuna pölkyn eri puolilla. Tällöin pölkyn kaarevuudella voi olla merkittävää vaikutusta vaihteen geometriaan näillä kahdella eri reitillä.

Tutkimukset

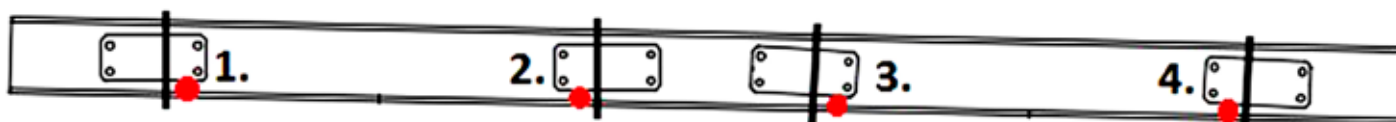
Tutkimuksen yhteydessä vaihdepölkkyjen kaarevuutta on arvioitu mittauksen avulla. Mittauksissa on käytetty takymetriä ja pölkyn muoto on määritetty neljän mittapisteen perusteella. Mittauskohdat on esitetty kuvassa 1. Takymetrillä tehdyillä mittauksilla saatiin selville pölkyn kaarevuus kuorittamattomassa tilassa.

Vaihdepölkyn kaarevuutta arvioitiin myös GEDO-Rec mittakärryn avulla. Mittauksissa selvitettiin kiskon selän korkeusasemaa, jonka avulla pystyttiin arvioimaan vaihdepölkyn kaarevuutta. Mittauksia tehtiin niin pitkissä kuin lyhyissäkin vaihteissa ja tutkittavia vaihteita oli yhteensä lähes 30.

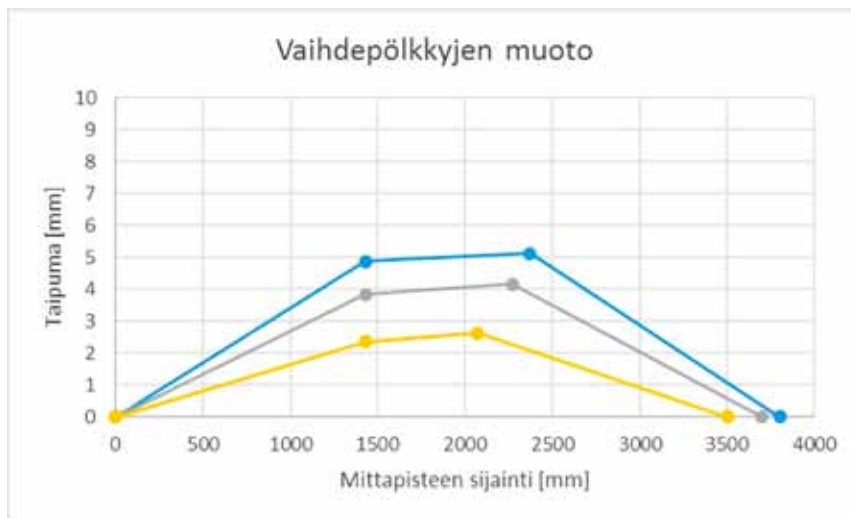
Tulokset

Tehtyjen tutkimusten perusteella vaihdepölkkyjen muoto on lähtökohtaisesti hieman kupera eli pölkyn keskellä olevat kiskot ovat korkeammalla verrattuna pölkyn päissä oleviin kiskoihin. Tyypillisesti kuperaus on muutamia millimetrejä, mutta kuperaus voi kasvaa tai pienentyä junakuormituksen johdosta. Joissain tutkittavissa vaihteissa havaittiin pölkkyjä, joiden kuperaus oli kasvanut jopa kahdeksaan millimetriin pölkkyihin kohdistuneiden rasitusten johdosta. Kuvassa 2 on esitetty mittauksissa olleita yksittäisien vaihdepölkkyjen muotoa.

Vaihdepölkkyjen kannalta vaihteen risteyskärki on yksi ongelmallisimmista alueista. Risteyskärjen kohdalla pystysuuntaiset kuormitukset ovat suurempia verrattuna vaihteen muihin alueisiin. Tästä johtuen myös risteyskärjen kohdalla olevat vaihdepölkkyt joutuvat suuremman rasituksen alaiseksi. Suuremmat rasitukset voivat aikaansaada vaihdepölkyn suoristumista ja pahimmillaan aiheuttaa halkeamia pölkyn alapintaan. Tällöin voidaan päätyä tilanteeseen, jossa pölkky muuttuu kuperasta suoraksi tai jopa koveraksi eli risteyskärki on alempana verrattuna tukikiskoihin ja risteyskärjen kohdalle muodostuu korkeuspoikkeama. Betonista



Kuva 1. Periaatekuva takymetrillä tehdyistä pölkyn kaarevuusmittauksissa käytetyistä mittapisteistä.



Kuva 2. Esimerkkikuva vaihdepölkkyjen kuperuudesta.

vaihdepölkkyä voidaan yrittää taivuttaa tuennan yhteydessä takaisin alkuperäiseen muotoon, mutta käytännössä pölkky on niin jäykkä rakenne, että sen muodon palauttaminen on lähes mahdotonta. Näissä tilanteissa tarvitaan muita ratkaisuja, joista selkeästi yleisin on säätölevyjen käyttö. Säätölevyillä voidaan nostaa esimerkiksi risteyskärrä, jolloin kuperilta pölkyltä koverille pölkylle siirryttäessä kiskossa ei tapahdu merkittävää korkeuden muutosta.

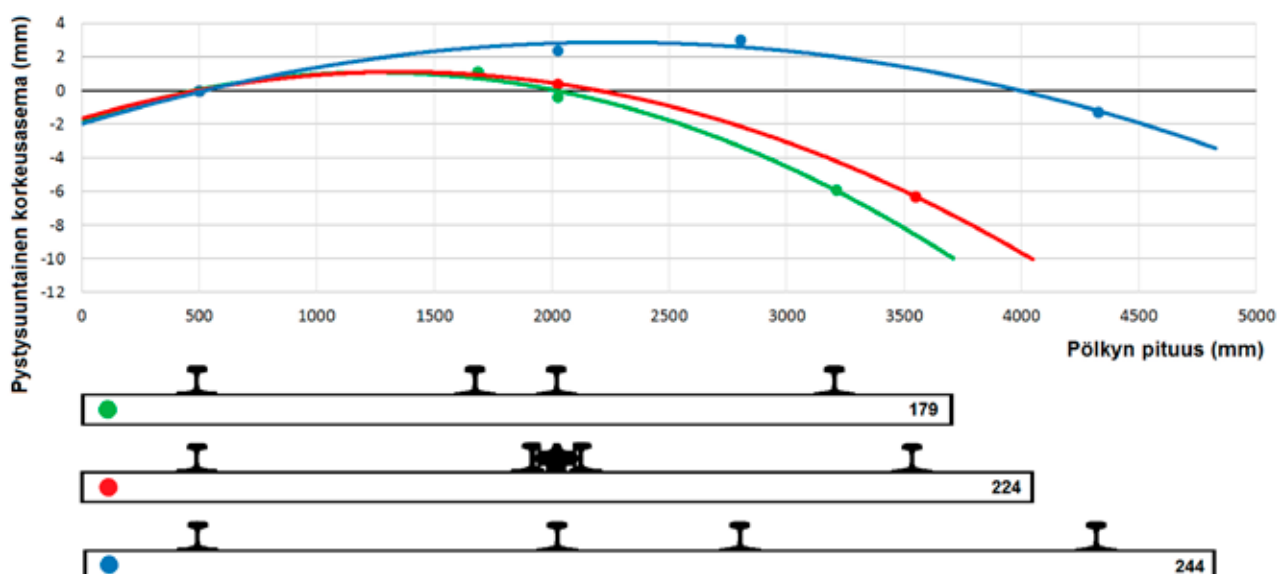
Toinen selkeä ongelma-alue on vaihteen takajatkos, jossa pitkät vaihdepölkkyt muuttuvat lyhyiksi vaihdepölkkyiksi. Tyypillisesti vaihteen suoralla raiteella on suurempi liikennöintimäärä, jolloin suora raide pyrkii painumaan poikkeavaa raidetta enemmän. Lyhyet pölkkyt pyrkivät painumaan pystysuoraan alaspäin, mutta pitkät vaihdepölkkyt alkavat painua suoran raiteen puolelta aiheuttaen kallistusta suoran raiteen suuntaan. Ilmiö esiintyy, vaikka pitkät vaihdepölkkyt olisivat muodoltaan täysin suorat, mutta vaihdepölkkyjen kuperuus kasvattaa kallistusta entisestään. Tällöin vaihteen takajatkosalueelle voi muodostua kallistus ja kierousvirhettä. Pölkkyjen kuperuuden vaikutusta kallistukseen on esitetty kuvassa 3. Vaihte, josta kuvassa olevat pölkkyjen kaarevuudet on määritetty, sijaitsee Oulussa, jossa poikkeuksellisesti suurempi kuormitus on poikkeavan raiteen suuntaan. Näin

ollen poikkeava raide on painunut suoraa raidetta enemmän. Suoraa raidetta enemmän kuormittaessa kallistus pyrkii kääntymään suoran raiteen puolelle.

Jatkossa vaihteiden tuentaa suunniteltaessa ja toteutettaessa olisi siis hyvä tiedostaa pitkien vaihdepölkkyjen muoto. Tyypillisesti vaihdetta tuettaessa suora raide tuetaan ensin vaihteen poikkisuunnassa vaakasuoraan, jonka jälkeen tuetaan poikkeava raide. Lähtökohtaisesti poikkeavaa raidetta ei tulisi väkisin pyrkiä tukemaan vaakasuoraan, vaan vaihdepölkkyjen kuperuudesta raiteelle syntyvä kallistus tulisi selkeästi ja tietoisesti jättää poikkeavan raiteen puolelle, joka sallii tämän hitaamman suunnittelunopeutensa ansiosta.

Yhteenveto

Tutkimuksessa saatujen havaintojen perusteella betoniset vaihdepölkkyt eivät ole yläpinnan muodoltaan täysin suoria vaan lähtökohtaisesti hieman kuperia. Tällöin vaihteen suoraa että poikkeavaa raidetta ei voida saada kallistuksen osalta yhtäaikaaisesti vaakasuoraan pelkästään tukemalla. Tästä johtuen poikkeavaa raidetta ei tulisi väkisin pyrkiä tukemaan vaakasuoraan, vaan vaihdepölkkyjen kuperuudesta raiteelle syntyvä kallistus tulisi selkeästi ja tietoisesti jättää poikkeavan raiteen puolelle.



Kuva 3. Ratapölkyn muodon vaikutus suoran ja poikkeavan raiteen kallistukseen.

Radan kunnonvalvonta matkustajaliikenteen junilla

Tausta

Radan virheet voivat kehittyä suurella nopeudella sen jälkeen, kun ne alkavat aiheuttaa suurempia iskuja kaluston ja radan välillä. Radantarkastuksen tarkastusvälillä komponentit voivat ehtiä vaurioitua liikaa ja aiheuttaa liikennekatkoksia. Säännöllisessä matkustajaliikenteessä käytettävä radan mittausjärjestelmä kasvattaa virheiden seurannan tarkastustahtia jopa päivittäiseksi päiväyllä. Järjestelmä ei valvo radan geometriasuureita mitä radantarkastus pitää sisällään, vaan seuraa kiskotuksen kuntoa ja tasaisuutta kiihtyvyyksillä. Tällöin voidaan monitoroida kisko- ja kiskovaurioita.

Vaihteet kielineen ja risteyksineen sekä kisko- ja kiskojatkokset, erityisesti eristysjatkokset, ovat radan komponentteja, jotka aiheuttavat iskuja niitä ylittävän kaluston pyöräkertaan. Komponentit hajoavat myös kesällä, mutta talven pakkasessa kisko- ja kiskojatkoksiin kohdistuu vetojännitys ja lisäksi iskukuormitukset kasvavat roudan aikaan, jolloin kuormitus kasvaa ja materiaalikotit ja kuluminen nopeutuvat. Digitraffic -palvelusta saatavat radan komponenttien sijaintitiedot yhdistettynä tarkkaan veturin sijaintitietoon mahdollistavat kohteiden trendimäisen seurannan.

Johdanto

Rataa ja sen kiskotusta kuormittaa erityisesti liikenne, mutta lisäksi lämpövoimat ja routa yhdistettynä liikennekuormitukseen voivat saada komponentteja hajoamaan. Erityisesti kaarteisiin sijoitetut kisko- ja kiskojatkokset ovat kovalla koetuksella talven vetojännityksessä. Jos jatkosrako kiskon päiden välissä pääsee kasvamaan, pyörät alkavat iskemään siihen ja alla oleva sepeli jauhautuu. Geometrian painuessa kisko- ja kiskojatkos joutuu myös taivutukselle



Pekka Salmenperä
VR FleetCare

ja liikennekuormituksen alla sen sidekiskot tai pulkit voivat katkeilla. Radan kulunvalvontaan liittyvät eristejatkosten vauriot ovat suureksi haitaksi liikenteen kululle aiheuttaen nopeusrajoituksia ja väärä hälytyksiä varustusta raideosuudesta. Iskuista syntynyt metallijauhe voi saada eristyksen peittämään synnyttämällä vikatilanteen.

Vaihteen kielen siirtymäkohta kieleltä tukikiskolle aiheuttaa myös epäjatkuvuuden, aiheuttaen häiriön pyöräkerran pyörimisnopeuteen. Hetkellinen kaksipistekontakti syntyy pyörän pyöriessä pitkien kielten ja tukikiskoa. Tämän johdosta ohut kieli on raskaalle kuormitukselle altis, erityisesti jos kielen muoto tai vaihteen geometria ei ole kohdallaan.

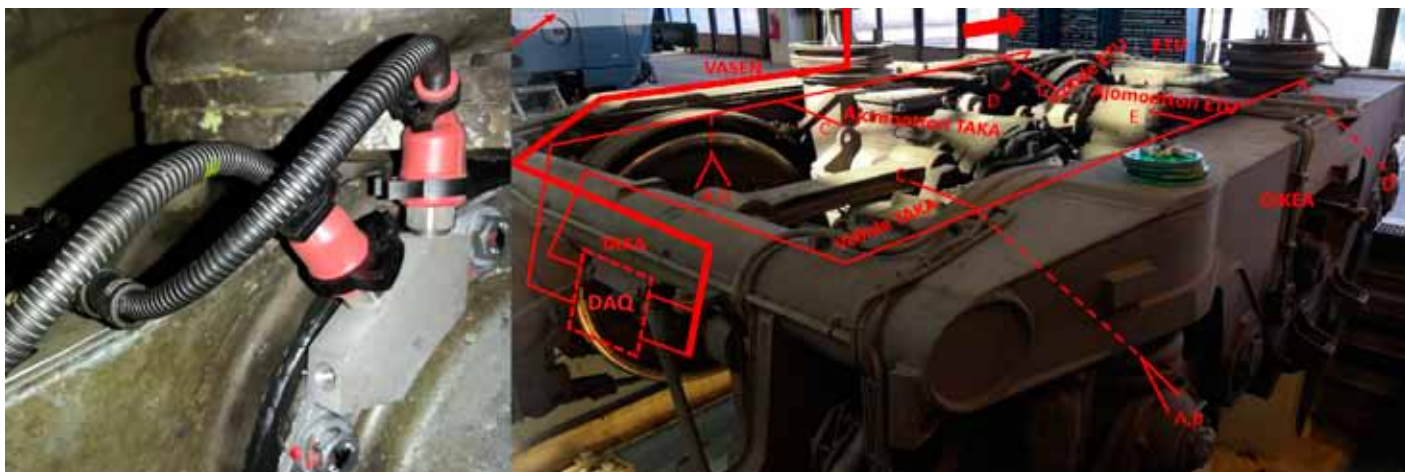
Vaihteen risteys on iskuja synnyttävä epäjatkuvuuskohta, joka vaurioituessaan korjataan päällehitsaamalla, tai jos vauriot pääsevät muodostumaan liian pahoiksi, se vaihdetaan uuteen.

Järjestelmä

Neljä matkustajaliikenteen IC-veturia on varustettu radan kuntoa seuraavalla mittausjärjestelmällä. Kiihtyvyyssantureihin perustuva mittaus tarkkailee radan ohessa veturin pyöränlaakereita, ajomootoreita sekä vaihteistoja. Anturit on asennettu IC-veturin teliiin, kuva 1. Apunaan tarkka GPS paikannus yhdistettynä Digitraffic tietokantaan radan komponenttien sijainneista, järjestelmä kykenee trendinomaiseen seurantaan radan kiskotuksen komponenteille sekä kehittyville kiskovirheille.

Havainnot

Kuvan 2. spektrogrammi yhden laakeripesän pystyvärähtelystä esittelee taajuustasossa kahden vaihteen (V1 ja V2) ja eristejatkoksen (RE) ylityksen. Vaihteista ajetaan suoraan ja ne ovat eri kätisiä 1:18 vaihteita. Sen jälkeinen eristejatkos näkyy myös voimakkaasti signaalissa.



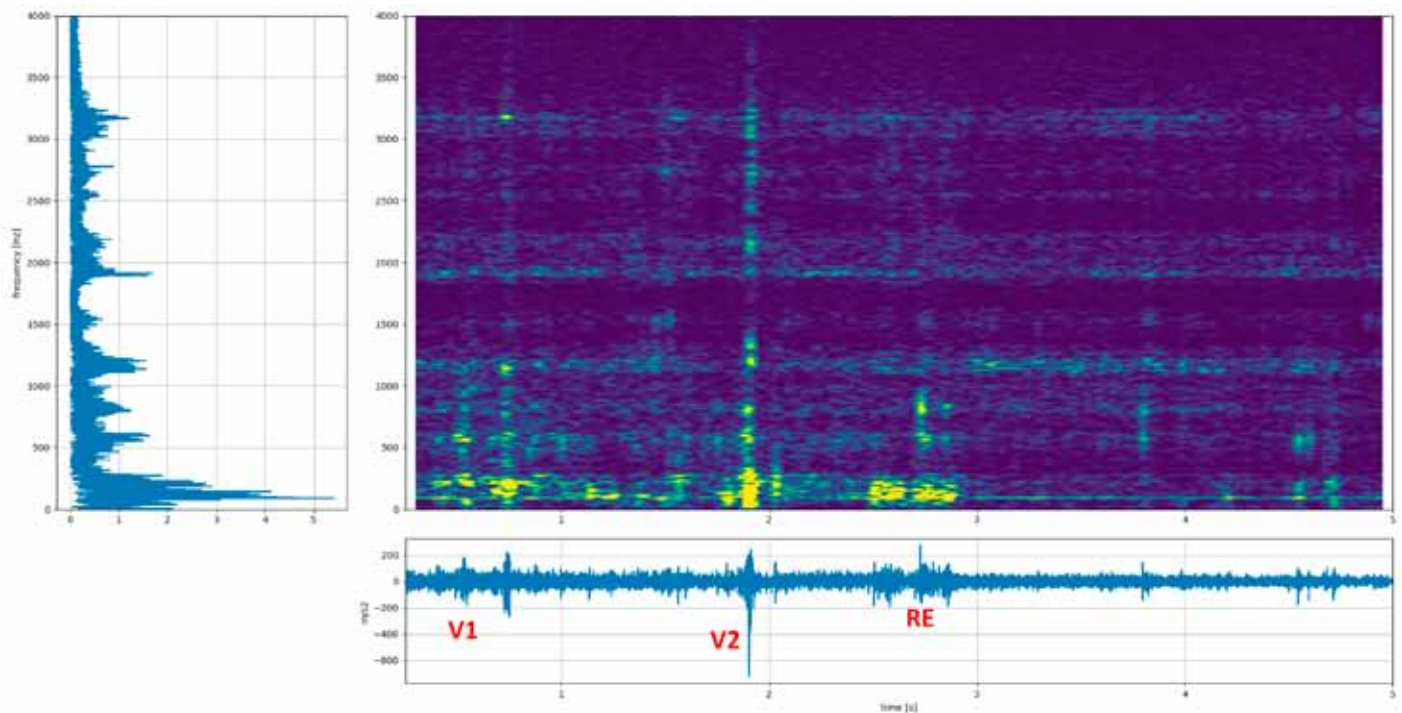
Kuva 1. Anturointi pyöräkerran laakerissa ja telin anturointikuvaaja.

Kuvassa näkyy ominaistaajuuksia, jotka ovat vaakasuoria viivoja läpi kuvan. Kuvassa esiintyvät ominaistaajuudet ovat radan ja kaluston välisiä ominaistaajuuksia, telin ominaistaajuuksia sekä ratapölkkyjen ylitystaajuuksia. Radan ja kaluston välisien ominaistaajuuksien (P1 ja P2) lievä korkeuden muutos osoittaa radan jäykkyuden muutosta. Telin ominaistaajuudet voivat muuttua ainoastaan telin kunnon muutoksen seurauksena. Alin ja voimakkain viiva n. 90 Hz taajuudella on ratapölkkytaajuus, joka korostuu erityisesti kovalla alustalla, kuten joillain silloilla ja esimerkiksi poistetuissa tasoristeyksissä.

Vaihteet V1 ja V2 ovat keskenään samanlaisia, mutta eri kätsiä. Ne ylitetään myötävaihteeseen, eli risteys tulee ennen kieli-

osuutta. Risteys näkyy voimakkaana iskuna (pystysuora viiva) ja toisinaan myös kielialue näkyy iskuna, kuten vaihteen V1 tapauksessa. Vaihteen V2 risteys ylikorostuu verrattuna vaihteeseen V1, sillä kuva 2. on V2 risteys ylittävän pyörän anturin kiihtyvyys-signaali.

Eristejatkoksen kohdalla on noin 20 metriä pitkä alue, joka herättää pyöräkerrassa amplitudiltaan vaihteen luokkaa olevaa värähtelyä. Tämä voi indikoida aluetta, jossa eristysjatkosta on siirretty jatkoksen vaihdon yhteydessä. Uusittaessa eristejatkos laitetaan yleensä jonkin verran eri paikkaan, jotta aiempi painuma jatkoksen kohdalla ei hajota uutta jatkosta. Vaikka painuma suoritetaan, sillä on taipumusta tulla uudelleen esiin.



Kuva 2. Spektrogrammi, kahden 1:18 vaihteen ylitys myötävaihteeseen suoraan ja eristejatkos n. 200 km/h.

Rataverkon ylläpidon rahoitustarveanalyysit omaisuuden hallinnan työkaluna

Suomen rataverkon ylläpitoon käytetään vuosittain yli 100 miljoonaa euroa. Nykyisen rahoituksen riittävyyden ja vaikutusten sekä tulevien rahoitustarpeiden arvioimiseksi on kehitetty rahoitustarvemalleja Väylän ja Ramboll CM:n yhteistyönä vuodesta 2014 lähtien. Rataomaisuuden osalta tarkastelun kohteena ovat olleet päälyysrakenteen, siltojen, asetinlaitteiden, sähköradan sekä rumpujen ylläpidon rahoitustarpeet. Keskeisimpiä laskentatuloksia ovat esimerkiksi nykykunnan säilyttämiseen tarvittava toimenpide- ja rahoitustaso, nykyisestä rahoitustasosta seuraava kuntokehitys sekä rahoitustarve rataverkon saattamiseksi haluttuun kuntoon eli laskelma korjausvelan määrästä.

Analyysit päivitetään vuosittain, jolloin muutokset omaisuuden tilassa näkyvät tuloksissa. Rahoitustarveanalyysit ovat keskeinen osa omaisuuden hallintaa; ne luovat pohjan perusteluviestinnälle ja toiminnan suunnittelulle, antavat suuntaviivat omaisuuslajien väliselle rahanjaolle ja tuottavat ennusteita rahoitustarpeiden ennakointiin pitkällä tähtäimellä.

Vaihtelevat lähtötiedot

Verkkotasolla käytettävissä olevien lähtötietojen laajuus ja tarkkuus vaihtelevat huomattavasti riippuen omaisuuslajista. Tarkempi tieto mahdollistaa tarkemmat analyysit, jolloin laskenta on voitu toteuttaa esim. silta- tai ratakilometrikohtaisesti. Karkeamman tiedon kanssa laskelmia on tehty muun muassa tilastollisiin



Janne Junes
Ramboll CM Oy

jakaumiin perustuen. Riippumatta tarkkuustasosta kehitetyt laskentamallit on tarkoitettu ensisijaisesti rahoitustarpeiden ennakointiin rataverkkotasolla, ei esimerkiksi ylläpito kohteiden ohjelmointiin.

Lähtötietojen perusteella määritetään omaisuuden määrä, ominaisuudet sekä kunto. Analyysien sekä yleisemminkin hyvän omaisuuden hallinnan kannalta erittäin käyttökelpoisia ovat sellaiset kuntotiedot, jotka kuvaavat korjaustarpeen ajankohtaisuutta. Yleisesti rekistereissä ei ole riittävästi tietoa esimerkiksi edellisistä korjaustoimenpiteistä. Joissain tapauksissa näitä tietoja on pystytty koostamaan melko kattavasti pitkään

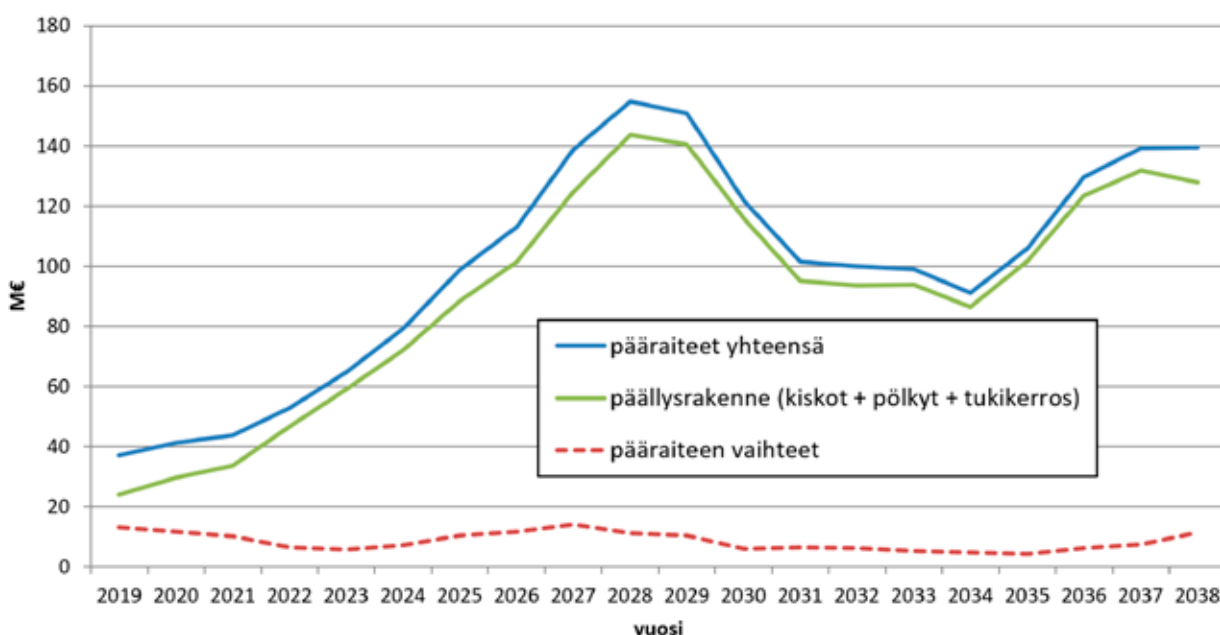
alalla työskennelleiltä asiantuntijoilta.

Rahoitustarveanalyysia varten tarvitaan

- lähtötiedot omaisuudesta
- arvio kunto-tilan/korjaustarpeen kehittymisestä
- logiikka toimenpiteiden valintaan
- toimenpiteiden vaikutukset kuntoon ja
- toimenpiteiden hintatiedot.

Jos halutaan arvioida kuntokehitystä eri rahoitustasoilla, tarvitaan lisäksi priorisointilogiikka rahoituksen kohdentamiseen.

Päälyysrakenteen ylläpidon rahoitustarve



Esimerkki laskentatuloksista. Kuvassa on esitetty laskentamallilla tuotettu rataverkon pääraiteiden päälyysrakenteen ylläpidon rahoitustarve nykykunnan säilyttämiseksi.

Mallin rakentaminen

Rahoitustarpeen laskennassa on usein lähtökohtana nykykunnan ylläpito eli verkolla sallitaan nykyinen määrä korjaustarpeessa olevaa infraa. Omaisuus voidaan luokitella ns. osaverkkoihin, joita käsitellään parametrien suhteen yhtenä joukkona.

Usein tärkein osa työtä on luoda mahdollisimman hyvä rappeutumismalli eli arvio kuntotilan kehittymisestä. Toisaalta tulosten käyttökelpoisuuden kannalta riittää, että rappeutumismalli kuvaa riittävän hyvin keskimääräistä tapausta – kaikkia yksittäisessä tapauksessa vaikuttavia tekijöitä ei tarvitse eikä voidakaan huomioida verkkotason tarkastelussa.

Jos korjaustapoja on useita erilaisia, tarvitaan logiikka, jolla laskentamalli valitsee korjaustoimenpiteen. Kaikkien toimenpiteiden tuloksena infra ei tule uutta vastaavaan kuntoon, jolloin tarvitaan arvio korjauksen jälkeisestä kuntotilasta. Toimenpiteiden hintatiedot perustuvat usein toteumien pohjalta laskettuun keskimääräiseen yksikköhintaan. Korjauskohteiden priorisointi perustuu usein rataverkon luokituksiin tai liikennemääriin.

Tähän asti toteutettujen laskentamallien matemaattinen rakenne on valittu kussakin tapauksessa erikseen siten, että se on tarkoituksenmukainen huomioiden mm. tarkasteltavasta omaisuudesta käytettävissä olevat lähtötiedot. Laskelmia varten ei ole luotu uusia tietojärjestelmiä, vaan ne on toteutettu sopivilla ohjelmistoilla siten, että malleja voidaan helposti kehittää ja muokata. Hyvään tulokseen päästään, kun yhdistetään omaisuuslajin ylläpidon asiantuntemus data-analyysiin ja mallintamiseen. Työn sivutuotteena väylänpitäjän käsitys tietotarpeista sekä usein myös infran ylläpitoon vaikuttavista tekijöistä parane.

Vastaava lähestymistapa on sovellettavissa myös muihin omaisuuslajeihin, joista on olemassa riittävät lähtötiedot ja tuntemus omaisuuden rappeutumisesta ja ylläpidon vaikutuksista. Väylällä on käytössään vastaavat laskentamallit päällystetyille tieverkolle ja tiesilloille.



GRK



Winco Oy on nyt GRK Rail Oy

Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen -ohje

Väyläviraston ohjeita 20/2019 ”Tukemistyön suunnittelu ja toteuttaminen” -ohjeessa käsitellään raidegeometrian kunnossapitoa ja rakentamista koneellisella tukemismenetelmällä ja siihen liittyviä oheistöitä. Alkuperäinen ohje julkaistiin kesällä 2018 ja kesäkuussa 2019 julkaistiin päivitetty versio, jossa ohjetta kehitettiin edelliseltä työkaudelta saatujen palautteiden perusteella. Tukemistyö on kokonaisuus, jossa itse tukemistapahtuma on vain jäävuoren huippu kaikista tukemistöhön liittyvistä töistä. Oheistyöt ovat tukemistyössä merkittävässä osassa. Yhdenkin oheistyön tekemättä jättäminen saattaa heikentää tukemistyön laatua oleellisesti.

Vuoden 2019 päivityksen tärkeimpiä muutoksia ovat tukemiskoneen käyttörajoitukset kaarteiden tukemistyössä, vaihtealueiden laadunvarmistus tukemiskoneen mittaussajolla kunnossapitotasolla 1AA – 2 sekä tukikerroksentivistäjän käytön ohjeistaminen. Muutoksilla haluttiin parantaa raideliikenteen turvallisuutta Suomen rataverkolla. Lisäksi ohjeeseen tehtiin lukuisia pienempiä muutoksia niin ohjeen luettavuuden parantamiseksi kuin asioiden selkeyttämiseksi.

Ensimmäisiä luonnoksia ohjeesta kirjoitettiin jo vuosina 2010 – 2011. Vuosien 2018 - 2019 aikana ohjeen kehitys jatkui ja se päivitettiin vastaamaan tämän päivän tukemistyön tarpeita. Ohjetta on ollut kehittämässä ja kommentoimassa laaja joukko asiantuntijoita niin Väylävirastolta kuin muilta alan toimijoilta.

Työsuunnitelman avulla kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu

Ohje edellyttää, että tukemistyöstä tehdään työsuunnitelma, joka parhaimmillaan laaditaan yhteistyössä niin, että kaikki tukemistöhön liittyvät tekniikkalajit tulevat huomioiduksi tukemistyön suunnittelussa ja toteuttamisessa. Tukemistyössä yhdistyy monen tekniikkalajin osaaminen, eikä siten kaikkia teknisiä yksityiskohtia voida sisällyttää samoihin kansiiin. Tarkemmat kuvaukset töiden suorittamisesta löytyvät ratateknisistä ohjeista, joihin ohjeessa viitataan. Työsuunnitelman avulla varmistetaan, että kaikki oheistyöt tulevat huomioiduksi ja tehtyä oikeassa järjestyksessä tukemistyön laadun varmistamiseksi.

Tukemistyöllä ylläpidetään raidegeometrian suunniteltua asentoa ja asemaa

Tukemistyön tehtävänä on ylläpitää raidegeometrian kuntoa niin, että junaliikenteen turvallisuus voidaan taata. Käytännössä tämä



Anton Aronen
Sweco

tarkoittaa suunnitellun raidegeometrian asennon ja aseman rakentamista sekä ylläpitoa ratateknisten ohjeiden vaatimien toleranssien mukaisesti. Toleranssien toteutumista voidaan valvoa vain mittaamalla. Raidegeometrian asennon mittaaminen tapahtuu radantarkastusvaunulla, jossa mitattavia suureita ovat esimerkiksi nuolikorkeus, raideleveys ja kierous. Radantarkastusajojen perusteella mitataan siis tukemistyön laatu.

Raidegeometrian asemaa kontrolloidaan suhteessa suunniteltuun asemaan maanmittausmenetelmin. Rata-alueelle määritetyn mittauserustan eli sijainniltaan tarkasti tunnettujen kiintopisteiden suhteen mitataan raidegeometrian todellinen asema takymetrimittauksella.

Todellista asemaa verrataan suunniteltuun asemaan, jonka perusteella määritetään tukemiskoneelle siirtoarvot raidegeometrian siirtämiseksi suunniteltuun asemaan. Tarvittaessa tukemistyön lopuksi tehdään tarkemmittaus, jossa varmistetaan, että raidegeometria on toleranssien mukaisessa asemassaan.

Edellä mainittujen toleranssien toteutuminen ei välttämättä tee tukemistyöstä laadukasta. Esimerkiksi sepelin vähyys tai liian suuret kiskojännitykset saattavat aiheuttaa raidegeometriavirheiden nopean palaamisen, vaikka välttämättä tukemistyön jälkeen raidegeometria olisi-kin toleransseissaan. Tukemistyö on siis kokonaisuus, jossa laatuun vaikuttavat hyvin monet tekijät. Riippuvuussuhteiden johdosta tukemistyön laatua ei voi pitää itsestään selvyysnä vaan todellisuus on

usein toimistopöydän takana istuvan ratainsinöörin yksinkertaisesti näkemystä huomattavasti monimutkaisempi.

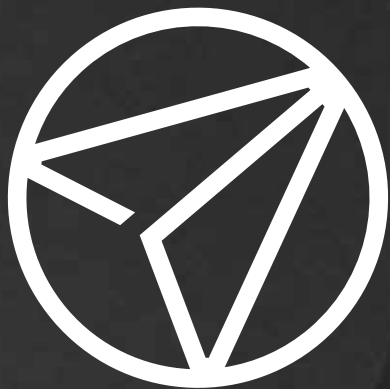
Tukemisohjetta voi kehittää antamalla palautetta

Tukemistyön haastavuus johtuu siitä, että kaikkia maastossa esiin tulevia ongelmia ja niiden korjaavia toimenpiteitä on mahdollista ennakoita etukäteen tilanteiden vaihtelevuuden takia. Siksi tukemisohjeen käyttäjiltä saatu palaute on ensiarvoisen tärkeää, jotta ohjetta pystytään kehittämään tulevaisuudessa vastaamaan paremmin tukemistyön haasteisiin.

Palautteet:

heikki.virtanen@vayla.fi ja anton.aronen@sweco.fi





AFRY

ÅF PÖYRY

ÅF ja Pöyry ovat nyt AFRY

Suunnittelemme kestäviä ratkaisuja
tuleville sukupolville.

Making Future

Seudullinen pikaraitiotieverkosto kestävän kasvun mahdollistajana

Helsingin seutu tarvitsee toimivia ja houkuttelevia raideyhteyksiä, jotta tulevien vuosikymmenien ennätyksellinen asuntorakentaminen ja tiukat päästövähennykset voidaan toteuttaa. MAL 2019 –suunnitelmassa on esitetty viittä uutta pikaraitiotietä aloitettavaksi ennen vuotta 2030.

Yhteinen seudun näkemys strategisista suuntaviivoista ja konkreettisista toimenpiteistä

MAL 2019 on Helsingin seudun 14 kunnan yhteinen maankäytön, asumisen ja liikenteen strateginen suunnitelma, jossa määritetään, miten Helsingin seutua tullaan kehittämään tulevaisuudessa. Suunnitelma on samalla konkreettinen tiekartta siihen, miten seudun kasvupaineeseen vastataan, miten liikenteen päästöt saadaan laskuun ja millaisilla investoinneilla varmistetaan seudun kestävä kasvu. Suunnitelman strategiset tavoitteet kertovat seudun yhteisestä tahtotilasta. Helsingin seutua kehitetään vähäpäästöisenä, houkuttelevana, elinvoimaisena ja hyvinvoivana.

Vaikutusten arviointi oli suunnittelussa keskeisessä roolissa. Suunnitelmaa laadittiin iteratiivisesti ja sen vaikutuksia arvioitiin laajasti. Suunnitelmalle asetettujen tavoitteiden saavuttamista seurattiin päämittarien kehittymisen kautta. Määräävänä tavoitetasona oli liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen puolittaminen vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030.

Pikaraitiotieverkoston kehittyminen on yksi keskeinen kokonaisuus MAL 2019 -suunnitelmassa. Pääkaupunkiseudulla on jo aloitettu Raide-Jokerin rakentaminen ja Kruunusilloista on päätös. Näiden lisäksi MAL-suunnitelmassa on ehdotettu viittä uutta pikaraitiolinjaa, joiden rakentaminen voisi alkaa ennen vuotta 2030: Vihdintien pikaraitiotie, Vantaan ratikka, Viikin-Malmin pikaraitiotie, Tuusulanväylän pikaraitiotie ja Matinkylä-Leppävaara pikaraitiotie. Karkea arvio pikaraitiotieverkoston rakentamiskustannuksista on noin 900 M€.



Heikki Palomäki
HSL

Hankkeiden vertailusta monipuolisesti tietoa päätöksentekoon ja jatkosuunnitteluun

MAL-suunnittelun yhteydessä HSL arvioi yhteistyössä kuntien kanssa uusien pikaraitiotieiden vaikutuksia monipuolisesti eri näkökulmista. Päätyökaluna arvioinnissa oli seudullinen HELMET-liikennemalli. Liikennemallitarkastelujen käytännön toteutuksesta vastasi WSP Finland Oy.

Vaikutustarkasteluissa havaittiin, että hankkeilla on monipuolisia positiivisia vaikutuksia liikennejärjestelmään ja maankäyttöön. Raitiotiet yhdistävät tehokkaasti uusia asuinalueita kantakaupungin suuriin työpaikka-alueisiin. Kaikki

hankkeet lisäävät kestävien kulkutapojen matkamääriä ja vähentävät liikenteen hiilidioksidipäästöjä. Hankkeilla mahdollistetaan uusien asuinalueiden rakentuminen ja kytketään ne tehokkaasti kantakaupungin suuriin työpaikka-alueisiin. Osa hankkeista myös sijoittuu sosioekonomisesti heikommille alueilla parantaen niiden saavutettavuutta ja mahdollistaen siten mm. monipuolisemman asuntotarjonnan ja palvelut. Viiden uuden pikaraitiotieosuuden varrella (800 metrin etäisyydellä linjasta) asuu vuonna 2050 arviolta 590 000 asukasta.

MAL 2019 –suunnitelman liikenneinvestointiohjelmassa on esitetty suunnitelmaan sisältyvien hankkeiden toteuttamisjärjestystä. Pikaraitiotiehankkeista vuosina 2020–2023 tehtäisiin investointipäätökset Vihdintien pikaraitiotiestä, vuosina 2024–2027 Vantaan ratikasta ja Viikin-Malmin pikaraitiotiestä sekä vuosina 2028–2031 Tuusulanväylän pikaraitiotiestä ja Matinkylä-Leppävaara pikaraitiotiestä. Kaikkien hankkeiden suunnittelua edistetään tulevina vuosina.

Pikaraitiotien matkanopeus vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka houkutteleva se on suhteessa muihin kulkumuotoihin. Matkanopeus vaikuttaa lisäksi kalustomäärään ja kuljettajatyön määrään ja siten liikenteenhoidon kustannuksiin. HSL:n joukkoliikennesuunnittelun tavoitteena pikaraitiotien matkanopeudelle

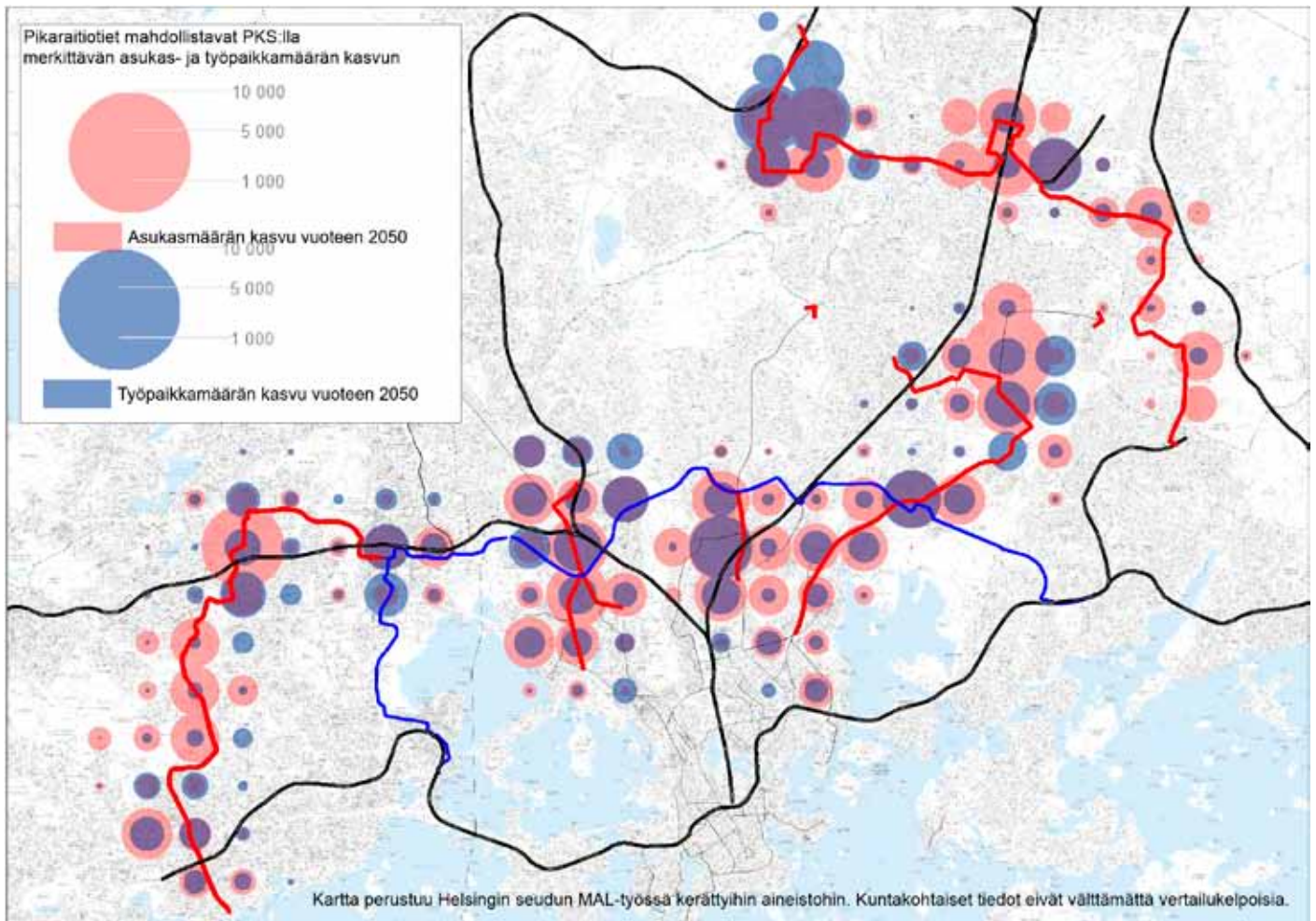
MAL 2019 suunnitelman sisältö pähkinänkuoressa

Seudun kasvu ohjataan nykyiseen rakenteeseen ja joukkoliikenteen kannalta kilpailukykyisille alueille. Vähintään 90 prosenttia asunnoista sijoittuu ensisijaisesti kehitettävälle vyöhykkeille.

Uusia asuntoja on tavoitteena rakentaa 16 500 vuodessa, mikä tarkoittaa lähes tämänhetkisen ennätysvauhdin pitämistä yllä myös tulevina vuosina.

Raideliikenteeseen ja pyöräliikenteeseen panostetaan vahvasti, tieliikennettä kehitetään tavara- ja joukkoliikennelähtöisesti. MAL 2019 sisältää uusia 2020-luvulla aloitettavia joukkoliikenneinvestointeja yhteensä 3,3 Mrd euroa.

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään lukuisilla keinoilla yhteensä 50 prosenttia. Suurimmat osuudet syntyvät ajoneuvokannan uudistamisesta sekä liikennesuoritetta pienentävistä tiemaksuista.



Kuvateksti: MAL 2019 -suunnitelman pikaraitiotiet mahdollistavat merkittävän asukas- ja työpaikkamäärän kasvun hyvien joukkoliikenneyhteysien varrella. (Kuva: Helsingin kaupunki)

on 25 km/h, jolloin esi- ja yleissuunnitteluvaiheessa pikaraitiotien suunnittelu pitäisi tehdä tavoitetasolla 27 km/h. Jatkosuunnittelussa tulee keskittyä erityisesti matkanopeuden nostamiseen verrattuna alustaviin suunnitelmiin, joissa keskimääräiset matkanopeudet vaihtelivat hankkeiden välillä 18-27 km/h.

Toteutukseen päästään yhteisellä vastuunjaolla ja jatkosuunnittelulla

Tekstin kirjoitushetkellä käydään MAL-sopimusneuvotteluita seudun kuntien, valtion ja HSL:n välillä. Sopimuksessa neuvotellaan muun muassa lähivuosina seudulle tarvittavasta asunto-

tuotannosta, käynnistettävistä liikennehankkeista, niiden rahoitusosuuksista ja muusta kehittämisestä. Valtion osallistuminen jatkossakin seudun raidehankkeisiin, ml. pikaraitiotiet, on varsin perusteltua. MAL-sopimusten lisäksi osapuolet toteuttavat MAL-suunnitelmaa edistämällä suunnitelman toimenpiteitä sekä tekemällä jatkosuunnittelua ja muuta valmistelua. Esimerkiksi pikaraitiotiehankkeiden tarkempi suunnittelu ja kaavoitus etenevät jo lähivuosina Vihdintien, Vantaan ratikan ja Viikin-Malmin osalta.

Lisätietoa löydät täältä: www.hsl.fi/mal/julkaisut

Pintavedenoton suhteen kriittisimmät väyläosuudet liikenteen ja väylänpidon kannalta

Johdanto

Suomessa pintavettä hyödynnetään talousveden raakavetenä ja teollisuuslaitoksissa. Väyläviraston hallinnoimilla väylillä (maantiet, rautatiet ja Saimaan syväväylät) tapahtuva liikenne, kunnossapito ja onnettomuustilanteet voivat aiheuttaa ongelmia pintavesien laadulle ja sitä kautta riskin pintavedenottamoiden toiminnalle.

Vuonna 2018 toteutettiin Väyläviraston, Ramboll Finland Oy:n ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä selvitys (Väylä, 12/2019), jonka tarkoituksena oli tunnistaa niitä väyläosuuksia, joissa voi olla kohonnut riski pintavedenottoille. Hankkeen tavoitteena oli myös luokitella väyläosuudet suhteessa toisiinsa, jotta riskinhallintatoimenpiteitä voidaan jatkossa kohdistaa kriittisimpiin väyläosuuksiin.

Aineistot ja menetelmät

Tavoitteiden toteuttamiseksi kerättiin tietoa muun muassa onnettomuuksista, väylien liikennemääristä, kunnossapidon luokituksista ja vaarallisten aineiden kuljetuksista. Hankkeessa tunnistettiin paikkatietoaanalyysillä koko Suomesta riskialttiimmat väyläosuudet. Paikkatietoaanalyysi perustui SYKE:n VEMALA-malliin haitta-aineiden kulkeutumisesta vesistöissä sekä asiantuntija-arviona muodostettuun varoalueeseen vedenottamoiden ja vesistöjen ympärille.

Rajatut väyläosuudet maanteilla ja rautateilla priorisoitiin kolmeen luokkaan monikriteeriarvioinnin avulla käyttäen aineistoina

- pintavedenottamoiden sijaintitietoja,
- pintavedenoton tyyppitietoja ja vedenottomäärätietoja,
- pintavedenottamoiden jakeluverkoston piirissä olevien henkilöiden määrää,
- väylien liikennemääriä (henkilöliikenne ja raskas liikenne sekä diesel-veturien liikenne),
- kunnossapidon luokituksia,
- talvihoitoluokituksia,
- tasoristeysten sijaintitietoja,
- väylillä olevien siltojen ja rumpujen sijaintitietoja sekä
- vaarallisten aineiden kuljetuksista.

Monikriteeriarviointi toteutettiin arvopuuanalyysillä, koska se soveltuu hyvin tarkasteluihin, joissa suurta joukkoa vaihtoehtoja arvioidaan useiden kriteerien suhteen. Maanteille ja rautateille laadittiin erilliset tarkastelut, koska eri väylätyyppien riskejä ei ole mielekästä yrittää tehdä yhteismitallisiksi samassa arviointihetkessä. Tämä johtuu muun muassa eroista väylätyyppien onnettomuusalttiuteen vaikuttavissa tekijöissä. Saimaan syväväylien luokittelu taas toteutettiin eri tavalla lähtöaineiston niukuuden vuoksi. Turvallisuutta arvioitiin yhdellä kriteerillä: väyläosuuden luokittelulla vaativaksi väyläosuudeksi. Vaikutuksen



Oona Virta
Ramboll Finland Oy

vakavuutta arvioitiin kolmella kriteerillä: 1) etäisyydellä lähimpään vedenottamoon 2) lähimmän vedenottamon tyyppillä sekä 3) vedenottomäärällä tai jakeluverkoston piirissä olevien henkilöiden määrällä.

Tulokset ja johtopäätökset

Paikkatietoaanalyysin tuloksena pintavedenoton suhteen riskialttiimmiksi väyläosuuksiksi tunnistettiin noin 6 % kaikista Suomen maantiekilometreistä. Vastaava prosenttiluku rautateiltä oli 13 %. Saimaan syväväylillä riskialttiimmiksi väyläosuuksiksi määritettiin aiemmassa Älykö-hankkeessa tunnistetut vaativat väyläosuudet. Priorisoin-

nin jälkeen korkeimman riskin luokkaan sijoittui yhteensä 302 maantieosuutta, 50 rautatieosuutta ja viisi Saimaan syväväylien osuutta. Tampereen alueelta tunnistettuja riskialttiita maantieosuuksia on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Tunnistetut riskialttiit maantieosuudet Tampereen alueella.

Tunnistettujen maantieosuuksien pituuden keskiarvo oli 1,5 km ja maksimipituus 23,3 km. Rautatieosuuden pituuden keskiarvo oli 2,0 km ja maksimipituus 13,2 km. Saimaan syväväylien osuuksien pituudet vaihtelivat 1,1 km ja 35,2 km välillä.

Yleisesti tulosten perusteella voidaan todeta, että monikriteeriarvioinnilla korkeimpaan riskiluokkaan seuloutui etenkin väyläosuuksia, joissa on korkeat liikennemäärät (onnettomuuden todennäköisyys kasvaa) ja korkeat VAK-kuljetusten ja raskaan liikenteen liikennemäärät (kuljetettavan aineen haitallisuus kasvaa). Lähes kaikki korkeimpaan riskiluokkaan sijoittuneista väyläosuuksista sijaitsi Vaasa-Kuopio-akselin eteläpuolella.

Koska valittujen maanteiden ja rautateiden rajaukseen, lähtötietoihin ja varsinaiseen monikriteerianalyysiin sisältyi epävarmuustekijöitä, tulisi jatkossa etenkin korkeimpaan riskiluokkaan sijoittuvia väyliä tarkastella myös väyläkohtaisin asiantuntija-arvoin. Tällä tavoin pystytään tunnistamaan ne väyläosuudet, joilla on suurin tarve riskiä vähentäville toimenpiteille.

Ratainfran ja radanpidon vaikutus liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin

Väylänpidon osuus liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöistä on pieni, mutta väylänpidon merkitys on kasvamassa. Väylänpidolla voidaan vaikuttaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin joko suoraan tai välillisesti. Esitys valottaa, mitkä ovat rautatieliikenteen merkittävimmät päästövähennystoimet, miten toimet vaikuttavat ja mitä jatko-toimia tarvitaan.

Johdanto

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen velvoittavat monet kansainväliset ja kansalliset päätökset, sopimukset ja säädökset. Rautatieliikenne on verrattain ilmastomyönteinen liikennemuoto, mutta Väylävirasto haluaa edetä päästöjen vähentämisessä ja energiatehokkuudessa myös radanpidon keinoin. Vuoden 2019 lopulla valmistuneessa selvityksessä tehtiin ehdotuksia vaikuttavimmista päästövähennystoimista nykyisellä väyläverkolla.

Väylänpidon vaikutukset päästöihin syntyvät sekä suoraan että välillisesti

Väylänpito vaikuttaa energiankulutukseen ja päästöihin suoraan toimiansa, muihin toimijoihin kohdistuvien vaikutusten sekä liikennejärjestelmässä tehtävien muutosten kautta. Infran ja väylänpidon päästöt syntyvät väylän, käyttäjän ja tekniikan vuorovaikutuksesta. Siksi hyvät ratkaisut edellyttävät toimijoiden yhteistyötä.

Väylänpitäjän merkittävimmät vähennystoimet, jotka kohdistuvat itse radanpidon kasvihuonekaasupäästöihin ovat vaihteenlämmityksen energiatehokkuuden parantaminen ja rautatiealueiden valaistuksen saneeraus.

Radanpidon toimet, kuten raideinfran kapasiteetista, radan kunnosta ja liikennekäytävyydestä huolehtiminen sekä ajantasainen liikenteen ohjaus näkyvät erityisesti operaattorin energiankulutuksessa. Ne vaikuttavat operaattorin säästävän ajotavan mahdollisuuksiin ja sitä tukevan teknologian hyödyntämiseen.

Liikennejärjestelmätasolla puolestaan väylänpitäjä on mukana vaikuttamassa radanpidon palvelutasoon ja houkuttelevuuteen, matka- ja kuljetusketjujen kehittämiseen ja reittien valintaan sekä matka- ja kuljetuspalveluiden käyttäjiin ja tuottajiin.

Väylänpitäjän mahdollisuudet vähentää päästöjä ja energiankulutusta

Väylänpitäjä voi vaikuttaa matka- ja kuljetusketjuihin raidekapasiteetin tarjonnan, ratojen hyvän suunnittelun, ketjuja parantavan sähköistyksen ja huonokuntoisten rataosuuksien parantamisen avulla. Ne lisäävät raideliikenteen houkuttelevuutta.

Väylänpitäjä voi vaikuttaa kuljetusketjujen toimivuuteen myös aikataulujen suunnittelulla, liikenteen ohjauksella sekä eri-



Marketta Hyvärinen
Väylä



Raisa Valli
Sitowise

laisten häiriöiden, kuten huoltotöiden, ajantasaisella huomioimisella. Toimivuuteen voidaan vaikuttaa lisäksi ajantasaisen tiedon avulla, jolla vähennetään odotusaikoja sekä optimoidaan kuljetusketjuja. Näillä toimilla saadaan vaikutuksia verrattain nopeastikin.

Väylänpitäjä parantaa operaattorin mahdollisuuksia energiatehokkuuteen, kun yhteistyöllä sovitetaan yhteen ratatöitä ja liikennettä ja kun aikataulusuunnittelulla ja liikenteen ohjauksella edistetään nopeusprofiilin yhtenäistämistä ja vältetään häiriöitä sekä siten luodaan edellytyksiä säästävälle ajotavalle. Häiriöiden hallinnalla ja ajantasaisella tiedolla on todella suuri merkitys, koska niillä vaikutetaan yhtä raideyhteyttä laajempiin kokonaisuuksiin ja niiden energiankulutukseen sekä käyttäjien valintoihin.

Väylänpitäjän oman toiminnan päästöihin ja energiankulutukseen vaikuttavat eniten vaihteenlämmitys (54 % radanpidon energiankulutuksesta) ja valaistus (25 % radanpidon energiankulutuksesta). Molempia osa-alueita on viime vuosina kehitetty. Vaihteenlämmityksessä ratkaisuja on etsitty pilottien avulla. Valaistuksessa on aloitettu valaisinten saneeraus. Molemmissa on edelleen hyödyntämätöntä potentiaalia.

Radanpidon merkittävimmät päästövähennyskohteet lyhyellä aikavälillä

Radanpidon merkittävimmät päästövähennykset saadaan kehittämällä edelleen vaihteenlämmitystä ja valaistuksen energiatehokkuutta, lisäämällä yhteistyötä operaattoreiden kanssa ja parantamalla matka- ja kuljetusketjujen energiatehokkuutta muun muassa seuraavin toimin.

- Jatketaan valaistuksen energiatehokkuuden ohjeistusta, kun aloitetaan Liikenneviraston maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnitteluohjeen (16/2015) päivitys 2020
- Selvitetään vaihteiden käänantomääriä ja käytänteitä, jotta voidaan paremmin kohdentaa vaihteiden lämmitys kääntötarpeeseen mukaan.
- Kehitetään edelleen väylänpitäjän ja operaattorin välistä yhteistyötä säästävän ajotavan mahdollistamiseksi, ongelma-kohtien tunnistamiseksi, liikenteen ja kunnossapitotoimien yhteensovittamiseksi, liikenteenohjauksen kehittämiseksi sekä ratainfran kehittämistoimien suunnittelun tueksi.
- Kiinnitetään huomiota asiakastarpeiden mukaiseen matka- ja kuljetusketjujen kokonaisuuksien suunnitteluun, eri liikennemuotojen toimien yhteensovittamiseen ja rautatieliikenteen houkuttelevuuden parantamiseen. Nämä edellyttävät muun muassa ketjujen optimointiin tarpeellisten tietojen saattavuutta, satamiin johtavien ratojen kehittämistä ja ylläpitoa sekä liikennejärjestelmäsuunnitteluun osallistumista

Kestävän kehityksen toimintatavat yksityis-rahoitteisen ratahankkeen YVA-menettelyssä

Hanke-esimerkinä Finest Bay Area - Suomen ja Viron välisen rautatietunnelihankkeen YVA-menettely

Suomen ja Viron välisen Finest Bay Area -rautatietunnelihankkeen esisuunnittelu aloitettiin keväällä 2018 ja hankkeen YVA-menettely käynnistyi Suomessa huhtikuussa 2019. Hankkeen päämääränä on rakentaa Suomen ja Viron välille merenalainen rautatietunneli, jonka myötä maiden välinen matkustusaika lyhenee merkittävästi. Lisäksi hanke tarjoaa mahdollisuuden kiinteistökehitykselle uusien rautatieasemien sekä reitin varrelle suunniteltujen keinosarten kautta. Koska kyseessä on kansainvälisestäkin merkittävä hanke, kestävyteen liittyvät asiat ovat suunnittelun ja toteutuksen keskiössä.

Hankeesta vastaavan tavoitteena tunnelin rakentamisen osalta on huomioida kestävän kehityksen periaatteet ja reitin varrelle rakennettavien keinosarten osalta lisätä luonnon monimuotoisuutta pohjan mekaanisen peittämisen sijaan.

Hankeessa on jopa tunnustettu konkreettisia mahdollisuuksia luoda kokonaan uusia meriluonnon monimuotoisuutta lisääviä rakenteita ekologisen kompensaation keinoin.

Mutta miten YVA-menettelyn ja hankkeen kytköksiä kestävän suunnittelun tavoitteisiin tulisi sitten tarkastella? Suomessa ei ole vakiintuneita käytännössä testattuja menetelmiä, jotka ohjaisivat kokonaisvaltaisesti kestävän kehityksen mukaisia toimintatapoja esim. infrahankkeissa. Lainsäädäntö ohjaa pitkälti ympäristövaikutusten arviointimenettelyä, mutta se on valitettavan usein vähäinen tai ainakin hankkeen suunnittelun kannalta epä johdonmukainen ohjauskeino.

Seuraavat konkreettiset esimerkit valaisevat kestävyiden huomioimista infrahankkeissa:

- CEEQUAL-prosessi ja sen soveltamisen hyödyt tunnelihankkeessa
- Kestävyysperiaatteiden huomioiminen keinosarten rakentamisessa ja kiviainesten hyödyntämisessä - merialueiden ekologisen kompensaation mahdollisuudet



Karoliina Jaatinen
AFRY

CEEQUAL-ympäristöluokitus

CEEQUAL tulee englanninkielisistä sanoista "Civil Engineering Environmental and Quality Assessment and Awards Scheme". Menetelmä on kehitetty jo vuonna 2003 Iso-Britanniassa kaiken tyyppisille yhdyskuntarakentamisen hankkeille. Kyseessä on vapaaehtoinen ympäristöluokitusjärjestelmä, jolla arvioidaan laaja-alaisesti kestävän kehityksen mukaisia toimintatapoja hankkeessa. Arviointiin sisältyy n. 200 indikaattoria ja siinä käytetään prosenttimääristä arvosteluasteikkoa. Luokituksen tasot ovat: Excellent, Very Good, Good, Pass. Luokittelun indikaattorit räätälöidään hankekohtaisesti ja luokitus voidaan hakea koko

hankkeelle tai eri kokonaisuuksille, esim. ainoastaan suunnittelu- tai rakentamisvaiheelle. CEEQUAL-pätevöitynyt henkilö (CEEQUAL Assessor) fasilitoi luokitusprosessia. Menetelmää sovelletaan mm. Ruotsissa laajasti nimenomaan infrahankkeissa ja sitä on Suomessa sovellettu ansiokkaasti mm. Lahden eteläisen kehätien hankkeessa (Valtari-hanke).

Mitkä sitten ovat CEEQUAL-arvioinnin hyödyt hankkeen kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa? Selkeitä hyötyjä ovat mm. hankkeen imagoarvon kasvaminen sekä positiivinen julkisuus. Arvioinnin käyttö osoittaa hankkeen olevan edelläkävijä alallaan ja sitoutuvan vapaaehtoisesti kestävän kehityksen periaatteisiin. Arvioinnissa tehdään kolmannen osapuolen todennus, minkä myötä saadaan avoin, luotettava ja uskottava arvio hankkeen kestävydestä. Menetelmä on kansainvälinen ja vertailukelpoinen. Arviointiin sisältyvät mm. elinkaarikustannusanalyysit, jätteiden minimointi ja resurssitehokkuus. Menetelmän kautta saadaan näin ollen parhaat työkalut ja käytännöt kestävän kehityksen toimintatavoille sekä lisätään hankkeen kustannustehokkuutta ja laadunvarmistusta. Luokitusta ei ole pakko hakea, vaan järjestelmää voidaan käyttää myös ohjaavana työkaluna hankkeen suunnittelun tukena sekä tuomaan elinkaari vaikutukset vahvemmin YVA-menettelyn arviointien rinnalle.

Merialueiden ekologinen kompensaatio

Ekologinen kompensaatio on keino turvata meriluonnon monimuotoisuutta, jota ihmisen toiminta merellä, rannikolla ja valuma-alueella heikentää. Tallinnatunnelihankkeessa louhitaan valtava määrä, jopa 80 miljoonaa kuutiometriä, kiviainesta. Tälle kiviainekselle on tavoitteena löytää hankkeen puitteissa ja resurssitehokkuuden näkökulmasta käyttökohteita. Yksi keskeinen käyttökohde olisi avomerelle suunniteltu keinosaa, jollainen tarvitaan joka tapauksessa hankkeen turvallisuuden takaamiseksi, mm. pelastustarkoituksiin sekä savunpoistoon. Suunnitelmissa on tehdä saaresta asuttu.

Keinosaaaren sijoittamisen suunnittelun tueksi tehtiin esiselvitys keväällä 2018, jonka puitteissa haaroitettiin soveltuvia

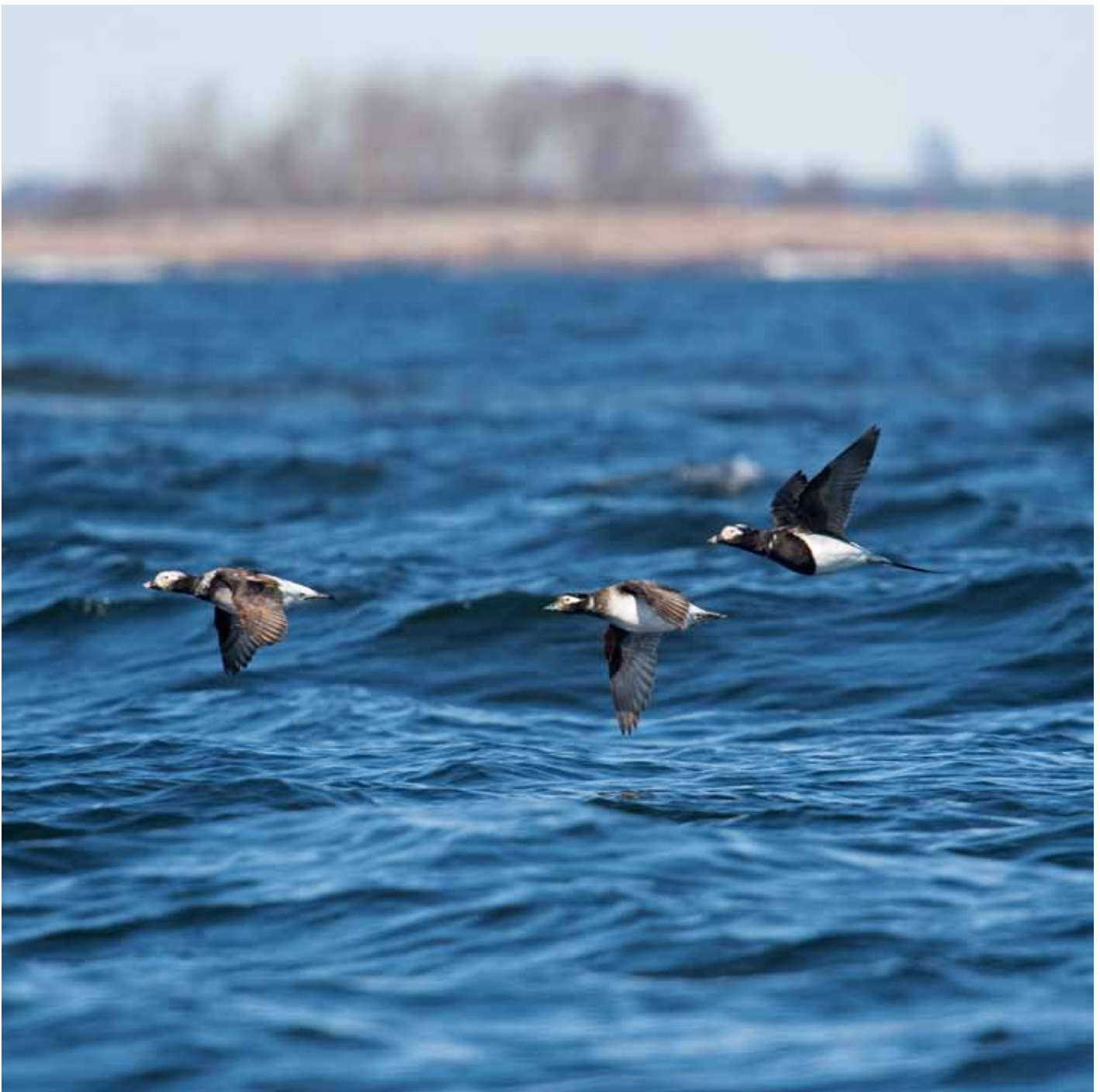
Kestävä kehitys tarkoittaa mm. ympäristövaikutusten minimointia, luonnonvarojen resurssiviisasta hyödyntämistä, jätteiden synnyn vähentämistä ja kierrättämistä, päästöjen vähentämistä sekä sosiaalista hyvinvointia ja yhteisöllisten tekijöiden huomioonottamista.

syvempiä alueita ulkomerialueelta. Kun keinosaari sijoitetaan meriluonnolle elintärkeän matalikon sijaan syvempään veteen, monimuotoisen matalikon tuhoamisen sijaan luodaan potentiaalisia uusia keinotekoisia riuttoja ja edistetään ulkomerialueen monimuotoisuutta. Keinotekoiset riutat ovat teknisesti toteutettavissa ja niistä on erinomaisia kokemuksia mm. Tanskan merialueelta.

Kokonaisuus tulee koostumaan pääsaaresta sekä pienemmistä matalikko- ja luotoalueista, jotka valmistuttuaan toimivat uutena elinympäristönä vedenalaiselle luonnolle ja linnustolle. Saaren rakentamisessa tullaan huomioimaan luonnonmukaisen

rantarakentamisen periaatteet ja näin edesauttamaan suotuisia olosuhteita elinympäristöjen kehittymiseksi alueelle. Merialueiden ekologisen kompensaation toteuttamiseksi muodostetaan ohjausryhmä, johon kutsutaan mukaan keskeiset viranomaiset, asiantuntijat ja sidosryhmät.

Edellä mainitut prosessit, CEEQUAL ja merialueiden ekologiset kompensaatiot, ovat Suomessa suhteellisen uusia menetelmiä, eikä niitä ole juurikaan vielä käytännössä sovellettu. Suomen ja Viron välinen rautatietunnelihanke tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden soveltaa menetelmiä käytännön tasolla suunnittelun alkuvaiheesta aina tunnelin toiminta-ajan loppuun asti.



Alleja Helsingin saaristossa toukokuussa 2018. © William Velmala, ÅF Pöyry.

Vieraslajit ja paahdeympäristöt LUIMA-hankkeella

Vieraslajit lain silmin

Vieraslaji ja haitallinen vieraslaji määritellään EU:n vieraslajiasetuksessa ja vieraslajiluettelossa. Suomessa vieraslajeja koskeva laki astui voimaan vuonna 2016 (1709/2015) ja vieraslajeja koskeva uusi valtioneuvoston asetus (VnA 682/2019) 1.6.2019. EU:n luetteloa on täydennetty Suomen kansallisella vieraslajiluettelolla, jossa on lueteltu Suomen oloissa haitalliset lajit. Luetteloissa mainittujen kasvien maahantuonti, kasvatusta ja myynti on kielletty. Ratahankkeiden kannalta merkityksellisimpiä vieraslajeja ovat komealupiini, kurturuusu, terttuselja ja isotuomipihlaja.



Elina Ahlqvist
Welado Oy

Mitä ovat paahdeympäristöt ja miten ne liittyvät LUIMAan?

Paahdeympäristöt ovat avoimia ympäristöjä, joissa aurinkoisina päivinä on kuumaa ja kuivaa, mutta öisin kylmempää kuin lähiympäristössä. Paahdeympäristöissä kasvaa monia vaateliaita ja uhanalaisia kasvilajeja, joiden esiintyminen on edellytys paahdeympäristöjen harvinaisten hyönteisten kuten sinisiipien ja palosirkan esiintymiselle. Paahdeympäristöt ovat monin paikoin kasvaneet umpeen metsittymisen sekä lupiinien ja kurturuusujen runsastumisen vuoksi. Kuivilla paikoilla viihtyvien kasvien kuten kissankäpälän ja kangasajuruohojen tärkeiksi kasvupaikoiksi ovat nousseet teiden reuna-alueet sekä ratojen ja huolto-tenien luiskat. LUIMA-hankkeen (Luumäki-Imatra tavara) sijoittuminen harjua-alueelle ja länsi-itä-suuntaisesti mahdollistaa sen, että radanvarresta löytyy paljon etelään päin aukeavia potentiaalisia paahdeympäristöjä.

Mikä on Väyläviraston ja LUIMAn kanta vieraslajeihin?

Suomen liikennöidyn rataverkon pituus oli v. 2018 lopussa vajaa 6 000 km ja tieverkon 78 000 km. Vieraslajit, erityisesti komealupiini, ovat levinneet laajalti ratojen ja teiden varsille. Vieraslajien täydellinen hävittäminen niiltä ei kustannusten puolesta eikä käytännössä ole mahdollista. Vieraslajeja käsitellään Väylä-

viraston vuonna 2012 julkaistussa ohjeessa ”RATO 20 Ympäristö ja rautatiealueet”, jossa esitetään periaatteet vieraslajien leviämisen ehkäisemiseksi rata-alueilla. Kiristyneiden vaatimusten vuoksi on Väylävirasto päivittämässä vieraslajeihin liittyvää ohjeistustaan ja LUIMA on toiminut siinä yhtenä pilottikohteena.

LUIMAlta on löytynyt pääasiassa lupiinia ja kurturuusua. Väyläviraston tulkinta vieraslajisäädöksistä on, että kurturuusu istutettuna on lain mukaisessa kasvatustilassa eli se tulee hävittää 1.6.2022 mennessä. Lupiini ja tahattomasti levinnyt kurturuusu ovat niitä, joita kiinteistön omistajan pitää lain mukaan torjua ja hävittää, mutta

kohteissa pitää olla monimuotoisuusarvoja ja torjunnan pitää olla kohtuullista mm. kustannuksiltaan. Kohtuullisuutta arvioitaessa otetaan huomioon käytettävissä olevat keinot, toimenpiteistä aiheutuvat kustannukset ja toimenpiteillä saavutettavissa oleva hyöty suhteessa kustannuksiin. Hävittämisen sijaan velvoitteena voi olla toimenpiteet vieraslajin leviämisen estämiseksi.

Luiman vieraslajikartoitus

LUIMAlla on aktiivisesti kiinnitetty huomiota erilaisiin ympäristöasioihin. Vieraslajikysymys nousi esille rakentamissuunnittelun aikana ja siksi koko rataosuuden vieraslaji-inventointi tilattiin Sitowiseltä keväällä 2019. Kartoituksessa keskityttiin ennalta valittuihin riskikohtiin, joihin arvioitiin vieraslajien todennäköisesti levinneen. Tällaisia olivat asutuksen läheisyydessä olevat tai läpi menevät rataosuudet, tasoristeykset ja siltapaikat. Asian tuntija-arviona määritettiin kunkin esiintymän kohdalta nykytilanne, paikan luontoarvot, tavoite hävittämiseksi tai leviämisen estämiseksi sekä toimenpide-ehdotus, miten tavoitteeseen päästäisiin. Esiintymien sijainnit kartoitettiin suunnittelujärjestelmiin vietäväksi.

Inventoinnin tulokset on käyty suunnitteluosuuksittain lävitse radan rakentamissuunnittelua tehneiden konsulttien kanssa. Väylän arviointikriteerien ja kullekin kohdalle suunniteltujen toimenpiteiden perusteella on päätetty, onko esiintymä syytä esittää hävitettäväksi tai esimerkiksi onko pintamaiden käsittelyta-voille asetettava vaatimuksia.

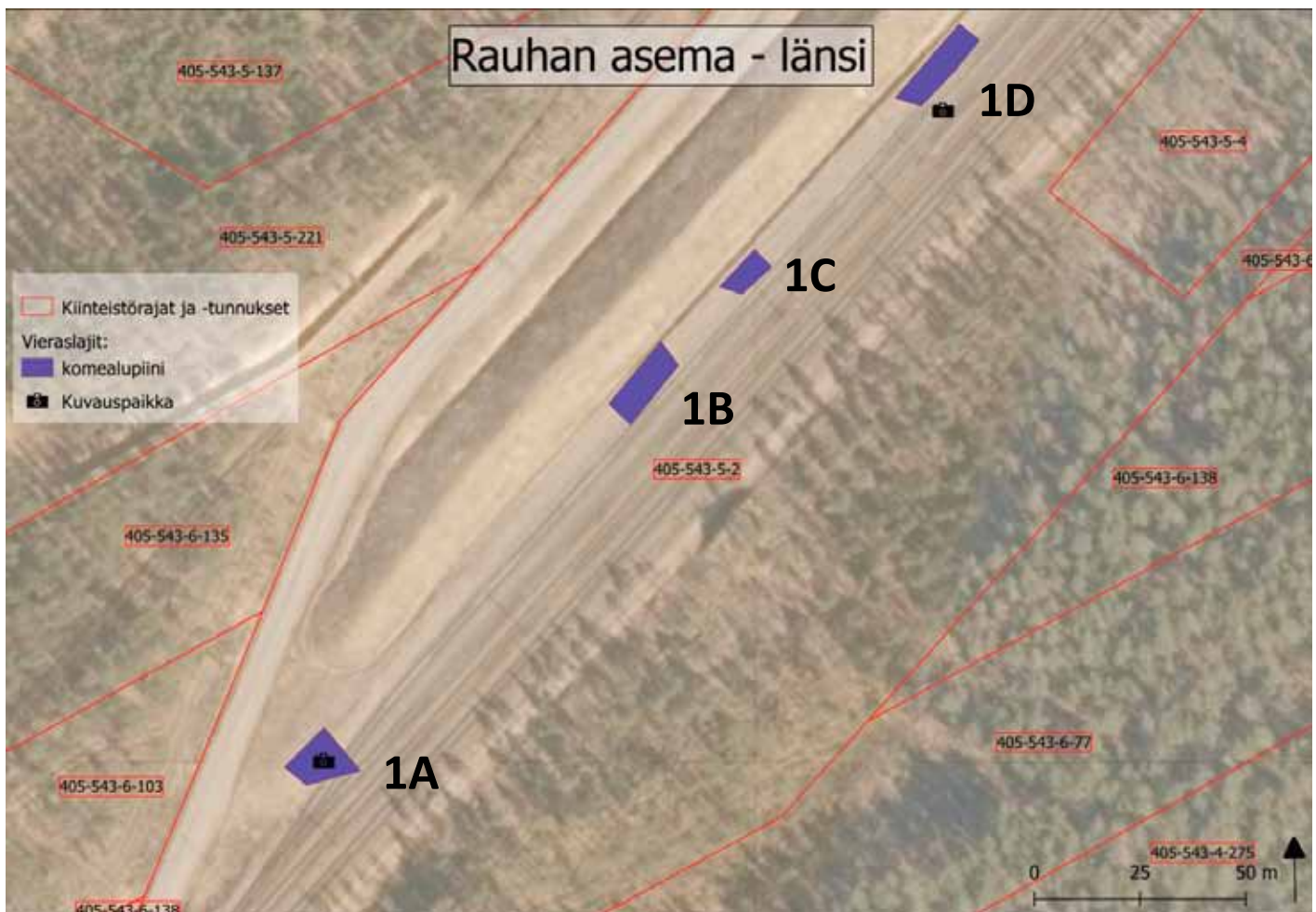
Welado Oy on kehittänyt vieraslajien tunnistamiseen ja hävittämisen priorisointiin liittyvää prosessia. LUIMAn urakoihin on sisällytetty vieraslajeista vaatimukset ja urakoiden aikana tullaan seuraamaan, miten urakoitsijat ottavat vaatimukset huomioon ja saadaanko vaatimuksilla vieraslajien esiintymiä vähennettyä. Näiden perusteella jatkokehitetään vieraslajien huomioimista ratahankkeiden suunnittelussa ja rakentamisessa.

Vieraslajilla tarkoitetaan kasvia, eläintä tai muuta eliölajia, jonka ihminen on tahattomasti tai tarkoituksella tuonut lajin luontaisen levinneisyysalueen ulkopuolelle. Haitallisella vieraslajilla tarkoitetaan vieraslajia, jonka on todettu uhkaavan luonnon monimuotoisuutta ja/tai aiheuttavan taloudellisia, terveydellisiä tai sosiaalisia haittoja. Haitattomia vieraslajeja puolestaan ovat esimerkiksi monet rautateiden vilja- ja rehu-kuljetuksien mukana Venäjältä levinneet kasvit. Tulokaslajit puolestaan tulevat maahamme omin voimin luonnollisesti leviämällä esimerkiksi talvien leudontuessa ilmastomuutoksen seurauksena.

Esimerkki vieraslajien huomioimisesta RU2-urakassa

Ote urakka-asiakirjasta: ”Tilaja on teettänyt LUIMA-hankkeelle kasvillisuuden vieraslaji-inventoinnin. RU2-osuuden inventointikartat ovat urakkaohjelman liitteenä. Urakoitsija on velvollinen hävittämään pintamaiden poistolla seuraavat inventointikarttaan merkityt lupiinesintymät: Rauhan asema: 1A-D, 2A-C, 3A-B, lisäksi raiteiden ja huoltotien välissä oleva maavalli; 4A-E

ja 9B-C. Urakoitsija on velvollinen hävittämään rata-alueelta km 322+100 oik. oleva noin 10 m² kurturuusuesiintymän (8B). Kurturuusun hävittämisessä noudatetaan Metsähallituksen ohjetta... Lupiinia sisältävät ylimääräiset pintamaat tulee toimittaa pohjavesialueen ulkopuolella olevalle sijoitusalueella ja peittää vähintään 0,5 m paksuisella puhtaalla maa-ainekerroksella.”



Vieraslaji-inventoinnin tulokset Rauhan liikennepaikalta Lappeenrannasta

Onko rautateiden yleissuunnitelmalla merkitystä ja mikä on kehityksen suunta?

Ratalain voimaantumisen jälkeen on laadittu useita ratasuunnitelmia. Muutamissa tapauksissa ratasuunnitelman pohjana ollut yleissuunnitelma on ollut pahasti sisällöltään vanhentunut, se on puuttunut kokonaan, tai suunnitelman tavoitteita on muutettu merkittävästi yleissuunnitelman laatimisen jälkeen. Tämän vuoksi sekä tilaajalla, että ratasuunnitelman laatijalla on ollut ratasuunnitelmaa käynnistettäessä puutteellinen käsitys lopullisista tavoitteista. Laadukkaana ratasuunnitelman laatiminen aikataulussaan edellyttää sitä, että työllä on selkeät tavoitteet, joihin voidaan alusta alkaen sitoutua.



Kari Fagerholm
Pöyry

- tavoitteet ja tehtävän sisältö ovat epäselvät,
- suunnittelutyön käynnistyminen viivästyy, kun tavoitteita selvitetään,
- suunnitelmia tehdään moneen kertaan tavoitteiden asteittain tarkentuessa,
- suunnitelmat myöhästävät,
- suunnittelukustannukset kasvavat merkittävästi,
- radan haittavaikutusten huomioon ottaminen vaikeutuu
- puutteellisten vaikutusarvioiden tarkentaminen.

Ratalaki

Yleissuunnitelman perusteluja ja sisältöä on kuvattu ratalaissa mm. seuraavasti:

Yleissuunnitelma on laadittava, jolleivät hankkeen vaikutukset ole vähäiset taikka rautatiealueen sijainti ja sen vaikutukset ole jo riittävässä määrin ratkaistu asemakaavassa tai oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa.

Yleissuunnitelmassa on esitettävä selvitys rautatien rakentamisen tai rataverkon kehittämisen tarpeellisuudesta sekä tutkituista vaihtoehdoista, radan liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, rautatiealueen likimääräinen sijainti sekä rautatiealueen ja rautatieliikenteen arvioitavat vaikutukset, kuten vaikutukset tie- ja liikenneoloihin, liikenneturvallisuuteen, maankäyttöön, kiinteistö-rakenteeseen ja ympäristöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen. Suunnitelmassa on lisäksi esitettävä mahdollisuudet haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi sekä alustava kustannusarvio.

Yleisesti Rataverkon haltijaa on ohjeistettu seuraavasti:

Suunnitelmia tehtäessä rataverkon haltija toimii yhteistyössä maakuntien liittojen, kuntien, elinkeino-, liikenne- ja ympäristö-keskusten sekä muiden viranomaisten kanssa. Suunnittelun on perustuttava rautatien kehittämisen tarpeisiin, valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin, valtakunnalliseen liikennejärjestelmäsuunnitelmaan, alueelliseen liikennejärjestelmäsuunnitteluun sekä muuhun alueiden käytön suunnitteluun.

Yllä olevasta selviää jo, että yleissuunnittelussa keskeiset tavoitteet kohdistuvat erityisesti uuden ratahankkeen vaikutusten selvittämiseen. Näitä asioita ei ole enää ratasuunnitelmavaiheessa mahdollista ottaa yhtä hyvin huomioon kuin yleissuunnitelmaa laadittaessa, koska liikkumavara ratkaisussa on tällöin huomattavasti pienempi.

Lähtökohtana ratasuunnitelmalle

Yleissuunnitelma on ohjeena ratasuunnitelmaa laadittaessa. Tehtäessä ratasuunnitelma vanhentuneeseen tai puutteelliseen yleissuunnitelmaan perustuen, on seurauksena usein ollut:

Yleissuunnitelmassa voidaan laajempia vaihtoehtoja tarkastella kevyemmin, koska tekninen suunnittelu tarkentuu prosessin edetessä. Varhaisimpiin suunnitteluvaiheisiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska hankkeisiin sidottavat kustannukset määräytyvät suurimalta osin tuolloin.

Yleissuunnitelman kytkeytyminen kaavoitus- ja ratalain mukaiseen suunnitteluprosessiin on esitetty alla olevassa Väyläviraston kaaviossa.

Liikenteelliset tavoitteet – tekniset tavoitteet

Ratasuunnittelun lähtökohtana ovat aina hankkeen liikenteelliset tavoitteet, joiden pohjana ovat valtakunnalliset ja alueelliset kehittämistavoitteet. Näistä johdetaan suunniteltavan radan tekniset suunnitteluperusteet, joiden perusteella nämä tavoitteet voidaan saavuttaa. Tekniset tavoitteet määrittävät saavutettavissa olevan liikenteen palvelutason.

Yleiskaavoitus

Hyvällä yhteistyöllä alueen kuntien kanssa laaditulla yleissuunnitelmalla voidaan edistää alueiden kaavoitusta siten, että se palvelee sekä radan että kuntien keskeisiä tavoitteita. Valmisteluvaiheessa olevat kaavat ja rata voidaan parhaiten sovittaa palvelemaan parhaiten kuntien tarpeita. Yleissuunnittelun alkuvaiheessa on merkittävästi suurempi liikkumavara radan ja sen toimintaan sijoittuvien palvelujen osalta kuin ratasuunnitelmassa.

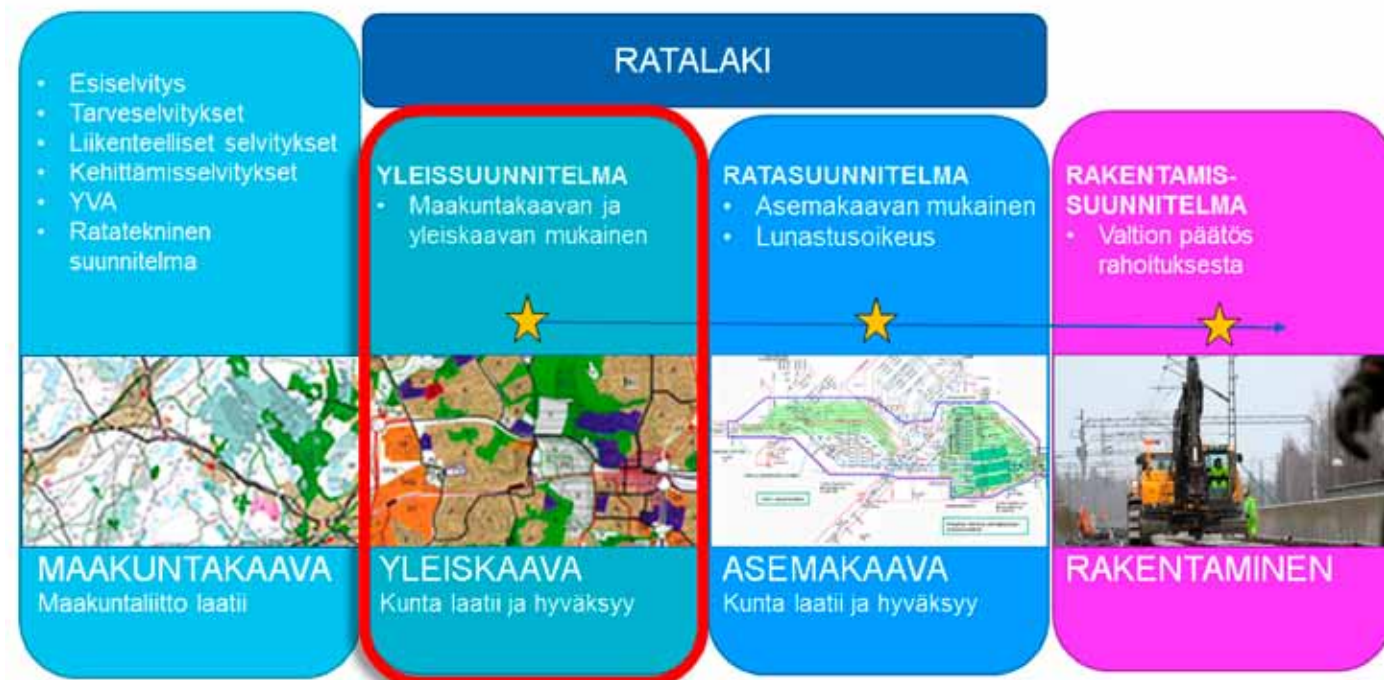
Hyväksyttävyys

Yleissuunnitelman merkittävänä tavoitteena on saavuttaa hankkeelle mahdollisimman kattava hyväksyttävyys. Ratalain 5 pykälässä tätä on kuvattu mm. seuraavasti:

3) rataverkon ja rautatieliikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi ja luonnonvarojen käyttöön säästeliäästi;

4) radanpito ei tuota kenellekään enempää vahinkoa tai haittaa kuin tarve vaatii;

Yleissuunnitelman vaikutustenarvioinnin tueksi tehdään laajasti erilaiseen luontoon, ympäristöön ja elämiseen liittyviä selvityksiä, joiden pohjalta etsitään ratkaisuja, joiden avulla radan



Kuva 1. Yleissuunnitelman ja ratasuunnitelman asema suunnittelu- ja kaavoitusprosessissa. (Väylävirasto)

haitallisia vaikutuksia voidaan pienentää. Rautatien jäykän geometrian vuoksi ei kaikkia haittavaikutuksia ole mahdollista poistaa, mutta erityisesti yleissuunnitteluvaiheessa on mahdollista löytää keinoja niiden vähentämiseksi.

Hyväksyttävyyttä pyritään parantamaan vuorovaikutuksella alueen asukkaiden ja muiden sidosryhmien kanssa. Erityisesti paikallisten asukkaiden näkemykset rataa liittyvien tiejärjestelyiden kannalta ovat arvokkaita. Suunnittelun kuluessa on tarpeen osoittaa, että ihmisten näkemykset ovat tulleet kuulluiksi, vaikka niitä ei aina voida ottaa huomioon halutulla tavalla.

Viimeisimmissä yleissuunnitteluhankkeissa on kyetty ottamaan huomioon yleissuunnittelun laaja-alaisuus ja merkitys seuraavien vaiheiden näkökulmasta. Ympäristöviranomaisten yhä tiukentuvat vaatimukset on parasta pyrkiä selvittämään jo yleissuunnitteluvaiheessa, sillä ratasuunnitelmavaiheessa mahdollisten toimenpiteiden määrä on vähäisempi. Näillä asioilla on erityisen suuri merkitys uusien rautateiden suunnittelussa.

Yleissuunnittelun tavoitteena on oikean tasoisen suunnitelman laatiminen, jonka pohjalta voidaan tehdä päätöksiä ihmisille ja elinkeinoelämälle tarpeellisten yhteyksien kehittämiseksi.

Pyörävoima- ja pyöräprofiilien mittatiedon hyödyntäminen pyöräkertojen elinkaaren hallinnassa

Johdanto

Junien pyörät muodostavat huomattavan osan rautatiekaluston juoksevista kuluista. Pyörien kulumisen lisäksi huomioon on otettavaa pyörien profiili, joka on pidettävä tiettyjen toleranssien sisällä suotuisien kulkuominaisuuksien säilyttämiseksi varsinkin korkeilla nopeuksilla. Tämä tehdään sorvaamalla pyöriä säännöllisin väliajoin. Perinteinen tapa sorvata pyöriä perustuu kiinteään kilometri- tai aikapohjaiseen rajaan, jonka yhteydessä pyörän profiili palautetaan alkuperäiseksi. Nämä raja-arvot määrittyvät tietyn etukäteisarvion pohjalta, jossa yleensä arvioidaan kaikkia kaluston pyöräkertoja joukkona eikä yksittäisten pyörien eroja pystytä huomioimaan kunnolla. Tämä johtaa siihen, että huonoimmat yksilöt vaikuttavat kaikkien muiden pyörien huoltoväliin, joka taas johtaa siihen, että osaa pyöristä sorvataan liian usein tai liian paljon kerrallaan suhteessa todelliseen tarpeeseen, mikä johtaa turhiin kustannuksiin. Tässä tiivistelmässä käydään läpi menetelmiä, joilla tätä hukkaa voidaan minimoida pyörien profiilin sekä voiman mittauksilla. Näitä mittauksia käytetään lähdetietona matemaattisissa malleissa, jotka arvioivat yksittäisten pyörien todellista kuntoa sekä mikä olisi huoltokustannusten minimoimiseksi paras aika ja tapa huoltaa niitä.

Pyöräprofiili

Junakaluston pyörien profiili mitataan säännöllisesti niiden ajassa Helsingin Ilmalassa olevan mittauspisteen yli. Mittaus tapahtuu laserkeilauksella, joka tuottaa mittaustuloksena kaksikulotteisen pistejoukon pyörien profileista (kuva 1 oikealla). Tästä keilausdatasta voidaan laskea pyörien eri parametrejä mm. pyörien kartiokkuus eri matemaattisin mallein.



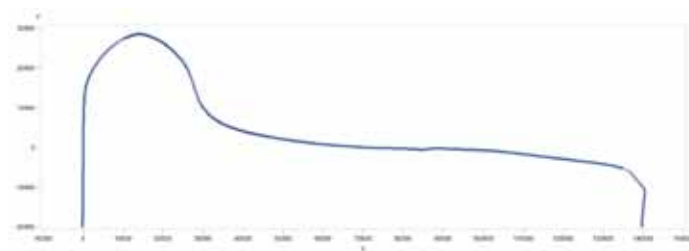
Otto Sormunen
VR FleetCare

Kartiokkuus on pyörän ja kiskon profiilista kertova muuttuja, jolla voidaan arvioida kalustoyksilön poikittaisliikkeen taajuutta suoralla radalla. Nämä kaikki mittauksen ja laskelamat mahdollistaa pyörien yksittäisen kulumisen seurannan, josta voidaan myös ennustaa milloin pyörä pitää taas sorvata ja miten. Kartiokkuuslaskentaan on tarjolla kaupallisia ratkaisuja, mutta VR FleetCare Oy:n kehittämä oma kartiokkuusalgoritmi on osoittautunut toimittajan ratkaisua tarkemmaksi. Tämä tarkkuus vähentää kartiokkuusarvion turvamarginaaleja ja täten pidentää pyörän elinikää vielä enemmän.

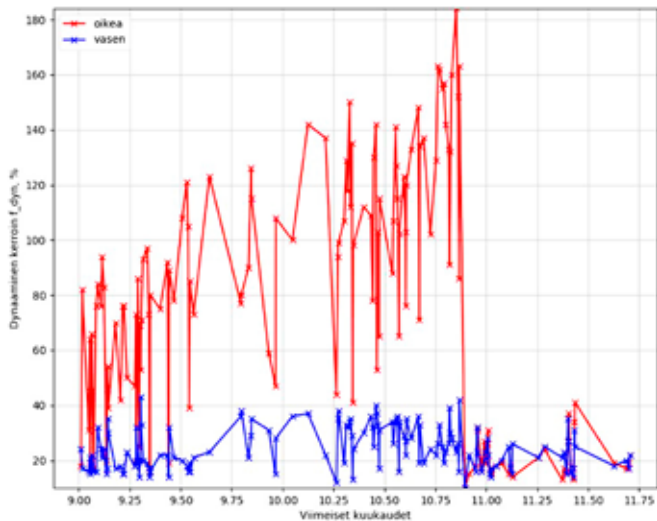
Pyörävoimamittaukset

Väylä ylläpitää pyörävoimamittausverkostoa ympäri Suomea. Näissä mittauspisteissä mitataan pyörien iskuvoimaa pystysuunnassa. Korkeat pystyvoimat ovat merkki siitä, että pyörä ei ole täysin pyöreä esim. loven takia. Lovet ja muut epäpyöreyydet voivat johtaa kiihtyvään, epätasaiseen pyörän kulumiseen, joka johtaa pyörän ennenaikaiseen loppuun kulumiseen. Kuvassa 2 on esitetty pyörän kiskoon kohdistamasta voimasta laskettu dynaaminen kerroin, joka kuvaa yksittäisessä mittauksessa voiman suhteellista maksimin poikkeamaa keskiarvosta. Dynaamisen kertoimen kasvu indikoi pyörävikaa. Punaiset pisteet sekä linja kuvaavat akselin toisen pyörän ennenaikaista loppuun kulumista ja vaihtoa, kun taas pyörän pari kuluu normaalisti (sininen).

Sekä pyörien profiili- että voimamittaukset mahdollistavat pyörien tietäntyyppisten vaurioiden tunnistamisen etuajassa. Jos nämä tunnistetaan ajoissa, voidaan pyörän ennenaikainen loppuun kulumisen välttää sorvaamalla pyörää aikaisemmassa vaiheessa vaurion kasvun ennalta ehkäisemiseksi.



Kuva 1. Lasermittausasema (vas) ja pyörän poikkileikkaus mittausten pohjalta (oik).



Kuva 2. Pyörävoiman kehitys (vas) ja pyörän sorvaus (oik, kuva: Tuomas Uusheimo, KEKSI).

Huoltostrategiat

Nämä mittaukset mahdollistavat pyörien osalta siirtymisen kiinteästä huoltovälistä edistyneempiin kunnossapitostrategioihin, jotka perustuvat pyörän nykyiseen sekä ennustettavaan kuntoon, mikä mahdollistaa paremmin kohdennetun huollon. Lisäksi ne tarjoavat mahdollisuuden suunnitella huollot opportunistisesti

eli laskea, mikä olisi optimaalinen huoltostrategia kokonaiskustannusten minimoimiseksi, kun otetaan huomioon tietyn junakaluston pyörien kunto, tulevat varikkokäynnit ja näihin liittyvät kustannukset.

mankinen

monipuolista ratatyökoneiden
valmistusta, huoltoa ja korjausta

www.mankinen.fi , puh. 0108358900
Tehtaankatu 9, 11710 Riihimäki

Sähkövetoisten junien tehontarve Suomen rataverkolla – Simulointi apuna määrittelyssä

Sähkön syöttö rataverkoon

Rataverkon syöttöasemat (kuva 1.) on liitetty 110kV verkkoon. Sähköistyksen järjestelmiä on imumuuntajilla varustettu 25kV järjestelmä ja säästömuuntajilla varustettu 2x25kV järjestelmä. Imumuuntajajärjestelmässä yksiraiteisella radalla syöttöasemat ovat 30–35 kilometrin ja kaksiraiteisella radalla 40–45 kilometrin etäisyydelle toisistaan. Säästömuuntajajärjestelmässä syöttöasemien välimatka voi olla jopa 90 km. Syöttöasemien rataverkolle syöttämä sähkön määrä tulisi riittää sähkövetoisten junien tehontarpeeseen ja mahdollistaa suunnitellun liikennöinnin nyt ja tulevaisuudessa. Sähkönsyöttö rajaverkkoon on rajallinen ja ylikuormitustilanteissa sähkönsyöttö katkeaa, jolloin junaliikenne mahdollisesti häiriintyy. Syöttöasemien syöttöalueiden rajalla on erotusjaksot, joiden kohdalla junakalusto ei voi ottaa virtaa. Rataverkon sähköistystä käytetään sähkövetoisten junien liikennöinnin lisäksi myös muun muassa vaihteiden lämmittämiseen sekä seisonnassa olevien junien sähkön tarpeeseen.

Sähköistettävän rataosan tehontarpeen määrittäminen

Liikenteellisillä reunaehdoilla voidaan määrittää sähkönsyöttöalueen teoreettinen maksimijunamäärä ja verrata sitä liikenteen nykytilaan sekä ennusteliikenteeseen. Lisäksi pitää tutkia, muuttaako tuleva sähköistys junien kokoa tai liikenteen rakennetta? Sähköistys voi esimerkiksi mahdollistaa uusien suorien junayhteyksien sähkövedolla junan koko matkalle. Sähkönsyöttöalueella junien tehontarve on erilainen eri radan kohdissa. Junien nopeudet vaikuttavat siihen, kuinka kauan junat ovat sähkönsyöttöas-



Mikko Myllymäki
Sweco

man vaikutusalueella. Junien tehontarve eri radan osuuksilla on aina yksilöllinen ja vaatii yksityiskoh-
taisen sekä kattavan tarkastelun.

Junien tehontarvevertailut simuloimalla

Tavaraliikenteen junien tehontarve suurenee merkittävästi, kun junan paino kasvaa niin paljon, että junassa on kaksi veturia. Kuvassa kaksi on esitetty kahden veturin vetämän raskaan tavarajunan tehontarve sinisellä ja yhden veturin vetämän junan tehontarve oranssilla. Kummankin huippunopeus on ollut 80–90 km/h. Sen lisäksi, että raskaampi juna tarvitsee hetkellisesti enemmän

sähköä, niin se on myös syöttöalueen vaikutusalueella pidemmän aikaa hitaamman etenemisen vuoksi. Tehontarvekuviissa on havainnollistettu, kuinka esimerkkirataosuus jakaantuu usean syöttöaseman vaikutusalueelle.

Henkilöjunien tehontarvevertailussa yli 250 km/h suurnopeusjunan (punaisella) ja perinteisen veturivetoisen junan (mustalla) suurimmat eroavaisuudet syntyvät huippunopeuteen kiihdyttäessä (Kuva 3.) Huippunopeuden saavutettua suurnopeusjunan ja perinteisen henkilöliikennejunan tehontarve-ero pienenee. Henkilöjunille on simuloinnissa lisätty myös pysähtymiset kohdille 10 km ja 70 km.

Vertailtaessa henkilö- ja tavaraliikennettä huomataan, että osalla tietynlaisista rataosuista henkilöliikenteen nopean junan tehontarve on suurempi kuin neljä kertaa raskaammalla tavarajunalla. Tämä selittyy sillä, että tavarajunan nopeus on alle puolet henkilöliikenteen junasta. Kuvassa 4 tavarajuna on oranssilla ja henkilöjuna mustalla.



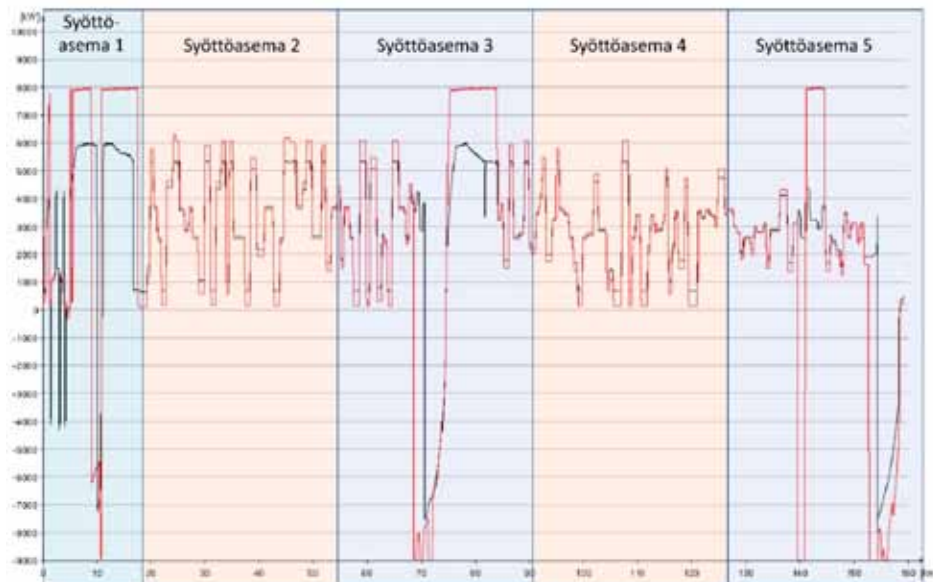
Kuva 1. Sähkönsyöttöasemat rataverkolla sekä Kemijärven syöttöasema (Väylävirasto ja Koillis-Lapin sähkö)



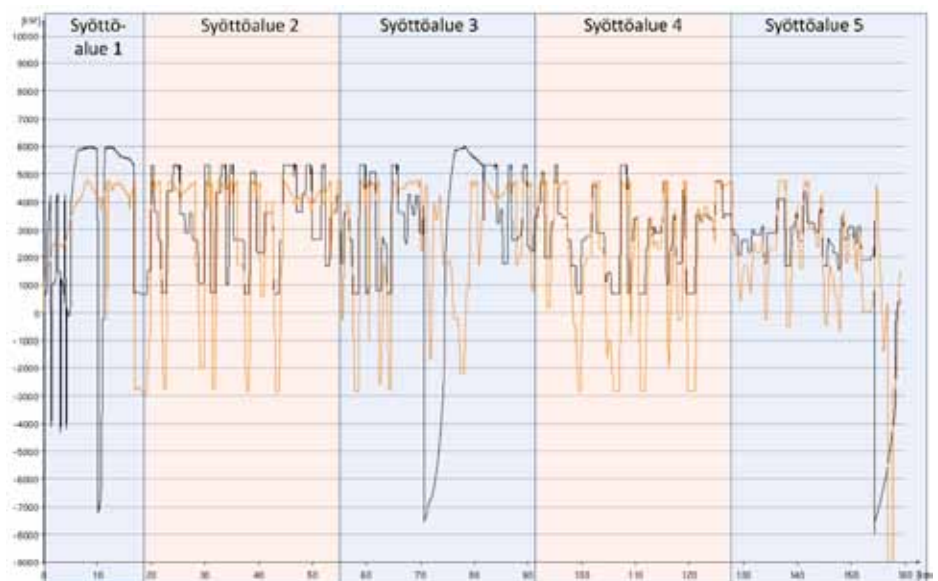
Kuva 2. Tavarajunien tehontarvevertailu

Yhteenvetona junien tehontarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Junamäärä, radan kapasiteetti ja liikenne rakenne
- Junien paino -> veturien määrä
- Nopeus -> tehontarve kasvaa nopeuden noustessa
- Pysähdykset, jarrutukset ja kiihdytykset
- Ratapihatoiminnot ja junien käyttö- sekä huoltosähkö seisonnassa
- Radan geometria



Kuva 3. Suurnopeusjunan ja perinteisen junan tehontarvevertailu



Kuva 4. Henkilö- ja tavarajunan tehontarvevertailu

Mäkeenjääntien vähentämisen uudet keinot

Valtion rataverkon haltijan Väyläviraston toiminnan tavoitteena on pitää rataverkko kunnossa, jolla rautatieliikennöinti on turvallista ja tehokasta. Mäkeenjääntiprojektissa oli alkuun tarkoituksena löytää konkreettisia toimenpiteitä tavarajunien mäkeenjääntien vähentämiseksi, mutta työn aikana tehtäväkuva on laajentunut koskemaan myös matkustajaliikennettä. Mäkeenjääntien vähentäminen on osana laajaa junaliikenteen täsmällisyyden parantamista.



Tero Savolainen
Sweco

Lehtikelin torjunta

Lehtikeli tarkoittaa rautatieliikenteessä olosuhteita, jossa kiskon päälle kulkeutuneet lehdet murskautuvat kaluston pyörän alla ja muodostaen yhdessä veden sekä muiden epäpuhtauksien kanssa öljymäisen kalvon kiskon päälle. Tämä öljymäinen kalvo romahduttaa kiskopyöräkontaktin kitkakertoimen pahimmillaan jopa kymmenysosaan normaaliin olosuhteisiin verrattuna. Ilmiö on kuljettajille tuttu aiheuttaen tavarajunien mäkeenjääntien lisäksi haasteita myös matkustajajunien aikataulussa pysymiseen hitaiden kiihdytysten ja pitkien jarrutusmatkojen vuoksi.

Ruotissa on ollut monen vuoden ajan Spårhalka-projekti, jossa kiskoille levitään Electra Gel kitkageeliä lehtikelin torjumiseksi. Kitkageelin tarkoituksena on kasvattaa kiskopyöräkontaktin kitkakerrointa lehtien liukastamalla kiskolla. Kitkageeli koostuu stabiloidusta savigeelistä, hiekasta ja ruostumattomasta teräksestä. Kitkageeliä levitetään Ruotissa lähinnä koneellisesti ratakuorma-auton lavalle rakennetulla pumppulaitteistolla, joka pumppaa geeliä kiskon kulkupinnan päälle tasaisena nauhana. Yhdelle raidekilometrille kitkageeliä levitetään noin 10 litraa. Koneellisen levityksen lisäksi kitkageeliä on mahdollista levittää käsikäyttöisellä laitteella, joka levittää geeliä yhdelle kiskolle kerrallaan.

Kitkageelin käyttöä on viime vuosina aloitettu myös Suomessa. Vuosi 2017 oli koekäyttöä, jolloin kitkageeliä levitettiin neljään mäkeen käsilevityslaitteilla. Vuonna 2018 Väylävirasto hankki ensimmäisen koneellisen levityslaitteen, joka operoi Itä-Suomessa 16 maan alueella käsilevityslaitteiden lisäksi. Vuoden 2019 syksyllä levitystä tehtiin kahdelle koneellisella levityslaitteella sekä neljällä käsikäyttöisellä levityslaitteella. Levitysalueita oli yhteensä 40 ja niiden yhteispituus oli noin 110 km. Tavarajunien liikkautentorjunnan lisäksi toiminta laajeni koskemaan myös matkustajajunia. Viime syksynä levitystä tehtiin Rantaradalla kolmessa kohdassa, jossa laiturilta lähdetessä joudutaan kiihdyttämään ylämäkeen. Yhden käsilevityslaitteen operointialue muutettiin juuri ennen syksyä Saimaan kanavalle. Saimaan kanavan ratasillalla oli syksyllä 10 km/h nopeusrajoitus ja pelkona, että idästä tulevat tavarajunat jäävät liukauden alkaessa loivaan mäkeen jumiin. Turvallisen ja jouhevan levityksen takaamiseksi kitkageeliä ei levitetty sillalle, vaan sillan itäpuolelle.

Vuonna 2020 levitystä tehdään samalla kalustolla kuin vuonna 2019, mutta levityspaikkoja päivitetään hieman. Levityspaikkoja lisätään Rantaradalle, jossa on kohtuullisen paljon liikennettä sekä syksyisin pitkä liukas jakso, jossa lämpötila pysyy plussan puolella. Levitystä tullaan jatkossa tekemään Rantaradalla myös ennen laituria, jotta pysähtyminen onnistuu riittävän nopeasti, eikä liikenteen täsmällisyys kärsi.

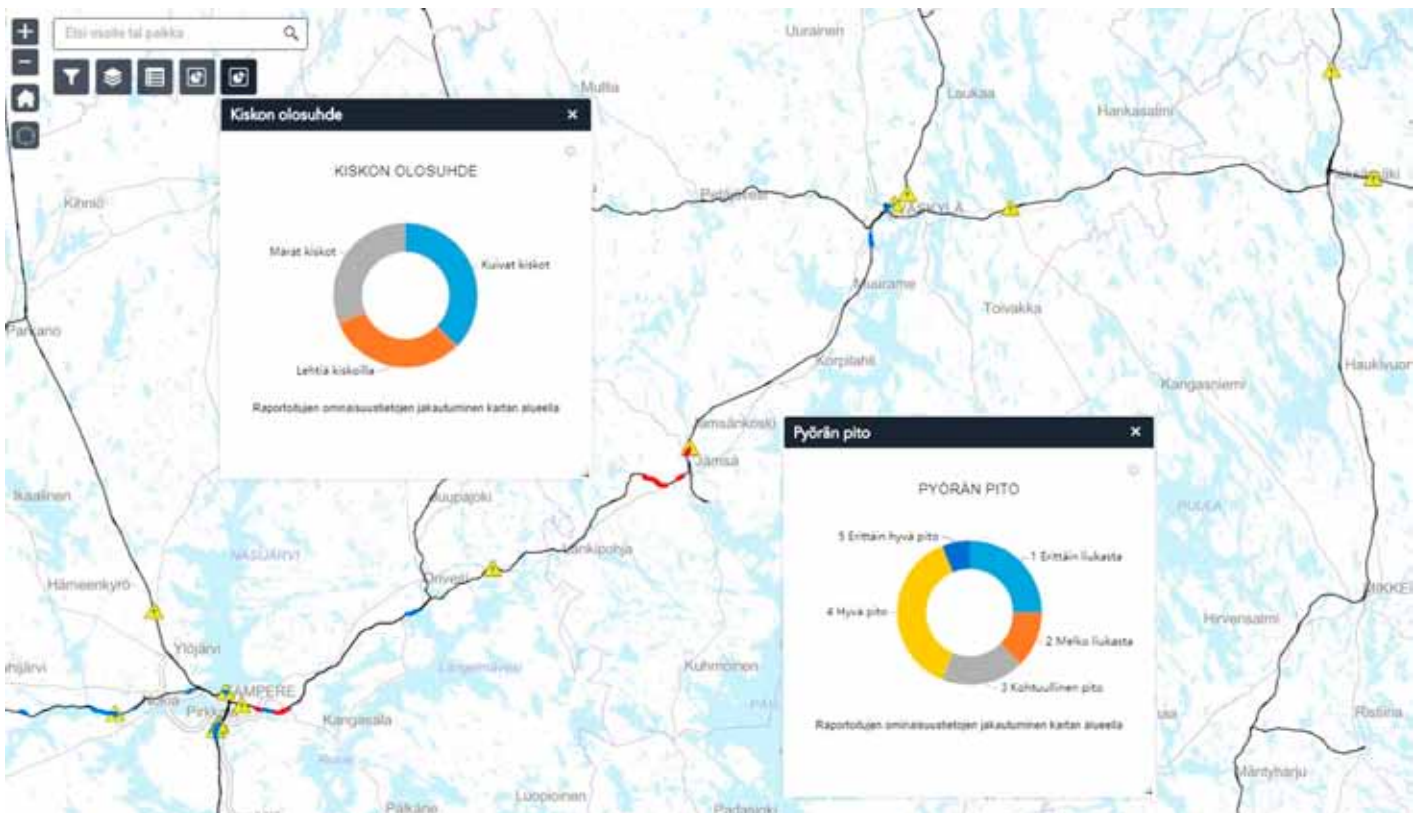
Muut keinot mäkeenjääntien vähentämiseen

Mitä muita toimenpiteitä rataverkon haltija voi tehdä kitkageelin levittämisen lisäksi? Äänekosken sellutehtaan toiminnan alkaessa Jyväskylästä lähtö oli haastava ja ensimmäisessä mäessä tapahtui paljon mäkeenjääntejä. Jyväskylässä päätettiin kasvattaa yhden vaihteen poikkeavan suunnan nopeutta 35 km/h nopeudesta nopeuteen 40 km/h. Tämä oli yksi toimenpide muiden joukossa, mutta lopputulos oli vaikuttava eikä kyseinen mäki enää erotu tilastoista. Lyhyen vaihteen poikkeavan suunnan nopeuden nostoa voidaan tarvittaessa hyödyntää myös muualla vastaavissa kohdissa. Vauhtinousulla voidaan myös parantaa täsmällisyyttä. Vauhtinousulla tarkoitetaan mäkeä ennen olevaa aluetta, jossa 60 kalustolle annetaan radan niin salliessa, mahdollisuus ottaa mäkeen vauhtia +10 km/h yli sallitun kalustokohtaisen rajoitteen. Vauhtinousuja on Suomessa nyt kolme kappaletta ja tarpeen tulleen niiden määrää voidaan lisätä. Radan vierustan puuston poistolla saadaan vähennettyä myrskyn aiheuttamia tuhoja, mutta samalla vähennetään myös lehtien kulkeutumista kiskoille. Ennen mäkeä oleva tilapäinen nopeusrajoitus voi myös olla merkittävä syy mäkeenjäänteihin. Tällöin on tärkeää nopeasti tunnistaa haaste ja pyrkiä poistamaan nopeusrajoitus, jotta liikenne saadaan normalisoitua.

Toimenpiteiden suunnittelu

Mäkeenjäänteihin liittyvät toimenpiteet suunnitellaan tilastojen sekä haastattelujen perusteella. Tilastoja syntyy häiriökirjausten sekä VR-Yhtymän omien mäkeenjäänti-ilmoitusten myötä. Rautatieliikenteen häiriökirjausten avulla voidaan hyvin määrällisesti analysoida mäkeenjääntejä, mutta valitettavasti tiedoissa on kaksi suurta puutetta: häiriön sijainti kirjautuu seuranta-asemalle eikä todelliseen tapahtumapaikkaan ja lisäksi vain noin 15 % A1 kirjauksista on tarkennettu syytasolle kaksi. Nyt häiriön todellinen sijainti ja perimmäinen syy jää usein avoimeksi eikä korjaustoimenpiteitä voida siten suunnitella. Häiriökirjausten syiden kirjaaminen tasolle kaksi olisi selkeä parannus nykyiseen.

Toimenpiteiden suunnittelussa käytettiin hyväksi online-karttaa jonne oli tuotu kaikki tilastot, tunnusluvut tapahtumista sekä suunnitellut levitysalueet. Kitkageelin levityksen käynnistyttyä kunnossapitäjät rikastivat kartan tietoja kirjaten toteutuneita



Kuva 1 Mäkeenjäätitapahtumien analysointityökalu

levityksiä puhelimen paikkatietosovelluksella. Kitkageelin levi-tyksen toteumatietoja pystyi seuraamaan kaikille avoimesta kar-tasta lähes reaaliajassa.

Parempien tilastojen saamiseksi on käynnistetty työ, jossa kokeillaan tekoälyn mahdollisuuksia mäkeenjäätitietojen lou-hinnassa. Opettamalla tekoälylle olemassa olevien tilastojen perusteella mäkeenjäätitapahtumia, on mahdollista poimia radan pystygeometriaa, kalustotietoja ja kuljettajan päätelaitteen gps-signaalia hyödyntäen tapahtuneet mäkeenjäännit ja ongel-matapaukset ilman aktiivista ilmoitusta.

Yhteistyö ratkaisevassa roolissa

Mäkeenjäännit ovat usein monen tekijän summaa missä rataver-kon haltija voi tehdä vain osansa. Väyläviraston kannattaa jat-kaa aktiivista roolia mäkeenjääntien vähentämisessä, toimien eri osapuolten välisenä linkkinä. Allianssihengellä monen muuttujan haasteille saadaan paras ratkaisu, joka tukee täsmällistä rauta-tieliikennettä.

Raitiojunan mahdollisuudet Suomessa

Liikennevirasto tilasi Proxion Oy:ltä syyskuussa 2017 diplomityön ”*Duoraitiotien mahdollisuuksista Suomessa*”. Työtä ohjasi tilanteen Liikenneviraston ohella Tampereen teknillinen yliopisto. Laaja ja perusteellinen selvitys valmistui keväällä 2019. Kaikille ohjausryhmässä olleille kertyi runsaasti arvokasta tietoa Suomessa aiemmin melko tuntemattomasta, kevyen raideliikenteen modernista muodosta. Työssä haastateltiin lukuisia raideliikenteen asiantuntijoita ja viranomaisia Suomessa, ja siihen liittyi laaja opintomatka Saksaan, jossa haastateltiin mm. Karlsruhen liikennelaitoksen (VBK) edustajia. Työssä selvitettiin, onko Euroopasta neljännesvuosisadan aikana raitiojunista saadut kokemukset sovellettavissa Suomen olosuhteisiin. Keskeinen tutkimuskysymys kuului ”*Onko raitiojuna-liikenne mahdollista Suomessa*”.

Mikä on duoraitiovaunu eli raitiojuna?

Raitiojunalla tarkoitetaan sekä valtiollisella rataverkolla että kaupunkiraitiotiellä liikkumaan kykenevää kevytkalustoa. Ensimmäinen moderni raitiojuna otettiin käyttöön Saksan Karlsruhessa 1990-luvun alussa. Myöhemmin raitiojunia on hyödynnetty seudullisessa liikenteessä useissa muissakin Saksan ja Ranskan kaupungeissa sekä Britanniassa, Italiassa ja Espanjassa. Pohjoismaiden ensimmäinen raitiojunajärjestelmä aloitti toimintansa elokuussa 2018 Aarhusissa Tanskassa. ”*Raitioju-*



Jouni Kiviniitty
Proxion Oy

nalle” ei suomen kielessä ole toistaiseksi vakiintunut selvää termiä. Samasta kulkuvälineestä on aiemmin käytetty muotoa ”duoraitiovaunu” (saks. ”*Zweisystemstraßenbahn*”, englanniksi ja ranskaksi ”*tram-train*”), joissain yhteyksissä myös ”junaratikka”. Perinteisesti raitiojunat ovat käyttäneet rautateillä rautateiden vaihtovirtaa ja kaupunkialueella tasavirtaa, mutta muutamilla paikkakunnilla käytössä on sähköä ja dieselä hyödyntäviä hybridivaunuja.

Diplomityön rakenne

Työ jakautui neljään osaan: johdantoon, lainsäädäntöön, teknisiin kysymyksiin sekä sovellettavaan esimerkkiin.

EU:ssa ja Suomessa ei ole olemassa erillistä raitiojunia koskevaa lainsäädäntöä. Siten tutkimuksessa tarkasteltiin, miten lainsäätäjät on huomionnut vaunukalustoon liittyviä sääntöjä ja määräyksiä Saksan liittotasavallassa. Teknisessä osassa tarkasteltiin lukuisia joukkoa teknisiä yksityiskohtia. Näitä ovat mm. sähköistysjärjestelmät, laiturikorkeudet, pyörien ja kiskojen profiilit sekä kulunvalvonnan vaatimukset raitiojunien näkökannalta. Tutkimuksessa pyrittiin tunnistamaan ne tekniset haasteet, joita esiintyy kahdessa eri verkostolle tarkoitetun vaunun ominaisuuksien yhdistämisessä. Työn neljännessä ja viimeisessä osassa tarkasteltiin raitiojunien soveltumista Turun kaupunkialueella ja laajemmin Varsinais-Suomen maakunnassa.



Vasemmalla Bombardierin valmistama ET2010-sarjan-duoraitiovaunu raitiojunalinjalla S41 Mosbach-Neckarelzin asemalla Baden-Württembergissä Saksassa. Vaunusta voi vaihtaa helposti laiturin yli kävelemällä Heidelbergiin ja edelleen Mannheimiin menevään linjan S2 lähijunaan. Kuva kirjoittajan. Mosbach-Neckarelz, 13.6.2018



Linjan S42 vaunu Heilbronnin keskustan Kaiserstraßella. Samalla ET2010-tyypin vaunulla liikennöidään Heilbronnin keskustan katuraitiotiellä sekä Saksan liittotasavallan yleisellä rataverkolla – jopa 100 km/h nopeudella ja kahdella eri sähköistysjärjestelmällä. Kuva kirjoittajan. Heilbronn, 13.6.2018”.

Lainsäädäntö ei kiellä raitiojunaliiikennettä Suomessa

Työssä selvitettiin yksityiskohtaisesti voimassa olevaa lainsäädäntöä sekä EU:n että kansallisella tasolla. Vertailukohtana työssä käytettiin Saksaa: jos EU asettaa tietyt lainsäädännölliset puitteet rautatieliikenteelle, miten Saksan liittotasavallan EU:n direktiiville alainen lainsäädäntö suhtautuu kevytkalustolla yleisellä rataverkolla ajamiseen? Lopputuloksena todettiin, ettei kansallinen lainsäädäntö sen enempää Suomessa kuin Saksassakaan ole ristiriidassa EU:n rautatiedirektiivien ja yhteentoimivuuden teknisten eritelmien kanssa. Toisin kuin Suomessa, Saksassa liikennöitäessä rautatieverkoston ulkopuolisella katuverkolla tai pelkästään kevytkalustoa käyttävällä erillisellä, suljetulla rataverkolla (raitiotiet ja metroradat) sovelletaan erityistä raitioiteiden rakentamis- ja liikennöintiohjesääntöä (Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen, BOStrab). Asetukseen rinnastettavissa olevaa, yksityiskohtaista dokumenttia ei Suomessa toistaiseksi ole olemassa. Voimassa oleva lainsäädäntö ei tunne kevytkalustoa ja sen käyttöä rautateilla. Se ei sitä myönnä, eikä kiellä. Saksassa tilanne on sama, joskin siellä kaupunkialueella tapahtuva liikennöinti on tarkemmin asetuksella ohjeistettu kuin Suomessa.

Mikäli raitiojunaliiikennettä harjoitettaisiin Suomessa, sitä varten ei tarvittaisi erillistä lainsäädäntöä vaan kevytkalusto noudattaisi rautatiealueella kulkiessaan rautateilla muutenkin sovellettavia määräyksiä. Kaupunkialueella liikennöintiin voitaisiin laatia oma asetuksen tasolla oleva ohjesääntönsä saksalaisen esikuvan mukaisesti. Ohjesääntönsä tarve korostuu, mikäli raitiojunaliiikennettä harjoitetaan Suomessa muuallakin kuin Helsingin ja Tampereen seuduilla.

Teknisiä haasteita ja johtopäätöksiä:

Teknisesti raitiojunaliiikennettä on mahdollista harjoittaa rataverkolla. Suurimmat haasteet liittyvät kaluston ulottumiin, laiturikorkeuksiin, sähköistysjärjestelmään ja pyörän- sekä kiskoprofiileihin. Tekniset haasteet tunnistettiin ja alustavat ratkaisut löydettiin. Työssä todettiin esimerkiksi raitiojunan käyttämän laiturikorkeudeksi sopivan 380 mm korkea laitur. Sellaisia on sittem-

min toteutettu koeluonteisesti Sipoon Nikkilään. Teknisiä kysymyksiä pitäisi kuitenkin tarkentaa jatkossa ja selvittää lisää.

Eurooppalaisia kokemuksia

Euroopassa raitiojunaliiikenteestä on kokemusta erityisesti Saksasta ja Ranskasta, mutta myös Espanjasta, Italiasta ja Britannista – vuodesta 2018 alkaen Tanskasta. Alan perinteikäs pioneeri on Saksan Karlsruhe – ajatus kaupunkiraitiotien ja lähiseudun paikallisjunien yhdistämisellä seutukunnalle luotiin muutamassa vuodessa tehokas ja laajan alueen käsittävä raideliikennejärjestelmä. Sen etuna on suorat yhteydet: samalla vaunulla voidaan ajaa keskustan kävelykadulla ja kymmenien kilometrien päässä maaseudulla. Matkustajamäärät nousivat Karlsruhen itäpuolella 1990-luvulla kymmenillä prosenteilla: kun dieselvetoisilla paikallisjunilla pääsi ennen Karlsruhen liikekeskustan ulkopuolelle sijoittuvalle päärautatieasemalle, pääsi raitiojunilla suoraan keskustaan. Monilla radanvarren paikkakunnilla muutettiin seisakkeiden sijainteja, jotta ne palvelisivat paremmin asutusta. Parantuneet yhteydet ovat lisänneet raideliikenteen matkustajamääriä ja pienempien paikkakuntien houkuttelevuutta merkittävästi.

Tanskan Aarhusissa raitiojunaliiikenne alkoi vuonna 2018. Aarhusiin rakennettiin noin 10 kilometrin pituinen kaupunkiraitiotie, joka yhdistettiin lähiseudun dieselmoottorivaunuin liikennöityihin, raitiojunaa varten sähköistettyihin rautateihin. Näin syntyi 120 kilometrin verkosto, joka Karlsruhen esimerkin mukaisesti kattaa laajan alueen kaupungin lähiympäristöstä. Aarhusissa ei kuitenkaan ole Karlsruhen tavoin keskuskaupungin sisäistä raitioverkostoa.

Raitiojunan mahdollisuudet Suomessa?

Raitiojunalla olisi Suomessa erinomaiset mahdollisuudet järjestää pienempien kaupunkiseutujen raideliikenne. Monilla seuduilla kaupunkiseuduilla on halua aloittaa rautateiden paikallisliikenne, mutta täysimittainen lähiliikenne ei ole matkustajavirtojen ohkaisuuden takia kannattavaa. Raitiojuna toisi tähän hyvän ratkaisun – lisäoptiona olisi tarjota katuverkkoa pitkin suora yhteys keskuskaupungin liikekeskustaan.

Tampereen Raitiotien varikon asetinlaitejärjestelmä

Suomen ensimmäinen raitiotievarikon asetinlaitejärjestelmä on Tampereen raitiotien Hervannan varikon järjestelmä. Asetinlaite ohjaa varikolla säilytyshalliin johtavien raiteiden ja huoltohallin alueelle johtavan raiteen ratalaitteita sekä Hermiankadun yksiraiteisella osuudella sijaitsevia ratalaitteita Hermiankadun pysäkillä saakka. Lisäksi asetinlaite ohjaa ja valvoo Hermiankadun ja Hervannantien risteuksen raitiovaunuvaloja, joilla ajoneuvoja ja kevyttä liikennettä varoitetaan risteävästä raitiotieliikenteestä. (Kuva 1).

Vaatimukset luotiin Tampereen Raitiotieallianssilla

Asetinlaitteen toiminnalliset vaatimukset luotiin Tampereen raitiotieallianssin toimesta. Vaatimusten lähtökohtaisena ajatuksena on sujuva ja turvallinen liikenne. Varikolla vaunujen suurin sallittu nopeus on 15km/h ja Hermiankadun yksiraiteisella osuudella 40km/h.

Tampereen raitiotie vaihe 1 lyhyesti

- raidetta 15 km
- vaunuja 19
- linjoja 2
- vuoroväli 7,5min
- varikon kapasiteetti 30 vaunua
- kaupallinen liikennöinti alkaa 9.8.2021



Heli Tuominen
NRC Group Finland Oy



Tommi Latva
NRC Group Finland Oy

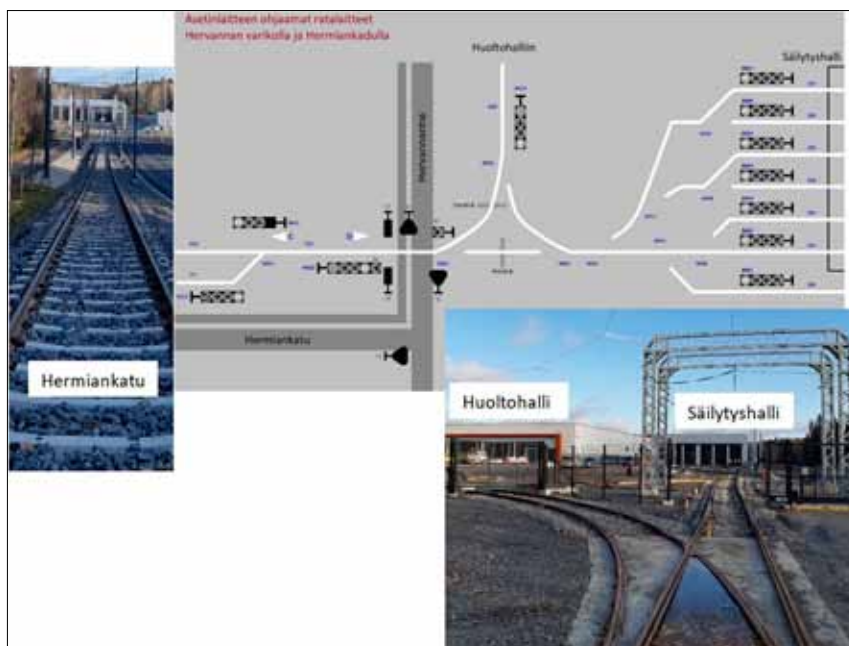
Vaunut kulkevat asetinlaitteen ohjaamalla alueella asetinlaitteen turvaamalla kulkuteillä. Kulkutie ehdot muistuttavat Suomen rautateillä käytettyjä vaihtokulkuteille vaadittuja ehtoja. Lisäksi Hermiankadun yksiraiteinen osuus toimii linjana eli sen suunta käännetään ja lukitaan sekä valvotaan vaunun kulkusuunnassa. Opasteina käytetään kirjain, nuoli ja numero-opasteita (Kuva 2).

Kehitystyötä ennen toteutusta

Raitiotievarikon asetinlaite ei syntynyt ilman kehitystyötä. Rautatietekniikan turvalaiteasiantuntijoiden toimesta kehitettiin liityntöjä ja ohjausperiaatteita kuvassa (Kuva 3) esitettyihin laitteisiin ja järjestelmiin. Osittain ohjausperiaatteina voitiin suoraan hyödyntää rautatietekniikasta tunnettuja ratkaisuja.

Rajapintoja kehitettiin mm. vaihteenkääntölaitteisiin, akselinlaskentajärjestelmään sekä vauvulaitteen ratalaitteeseen, jonka kautta kuljettajan ohjauskomennot välitetään asetinlaitteelle.

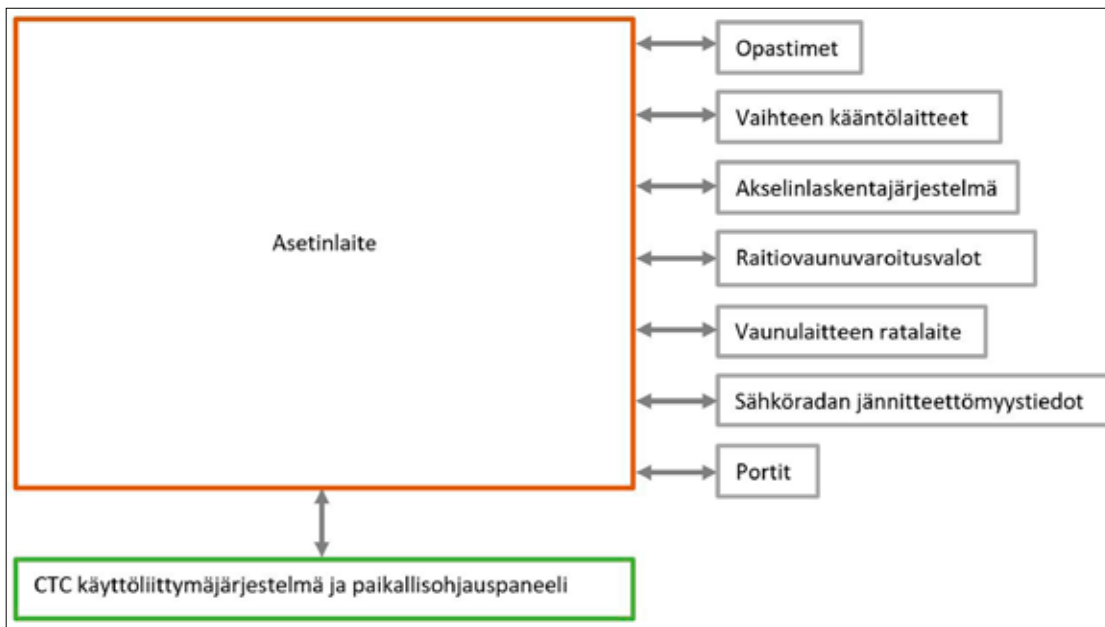
Asetinlaitejärjestelmä rakennettiin kokonaisuudessaan järjestelmätoimittajan tiloihin testauksia varten ennen Tampereelle toimitusta. Testijärjestelmään liitettiin yksi kutakin ratalaitetyyppiä; opastin, vaihteenkääntölaite ja akselinlaskentaosuus. Loput ratalaitteet simuloitiin järjestelmälle korvausopastimilla ja -kytkennöillä sekä kytkimillä.



Kuva 1. Tampereen raitiotien varikon asetinlaitejärjestelmän ohjaama alue.



Kuva 2. Kulkutie varmistettu raiteelle 2.



Kuva 3. Asetinlaitejärjestelmän liitännät laitteisiin ja järjestelmiin.

Kuljettaja ohjaa asetinlaitetta

Varikon asetinlaitteen ohjaamalla alueella kuljettaja asettaa kulkutiet raitiovaunusta. Tarvittaessa kuljettaja voi myös perua kulkutien vaunusta, jos huomaa asettaneensa kulkutien väärälle raitteelle. Liikenteen sujuvoittamiseksi kulkuteissa on hyödynnetty osapurkua, jolloin seuraava kulkutie voidaan asettaa heti, kun tietty osuus kulkutiestä on purkautunut raitiovaunun edetessä kohti määränpäättä. Hermiankadun yksiraiteisella linjaosuudella kulkutie voidaan myös varmistaa edellisen raitiovaunun perään, vaikka ko. osuus olisikin vielä varattuna.

Valvomo seuraa ja ohjaa poikkeustilanteissa

Valvomosta asetinlaitetta ohjataan tarvittaessa graafisella käyttöliittymäjärjestelmällä (Kuva 4). Valvomosta voidaan ohjata kaikkia asetinlaitteen toiminnallisuksia. Ohjaukset toteutetaan ohjausikkunasta, jossa myös ilmaistaan ratalaitteiden tila- ja häiriötiedot. Myös vikojen ja häiriöiden historiatiedot ovat valvomon ja kunnossapitäjän käytettävissä.

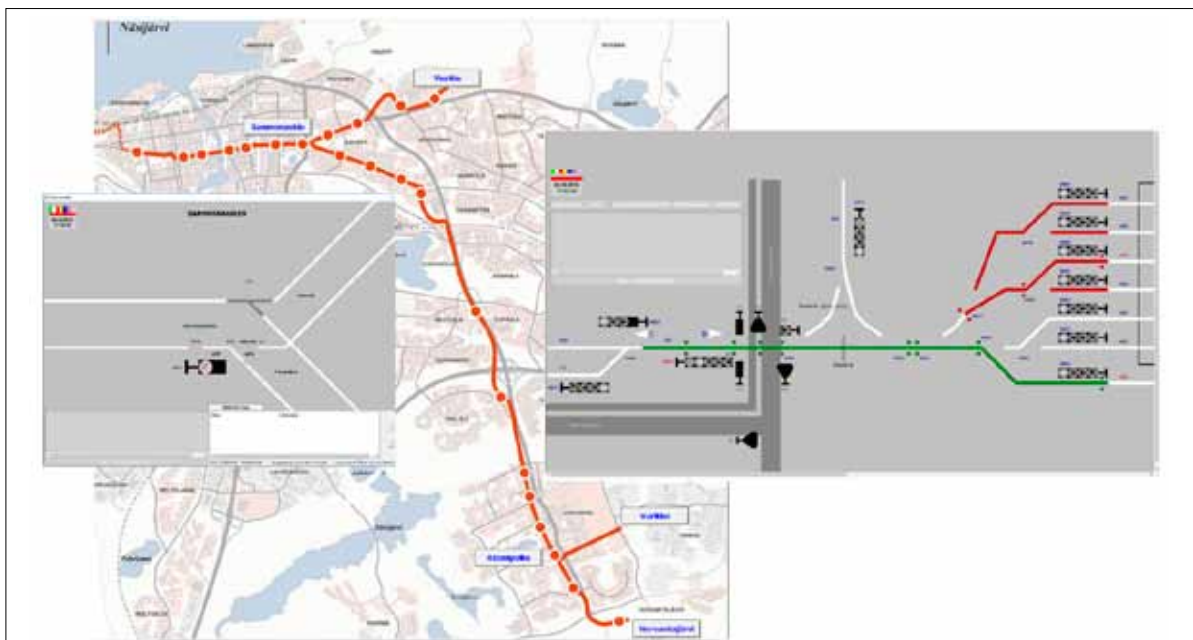
Samalla käyttöliittymäjärjestelmällä voidaan myös seurata linjalla sijaitsevien vaihteiden (Sammonaukio, Vieritie, Atomipolku, Hervantajärvi) tila- ja vikatietoja.

Kunnossapitoa paikallishjauksella

Kunnossapitoa varten varikon vaihteiden läheisyyteen on sijoitettu kosketusnäyttö, josta vaihteita voidaan käännettä paikallisesti, koska kaikissa kunnossapitokalustoissa ei oleteta olevan asetinlaitteen ohjaukseen tarvittavaa vaunulaitteistoa. Paikallishjaukseen vaaditaan lupa valvomosta, eivätkä vaihteiden kääntökomennot toimi ennen kuin paikallislupa-alue on aktivoitu.

Turvallisuuden eheystaso SIL luokituksen tavoittelu

Raitiotieasetinlaitteen turvallisuuden eheystaso SIL-luokitusprosessi on käynnissä. Asetinlaitteelle tavoitellaan SIL₃-luokitusta. SIL-luokitusprosessin arvioidaan valmistuvan keväällä 2020.



Kuva 4. Asetinlaitteen käyttöliittymä valvomossa.

Toimintaympäristön muutoksien vaikutukset ratajohtoverkkoon

Suomen ratajohtoverkkoa syötetään 110 kV kanta-verkosta. Kaikilla sähköistetyillä radoilla on vaihtovirralla, 25 kV jännitteellä ja ja 50 Hz taajuudella, toimiva ratajohtojärjestelmä. Ratajohtoa syötetään kahdenlaisella järjestelmällä, joko 25 kV:n tai 2x25 kV:n syöttöjärjestelmällä.

Sähkön käyttö- ja siirtotekniikat muuttuvat

Suomen sähköverkkojen rakenne ja niitä kuormittavien kulutusten tekniikat ovat muuttuneet oleellisesti viimeisten vuosien kuluessa. Moottorikäytöt ovat muuttuneet vaihtosuuntaajajatuiksi, Led-valaisimet ovat syrjäyttäneet loisteputkivalaisimet ja jakeluverkkojen avolinjat on muutettu maakaapeleiksi. Myös ratajohtoverkon kuormana olevan uuden liikkuvan kaluston tekniikka on erilaista kuin Suomen rataverkon sähköistuksen alussa. Muutokset ovat lisänneet kapasitiivisen loistehon määrää ja toisaalta induktiivisen loistehon otto on vähentynyt. Kantaverkoissa 110 kV verkosta 400 kV verkkoon siirtyvän loistehon määrä on ollut kasvavassa trendissä, n. 70 MVar/vuosi vuosina 2011 – 2016. Jännitetasojen kasvun johdosta Fingridin on joutunut kytkemään kantaverkon jännitteensäätöön tarkoitettuja reaktoreita verkkoon kompensoimaan asiakasverkossa tuotettua loistehoa.

Kantaverkon jännitteensäätö toimii pääasiassa Fingridin kompensointilaitteiden sekä voimalaitosten loistehoreservin avulla. Fingridin kompensointi-investoinneissa varaudutaan siirtoverkon ääritilanteisiin, jotka kärjistyvät entisestään energiamurroksen seurauksena. 400/110 kV muuntajien käämikytkimet säätävät tyypillisesti 110 kV jännitettä asetteluarvona 118 kV. Siirtotilanteet kantaverkossa vaihtelevat huomattavasti. Kapasitiivisen loistehon suuresta määrästä johtuen kantaverkkoon joudutaan investoimaan uusia reaktoreita jännitesäätöön. Pahimassa tilanteessa kesäaikaan joudutaan kytkemään 400 kV voimajohtoja jännitteettömiksi. 110 kV verkosta 400 kV verkkoon siirtyvä loisteho näkyy lähinnä 400 kV verkon jännitetasojen arvoissa. Keskitettyä kompensointia tehokkaampi on loistehon



Juha-Matti Vilppo Väylä

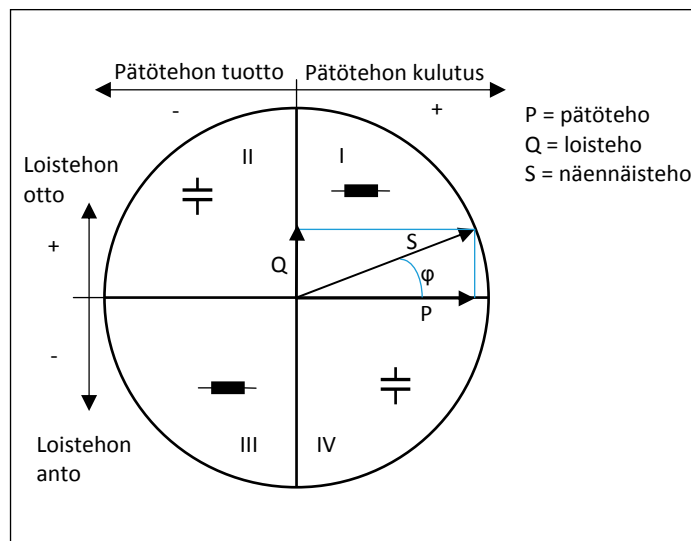
kompensointi lähellä loisteholähteitä, koska silloin loistehon aiheuttamat siirtohäviöt rajoittuvat paikalliseen verkkoon.

Loistehon seurauksena virta verkossa kasvaa ja se taas vaikuttaa neliöllisesti tehohäviöön, joten verkon energiahäviöt kasvavat ja siirtokapasiteetti pienenee.

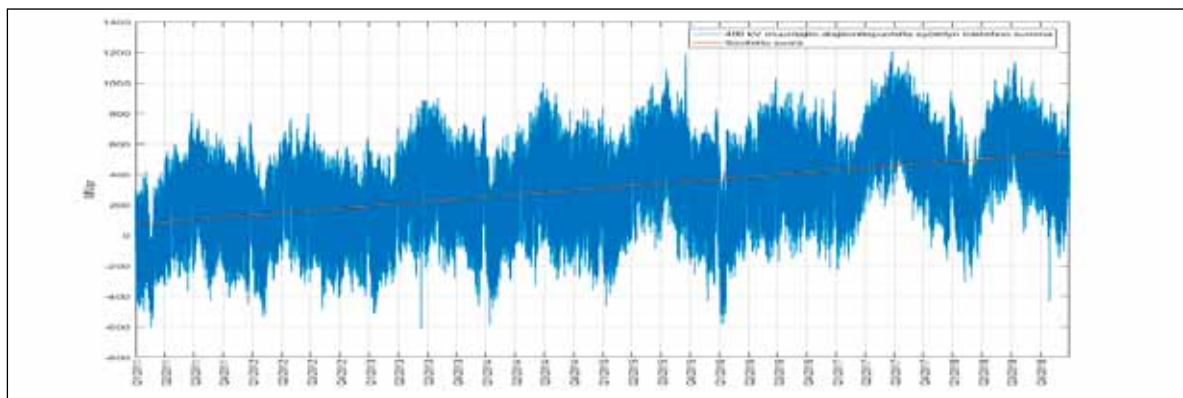
Fingridin reagointi uusiin haasteisiin

Fingrid pyrkii ohjaamaan asiakkaitaan ratkaisuun loistehon käytön paikallisissa verkoissaan ja se on sen vuoksi alkanut laskuttaa sekä loistehon otosta (induktiivinen) että annosta (kapasitiivinen). Jokaiselle liittymispisteelle on määritelty

rajat, ns. loistehoikkuna. Loissähkön hinta muodostuu loistehomaksusta ja loisenergiamaksusta. Loistehomaksu kattaa kompensoinnin investointikustannukset, loistehon varaaman siirtokapasiteetin siirtojohtosta sekä kompensoinnin kunnossapidon ja käytön. Loisenergiamaksu kattaa kompensoinnin häviöku-

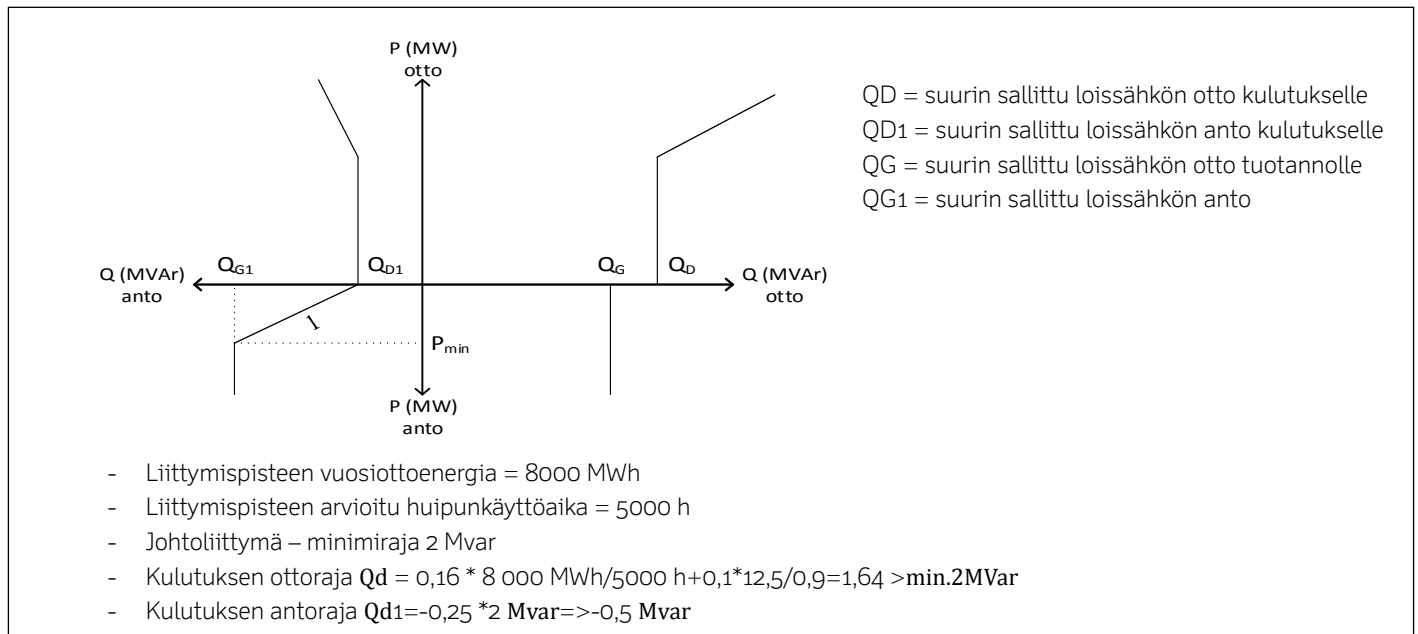


Kuva Geometrinen esitys pätötehosta ja loistehosta



Kaavio 400 kV muuntajien alajännitepuolelta syötetyn loistehon summa (2011 – 2018) Fingrid

tannukset ja loistehon siirron aiheuttamat häviökustannukset. Loissähköikkuna on määritelty erikseen pätötehon kulutukselle ja tuotannolle. Pätötehon P ja loistehon Q arvoja seurataan tunneittain. Lisäksi määritellään liittymispisteen vuosiottoenergia E_a (MWh) ja arvioitu huipunkäyttöaika tk. Kulutuksen ottoraja $Q_d = 0,16 * E_a / t_k + 0,1 * P_{netto} / 0,9$ ja Kulutuksen antoraja $Q_{d1} = -0,25 * Q_d$.



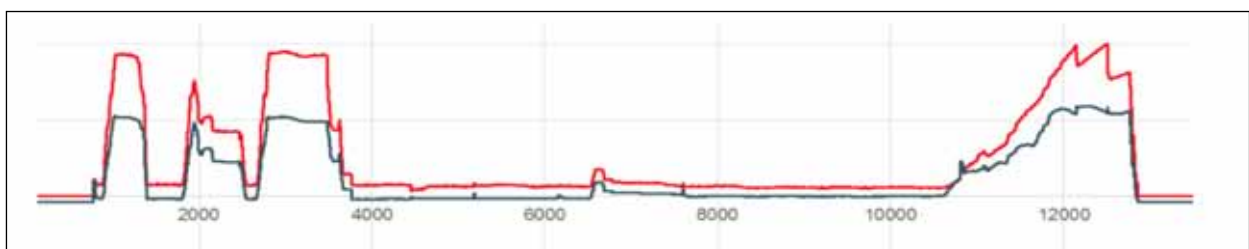
Kuva loissähköikkunan määrittäminen, Fingrid. Esimerkki loissähköikkunan määrittelystä

Loissähköikkunan laskutus muodostuu siten, että kuukauden 50 suurinta ylitystä (50 tuntia) ei oteta huomioon laskutuksessa. Loisenergia laskutetaan kuukauden loissähköylitysten summaenergiana rajan ylittävältä osalta.

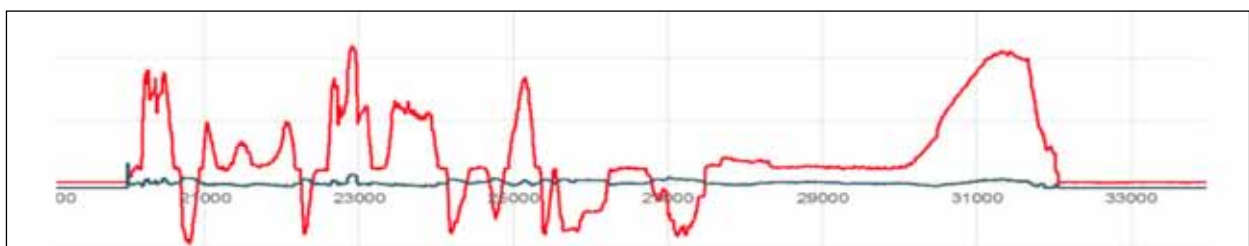
Vaikutukset ratajohtoverkkoon

Ratajohtoverkossa on suhteellisen suuret suodattimet sähköön laadun parantamiseksi. Ne suodattavat verkosta yliaaltoja ja antavat kapasitiivista loistehoa junien ottaman induktiivisen loistehon kompensoimiseksi. Suuri osa Suomen radoilla kulke-

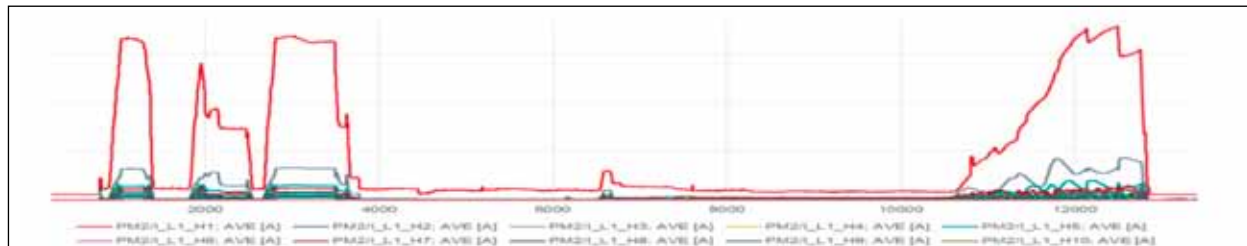
vasta kalustosta ei kuitenkaan enää ota loistehoa ja yliaaltojen tuottaminenkin on vähäistä. Suomessa on ollut jo 1980-luvulta saakka tiukat rajat sallituille yliaalloille hyväksyttäessä uutta kalustoa. Siksi suodattimet tarvitaan vain vanhimmille sähkövetureille ja -moottorijunille, joiden tasavirta-ajomoottorikäyttöjen aiheuttamien yliaaltovirtojen taso ja loistehon tuotto ovat moninkertaiset verrattuna vaihtovirta-ajomoottoreilla varustettuun nykykalustoon. Toisaalta ne ovat edelleen toimivaa ja luotettavaa kalustoa.



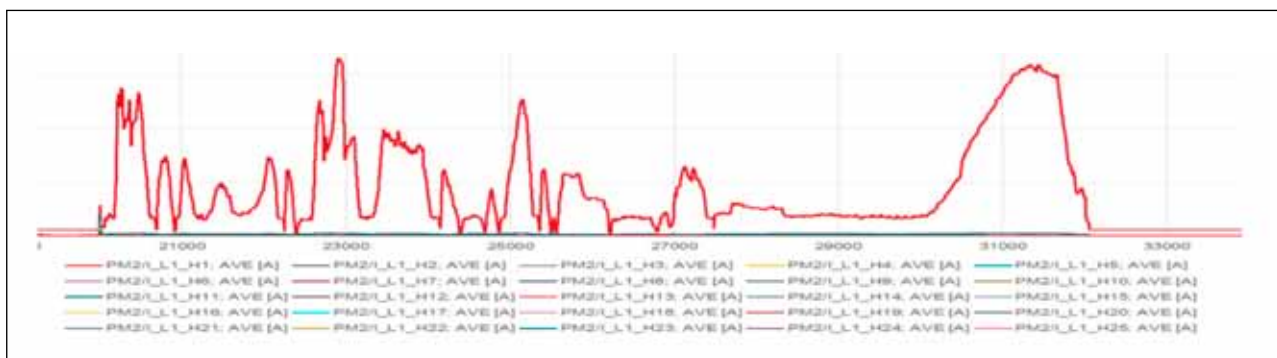
Kuva Loisvirran suhde pätövirtaan tasavirta-ajomoottoreilla toteutetussa veturissa (punainen pätövirta ja musta loisvirta)



Kuva Loisvirran suhde pätövirtaan vaihtovirta-ajomoottoreilla toteutetussa veturissa (punainen pätövirta ja musta loisvirta)



Kuva Harmonisten yliaaltojen suhde 50 Hz virtaan tasavirta-ajomoottoreilla toteutetussa veturissa (punainen 50 Hz virta)



Kuva Harmonisten yliaaltojen suhde 50 Hz virtaan vaihtovirta-ajomoottoreilla toteutetussa veturissa (punainen 50 Hz virta)

Suodattimet on aikoinaan päätetty laittaa syöttöasemille ja ne ovat jatkuvasti kytkettynä verkkoon. Suodattimet auttavat ratajohtoverkon jännitetason ylläpitämistä kuormitusilanteissa ja aikaisemmin niiden nähtiin parantavan myös kantaverkon toimintaa. Nykyisin jo noin puolet rataverkosta on sähköistetty ja verkossa on 88 syöttöasemaa. Kompensointia vaativaa kalustoa liikkuu siten harvakseltaan monilla syöttöväleillä, joten suodattimet antavat suurimman osan ajasta verkkoon turhaan huomattavan määrän loistehoa ja ovat näin osaltaan lisäämässä kantaverkon kuormitusta. Suodattimet ja loisteho aiheuttavat energiahäviöitä myös ratajohtoverkossa.

Väylässä on tutkittu melko laajasti suodattimien loistehon annon vähentämistä. Pitkällä tähtäimellä suodattimien tarve poistuu, mutta seuraavien kymmenen vuoden ajan varsinkin yliaaltojen suodatus näyttäisi olevan tarpeen. Rataosien käyttöasteet ja liikennelakenteet ovat hyvin erilaiset. Meneillään on useiden vaihtoehtojen tarkasteluja ja testejä sekä Väylän että VR:n toimesta.

Rataverkon käytettävyyden on aina etusijalla, joten kovin laajamittaisia muutostöitä ei voida tehdä ilman huolellisia analyyskejä toimenpiteiden vaikutuksista. Riskinä on esimerkiksi, että komponenttien toimintamuutokset aiheuttavat niiden käyttöiän lyhenemisen. Verkon induktanssi voi myös aiheuttaa suodattimen tai liikkuvan kaluston kanssa joitain yliaaltovirtoja voimakkaasti vahvistavia resonanssitilanteita.

Tehtyjen mittausten perusteella suodatin ei näyttäisi kuitenkaan olevan kovin kriittinen komponentti. Sähkönsyötössä ei ole tullut katkoksia, vaikka suodattimet ovat olleet poissa käytöstä jonkin aikaa. Myöskään yliaaltojen vaikutus kantaverkon puolelle ei ole kovin suuri. Ratajohtoverkossa yliaallot aiheuttavat virran ja jännitteen säröytymistä, josta taas seuraa ylimääräisiä häviöitä. Lisäksi yliaallot aiheuttavat ylijännitepiikkejä ja sähkömagneettisia häiriöitä. Veturien tuottama induktiivinen loisteho saattaa aiheuttaa häiriöitä ohjaus- ja valvontalaitteissa.



Kuva Mittaus rataosalta, jossa vain yksi juna päivässä tarvitsee suodatinta (loisteho alempi ja pätöteho ylempi käyrä)

Ratateknisten ohjeiden päivitystilanne

Väylän rautatieohjeiden yksi peruskivi on Ratatekniset ohjeet (RATO), joissa määritetään Suomen valtion rautatiejärjestelmän yleiset perusteet radan ja ratalaitteiden suunnittelua, rakentamista, tarkastamista ja kunnossapitoa varten. RATO-kokoelmaan kuuluu tällä hetkellä 21 osaa, mutta on tunnistettu tarve muutamalle uudellekin osalle. RATO:n eri osien päivitystarpeita tarkastellaan säännöllisesti. Voimassaolevat RATO:n osat löytyvät Väylän rautatieohjeiden luettelosta, jota pidetään jatkuvasti ajan tasalla.

Päivitystyötä ohjaamaan on Väylään perustettu RATO-toimikunta, johon kuuluu rautatiealan asiantuntijoita eri aihealueilta. Väylän lisäksi ryhmässä ovat edustettuina rautatiealan yleiset lii-
tot (SKOL, RAINE ja RAKLI) sekä yksityisraiteiden haltijat.



*Simo Toikkanen
Väylä*

Seuraavassa esitetään RATO:n eri osat ja niiden alustava päivitystilanne joulukuussa 2019.

- RATO 1, Yleiset perusteet: Päivitetty 2018, ei tiedossa olevaa päivitystarvetta. Liitteenä ratateknisissä ohjeissa käytetyt termit ja määritelmät.
- RATO 2, Radan geometria: Päivitetty 2010. Päivitystarveselvitys käynnistetään lähiaikoina.
- RATO 3, Radan rakenne: Päivitetty 2018. Näkyvissä tarpeita kehittää olemassa olevien ratojen alusrakenteita koskevaa ohjeistusta. Seuraavaa päivitystä ei ole vielä ajotettu.
- RATO 4, Vaihteet: Päivitetty 2012. Suuria päivitystarpeita kaikissa vaihteohjeissa. Teetetään esiselvitys, jotta vaihteohjeista saataisiin aikaan yhtenäisempi kokonaisuus.
- RATO 5, Sähköistetty rata: Päivitetty 2018. Pieniä päivitystarpeita tiedossa yksittäisten detaljien osalta, mutta suurempaa päivitysprosessia ei vielä olla käynnistämässä.
- RATO 6, Turvalaitteet: Päivitetty 2014. Päivitystyö käynnissä, arvioitu valmistuminen 4/2020 yhtä aikaa RATO 10:n kanssa.
- RATO 7, Rautatieliikennepaikat: Päivitetty 2011. Päivitystarveselvitys käynnistetään lähiaikoina.
- RATO 8, Rautatiesillat: Päivitetty 2019. Oleelliset muutokset kiskonliikuntalaitteiden raja-arvojen päivitys sekä tukikerroksen katkaisulaitteen mitoitusperusteet.
- RATO 9, Tasoristeykset: Päivitetty 2019. Ei päivitystarpeita tiedossa.
- RATO 10, Junien kulunvalvonta (JKV): Päivitetty 2014. Päivitystyö käynnissä, arvioitu valmistuminen 4/2020 yhtä aikaa RATO 6:n kanssa.
- RATO 11, Radan päällysrakenne: Päivitetty 2002. Esiselvitys tehty. Päivitystyö on alkamassa, ja siinä huomioidaan mm. Infra-YTE:n vaatimukset. Uutena mukaan maininnat mm. kiskon liityntälaitteesta, katkaisulaitteesta ja liikuntalaitteesta.

- RATO 12, Päällysrakennehitsaus: Päivitetty 1998. Päivitystyö on viimeistelyssä. Ohje on kirjoitettu kokonaan uudelleen ja siinä on huomioitu mm. standardi SFS EN ISO 3834.
- RATO 13, Radan tarkastus: Päivitetty 2004. Ohjeen päivitystyö on käynnistymässä. Päivitystarpeita mm. kiskon ultraääni-tarkastukseen liittyen.
- RATO 14, Vaihteiden tarkastus ja kunnossapito: Päivitetty 2016. Yhdessä RATO 4:n kanssa teetetään esiselvitys ohjeiden päivittämisestä.
- RATO 15, Radan kunnossapito: Päivitetty 2000. Päivitystarpeita mm. kunnossapitokokonaisuuden kehittämisen osalta.
- RATO 16, Väylät ja laiturit: Päivitetty 2017. Tällä hetkellä ei tiedossa olevia päivitystarpeita.
- RATO 17, Radan merkit: Päivitetty 2016. Päivitystyö loppusuoralla. Päivitykset liittyvät mm. Traficomin uuteen OHM-määräykseen.
- RATO 18, Rautatietunnelit: Päivitetty 2018, mm. radan päälle rakentaminen huomioitu. Päivitystarpeita kalliosuunnittelun teknisestä näkökulmasta.
- RATO 19, Jatkuvakiskoraiteet ja -vaihteet: Päivitetty 1998. Päivitys odottaa UIC-määrelehti 720:n valmistumista, näillä näkymin työn alla vuosina 2020–2021.
- RATO 20, Ympäristö ja rautatiealueet: Päivitetty 2012. Päivitystyö loppusuoralla ja uusi versio on lähdessä lausunnoille. Oleelliset muutokset koskevat meluntorjuntaa, tärinää ja kasvillisuuden poistoa. Radanpidon kemikaaleja koskeva ohjeistus on siirretty omasta ohjeestaan osaksi RATOa. Ohjetta on lisäksi tiivistetty, yleiset ja kuvailevat asiat on siirretty Radanpidon ympäristöohjeeseen.
- RATO 21, Liikkuva kalusto: Päivitetty 2010. Päivitystarpeita mm. EU:n neljännen rautatiepaketin ja RINFin myötä.
- RATO 22, ERTMS/ETCS. Uusi osa, aikaisintaan 2020–2021.
- RATO 23, Kiskojen ja vaihteiden NDT-tarkastus. Uusi osa, työ alkaa 2020 alussa.

VÄYLÄ 300 - Uusi ratajohtotyyppi suomalaisille suurnopeusradoille

Väylävirasto laatii tällä hetkellä esisuunnitelmaa Espoon ja Salon väliselle noin 95 kilometriä pitkälle oikoradalle. Uudella kaksoisraiteella tulisi olemaan noin 120 siltaa ja jopa 23 tunnelia. Oikoradan tavoitteena on nopeuttaa osaltaan Helsingin ja Turun välistä junamatkaa. Osa radan ratageometriasta voidaan suunnitella siten, että junakaluston suurimpana mitoitusnopeutena sovelletaan 300 kilometriä tunnissa. Tulevaisuuden liikennevisioissa Suomen rautatiliikenne siirtyisi kohti suurnopeusaikaa.



Samu Paldanius
Sweco

Rataliikennöinti ja ajojohdinjärjestelmät Suomessa

Suomen rataverkolla käytettävät ratajohtotyypit on jaettu eri nopeusluokkiin välillä 140–220 km/h Liikenneviraston ohjeessa 23/2018 ja sen ratateknisessä ohjeessa RATO 5 Sähköistetty rata. Nykyisen junakalustomme suurin sallittu nopeus on toistaiseksi 220 km/h kallistuvakorilla sähkömoottorijunilla Sm3 ja Sm6. Tulevaisuuden suurnopeusliikennöinnin näkökulmasta meiltä ei toistaiseksi löydy rataverkolle tyyppihyväksyttyä ajojohdintyyppiä eikä kalustoa yli 220 kilometrille tunnissa.

Tarve uudelle ratajohtotyypille

Uusien ”Tunnin juna”-ratakonseptien myötä myös Väylällä on tullut ajankohtaiseksi selvittää uutta ratajohtotyyppiä, joka sallisi junaliikennöinnin nopeuden nostamisen aina 300 km/h saakka eurooppalaisten esikuvien mukaisesti. Elokuusta 2018 lähtien Väylävirasto ja Swecon sähköratasuunnittelu ovatkin selvittäneet Espoo–Salon-hankkeen puitteissa uutta ajojohdintyyppiä suomalaisille suurnopeusradoille. Vastaavanlaisia ratajohtoselvityksiä on tehty viimeksi Valtionrautateiden aikaan ennen pendolinojen tuloa.

Insinöörioppia Saksasta ja Ruotsista

Kun suunnitellaan uutta ratajohtotyyppiä tänne pohjoisiin olosuhteisiimme, on yksi lähestymistapa ottaa esimerkiksi Saksan DB Netziltä ja Ruotsin Trafikverketiltä. Ruotsin Trafikverketin kollegat ovat kertoneet heidän olevan hieman meitä edellä oman 320 km/h -ratajohtotyyppinsä määrittelyissä ja koeasennuksissa. Tätä ennen Ruotsissa on julkaistu järjestelmäkuvaus myös 250 km/h -ratajohtotyypille vuonna 2014. Vastaavasti Saksan rautateiltä saataisiin arvokasta tietoa jo käyttöönotetuista suurnopeusradoista ja siellä sovelletuista erikoisratkaisuksista.

Elokuussa 2019 lähdimmekin selvitystyön puitteissa opintomatkalle Saksan Baijeriin tutustua DB:n suurnopeusratoihin. Erityisiä kiinnostuksen kohteita olivat meille esitellyt suurnopeusratatunnelit Offenbau ja Euerwang. Tunnelit olivat pituuskiltaan 1,3 ja 7,7 kilometriä, ja poikkileikkauksiltaan ne olivat Suomeen verrattuna varsin avaria ja leveitä kaksoisraidebetonitunneliteita.

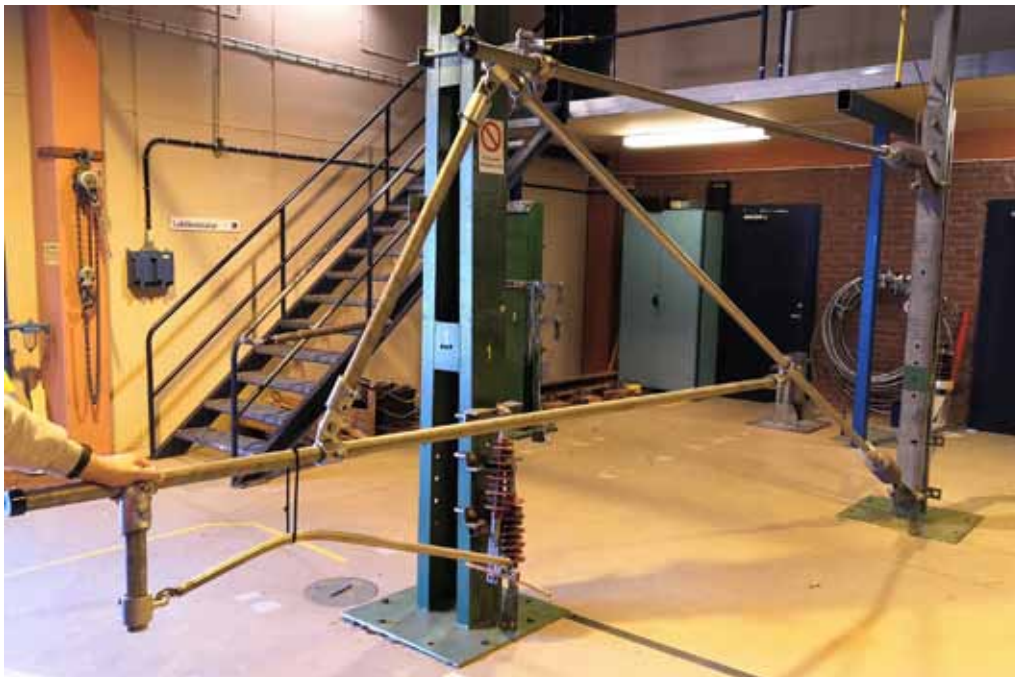
Ratajohtojen ominaispiirteitä ja eroavaisuuksia

Kuten todettua, ei ole täysin samantekevää kuinka lujaa juna voi ajaa, jos sen energianlähteenä käytetään ratasähköistystä. Ratajohtotyyppiä eritellään RATO 5:ssä käsitteillä kuten johdinmateriaalit ja kiristysvoimat, Y-köysi, esiriippuma, jännepituus, kiristysväli, systeemikorkeus, sallitut pituuskaltevuudet ja niin edelleen. Itse kääntöorren materiaaalivalinnat eivät suoraan vaikuta ajolangan ajettavuuteen.

	SR 220, Suomi	SYT 15/15, Ruotsi	Re 330, Saksa
Suurin nopeus	220 km/h	250 km/h	330 km/h
Ajolangan kiristysvoima	12,5 kN	15 kN	27 kN
Kannattimen kiristysvoima	12,5 kN	15 kN	21 kN
Ajolangan materiaali	100 mm ² Cu	120 mm ² CuAg	120 mm ² CuMg
Kannattimen materiaali	50 mm ² BzII	70 mm ² BzII	120 mm ² BzII
Jännepituus	71 m	65 m	65 m
Y-köyden pituus	16 m	18 m	18 m
Systeemikorkeus	1,6 m	1,8 m	1,8 m
Kiristysväli	750 m	600 m	700 m
Kiristyskenttä	3 jännettä	5 jännettä	5 jännettä
Ajolangan nimelliskorkeus	6,15 m	5,5 m	5,3 m
Ajolangalla esiriippumaa	Kyllä	Ei	Ei
Ajolangalle sallitaan pituuskaltevuutta	Kyllä	Kyllä	Ei

Taulukko 1. Suomen, Ruotsin ja Saksan rautateille hyväksyttyjä nopeimpia ratajohtotyyppiä ja niiden ominaispiirteitä.

Yksinkertaistettuna tulkintana taulukosta voitaisiin vetää, että ajojohdinten poikkipintaa kasvattamalla ja kiristysvoimaa nostamalla saisivat virroitin ja junakalusto kulkea aina vain lujempaa. Materiaalikuja arvioitaessa suurnopeusratojen sähköistäminen tulisi olemaan 220 km/h -ratajohtoa kalliimpaa, koska kuparijohdinten poikkipinta-alat ja laadut muuttuisivat sekä kiristyslaitteiden ja -kenttien määrät kasvaisivat sähköistettyä ratakilometriä kohden. Todettakoon myös, että Suomessa sovellettu ajolangan nimelliskorkeus on huomattavasti korkeammalla verrattuna Saksan ja Ruotsin sähköratastandardeihin.



Kuva 1. Ängelholmin Trafikverksskolanin opetustiloissa on esillä ruotsalaisen suurnopeusradan kääntöorsi. Kuva: Sami Paldanius.

Tämä tuottaa erityisiä haasteita Espoo–Salo-hankkeella, kun yrittämme arvioida ja yhteensovittaa louhittavia tunnelikorkeuksia suhteessa kaluston aukean tilan ulottumaan ja suurnopeussähköistyksen tilantarpeeseen.

Ajojohtimen ja virroittimen välinen dynamiikka

Yksi tärkeimmistä näkökulmista ratajohtotyypin analysoinnissa on varmistuminen ratajohdon ja virroittimen välisen rajapinnan eli virranoton laadun hyvydestä. Virroitin ja ajolanka eivät siis saisi ajon aikana ”pomppia” ja kipinöidä, vaan virroitinhiihtien kontaktivoimien pitäisi pysyä mahdollisimman vakaina ajon aikana. Arviointia voidaan lähestyä ajojohtimen ja virroittimen dynaamisen tarkastelun, simuloinnin ja koeajojen keinoin.

Tärkeimpiä käsitteitä ratajohdon dynaamiselle käyttäytymiselle ovat sen joustavuus ja joustavuuden epätasaisuus, aaltojen etenemisnopeus, Doppler-kerroin, heijastumiskerroin ja vahvistuskerroin. Johtimen aaltoliikkeeseen viittaavat arvot voidaan laskea EN-standardin mukaisilla laskukaavoilla ja valituilla lähtötiedoilla. Saatuja arvoja vertaillaan EN-standardiin ja EU-määräykseen rautateiden teknisestä yhteentoimivuudesta.

Tulevaisuuden askeleet

Lokakuussa 2019 projektin puitteissa tehtiin päätös, että Swedcon sähköratasuunnittelu voi tilata alihankintatyönä uuden ratajohtotyypin teknistä ja standardinmukaista simulointia. Kaupallinen simulointiohjelma laskisi ajojohdinten ja virroitinten rajapinnoissa generoituvat kontaktivoimien tilastolliset suuret, ajolangan ja virroittimen nousut ja valokaariprosentit. Ajojohdinjärjestelmän simulointicaseista saataisiin yksityiskohtainen raportti, jonka tulkinna pohjalta voitaisiin tehdä ratajohtomääritelmä ja ohje erityisesti tunnelikohteiden ripustusratkaisuja varten.

Visioissamme tämä ”VÄYLÄ 300”-työnimeä kantava ratajohtomääritelmä ja -simulointi voitaisiin hyväksyttää EU:n NoBo-menettelyllä (Notified Body, ilmoitettu laitos) Väyläviraston viralliseksi spesifikaatioksi tuleville suurnopeussähköistyksille. Mittauksia varten olisi mielekästä rakentaa myös koesähkörata uuden ratajohtokonseptin pohjalta. Tämän voisi toteuttaa esimerkiksi vaihtamalla ajojohdinmateriaalit ja kiristyslaitteet osalla Lahden oikorataa.

Haluan osoittaa kiitokset Jyrki Saarrolle ja projektitiimille tämän jutunteon tukemisesta.

Kuva 2. Pääsimme tutkimaan Re330-ratajohdon rakennetta myös lähempää DB Netzin huoltovaunulla Offenbau-tunnelissa. Kuva: Sami Paldanius.



Rautatieliikenteen nopeuteen vaikuttavat tekijät

Johdanto

Toukokuussa 2019 valmistuneessa Tampere–Oulu nopeudennostoseselvityksessä sekä syyskuussa 2019 valmistuneessa Tampere–Seinäjoki tarveselvityksessä tutkittiin rautatieliikenteen nopeuden nostoa ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Näiden selvitysten pohjalta on koostettu yhteen Väyläviraston ratateknisistä ohjeista (RATO) rautatieliikenteen nopeuteen vaikuttavia tekijöitä. Lähteinä on käytetty ratateknisiä ohjeita numerot 2-11, 16 ja 18 sekä asiantuntijahaastatteluja.

Radan geometria

Kaarteissa nopeutta rajoittavia tekijöitä voivat olla liian pieni kaarresäde, lyhyet siirtymäkaaret/kallistusviisteet tai liian pieni raiteen kallistus. Siirtymäkaaria muokkaamalla muuttuu helposti myös radan linjaus kaarteissa. Raiteen kallistusta kasvattamalla voidaan pienentää matkustajien kokemaa sivuttaiskiihtyvyyttä ja näin kasvattaa nopeutta. Sekaliikenteen radoilla kallistuksen kasvattamista vaikeuttavat hitaat tavarajunat. Liian suuri kallistus tavarajunille aiheuttaa kiskojen kulumista ja lisää suistumisen riskiä.

Vaihteet

Vaihteet rajoittavat sekä vaihteesta poikkeavalle raiteelle ajavan että suoraa raidetta kulkevan junan nopeutta. Vaihteen tyyppi rajoittaa sallittua nopeutta, jolla vaihteen voi ylittää. Suoralla raiteella nopeus lyhyitä tai pitkiä kiinteäkärkisellä risteyksellä varustettuja vaihteita ylittäessä on korkeimmillaan 220 km/h ja alimmillaan 140 km/h. Pitkät kääntyväkärkisellä risteyksellä varustetut vaihteet taas mahdollistavat jopa 300 km/h nopeuden suoralle raiteelle.

Poikkeavalle raiteelle ajettaessa lyhyet vaihteet mahdollistavat korkeintaan nopeuden 40 km/h, pitkät vaihteet nopeuden 60–160 km/h ja raideristeykset nopeuden 100 km/h. Vaihteet on kuitenkin mitoitettu niin, että ne mahdollistavat 10 % ylityksen suurimmassa sallitussa nopeudessa.

Laiturialueet

Matkustajalaitureita rakennettaessa, uusittaessa tai parannettaessa vaara-alueen leveys vaikuttaa ohittavan raiteen suurimpaan sallittuun nopeuteen. Jos vaara-alueen minimileveys ei täyty, rajoittuu nopeus alle 200 km/h. Laituripolku taas aiheuttaa 80 km/h nopeusrajoituksen, eikä se saa sijaita läpiajoraiteella.

Sähkörata

Suomessa ei ole tällä hetkellä rakennettuna yli 220 km/h nopeutta mahdollistavaa sähkörataa. Suurimmalla osalla suurin mahdollinen nopeus on 160–200 km/h.



Anssi Airaksinen
Sweco

Ratatekniikka

Uudet radat rakennetaan raidevälille, joka mahdollistaa nopeuden 250 km/h asti. Vanhoilla rataosilla raideväli on kuitenkin usein alle tämän mahdollistaen vain 140–200 km/h nopeudet. Lisäksi alusrakenneluokka, pengerleveys ja kiskotyyppi aiheuttavat rajoituksia geometrian suurimpaan sallittuun nopeuteen. Myös näkemä voi aiheuttaa rajoituksia paikoissa, joissa näkyvyys on rajoittunut.

Turvalaitteet

Etäisyysvaatimus opastimen ja ensimmäistä kertaa tiedon opastimen tilasta junalle välittävän baliisin välillä kasvaa nopeuden noustessa. Yli

160 km/h nopeus vaatii etäisyydeksi 3600 metriä. Yli 220 km/h nopeudelle ei ole Suomessa ohjeistusta. Yli 220 km/h nopeudet edellyttävät esimerkiksi tiedonsiirtoetäisyyksien tarkastelun, uudenlaisen junakaluston jarruominaisuuksien selvityksen sekä asetinlaitteiden ja JKV:n muutostarpeiden tutkimisen.

Opastinvara

Jotta nopeus voidaan pääraiteella nostaa yli 140 km/h siihen liittyvän sivuraiteen vaihteen kohdalla, pitää sivuraiteen pääopastimen olla vähintään 60 metrin päässä kyseisen vaihteen rajamerkistä. Tällöin pääraiteella sallitaan 200 km/h nopeus. Tuo 60 metrin opastinvara on aluetta, jolla sivuraiteen pääopastimen ohittanut junayksikkö ei aiheuta törmäysvaaraa pääraiteen liikennöinnille. Jos opastinvaraa ei ole mahdollista toteuttaa, voidaan sen tarve poistaa sivuraiteen turvavaihteella. Turvavaihte ohjaa sivuraiteella pääopastimen ohittaneen junayksikön pois pääraiteen suunnasta esimerkiksi puskimien.

Sillat

Siltatyypit voidaan jakaa ylikulkusiltoihin, joilla autot ja kevyt liikenne ylittävät rautatien ja rautatiesiltoihin, joita kuormittaa sillan ylittävä rautatieliikenne. Ylikulkusillat rajoittavat radan nopeutta riippuen siitä, kuinka ahdas sillan muodostama aukko on junaliikenteelle. Ylikulkusillat rajoittavat radan nopeuden nopeuteen 160 km/h, elleivät ne täytä vaatimuksia siltatukien etäisyydestä raiteen keskilinjasta. Jos sillan läheisyydessä on suistumisriskiä lisääviä tekijöitä, kuten vaihteita, pyritään suistuminen päin siltatukia estämään suojakiskoilla tai -rakenteilla. Lisäksi vaihte on sijoitettava sitä kauemmaksi sillasta, mitä kovempaa radalla ajetaan. Myös sillan korkeus kiskon selästä aiheuttaa rajoituksia sen alittavan junaliikenteen nopeuteen.

Rautatiesilloilla sallittuihin nopeuksiin vaikuttavat sillan kunto ja sillan rakenteelliset kriteerit. Näitä ovat esimerkiksi sillan värähtely, taustarakenteiden riittävyys ja sillan reunalla olevien rakenteiden muoto ja tyyppi. Jos nopeudeksi ollaan rata-

osalla rautatiesiltojen kohdalla nostamassa yli 200 km/h, vaatii se tapauskohtaista dynaamista tarkastelua jokaiselle sillalle erikseen. Myös pystysuorien kuormien sysäyskertoimiin mahdollisesti vaikuttavat muutokset voi olla tarpeen selvittää, erityisesti jos radan kunnossapito ei ole ollut hyvää. Tämän lisäksi varsinkin, jos silta on kaarteessa, on selvittävä myös keskipakokuorman vaikutus. Sillan reunalla oleviin rakenteisiin, kuten kaiteisiin kohdistuu nopeuden noustessa imu- ja paineiskuja. Ne voivat rikkoa liian lähelle raiteen keskilinjaa tai liian kevyestä materiaalista valmistetut rakenteet. Siltojen taustarakenteiden on oltava entistä suurempien nopeuksien vuoksi nykyistä paremmassa kunnossa. Euroopassa radoilla, joilla ajetaan jopa 250 km/h on eurooppalaisten ohjeistuksien mukaisesti usein käytössä 25–50 metriä pitkät siirtymäalueet. Suomessa on tällä hetkellä usein käytössä 5 metriä pitkä siirtymälaatta. Jos Suomeen päädytään rakentamaan jopa 250 km/h nopeuksille soveltuvia rataosia, on tuon siirtymälaatan riittävyys selvittävä.

Tunnelit

Tunnelissa liikkuva juna aiheuttaa sitä suuremman paine- ja imukuorman, mitä kovempaa se ajaa. Tunnelissa suurin sallittu nopeus riippuu mitoittavan junan ja tunnelin poikkileikkausalojen suhteesta sekä siellä muodostuvista paine- ja imukuormista junakalustolle, tunnelin rakenteille ja laitteille.

Tasoristeykset

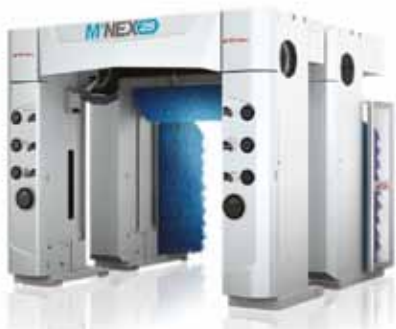
Radan ylittävä tasoristeys laskee aina kohteen nopeusrajoituksen nopeuteen 140 km/h. Tästä voidaan poiketa, jos tasoristeys on varustettu lukittavalla puomilla tai portilla.

Kuumakäynti-ilmaisimet

Kuumakäynti-ilmaisimilla valvotaan liikkuvan kaluston pyöräkertojen laakereiden lämpötilaa. Liikkuvaa kalustoa on valvottava kuumakäynti-ilmaisimilla, kun radan suurin nopeus on yli 160 km/h.

Uutuutena Istobal harjapesukoneet henkilöautojen ja raskaan kaluston pesuun!

ISTOBAL



**KAUTTAMME MONIPUOLINEN VALIKOIMA
KORKEALAATUISIA PESUAINEITA KALUSTON PESUUN**

MAER
IDROPULITRICI

Storm

Kylmä- ja kuumavesipesurit



**LUOTETTAVUUTTA
JA LAATUA!**

Korkeapainejärjestelmät
Säiliöiden sisäpesulaitteet
Korkeapainelaitteiden tarvikkeet



Tampereen Pesuainepalvelu Oy

Valtakunnallinen keskus 042 466 221
Fax (03) 266 0206
toimisto@tampereenpesuainepalvelu.fi

Keskusojankatu 5
FIN-33900 Tampere
www.tampereenpesuainepalvelu.fi





Kuva: Raitiotieallianssi

Tampereen ratikka valmistuu joustavasti allianssimallilla

NRC Group Finlandilla on pitkä kokemus paitsi radanrakentamisesta, myös allianssimallilla tehtävistä rakennushankkeista. Uudenlaisessa rakennusprojektien hallintatavassa parasta on joustavuus.

Tampereen ratikkahanke alkaa olla jo hyvällä mallilla. Pohjoismaiseen konserniin kuuluva NRC Group Finland Oy on ollut yhtenä osapuolena hankkeessa mukana.

”Rakentaminen on ollut Tampereella erityisen haastavaa, koska keskusta on kapea ja monilla keskeisimmillä kaduilla ja bussiliikenteessä on tarvittu poikkeusjärjestelyjä. Mutta nyt ollaan jo voiton puolella, valmista alkaa tulla ensi vuoden aikana”, NRC Group Finlandin

raitiotierakentamisen päällikkö **Jyrki Kataja** kertoo.

Katajan mukaan tämänkaltaisissa projekteissa tulee aina vastaan yllätyksiä, mutta työt ovat silti sujuneet paremmin kuin osattiin toivoa.

”Esimerkiksi Hervannan varikko valmistui etuajassa, vaikka työt päästiin aloittamaan yhdeksän kuukautta aikataulusta myöhässä.”



NRC GROUP ON MUKANA RATA2020-TAPAHTUMASSA

Tervetuloa messuosastollemme Sorsapuistosaliin!

Bonukset ja sanktiot ohjaavat

Taikasana rakennustöiden sujuvalle etenemiselle on Katajan mukaan ollut allianssimalli. Toisin kuin rakennusprojekteissa yleensä, allianssimallissa tilaaja, urakoitsija ja suunnittelija istuvat samalla puolella pöytää. Budjettia tai työn alla olevia yksityiskohtia ei lyödä täysin lukkoon etukäteen, vaan asioista voidaan neuvotella työn edetessä yksi kerrallaan – joustavasti.

”Kaupunki esimerkiksi päätti rakennuttaa suunniteltua enemmän jalkakäytäviä ja katu-alueita. Se huomattiin käteväksi, kun bussiliikenne oli jo muutenkin siirretty muualle ratikkatyömaan takia.”

Allianssimallissa hankkeen toteuttajat saavat bonuksia tai sanktioita sen mukaan, miten nopeasti tai laadukkaasti työ etenee. Hanke mittaa esimerkiksi julkisuuskuvansa ja sitä, miten paikalliset elinkeinonharjoittajat siihen suhtautuvat, mikä kannustaa tekijöitä parempaan tiedottamiseen.

”Hankkeen etu on sekin, että kaikki eteen tulevat kysymykset ratkaistaan samassa pöydässä osapuolten kesken. Ei tarvitse odotella kuukausia ison kaupunkikoneiston päätöksiä.”

Neuvottelutaito tarpeen

Muita Raitiotieallianssin osapuolia ovat tilaajana Tampereen kaupunki ja Tampereen Raitiotie Oy, toisena toteuttajana YIT Suomi Oy ja suunnittelijoina Sweco Oy ja AFRY Oy. Allianssimallin mukaan toimiminen onkin Katajan mukaan yhteispeliä, jossa ei vahdita

mustasukkaisesti naapurin tekemistä. NRC Group Finlandin eli entisen VR Track Oy:n ydinosuamista on raideinfran rakentaminen ja siihen liittyvät sähkötyöt, mutta tarvittaessa on autettu myös naapuria yhteisen hyvän eteen.

”NRC Group Finland on pärjännyt allianssi-hankkeissa hyvin, koska olemme joustavia ja sen henkisiä, että heittäydymme uusiin tilanteisiin. Teknisen osaamisen lisäksi tässä pitää pystyä neuvottelemaan ja olla valmis hakemaan ratkaisuja”, Kataja kertoo.

”Raitiotieliikkuminen on tulevaisuuden liikennemuoto.”

NRC Group Finland on tehnyt useita allianssi-hankkeita aiemminkin. Parhaillaankin NRC Group Finland on mukana YIT Suomi Oy:n kanssa pää-kaupunkiseudun Raide-Jokeri- ja Kruunusillat-hankkeissa. Myös Tampereen ratikkatyömaan kakkosvaiheessa työ kaupungin liikenne-yhteyksien kehittämiseksi todennäköisesti jatkuu, jos rataa pidennetään länteen päin.

”Ala on kuuma, koska raitiotieliikkuminen on tulevaisuuden liikennemuoto. Olemmekin ylpeitä, että olemme saaneet työllistää paljon myös nuoria tekijöitä sekä esimerkiksi alanvaihtajia. Samalla olemme päässeet tekemään todella hienoja juttuja.” ■



Ura NRC Groupilla

Ura-sivuillamme tarjoamme useita mahdollisuuksia päästä osaksi Pohjoismaiden suurinta raideinfra-alan yritystä. www.nrcgroup.fi/ura



NRC Group

Rautatieliikenteen viestintäpalveluiden evoluutio

Taustaa

Junaliikenteen alkuaikoina (1962->) Suomessa junaliikenteen viestintään käytettiin lennättimiä ja myöhemmin lankapuhelintekniikkaa. Lennätinlinjat olivat pylväissä olevia avojohtoja, samoin kun puhelinlinjatkin aluksi ja niiden rakentamisessa ja kunnossapidossa oli omat haasteensa. Avojohto-ajan esim. veturin kuljettaja pystyi ottamaan puheyhteyden viestintälinjan mistä kohtaa tahansa kenttäpuhelimien ja ”aisojen avulla” pysähdyksissä ollessaan.¹

1950-luvulla alettiin Suomessa tutkia analogisten radiolaitteiden käyttömahdollisuuksia rautatieviestinnässä. Sitä vauhditti Kuurila - Iittala rautatieonnettomuus 15.3.1957, jonka seurauksena ryhdyttiin suunnittelemaan ja rakentamaan linjaradiojärjestelmää. Pääosa sen rakentamisesta tapahtui 1960-70 luvuilla ja laajennuksia sekä parannuksia siihen tehtiin vielä 1980-luvulla.² 1990-luvulla Suomessa ryhdyttiin selvittämään linjaradion korvaavaa digitaalista radioverkkoa.

GSM-R radioverkko

Kansainvälinen rautatieliitto (UIC) käynnisti vuonna 1992 EIRENE projektin (European Integrated Radio Enhanced Network), missä rautateiden ja teollisuuden asiantuntijat aluksi määrittivät EIRENE:n toiminnalliset vaatimukset uudelle radioverkolle. Vaatimusten perusteella valittiin kovan kauppapoliittisen lobbailun jälkeen radioteknologiaksi GSM (Global System for Mobile Communications). Sen jälkeen aloitettiin EIRENE:n teknisten määrittelyjen tekeminen. Rautatiekäyttöön Euroopassa saatiin harmonisoitu oma GSM-R taajuuskaista 900 MHz taajuuskaistalta. EIRENE:n ja ETSI:n (European Telecommunications Standard Institute) määrittelyistä kehittyi Euroopan laajuisen rautatiejärjestelmän yhteentoimivuusvaatimusten mukainen radiojärjestelmä GSM-R, joka tuli pakolliseksi vaatimukseksi ohjaus-, hallinta- ja merkinanto yhteentoimivuuden teknisessä eritelmässä (OHM YTE) ensin vain suurnopeusradoille ja myöhemmin myös tavanomaisille radoille.

Linjaradion korvaavan radioverkon esiselvityksen jälkeen käynnistettiin Suomessa Radio 2000 projektiksi kutsuttu projekti, kun eduskunta myönsi radioverkon toteuttamiseksi 50 M€ arviomäärärahan vuonna 2000. Projektin tavoitteena oli suunnitella, hankkia ja rakennuttaa EIRENE määrittelyiden mukainen GSM-R radioverkko, aluksi puheviestinnän tarpeisiin ja myöhem-



Markku Voutilainen
Väylä

min myös ETCS (European Train Control System) dataviestintää varten. GSM-R radioverkon käyttö sallittiin junaliikenteen viestinnässä vuoden 2008 joulukuussa ja linjaradiojärjestelmän käyttö päättyi 2010 vuoden lopussa, kun kaikki linjaradion junaradiot oli vaihdettu GSM-R junaradioiksi.

Liikennevirastossa (nykyisin Väylä) ryhdyttiin miettimään vuonna 2012 rautatieviestinnän tulevaisuuden tarpeita ja viestintäverkkoratkaisuja, sillä GSM-R radioverkon laitteet tulisivat elinkaarensa päähän vuoden 2018 lopussa, kun niiden tukipalvelusopimus päättyisi. Selvitetystä eri toteutusvaihtoehdoista päätettiin ensisijaisesti pyrkiä käyttämään viranomaisten TETRA-teknolo-

gialla toteutettua Virve-verkkoa myös rautateiden liikenneturvallisuuteen liittyvässä viestinnässä. Sen käytön yhtenä edellytyksenä on poikkeusluvan saanti rautateiden yhteentoimivuusdirektiiviin EU Komissiolta. Kun tilapäinen poikkeuslupa myönnettiin Suomelle kesällä 2015, käynnisti Liikennevirasto RAILI:sta Virveen yhteisprojektin kaikkien pääsidosryhmien kanssa.

URCA-viestintäalusta, viranomaisverkko Virve ja RAPLI appi

Virve rakennettiin tuottamaan viranomaisille oma valtakunnallinen, luotettava ja suojattu viranomaisradioverkko. Verkon suunnittelu aloitettiin 1990-luvun alussa, kun käytössä olevien kymmenien analogisten viranomaisverkkojen ylläpito todettiin kalliiksi. Myös viranomaisten viestiliikenteen kasvaneet vaatimukset, kuten viranomaisten välinen yhteistyö, vauhdittivat Virven käyttöönottoa. Verkon rakentaminen aloitettiin vuonna 1998 ja vuonna 2002 se otettiin käyttöön koko maan kattavana. Valmistuessaan verkko oli maailman ensimmäinen maankattava viranomaisten yhteiskäyttöinen TETRA (Terrestrial Trunked Radio) -teknologiaan perustuva verkko. Nykyisin Virve-verkon omistaa ja sitä operoi Suomen Erillisverkot konserniin kuuluva Suomen Turvallisuusverkko Oy.³

Viranomaisten ja rautatiekäyttäjien viestintätarpeet ovat osin erilaiset. Tämä asia ratkaistiin määrittelemällä ja hankkimalla radioverkkoriippumaton viestintäalusta, jota kutsutaan URCA:ski (Unified Railway Communication and Application). Sen avulla voidaan tarjota mobiilikäyttäjille ja liikenteenohjaajille kiinteiden päätelaitteiden avulla vähintään vastaavat viestintäpalvelut Virve-verkon kanssa, kuin oli käytössä GSM-R verkonkin kanssa.

¹ Meidinger IT-ajassa: Juhani Pitkänen/VR Sähkötekniiset-STY ry,

² Esko Huovinen

³ 8.11.2018 HE 226/2018 vp: Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi sähköisen viestinnän palveluista annetun lain ja julkisen hallinnon turvallisuusverkkotoiminnasta annetun lain muuttamisesta

URCA-järjestelmä otettiin aluksi käyttöön GSM-R:n ja yleisen matkaviestinverkon kanssa joulukuussa 2017. Syyskuusta 2018 alkaen Virve-verkon käyttö on ollut sallittua myös junaliikenteessä. GSM-R radioverkon käyttö päättyi huhtikuun lopussa 2019, kun GSM-R junaradiot oli saatu vaihdettua Virve-junaradioksi.

URCA-alusta ja kaupallisissa matkaviestinverkoissa toimivaan älypuhelimien on saatavilla RAPLI appi (kirjautumissovelus rautateiden toiminnallisiin numeroihin), joka mahdollistaa älypuhelimien käytön rautatieviestinnässä, eikä käyttäjien (esim. ratatyöstä vastaava) tarvitse hankkia TETRA/Virve-puhelinta, jos muuten ei tarvitse Virve-verkon tarjoamia erityispalveluita, kuten ryhmäpuhelut, puheluiden priorisoinnit, yms.

RAPLI on puheviestintään tarkoitettu Android -älypuhelinsovellus, joka toimii kaikissa kaupallisissa 2G, 3G ja 4G verkoissa. Sovellusta käyttävät erityisesti rataurakoitsijat, mutta myös mm. konduktöörit. RAPLI on myös junien kuljettajilla käytössä varaviestintävälineenä. RAPLI mahdollistaa käyttäjän kirjautumisen RAILI -palveluun työn ja tehtävän yksilöllisellä tunnuksella, sekä helppokäyttöisen puheviestinnän ratatyöryhmän ja liikenteenohjauksen välillä. RAPLI -käyttäjät pystyvät soittamaan ja vastaanottamaan rautatiehäätäpuhelun.

FRMCS ja Virve 2.0

Vuonna 2019, kun Virve-verkko oli käytössä ja GSM-R verkko oli ajettu alas, niin Väylävirastossa ryhdyttiin selvittämään miten rautatieviestintä järjestetään TETRA/Virven käytön päättyessä mahdollisesti 2027 vuoden paikkeilla (+/- ? vuotta).

Hallitus on tehnyt esityksen³, jossa mahdollistettaisiin laajakaistainen viranomaisviestintäpalvelu (ns. Virve 2.0) kaupallisen teleyrityksen tarjoamana hyödyntäen sen omaa matkaviestinverkko. Palvelua tarjoavana palveluoperaattorina toimisi turvallisuusverkkolakiin tehtävän muutoksen perusteella palveluntuottaja Suomen Erillisverkot Oy tai sen tytäryhtiö. Tällä palvelulla korvattaisiin nykyinen viranomaisradioverkkoon (Virve) perustuva kapeakaistainen viranomaisviestintäpalvelu, jota myös rautatieviestinnässä nyt käytetään.

Euroopassa määritellään rautateiden GSM-R verkon korvaavaa uutta radioverkkoa, jota kutsutaan Future Rail Mobile Communications System (FRMCS). Käytännön kehitystyötä tehdään mm. UIC:n FRMCS projekteissa yhteistyössä mm. CEPT/ECC:n, ETSI:n ja 3GPP:n (Third Generation Partnership Project) eri työryhmien, Euroopan rautatieviraston (ERA) ja teollisuuden kanssa. Myös Väylävirasto osallistuu em. määrittelytyöhön.

Määrittelytyön valmistuttua 2020-luvulla ERA:n vastuulla on päivittää yhteentoimivuuden tekniset eritelmät (OHM YTE) sallimaan myös FRMCS:n määrittelemien mukaisten radioverkkojen käyttö junaliikenteen viestinnässä.

Rakennetaanko Suomessa 2020-luvulla vielä erillisverkko rautateille harmonisoidulla taajuusalueella junaliikenteen viestintää varten, riippuu mm. Virve 2.0:n hankkeen onnistumisesta, FRMCS:n määrittelystä, EU:n myöntämän tilapäisen poikkeuslupan kestosta ja Eurooppalaisen liikenteenohjausjärjestelmän (ETCS) tason 2 käyttöönoton aikataulusta Suomessa.




Oulun elastisten prototyyppivaihteiden ongelmakohdat

Juhannuksena 2016 Oulun Nokelaan asennettiin kaksi uudella elastisemmalla rakenteella varustettua YV60-1:15,5-900-V prototyyppivaihdetta. Uusilla rakenneratkaisuilla pyrittiin vähentämään vaihteissa syntyviä dynaamisia kuormitusvaihteluita ja tätä kautta vähentämään kunnossapitotarvetta niin vaihdekomponenteissa kuin tukikerroksessakin. Mittaukset osoittivat, että dynaamiset kuormitukset rakenteessa ovat hyvinkin maltillisia ja ne jakautuvat nykyistä rakennetta tasaisemmin tukikerrokseen, jolloin varsinaisten elastisten osien voidaan sanoa toimineen juuri halutulla tavalla. Valitettavasti useat muut vaihteissa havaitut prototyyppivaiheen ongelmat johtivat siihen, että lopulta kunnossapitotarpeen voidaan sanoa jopa kasvaneen entiseen rakenteeseen verrattuna.



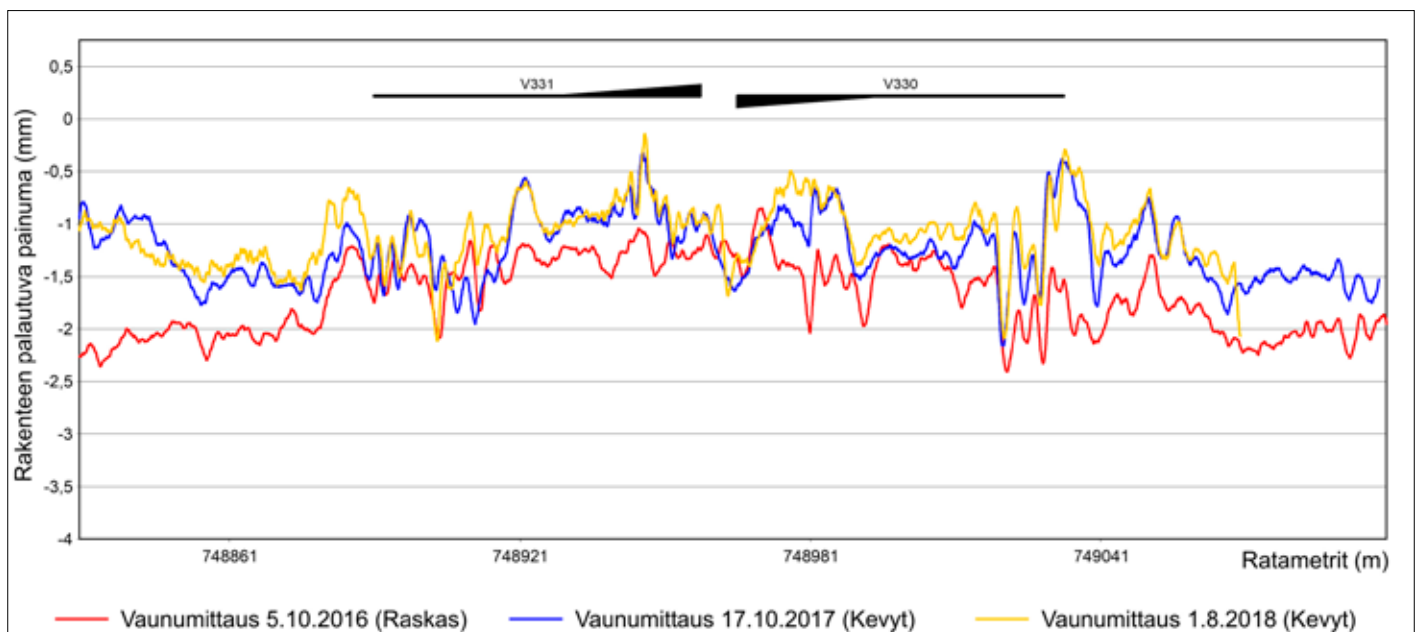
Riku Varis
Tampereen Yliopisto

Kuva 1 ja muutkin painuman vastaavat mittaukset osoittavat, että ratarakenne on pysynyt seurantajaksoilla hyvin muuttumattomana (hyväksytty palautuva painuma uusilla radoilla on 4 mm) ja elastiset osat toimivat rakenteessa hyvin odotetulla tavalla jakaen kuormitusta laajemmalle alueelle ja vähentäen näin kuormituspiikkien muodostumista tukikerrokseen. Lisäksi vaihteiden pysyvä painuma on kehittynyt varsin maltillisesti ja käytännössä on jopa pysähtynyt viimeisten seurantakuukausien aikana, jolloin geometrian muutosnopeus on siis vaihteiden kohdalla elastisten komponenttien ansiosta jopa linjaraidettakin hitaampaa.

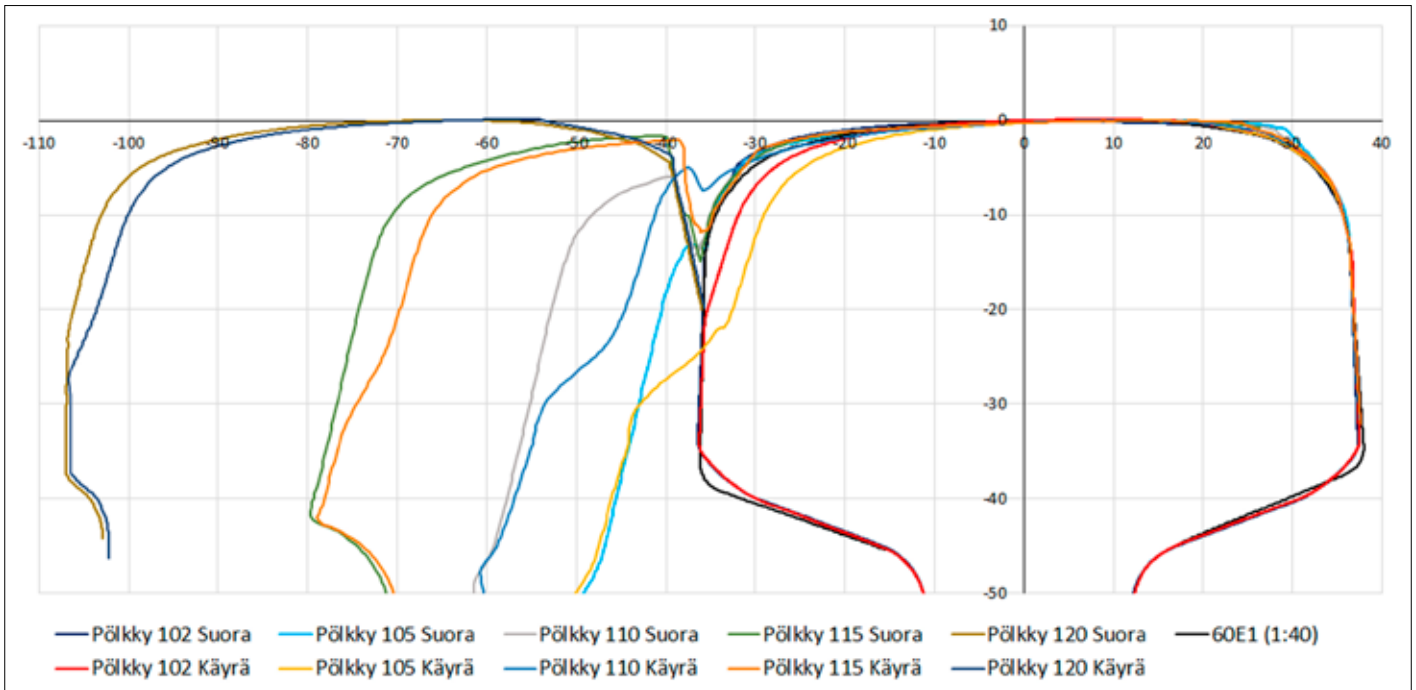
Projektin aikana ilmeni kuitenkin myös tiettyjä ongelmia vaihderakenteessa, joista merkittävin oli poikkeavan raiteen kiskojen vahva sivukuluminen. Vaihteen käyrän kielen kielisovitus on jouduttu vaihtamaan seurantajakson aikana useaan kertaan

Vaihdetutkimus Tampereella

- Tampereen yliopistolla (ent. Tampereen teknillinen yliopisto, TTY) on tehty rautatierakenteiden tutkimusta yli 10 vuoden ajan.
- Tutkimuksen päätarkoituksena on kehittää uusia vaihdekomponentteja sekä kunnossapitomenetelmiä, jotka lisäävät vaihteen tehokasta elinkaarta
- Lisätietoa rautatietutkimuksesta Tampereen yliopistolla: research.tuni.fi/ratarakenteet



Kuva 1. Jäykkyysmittalaitteella mitatut radan palautuvan painuman arvot vaihteiden suoralta reitiltä välillä lokakuu 2016 elokuu 2018. Mustat viivat kuvaavat vaihdealuetta vaihteen kärjestä viimeisen pitkän vaihdepölkyn kohdalle.



Kuva 2. Vaihteen V330 kielisovitusten poikkileikkausprofiilit pölkkyjen 102 - 120 kohdalla 18.10.2017.

kuten myös välikiskoalueen poikkeavan reitin ulkokisko. Kuva 2 havainnollistaa vaihteen V330 kielisovitusalueen kulumistilannetta syksyllä 2017 ennen ensimmäistä kielisovituksen vaihtoa. Kulunutta käyrän puolen kiskoa on verrattu suoran puolen kiskoon, jonka kunto vastaa käytännössä ideaalia kielikiskoa.

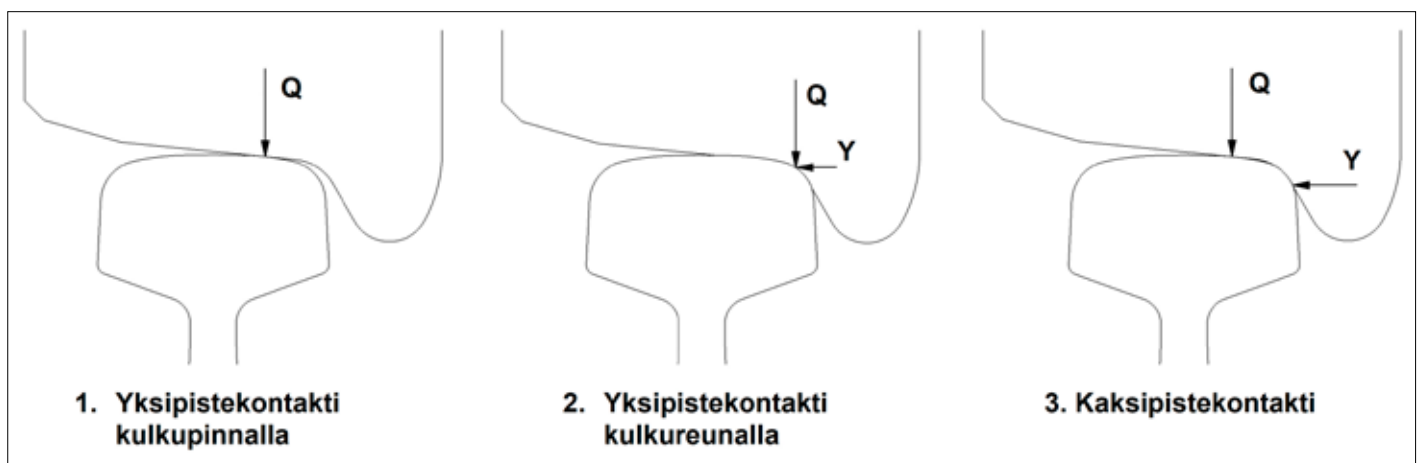
Kulumisen epäillään johtuvan pääosin raskaiden pellettiä kuljettavien tavaravaunujen huonosta ohjautuvuudesta uudella 60E1-kiskolla. Näiden tavaravaunujen pyörät ajautuvat epäsoptivan muotonsa johdosta usein kaksipistekontaktiin, jossa ohjautuvuuden määräävä pääkontakti on selkeästi pyörän kulkupinnalla, mutta samaan aikaan toinen kontakti tapahtuu puhtaasti pyörän laipalla (kuva 3). Tällöin pyörä ei siis ohjaudu pois laippakontaktista vaan jatkaa kulkuaan laippakontaktin luistaessa ja kuluttaessa kiskoa.

Vaihdekehityksen kannalta on kuitenkin ensisijaisen tärkeää ymmärtää, että nämä kulumisongelmat eivät siis johdu vaihteen uudesta elastisesta rakenteesta, vaan samoja ongelmia

on todettu myös vanhoissa vaihderakenteissa ja myös linjaraitteella. Elastinen rakenne voi tietyissä oloissa kielialueen joustojen lisääntyessä hieman kasvattaa sivukulumista, mutta se ei ole missään nimessä pääsyy sivukulumisen synnylle.

Toinen kunnossapitohuolia aiheuttanut ongelma näissä vaihteissa oli erinäiset kääntöongelmat. Näihin ongelmiin vaikutti suuresti se, että kummassakin vaihteessa testattiin uusia kahteen erillistankoon perustuvia kääntöavustimia. Nämä testit osoittivat, että tällainen kaksijousinen kääntöavustin toimii halutulla tavalla vaihteen kärkialueen kääntämisessä. Vaihteen kanta-alueelle tällainen rakenne ei kuitenkaan ole optimaalinen, vaan siellä tulee käyttää jatkossa yhdellä kiinteällä tangolla olevia kääntöavustimia, joiden avulla vaihteiden kääntymisvarmuuskin paranee huomattavasti.

Lisätietoa aiheesta voi lukea Oulun elastisista vaihteista kertovasta loppuraportista, joka tullaan julkaisemaan loppuvuoden 2019 aikana Väyläviraston tutkimuksia-sarjassa.



Kuva 3. Pyörän ja kiskon välinen kontakti kolmella eri pyörän asemalla. Oikeanpuoleisin kuva kaksipistekontaktista aiheuttaa synnytyssään suurta kiskon kulumista.

Rautatievaihteiden omaisuudenhallinta

Junan lähestyessä vaihdetta rautatieliikenteen kauko-ohjausjärjestelmän kautta annetaan komento, jolla vaihteen kielet saadaan käännettyä joko suoraan tai poikkeavalle reitille. Käännön aikana kääntölaitteilta saadaan mitattua sen kääntövoimaa ja -aikaa. Alkaa prosessi, jonka lopuksi kääntölaitteet ja kosketin varmistavat, että kieli lukittuu oikeaan asemaan ja vaihde on pääteasennossa.

Junan ylittäessä vaihdetta pölkyistä saadaan mitattua niihin kohdistuvat voimat. Vaihteen riskeykseen sekä vastakiskoihin asennetut anturit mittaavat niihin kohdistuvat dynaamiset iskut. Samalla junan kulkutiedoista ja liikkuvan kaluston valvontajärjestelmistä saadaan vaihteeseen kohdistettua ylittäneet akselipainot ja niiden kunto.

Keräämällä ja kohdentamalla vaihteeseen kohdistuvat rasitukset, saadaan vaihteen elinkaaren seurantaan täsmällistä tietoa. Radantarkastusvaunulta saadaan ajantasaista tietoa vaihteen sen hetkisestä todellisesta geometriasta ja kunnosta.

Nyt kun vaihteen kunnan kehitys on koko ajan selkeästi nähtävillä, kalustotyytit ja ylitetyt bruttotonnimäärät tiedossa, pystytään ennakoivalla huollolla pitämään vaihde optimaalisessa kunnossa ja kunnossapitotoimet saadaan osoitettua oikeisiin vaihteisiin oikeaan aikaan. Esimerkiksi kääntölaitteen voimakäyrän muuttuessa tiettyyn suuntaan pystytään ennakoivasti tekemään korjauksia, ennen kuin vika vaikuttaa kääntöön.

Vaihteen tietomallista saadaan varmistettua oikeat varaosat, niiden valmistaja sekä tyyppi ja toimittamaan ne oikeaan aikaan työmaalle. Koska vaihteille on kohdistettu kaikki ylläpitokulut, niiden avulla pystytään ennakoimaan, milloin vaihto alkaa olla ajankohtainen ja elinkaarikustannusten myötä optimoitu. Vaihteen lopulta lähestyessä elinkaarensa loppua se lähtee romutukseen tai vaihtoehtoisesti elinkaaren jatkuessa se kunnostetaan ja asennetaan vähäliikennöidymmälle radalle. Vaihteen vaihtoa suunniteltaessa radantarkastusvaunun tuloksia vertailemalla pystytään päättämään tukikerroksen ja alusrakenteen kunto ja optimoimaan myös sen vaihdon tarve.

Vaihteen valmistuksessa käytetään sen tyyppimallia, joka ensi suunnitelmista lähtien rikastuu rakennetuksi, yksilöidyksi omaisuudeksi. Sitä ylläpidetään reaaliaikaisesti, myös kunnossapidossa, ja se seuraa vaihdetta koko vaihteen elinkaaren ajan. Mallia hyödynnetään laadunvarmistuksessa läpi kokoonpano- ja asennusprosessin. Samalla malli täydentyy jokaisessa suunnitteluvaiheessa, eikä työtä tarvitse aloittaa missään vaiheessa alusta. Tieto on koko ajan kaikkien eri projektien käytettävissä ja siitä on olemassa vain yksi versio, joka löytyy vaihdetunnuksen avulla.



Tuija Myllymäki
Väylä

OmaisuuDENhallinta

Edellä mainittu tarina on lyhyt, osittain puutteellinen esimerkkikuvaus omaisuudenhallinnan tiedon tarpeesta ja sen muodostumisprosessista. ”Infraomaisuuden hallinta on systemaattinen prosessi, jolla tarkoitetaan niitä toimia, jolla organisaatio huolehtii optimaalisesti ja kestävästi omistamastaan infrastruktuurista koko sen elinkaaren ajan ottaen huomioon organisaation pitkäaikaiset tavoitteet. Omaisuudenhallinta edellyttää tarkkaa tietoa omaisuudesta, ja siinä keskeisessä asemassa on tiedonhallinta.” (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 12/2017)

Inframallin hyödyntäminen omaisuudenhallinnassa

Väylällä on käytössä rataverkon hallintajärjestelmä (RAID-e), jonka mukana uudistettiin ratainfra hallinnan keskeiset tietovarastot, tietojärjestelmät sekä digitalisoitiin keskeiset toimintaprosessit. Tätä järjestelmää sekä Velhon suunnitelma- ja toteumatietovarastoa hyödyntämällä saadaan kehitettyä rautatievaihteiden omaisuuden hallintaa eli lyhyesti vaihteiden tiedon hallintaa. Tietomallintaminen parantaa projektin tiedon siirtoa suunnittelusta hallintaan, koska jos tietoa ei ole asianmukaisesti tallennettu on riskinä, että suuri määrä tietoa menetetään projektien päättyessä.

Väylävirasto on luomassa vaihdekirjastoa, johon luodaan jokaisesta käytetystä vaihdetyypistä oma inframalli, ns. tyyppimalli. Tyyppimalli saa oman vaihdetunnuksen suunnitelmien edessä siihen vaihteeseen, jossa varmistuu sen asennuspaikka. Lisäksi mallille annetaan sama OID-tunnus mitä käytetään RATKO:ssa, jotta saadaan tiedot ankkuroitua järjestelmän käytettäväksi.

Tietomallipohjainen vaihteiden suunnittelu, kokoonpano ja rakentaminen tuottavat lähtötiedot omaisuudenhallinnalle. Kyseisen tekniikkalajin määrityksissä luodaan tarvittavat tietosäällöt malliin. Tämä tieto paketoidaan eri käyttöliittymien kautta osapuolille järkevään muotoon toimintaa ohjaavaksi.

Esimerkin omaisia tietosisältöjä elinkaarta ennustettaessa voisivat olla bruttotonnimäärät, kaluston tyyppi, kääntölaitteiden kääntömäärät ja kohdistetut kunnossapitokulut.

Kunnossapidossa tällaisia tietosisältöjä taas voisivat olla mm. bruttotonnimäärät, kääntölaitteiden kääntömäärät ja -voimakäyrät, kunnossapito-ohjelma ohjeineen, kunnossapito-osien tyyppi ja -saatavuus, radantarkastusvaunun tiedot, vaihteen osien tiedot (kiskoprofiili, valmistaja, valmistusvuosi jne.) sekä vaihteen varustelu ja niiden vaikutus kunnossapitoon.

Ratapihojen kehityskuva ja verkollinen rooli

Ratapihat osana liikenne- ja kuljetusjärjestelmää

Ratapihat ovat matka- ja kuljetusketjun solmupisteitä, jotka mahdollistavat vaihdot sekä rautatieliikenteen sisällä että rautatieliikenteen ja muiden liikennemuotojen välillä. Rautatieliikennejärjestelmän sisällä ne mahdollistavat junakokoonpanojen muuttamisen, linjaraiteen vapautumisen odottamisen, veturi- ja vaunukaluston säilytyksen sekä varikko- ja huoltotoiminnot. Liikennöinnin näkökulmasta ratapihat ovat tärkeitä puskureita, jotka mahdollistavat rataverkon tehokkaan käytön sekä häiriötilanteiden ja kuljetusten kuormitusvaihtelun hallinnan.

Henkilöliikenteessä ratapihat ja rautatieasemat toimivat eri yhteysväleillä liikennöivien junien vaihtoasemina sekä solmupisteinä rautatieliikenteen, muun joukkoliikenteen, henkilöautoliikenteen, pyöräilyn ja jalankulun välillä. Tavaraliikenteessä ratapihat mahdollistavat eri yhteysväleillä liikennöivien junien vaunujen järjestelyn, jonka lisäksi satamien ratapihat, raakapuun kuormauspaikat ja muut rautatieterminaalit toimivat solmupisteinä rautatie-, meri- ja tiekuljetusten välillä.

Rautatieliikennejärjestelmän sisällä yhteysvälejä ja niihin liittyviä ratapihoja tulee käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Yhteysvälin (matkustajaliikenne- tai kuljetusreitit) mahdollistaman palvelutason hyödyntäminen edellyttää, että myös sen alku- ja päätepisteinä olevien sekä mahdollisten välipysähdyksiin tai -käsittelyihin tarvittavien ratapihojen palvelutaso on riittävä.



*Martta Viljanen
Sweco*



*Kristiina Hallikas
Väylä*

Ratapihojen käyttötärpeiden kehittyminen

Henkilöliikenteen ratapihoihin vaikuttavat keskeiset toimintaympäristön muutokset ovat matkustajamäärien kasvu, seudullisen lähi- ja taajajunaliikenteen mahdollinen lisääntyminen sekä monitoimijaympäristön laajeneminen. Nämä kaikki vaikuttavat ensisijaisesti Etelä- ja Länsi-Suomen matkustajamäärältään suurilla yhteysväleillä ja niiden päätepisteinä olevilla ratapihoilla.

Tavaraliikenteen ratapihojen käyttötarve on muuttumassa vaunujen järjestelystä entistä enemmän liikenteenhoitoon liittyviin toimintoihin (junien tulo ja lähtö, linjaraiteen vapautumisen odotus ja lyhytaikainen seisonta) sekä vaunukaluston säilytykseen. Tämän seurauksena ratapihoilla tarvitaan entistä vähemmän lyhyitä lajittelu- raiteita. Samaan aikaan kuitenkin tarvitaan entistä enemmän pitkiä raiteita, koska junapituuksia pyritään kasvattamaan. Tämä muutostarve näkyy erityisesti suurimmilla ratapihoilla, joiden geometria on suunniteltu vaunuryhmien lajittelua varten. Vaikka vaunujen järjestely ratapihoilla vähenee, raidekapasiteettitarve kokonaisuutena ei vähene, tai se voi jopa kasvaa. Tyhjien vaunujen säilytys ei aseta ratapihoille yhtä suuria teknisiä vaatimuksia kuin vaunujen järjestely, mikä tulee huomioida sel- laisilla ratapihoilla, joiden käyttö on suurelta osin vaunujen säilytystä.

Transitoliikenteessä on tällä hetkellä kasvupotentiaalia, mikä lisää kapasiteettitarvetta erityisesti tärkeimmillä transitoreiteillä Vainikkalasta Kotkaan ja Haminaan sekä Vartiuksesta Kokkolaan.

Jatkuu sivulta 86

Kokoonpanossa ja laadunvarmistuksessa taas tärkeimpänä ovat jokaisen komponentin ja laitteen mittatarkat tiedot.

Inframalli voikin parhaimmillaan toimia tärkeänä pohjana ja apuna, kun tulevaisuudessa siirrytään enemmän vaihteiden yksilöityyn kunnossapitoon, simuloitaessa erilaisten kalustojen kulkuominaisuuksia ja suunniteltaessa uusia ratkaisuja. Täytyy kuitenkin muistaa, että yksistään tiedolla ei ole sinänsä mitään arvoa, niin kauan kuin sille ei ole sopivaa käyttöliittymää.

Nykytilasta tavoitetilään

Väylällä on infraomaisuuden haltijana velvollisuus pysyä ajan hermoilla, katsoa pitkälle tulevaisuuteen ja tehdä parannuksia sopivan kokoisina palasina. Tällä hetkellä luodaan määrityksiä ja kuvataan tavoitteita tulevaisuuden toimintaan. Tämän jälkeen se tarkoittaa ruohonjuuritasolla piirustusten ja ohjeiden tarkistamista, järjestelmien tietosisältöjen tarkistamista, rajapintojen muodostamista, Inframallien määrittelyä ja luomista sekä prosessien käyttöönottoa ja henkilöstön kouluttamista.

Ratapihojen keskeiset peruskorjaus- ja kehittämistarpeet

Useiden tavaraliikenteen ratapihojen raiteisto on tulossa elinkaarensa päähän ja ratapihoilla tarvitaan huomattavia peruskorjausinvestointeja. Useilla ratapihoilla, joiden kunto on huono, on puutteita myös raiteistomallissa ja turvalaitevarustelussa. Raiteistot on aikanaan suunniteltu pienten vaunuryhmien käsitteelyyn, eivätkä ne palvele parhaalla mahdollisella tavalla nykyistä tarvetta liikennöidä entistä pidempiä junia. Vaihteet ovat useilla ratapihoilla keskittämättömiä ja turvalaitevarustelussa on muita puutteita tai se puuttuu kokonaan. Yksintyöskentelyn yleistymisen lisää tulevaisuudessa tarvetta ratapihojen automaatiolle.

Henkilöliikenteen ratapihojen merkittävimmät peruskorjaus- ja kehittämistarpeet liittyvät mataliin ja heikkokuntoisiin matkustajalaitureihin sekä vaarallisiin laituripolkuihin.

Useilla ratapihoilla on tarvetta samanaikaisesti sekä peruskorjaus- että kehittämistoimenpiteille. Useimmissa tapauksissa nämä toimenpiteet kannattaa toteuttaa yhtenä kokonaisuutena. Tällöin kokonaiskustannukset ovat alhaisemmat ja myös työnäikaiset haitat liikenteelle jäävät pienemmiksi.

Ratapihoihin kohdistuvat maankäytön kehittämishankkeet

Ratapihoja koskevat maankäytön kehittämistavoitteet voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään: hankkeisiin, joissa kaupungit pyrkivät sijoittamaan ratapiha-alueelle uutta maankäyttöä ja siten supistamaan ratapiha-aluetta, sekä asemanseutujen kehittämishankkeisiin. Joissain tapauksissa nämä tavoitteet ovat päällekkäisiä.

Kun suurin osa Suomen tavararatapihoista rakennettiin 1900-luvun alkupuolella, sijaitsivat ne tavallisesti kaupunkien laita-alueilla. Kaupunkien kasvu on kuitenkin johtanut siihen, että nykyisin useat tavararatapihat sijaitsevat kaupunkirakenteen

sisällä ja keskustojen läheisyydessä. Kaupunkien kasvaessa ratapiha-alueista on tullut houkuttelevia maankäytön kehityskoh-teita, koska laajoina ja tasaisina alueina ne soveltuvat asuin- ja toimitilarakentamiseen hyvin ja infrastruktuurin kehittämiskus-tannukset ovat alhaiset.

Asemanseutujen kehittämishankkeissa tavoitteena on kehit-tää asemista ja niiden lähiympäristöistä nykyistä enemmän asu-misen, kaupan ja liike-elämän keskuksia sekä liittää ne nykyistä kiinteämmin osaksi kaupunkirakennetta ja muuta joukkoliiken-nejärjestelmää. Samalla tavoitteena on parantaa aseman pal-velutasoa matkaketjun solmupisteenä ja siten edistää joukkolii-kenteen käyttöä. Merkittäviä asemanseutujen kehittämishank-keita on käynnissä useita eri puolella Suomea ja osa kaupunkien asema-alueiden omistuksista on siirtynyt vuoden 2019 alussa Senaatin asema-alueet Oy:lle.

Maankäytön kehittämishankkeilla voi kokonaisuutena olla sekä positiivisia että haitallisia vaikutuksia rautatieliikenteelle. Asemanseutujen kehittämishankkeilla on todennäköisesti posi-tiivinen vaikutus asemakeskusten palvelutasoon ja sitä kautta ne lisäävät rautatieliikenteen houkuttelevuutta matkustusmuotona. Tavararatapihojen toimintojen siirtämisellä tai raiteistojen supis-tamisella voi sen sijaan olla (suurten investointikustannusten lisäksi) liikennöintikustannuksia kasvattava ja toiminnallisuutta heikentävä vaikutus. Yleinen sekä asemanseutujen että tavana-ratapihojen maankäytön kehittämiseen liittyvä riski on, ettei tule-vaaisuudessa mahdollisesti tarvittaville raidekapasiteetin laajen-nuksille jää enää riittävästi tilaa.

Väylävirasto osallistuu ratapihojen ja asemanseutujen maan-käytön kehittämishankkeisiin useissa eri rooleissa. Sen tehtäviä ovat mm.:

- valtakunnallisen rataverkon toimivuuden varmistaminen pitkällä aikajänteellä
- valtakunnallisen liikennejärjestelmän solmukohtien kehittäminen
- osallistuminen liikenteen ja maankäytön yhteensovittamiseen kaikilla maankäytön suunnittelun tasoilla.

Vaikka Väylävirasto on merkittävä maanomistaja ratapihoilla ja asemanseuduilla, ei se tavallisesti ole hankkeissa alullepanijan roolissa. Väyläviraston tehtävänä on toimia viranomaisena ja asi-antuntijana, joka varmistaa, että hankkeiden tavoitteet ja suunni-telmaratkaisut sovitetaan yhteen sekä henkilö- että tavaraliiken-teen toimivuuden edellyttämien reunaehtojen kanssa.

Väylän selvitys Ratapihojen kehityskuva ja verkollinen rooli on tehty vuonna 2019 ja raportti löytyy kokonaisuudessaan Väyläviraston julkaisuna 32/2019. Selvityksessä konsultteina toimivat Ramboll Finland Oy (Tuomo Lapp, Aki Mankki) ja NRC Finland Oy (Martta Viljanen). Lisätietoja: Kristiina Hallikas, Väylä

Asemanseutujen ja rataverkon maanomistus kehittyvän maankäytön mukana

Vanhastaan rautatieasemat ympäristöineen ovat olleet keskeisiä matkustaja- ja rahtilogistiikan synapseja, joiden ympärillä on ollut varastoalueiden lisäksi myös rautatieliikenteen huoltotoimintojen vaatimat tilat ja alueet. Toimintojen muuttuessa ja osittain muuttaessa syrjemmälle nämä alueet siirtyvät tehokkaamman maankäytön piiriin. Tämä vääjäämätön kehitys luo merkittäviä taloudellisia mahdollisuuksia, samalla on kuitenkin huolehdittava liikenneinfrastruktuurin toimintaedellytyksistä.

*Antti Castrén
Väylä*

kiinteistölaitos, josta nykyinen Senaatti-kiinteistöt muodostettiin. Viime vuosina hallinnansiirtoja Senaatille on toteutettu lähes vuosittain.

Vuoden 2019 keväällä valtio perusti Senaatin Asema-alueet osakeyhtiön, joka osti VR-Yhtymältä lukuisia vielä Yhtymän omistuksessa olleita asemanseutujen kohteita. Kun näihin liitetään Väylävirastolta siirtyneitä ja vielä siirrettävissä olevia maa-alueita, niin saavutetaan valtion kokonaisedun kannalta hyvä tilanne, jossa kiinteistökehityspotentiaalia omaava kiinteä omaisuus on näissä kohteissa keskitetty yhdelle kehitystä päätehtävänänsä tekeväälle organisaatiolle, joka voi valtion puolesta käydä neuvottelut yhdessä kaupunkien ja kuntien kanssa.

Taustaa

Rautatie ja rautatieasemat on aikoinaan rakennettu kaupunkien silloisille laidoille, joissa alavien maasto-olosuhteiden lisäksi on ollut enemmän tai vähemmän vapaata rakennusmaata. Kaupunkien alueellinen kasvu ja asemien asiakasvirtojen houkuttelevuus ovat lähes kaikissa Suomen rautatiekaupungeissa johtaneet tilanteeseen, jossa ydinkeskusta on muotoutunut aseman ympärille tai välittömään läheisyyteen. Useimmissa isoissa kaupungeissa tämän kehityksen myötä radanpidon ja kalustohuollon toimintoja sekä ratapihoja on vähitellen siirretty yhä kauemmas itse asemasta.

Esimerkiksi Helsingissä konepaja sijaitsi aluksi nykyisen Elielinaukion kohdalla ja laaja ratapiha-alue ulottui aseman länsipuolelta aina Finlandia-talon paikoille saakka. Konepajatoiminnot siirtyivät jo vuosikymmeniä sitten Pasilan-Vallilan alueelle ja tavara-asema sekä huoltotoiminnot Ilmalaan 1970-luvulta alkaen. Viimeisimpänä Pasilan alaratapiha on supistunut lähes olemattomiin.

Maanomistus

Asema-alueet lunastettiin, ostettiin tai vaihdettiin muiden rautatiealueiden tapaan käypään hintaan rautatiekäyttöön valtiolle omistusoikeudella. Valtion puolesta alueita hallinnoi aikoinaan Rautatiehallitus.

Valtionrautateiden yhtiöittämisessä vuonna 1995 rakennukset tonttialueineen siirrettiin pääsääntöisesti perustetulle VR-Yhtymälle ja ratapihat raiteineen ja liepeineen jäivät valtiolle Ratahallintokeskuksen, myöhemmän Liikenneviraston, nykyisen Väyläviraston hallintaan.

Väylävirasto rautatiealueita hallinnoivana viranomaisena ja radanpitäjänä keskittyy ydintoimintaansa, eikä harjoita kiinteistökehitystä valtion maaomaisuudella. Toisaalta Väylän pitää luopua sellaisesta valtion kiinteistöomaisuudesta, jota sen tehtävien hoitaminen ei enää vaadi. Kiinteistökauppojen osalta Väylä toimii valtion puolesta myyjänä vain poikkeustapauksissa, vakio-prosessissa väylänpitoon tarpeettomaksi katsotun alueen hallinta siirretään valtion sisällä hallinnansiirtona Senaatti-kiinteistöille tai Metsähallitukselle, joiden päätehtäviin valtion kiinteistöomaisuuden hoito ja mahdollinen myynti kuuluvat.

Hallinnansiirrot aloitettiin jo Rautatiehallituksen aikana. Vastuunottavana oli tuolloin Rakennushallitus, sittemmin Valtion

Maankäytön suunnittelu

Maankäytön suunnittelussa, maanomistusjärjestelyissä ja kiinteistökehityshankkeiden yhteydessä Väylä lakisääteisen tehtävänsä mukaisesti sovittaa yhteen liikennettä ja maankäyttöä. Käytännössä tämä merkitsee radanpidon ja rautatieliikenteen edellytysten ja aluetarpeiden turvaamista niin nykyhetken kuin nähtävissä olevan tulevaisuudenkin osalta.

Aseman ympäristöön tulee myös kaavoittaa riittävät ja toimivat tilat muun muassa erityyppisten ajoneuvojen liityntäpysäköinneille ja matkustajapalveluille sekä turvata erityisesti sujuvat jalankulku- ja pyöräily-yhteydet yli- ja alikulkuineen. Nämä seikat ovat yleensä myös monen muun osallisen intresseissä.

Kehittämispotentiaali ja -haasteet

Asemanseudut ovat muutamien harvinaiseksi käyneiden teollisuuskortteleiden ohella ainoita merkittäviä pinta-alaltaan suuria potentiaalisia niin kutsuttuja brownfield-kiinteistökehityskohteita kaupunkien keskustoissa. Toisaalta raiteistolla on merkittävä estevaikutus kaupunkirakenteen sisällä.

Joissain tapauksissa rautatiealueen arvo muussa rakentamiskäytössä katsotaan niin suureksi, että on kannattavaa siirtää toiminnot ja raiteisto pois tieltä kuten Töölön tapauksessa. Rakentamista on myös osoitettu eräissä kohteissa käytössä olevien raiteiden ylä- tai alapuolelle, mikä haastavasta rakentamisprojektista huolimatta saattaa olla kannattavaa, kun kallista radansiirto-operaatiota ei tarvita ja estevaikutus pienenee merkittävästi.

Aivan keskeisenä haasteena yhteensovittamisessa on kehittyvän maankäytön tieltä mahdollisesti siirrettävän ratainfrastruktuurin uudelleenrakentamiskustannukset. On löydettävä rahoitusmekanismi, jolla valtion maaomaisuuden kehittämisen myötä saatavasta tuotosta voidaan oikea-aikaisesti osoittaa varat siirtokulujen kattamiseen.

Toinen asemanseutuihin liittyvä haaste on löytää ja varata alueita rautateiden tehokkaan ja toimivan monitoimijaympäristön käyttöön. Nykyään rautatiealueiksi kaavoitetuista ja osittain vielä rautatiekäytössä olevista alueista ei kannata luopua, ellei ole selvitetty tulevia aluetarpeita ja niiden vaihtoehtoisia sijoit-

tuspaikkoja. Haastetta kasvattaa se, että eri toimijoiden roolit varikkokysymyksissä ovat vielä selkiytymättömät.

Lopuksi

Kehittyvät asemanseudut toimivat taloudellisesti kannattavina moottoreina kestäväälle kaupunkirakenteelle samalla paran-

taen joukkoliikenteen saavutettavuutta sekä kulkutapaosuutta. Menestyksenkäs tulos syntyy, kun matkustajien, liikenteenharjoittamisen ja radanpidon tarpeet ja kehittämismahdollisuudet huomioidaan suunnittelussa alusta alkaen tasavertaisina asunto- ja liiketilarakentamisen kanssa.

TOIMINNALLISEN TURVALLISUUDEN KOULUTUS JÄLLEEN TOUKOKUUSSA 2020

Viidestoista Suomessa järjestettävä toiminnallisen turvallisuuden henkilösertifiointiin tähtäävä Functional Safety Certification Course antaa valmiudet ymmärtää ja toimia toiminnallisen turvallisuuden standardien vaatimusten mukaisesti monimutkaistuvassa turvakriittisessä ympäristössä. Tapahtumatalo BANK 4.-8.5.2020.

Luennoitsijana toimii Dr. Michel Houtermans (RISKNOWLOGY), jolla on pitkä kokemus sekä turvallisuuteen liittyvien järjestelmien kehittäjänä ja konsulttina sekä kansainvälisenä luennoijana.

Kurssin ja viimeisenä päivänä järjestettävän tentin kieli on englanti. Tentin läpäissemiä on mahdollista anoa henkilökohtaista sertifiointia. Sertifioijana toimii TÜV SÜD.

Ilmoittaudu: Safety Advisor Oy – www.safetyadvisor.fi / Training – 044 530 1230 – matti.katajala@safetyadvisor.fi



Rautatiejärjestelmän ohjauksen ja toiminnallisen turvallisuuden ammattilainen



TOIJALAN KONE JA KULJETUS KY

Mustanhevosentie 3
37800 TOIJALA

Puh. (03) 542 2039, fax. (03) 542 2050

PITKÄ SULATUSVAIKUTUS

HELPOTTAA TYÖTÄ!

Käyttölupa kaikille aineille.

Säkki- ja sankolavoina.

Jään sulatukseen siis:

- Cryotech NAAC, *bio*
- Eco-Melter, *bio*
- TR JÄÄPOIS CC.

Heti varastosta. Tilaukset:

trways@tietapio.fi, p. 040 505 4592.



TRWays

TALVIHOIDON ASIAANTUNTIJA

Samanaikaisen rata-, katu- ja tiesuunnitelman sekä asemakaavaprosessin yhteensovittaminen, case Oritkarin kolmioraide, Oulu

Esipuhe

Raideliikenteeseen panostaminen tarkoittaa yhä useammassa kunnassa myös taajama-alueelle tehtävää sellaista maankäytön suunnittelua, jossa esimerkiksi tasoristeyksen poistaminen vaikuttaa merkittävästi muuhunkin liikenneverkkoon ja kiinteistöihin.

Ratalain pykälän 25 b mukaan rautatien rakentamisesta aiheutuvat muutokset voidaan osoittaa rautatien rakentamista koskevassa suunnitelmassa. Vastaavasti lain maanteistä ja liikennejärjestelmistä pykälän 32a mukaan maantien rakentamisesta aiheutuvat muutokset rautatiehen voidaan osoittaa maantien rakentamista koskevassa suunnitelmassa. Edellä mainituilla pykälillä on tarkoitus yksinkertaistaa hallinnollista suunnittelua, vuorovaikutusta sekä hyväksyntää suunnitelmissa, missä toimenpiteitä esitetään sekä maantielle että rautatielle.

Rata- ja tiesuunnitelmiin liittyy usein myös voimassa olevien kaavojen muutos ja uusien kaavojen laatiminen. Ratasuunnitelmaa ei voida hyväksyä ennen kuin tarvittavat kaavamuutokset on hyväksytty. Suunnitteluun voi liittyä samanaikaisesti myös tarvittavien katusuunnitelmien laadinta. Projektin hallinnan kannalta on haasteellista aikatauluttaa ja sovittaa yhteen eri asiat.

Oritkarin kolmioraide -projekti

Suunnittelukohde sijaitsee Oulun Limingantullin ja Äimäraution kaupunginosissa. Hankkeen tavoitteena on mahdollistaa sujuva ja taloudellinen liikennöinti Oulun ratapihoilta satamaan sekä yhdistettyjen kuljetuksien että Nuottasaaren raiteistoille rakentamalla uusi n. 600 m kolmioraide Oulu Nokelasta nykyiselle sataraitteelle 201. Raiteen rakentaminen edellyttää asemakaavamuutosta ja asemakaavan laadintaa alueelle, jossa aiemmin ei ole ollut asemakaavaa. Asemakaavamuutosprosessin yhteydessä on mahdollista kehittää alueen maankäyttöä ja liikenneverkkoa sekä minimoida hankkeesta aiheutuvia haitallisia vaikutuksia. Tavoitteena on myös rata- ja tieturvallisuuden parantaminen esimerkiksi osoittamalla VAK-kalustolle nykyistä turvallisempi sijainti ja uusi ajoyhteys raiteen 201 eteläpuolelle ilman tasoristeystä.

Ratasuunnittelu käynnistettiin kesäkuussa 2018 ja se valmistui marraskuussa 2019. Samanaikaisesti ratasuunnitelman laatimisen kanssa käynnistettiin suunnittelualueen asemakaavan muutosprosessi, jossa mm. osa Limingantiestä muutetaan kaduksi. Kolmioraitteen toteuttaminen edellyttää Limingantien tasauksen nostamista sekä Latokartanon ylikulkusillan uusia. Suunnittelutyön yhteydessä päädyttiin parantamaan muutosalueella Limingantien välityskykyä sekä laajentamaan pyöräilyn laatukäytävää.



Pekka Saarinen
AFRY

Suunnitelmien tarkkuustasot ja ulkoasu

Useimmiten ennen hankkeen toteutuspäätöstä ja rakentamissuunnitelman käynnistämistä laaditaan katu-, rata- tai tiesuunnitelmat. Näissä suunnitelmissa yhteistä on se, että niissä osoitetaan väylä ja sen rakenteet niin yksityiskohtaisesti, että maanomistajat ja muut asianomaiset voivat luotettavasti saada selvyyden väylän sijainnista, sen vaikutuksista ympäristöön ja liikenneolosuhteisiin. Kullakin tilaajaosapuolella on omat tekniikka-ala-kohtaiset suunnitteluohjeensa, jossa määritellään suunnitelmien tarkkuustaso. Ratasuunnitelmat on perinteisesti laadittu Radan suunnitteluohjeen

B20 ja viime vuosina luonnoksena olevan Ratasuunnitelman toimintaohjeen (2017) mukaisesti ja Väylävirastolle tehtävä tiesuunnitelma laaditaan entisen Tiehallinnon ohjeiden (2009) mukaisesti. Ratasuunnitelman on mainittu vuoden 2016 lakimuutoksen tuomia maantieasioita, mutta käytännön yksityiskohdat eivät vielä ole hioutuneet alan yleiseksi toimintatavaksi vaan ne on sovittava projektikohtaisesti.

Oritkarin kolmioraide -projektissa laadittiin samanaikaisesti myös katusuunnitelmia osana asemakaavamuutosprosessia, joten eräs sovittava asia oli suunnitelmien tarkkuustaso. Katusuunnitelmien esitystapa ja tarkkuustaso vaihtelevat kunnittain. Joillakin kaupungeilla katusuunnitelmien tarkkuustaso on lähellä radan rakentamissuunnitelmaa. Tarjouspyynnöissä tulisi määritellä kuuluuko katusuunnitelma suunnitelmakokonaisuuteen, kuka tarvittavat katusuunnitelmat laatii ja mikä on katusuunnitelmien tarkkuustaso.

Huomioon otettavia teknisiä asioita on erityisesti taajamaympäristöön tehtävässä uuden ratayhteyden suunnittelussa:

- o Ratageometrian suunnittelu ympäröivä maankäyttö huomioiden. Radan suuntaus muuttuu hitaasti niin vaaka- kuin pystysuunnassa.
- o Läheisille kiinteistöille aiheutuva tärinä ja melu
- o Työnaikaiset järjestelyt ja alueiden riittävyys työnaikaisille järjestelyille.
- o Johtosiirtojen runsas määrä
- o Ratarakenteen kuivatus ja liittäminen hulevesiverkostoon
- o Pilaantuneet maat
- o Turvallisuus: jalankulku- ja polkupyöräyhteydet sekä rata-alueen aitaus
- o Maadoitus ja hajavirtojen hallinta
- o Katumiljö
- o Kunnossapidon huomioon ottaminen

Suunnitteluhankkeen toteutus

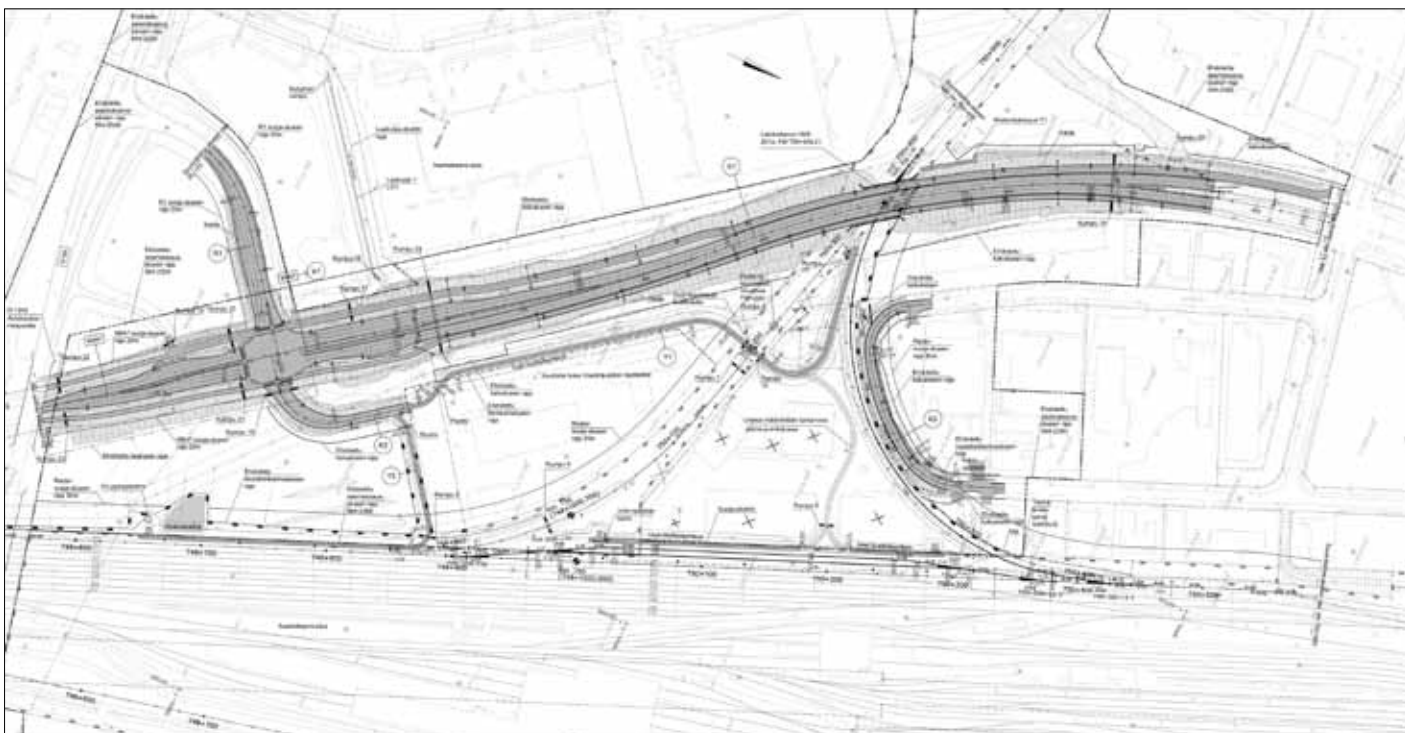
Oritkarin kolmioraitteen suunnittelun lähtökohtana oli laatia sellaiset suunnitelmat, joilla kolmioraide voidaan toteuttaa rakennettuun ympäristöön. Suunnitelmat laadittiin kokonaisuudessaan Pöyryllä ja täysin mallipohjaisesti, mikä auttoi mm. vaihtoehtotarkastelujen päätöksenteossa ja vuorovaikutuksessa muiden hankkeeseen liittyvien tahojen kanssa. Työn aikana käydyn tiiviin vuorovaikutuksen perusteella suunnittelua laajennettiin siten, että Limingantien ja Poikkimaantien rampin kapasiteettia lisättiin sekä pyöräilyn laatuikäntävää laajennettiin. Pelkän kolmioraitteen sijasta päädyttiin hankkeessa suunnittelemaan kokonaisvaltaisesti Limingantullin ja Äimäraution kaupunginosien infrastruktuuria vastaamaan tulevaisuuden tarpeita. Asemakaavan muutoksella ja uuden asemakaavan laadinnalla mahdollistetaan uuden kolmioraitteen rakentaminen sekä samalla myös ympäröivän maankäytön kehittäminen.

Projekti onnistui hienosti, vaikka alkuperäiseen aikatauluun tuli viivästystä ja hankkeen sisältö laajeni kaavaprosessin yhteensovituksen takia. Hankkeesta ei oltu tehty yleissuunnitelmaa, minkä takia ratasuunnitelman yhteydessä tarkasteltiin eri rakennus- ja liikenneteknisiä vaihtoehtoratkaisuja. Esimerkiksi siltavaihtoehdot suunniteltiin ja esiteltiin mallipohjaisesti huomioiden työnaikaiset alustavat liikennejärjestelyt. Yleissuunnitelman laatiminen ennen ratasuunnitelmaa olisi varmasti helpottanut ratasuunnitelman laatimista, muttei se ollut tässä tapauksessa välttämätöntä.

Suunnitelmien hyväksyntä

Rata-, tie- ja katusuunnitelmaa ei voi hyväksyä vastoin hyväksyttyä tarkinta kaavaa. Tässä hankkeessa, kun kaavaprosessi on vireillä samaan aikaan, on ajateltava nykytilanteen sijaan tulevaa ja se voi johtaa erikoiselta tuntuviin päätelmiin esimerkiksi hyväksynnän osalta. Esimerkiksi Latokartanon YKS on nykyisin maatiesilta, mutta kolmioraitteen toteuttamisen aikaan se on katusilta, sillä hyväksyttävässä asemakaavassa radan ylittävä kohta Limingantiestä on kaupungin katu. Ratasuunnitelmassa hyväksytään siis vain järjestelyiden periaatteet, ei varsinaista siltää. Suunnitelmassa esitetään, että katusuunnitelma mahdollistaa sillan uusimisen sekä kolmioraitteen rakentamisen. Maantie muutetaan sillan kohdalla kaduksi aikanaan kadunpitöpäätöksellä ja sillasta laaditaan Väylän ja Oulun kaupungin välillä siltasopimus.

Lisämausteen Oritkarin kolmioraitteen ratasuunnitelman hyväksyttämiseen toi tilaajaorganisaation muuttuminen kesken hankkeen Väylävirastoksi ja ratasuunnitelman hyväksyjäorganisaation muuttuminen Traficomiksi.



Kaavaprosessien yhteensovittaminen kansainvälisessä ratahankkeessa

Suunnitteilla oleva Suomen ja Viron välinen rautatietunneli yhdistäisi Suomen rautatiet Baltiaan ja edelleen Euroopan rautateihin. Hanke tukisi Helsinki-Tallinna kaksoiskaupungin kehittämistä ja vahvistaisi sen kilpailukykyä. Lisäksi globaalien ilmastonmuutoksen hillintä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennystarpeet ovat korostaneet raiteliikenteen merkitystä myös kansainvälisessä liikenteessä. Hanketta on suunniteltu viime vuosina kahdessa projektissa (Finest Link ja Finest Bay Area). Jälkimmäisessä käynnissä on lisäksi ympäristövaikutusten arviointimenettely.

Ratahankkeen suunnittelu kytkeytyy molemmissa maissa tiiviisti alueidenkäytön suunnitteluun. Suomen ja Viron alueidenkäytön suunnittelujärjestelmät ovat pääpiirteiltään samankaltaiset: kansalliset ja maakunnalliset suunnitelmat ohjaavat kuntatason yksityiskohtaisempaa suunnittelua.

Suomessa hankkeen perustana ovat rautatieyhteyksien kehittämistarpeiden lisäksi valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset oikeusvaikutteiset kaavat eri suunnittelutasoilla. Jos varausta yhteydelle ei voimassa olevissa kaavoissa ole, aikaväli ratasuunnitteluun ja hankkeen toteutukseen voi olla pitkä. Esimerkiksi ratalain mukaisen yleissuunnitelman laatiminen voi perustua maakuntakaavan ohjeelliseen tai vaihtoehtoiseen ratalinjaukseen.

Suomen aluerakenteen ja liikennejärjestelmän kehityksuvassa (ALLI 2050) Helsinki-Tallinna rautatietunneli nähdään mahdollisuutena edistää kaksoiskaupunkikehitystä. Uudenmaan maakuntakaava on ehdotusvaiheessa ja maakuntakaava on tarkoitus viimeistellä hyväksyttäväksi keväällä 2020. Helsingin seu-



Arto Ruotsalainen
AFRY

dun vaihemaakuntakaavan kaavakartalla Tallinnatunneli on esitetty Liikennetunnelin ohjeellinen linjaus -merkinnällä mereltä Helsingin keskustan ja Pasilan kautta lentoasemalle (Finest Link -mukainen linjaus). Finest Bay Area -projektissa linjauksesta on Helsingin linjausvaihtoehdon lisäksi esitetty kaksi Espoon kautta kulkevaa vaihtoehtoa. Molemmat näistä vaihtoehtoista kulkevat lentoasemien välillä Espoon Keilaniemen ja tunnelia varten rakennettavan keinosaaressa.

Viron kansallisen tason alueidenkäyttösuunnitelmassa (Estonia 2030+), merialueiden suunnitelmassa (Maritime Spatial Plan) ja Harjun maakuntakaavassa Helsingin tunneliyhteys on mukana.

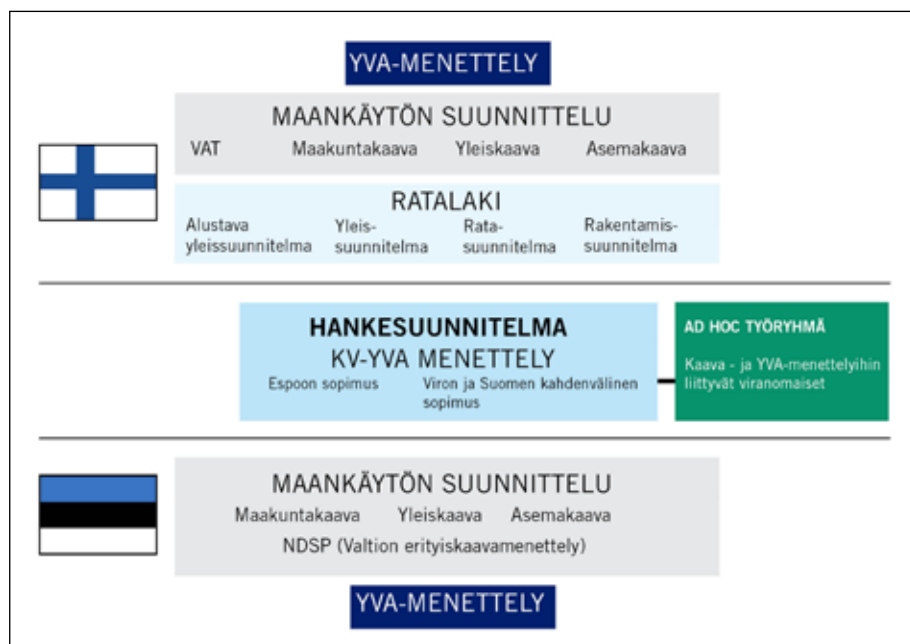
Virossa hankkeen vaatimat kaavoitusmenettelyt viedään kuitenkin läpi ”riigi eriplaneering”-erityskaavamenettelyn kautta, joka sisältää myös suunnitelmia koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn.

Nykytilanteessa kaavoitus määrittää ratasuunnittelun tahtia. Lisäksi hankkeen ympäristövaikutusten arviointi ja luvitusprosessit on kytkettävä suunnitteluprosessiin. Tämä edellyttää toimivaa yhteistyötä sekä hankkeen investoijien, suunnittelijoiden ja valtioiden että maakuntien ja kuntien viranomaisten kanssa. Vuorovaikutuksen tulisi olla tavoitteellista, jotta luotaisiin valmiudet myös mahdollisten yksityisrahoitusinvestointien toteuttamiseen.

Suomen ja Viron yhteinen ympäristövaikutusten arviointikomissio päätti elokuussa 2018 perustaa Finest Bay Area -tunnelihanketta koskien oman työryhmän, nk. Ad hoc -työryhmän, tietojen vaihtamista varten. Tunnelihankkeesta vastaava on tehnyt Suomen ja Viron YVA-, lupa- ja kaavoitusmenettelyjen yhteensovittamisesta esityksen menettelyjen sujuvoittamiseksi. Tämä

on osoittautunut haastavaksi johtuen maiden välisten menettelyjen merkittävästä eroavaisuudesta. Virossa erityiskaavamenettely on valtiovetoinen ja menettelyyn tarvitaan maan hallituksen päätös. Virossa ei ole myöskään ratasuunnittelua ohjaavaa Suomen ratalakia vastaavaa lainsäädäntöä.

Projektivedosta riippumatta (julkis- tai yksityisrahoitteinen) julkisen sektorin toimijoiden sitoutuminen, tuki, valvonta, seuranta ja hyväksyminen ovat ehdottomasti edellytykset hankkeiden eteenpäin viemiseksi suunnittelun eri tasoilla ja sektoreilla. Finest Bay Area -hankkeeseen on tuotu teknisen ja ympäristöasiantuntijuuden lisäksi lainsäädännöllistä osaamista molemmista maista. Vuoropuhelu hankevastaavan ja viranomaisen kanssa kehittyi hankkeen edetessä ja yhteensovittamisen menettelytavat ovat rakentumassa.



Saavutettavuuden arvo - liikennehankkeiden dynaamiset vaikutukset kiinteistömarkkinaan

Suomessa käydään aktiivista keskustelua liikennehankkeiden taloudellisista vaikutuksista eri näkökulmista. Erityisesti suurilla kaupunkiseuduilla keskeinen näkökulma on liikennejärjestelmän yhteys kiinteistömarkkinoihin sekä maankäyttöön ja yhdyskuntarakenteeseen. Uudet liikennehankkeiden rahoitusmallit, valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnittelu ja tietoon perustuva kaupunkikehittäminen edellyttävät vaikutusarvioinnin ja sen menetelmien kehittämistä.

Tausta

Syksyllä 2019 valmistuneessa tutkimuksessa päästiin vertaamaan saavutettavuuden muutoksia asuntojen arvonmuutoksiin ja toimistojen vuokrien muutoksiin. Tutkimuksen rahoittivat Rakennustollisuus RT, liikenne- ja viestintäministeriö, Väylävirasto, HSL, Kuntaliitto, Elinkeinoelämän keskusliitto, Suomen Yrittäjät, RAKLI ja Rakennusliitto ja sen toteuttavat yhteistyössä FLOU Oy, Kaupunkitutkimus TA Oy ja Aalto-yliopisto. Työ sai rahoitusta TT-säätiöltä.

Tutkimus on laajuudessaan ensimmäinen laatuun Suomessa. Se kohdistui pääkaupunkiseudun asunto- ja toimistotilamarkkinoihin ja liikenne- ja maankäyttöjärjestelmään, sillä muualta Suomesta ei ole saatavilla kattavia kuvauksia kiinteistömarkkinoiden ja saavutettavuuden muutoksista. Asuntojen hinta- ja ominaisuusaineistona toimivat Kiinteistövälitysalan Keskusliiton tiedot asuntojen myyntihinnoista. Toimistotilojen vuokra- ja ominaisuustiedot saatiin KTI Kiinteistötiedon ylläpitämästä aineistosta. Saavutettavuustieto tuotettiin Helsingin seudun liikenne-ennustemallilla (HELMET).

Teoreettinen viitekehys

Kaksi keskeistä liikenteen ja maankäytön vuorovaikutuksen taustalla olevaa teoriaa ovat saavutettavuuden teoriat ja hedonisten hintojen teoria.

Saavutettavuus on liikenteen ja maankäytön muodostaman järjestelmän ominaisuus, joka kuvaa helppoutta, jolla yksilöt pääsevät haluamiinsa määränpäihin. Saavutettavuus koostuu yksinkertaisimmillaan kahdesta osa-alueesta: paikasta, johon liikkuja haluaa päästä, ja matka-ajasta sinne.

Saavutettavuushyötyjen kohdentuminen eri alueille riippuu kehitettävästä liikemuodosta ja sen ominaisuuksista. Esimerkiksi raidehankkeet tuottavat suuria saavutettavuushyötyjä asemien alueelle, kun taas tiehankkeiden saavutettavuushyödyt ovat pienempiä yksittäiselle alueelle, mutta jakautuvat laajemmalle, sillä tielle liittyminen on mahdollista suuremmalta alueelta kuin radalle.



*Taina Haapamäki
FLOU*



*Touko Väänänen
FLOU*

Saavutettavuusmuutoksiin vaikuttaa myös liikennejärjestelmän alttius ruuhkautumiselle. Uusi tieliikenteen yhteys tai lisäkapasiteetti voi tarjota aluksi mittaviakin aikasäästöjä, mutta ruuhkautumisen seurauksena vaikutus vähenee. Raideliikenteen yhteyksillä käyttäjämäärän lisäys ei yleensä pidennä muiden käyttäjien matka-aikoja.

Logittipohjaisissa liikennemalleissa, kuten HELMET, hyödynnetään saavutettavuuden käsitettä matkojen määränpäiden ennustamisessa. HELMET-kulikutavanvalintamallin avulla on mahdollista arvioida saavutettavuutta siten, että kulkelekin matkalle relevantit kulutavat korostuvat. HELMET on Suomen kehittynein yleisesti käytössä oleva liikennemalli ja sen avulla tuotettiin kuvaus saavutettavuuden muutoksista 2008–2016.

Asunnon sijainnilla ja asuinkiinteistön ja asunnon rakenteellisilla ja laadullisilla ominaisuuksilla on todettu olevan tiivis yhteys asuntojen hinta- ja vuokratason. Sama pätee myös toimitilojen hintoihin ja vuokriin. Hedonisten hintojen teoria tarjoaa viitekehyksen, jonka avulla voidaan analysoida markkinahinnan määräytymistä sellaisten hyödykkeiden tapauksessa, jotka koostuvat lukuisista keskenään erilaisista laadullisista ja määrällisistä ominaisuuksista, kuten asunnot. Asunto on moniulotteinen eri ominaisuuksista koostuva ”yhdistelmähyödyke”, jonka valinnassa huomiota kiinnitetään myös sen ympäristöön, palveluihin ja moniin muihin tekijöihin.

Tutkimustulokset

Saavutettavuudella havaittiin olevan positiivinen yhteys asuntojen hintoihin ja toimistotilojen vuokriin. Yhteyden havaittiin olevan voimakkaampi alueilla, joilla on jo valmiiksi hyvä saavutettavuus. Tuloksia tarkasteltiin eri saavutettavuusmuuttujilla, joiden antamat tulokset olivat linjassa toistensa kanssa. Asuntojen hintoja selitettiin asunnon, lähinaapuruston ja asuinalueen ominaisuuksilla. Parhaassa mallissa saavutettavuuden muutos, joka vastaa noin 20 minuutin vähenemää työmatka-ajassa, havaittiin nostavan asuntojen hintoja 15,5 %.

Toimistojen osalta havaittiin, että saavutettavuuden vaikutus niiden vuokriin on suurempi kuin asuntojen hintoihin. Tutkimuksen perusteella vaikuttaisi siltä, että muiden työpaikkojen läheisyys vaikuttaa vuokriin enemmän kuin työntekijöiden saavutettavuus.

Tutkimuksen perusteella ei voida olla varmoja, että kaikki asunnon hinnan tai toimitilavuokran kannalta merkitsevät tekijät ovat mukana mallissa. Tällöin saavutettavuuden vaikutukseen on voinut sekoittua muiden tekijöiden vaikutusta. Tämän takia saavutettavuuden todellinen vaikutus hintoihin ja vuokriin on todennäköisesti pienempi kuin mikä tutkimuksessa havaittiin.

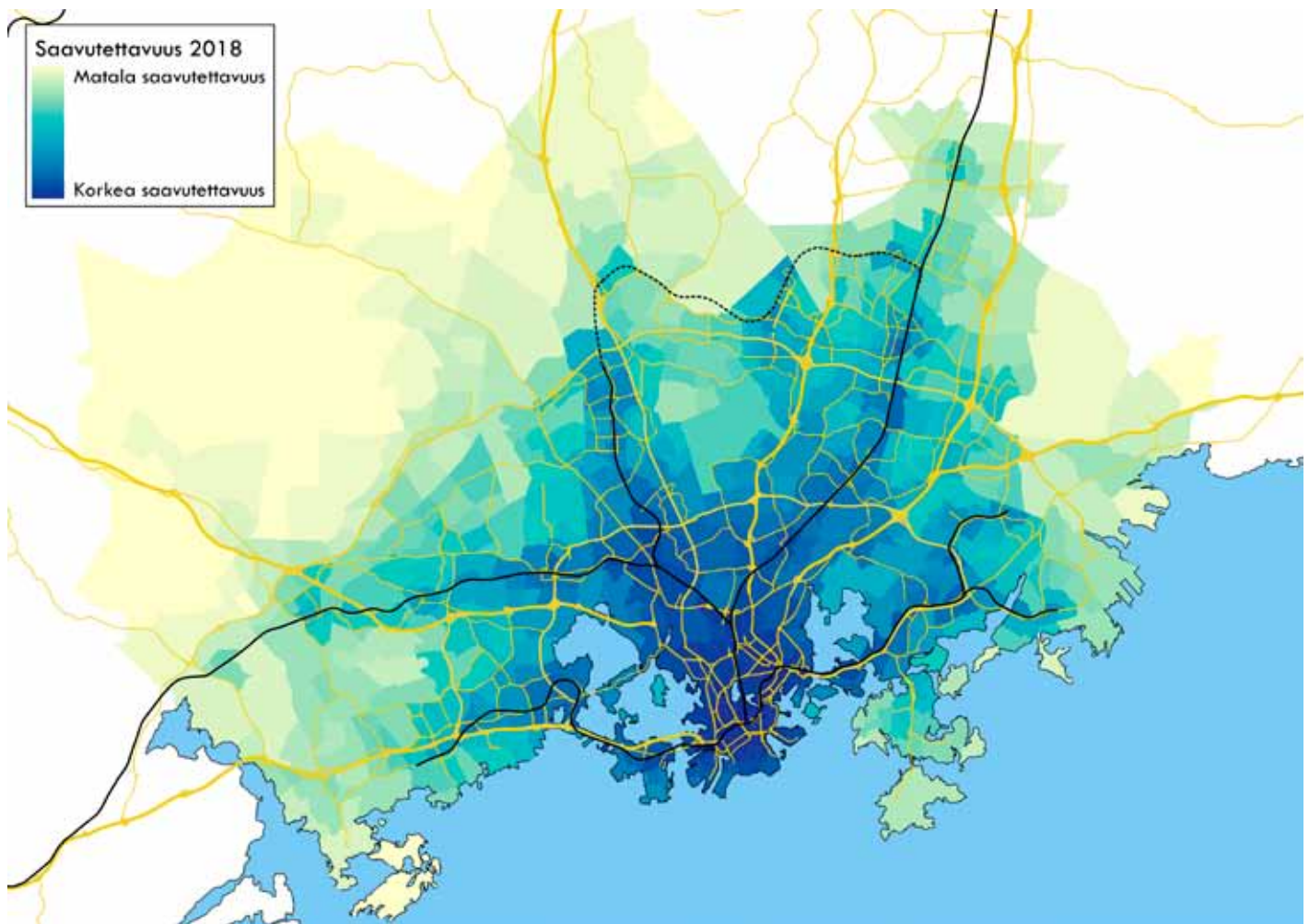
Suosituks

Kiinteistöjen arvon muutos liikennehankkeiden seurauksena johdetaan liikennehankkeen aiheuttamasta saavutettavuusmuutoksesta ja vastaa hankkeesta saatavia matka-aikasäästöjä. Matka-aikasäästöjä arvioidaan hyöty-kustannusanalyysissä ja siten hinnan nousun laskeminen mukaan hankkeen hyötyihin johtaisi hyötyjen huomioimiseen kahteen kertaan.

Liikennehankkeiden ja kiinteistömarkkinoiden vuorovaikutuksen tutkimuksen edistämiseksi suositellaan liikennehankkeiden sekä yhdyskuntarakenteen pitkän aikavälin kehitystä analysoivia tapaustutkimuksia ja jälkiarviointeja. Muita tärkeitä tutkimustee-
moja ovat mm. saavutettavuusmuutosten vaikutusten kohdentu-
minen eri väestöryhmiin ja eri tyyppisiin yrityksiin, tulosten yleis-
täminen muille kaupunkiseuduille ja maaseudulle sekä syrjäyty-
misvaikutukset.

Monipuolisemman tutkimuksen ja arviointien mahdollista-
miseksi suositellaan, että saavutettavuusaineistojen laskemi-
seksi koko Suomen tasolla kehitetään työkalu. Lisäksi suositel-
laan, että asuntojen vuokra-aineistoista kehitetään tietokanta,
joka kattaa mahdollisimman laajasti erityyppiset vuokra-asunnot
ja toimitilojen vuokra-aineistojen saatavuutta tutkimuskäyttöön
helpotetaan.

Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutuksen empiirinen tutki-
mus on Suomen mittakaavassa vasta alussa. Vertailukelpoiset ja
luotettavat arvioinnit edellyttävät yhtenäisiä tietovarantoja, työ-
kaluja ja laskentamenetelmiä sekä työtapoja. Näin varmistetaan,
että erilaisia ja eri alueilla toteutettavia toimenpiteitä ja hank-
keita on mahdollista arvioida yhdenmukaisesti.



Tutkimushankkeeseen osallistuivat DI Taina Haapamäki, kiinteistötalouden apulaisprofessori Heidi Falkenbach, KTT Oskari Harjunen, VTT Seppo Laakso ja DI Touko Väänänen. Tutkimuksen raportti julkaistaan Aalto-yliopiston julkaisusarjassa alkuvuodesta 2020 nimellä *Esiselvitys liikennehankkeiden kiinteistömarkkinavaikutuksista*.

Duoraitiotien case-tarkastelut Suomessa

Proxionissa Liikenneviraston toimeksiannosta laaditussa, keväällä 2019 valmistuneessa diplomityössä tarkasteltiin raitio- ja rautatietä hyödyntävää duoraitiotiejärjestelmää, joka tunnetaan myös nimellä raitiojuna tai junaratikka (engl. "tram-train"). Diplomityössä tarkasteltiin sekä Suomeen soveltuvan duo-järjestelmän teknisiä piirteitä että sen asettamia tarpeita suomalaisen lainsäädännön kehittämiseksi.

Raitiojunan keskeinen vahvuus on mahdollisuus hyödyntää olemassa olevaa rataverkkoa sekä jatkaa samalla kalustolla raitiotietyyppistä rataa pitkin kaupunkialueen keskeisiin kohteisiin. Melko vähäisellä ratainvestoinnilla voidaan näin parantaa sekä radan varressa että ratakäytävän läheisyydessä sijaitsevien merkittävien kaupunkikohteiden maakunnallista saavutettavuutta. Raitiotie on rautatietä helpompi sijoittaa kaupunkirakenteeseen mm. pienipiirteisemmän ratageometrian sekä tasavirtasähköistyksen vuoksi.

Proxion on diplomityön jälkeen laatinut yhteensä neljä esiselvitystasoista duoraitiotieselvitystä eri maakuntiin. Näistä Keski-Suomen, Päijät-Hämeen ja Pohjois-Savon maakuntiin kohdistuneet selvitykset ovat jo valmistuneet, kun taas Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakunnille tehtävä selvitys valmistuu helmikuussa. Esityksen tarkoituksena on valaista, mitä diplomityön sekä esiselvitysten aikana on opittu ja mistä kysymyksistä tarvitaan lisää tietoa.

Ensimmäinen selvitystyö kohdistui Keski-Suomen maakuntaan rataosuuksille Jyväskylä-Lievestuore, Jyväskylä-Muurame



Marko Nyby
Proxion Oy

sekä Jyväskylä-Äänekoski. Työn aikana pystyttiin muodostamaan näkemys siitä, ettei Suomen lainsäädäntö tällä hetkelläkään estä duo-liikenteen toteutusta varsinkaan sellaisilla rataosilla, joilla ei ole VR:n henkilöliikennettä. Tässä työssä haarukoitettiin myös riittävää asukastiheyttä (as./km²) raitiojunalinjojen varrella ja todettiin, että riittävän hyvä palvelutaso (käytännössä 60 min vuoroväli) vaatisi välityskykyä parantavia investointeja myös valtion rataverkolla.

Esitettyä raitiojunaa arvioitiin myös Keski-Suomen liikennemallilla. Malliajojen perusteella eniten uutta joukkoliikennekysyntää syntyisi Jyväskylän ja Äänekosken välisellä rataosuudella, mutta esi-

tettyjä investointi- ja liikennöintikustannuksia pidettiin vaikutuksiin nähden liian korkeina. Tästä syntyi ajatus tarkentaa raitiojunan liikennöinti- ja infrakustannuksia: voidaan pitää todennäköisenä, että esimerkiksi liikennöinnin yksikkökustannukset olisivat alhaisempia kuin Liikenneviraston määrittelemät rautatieliikenteen yksikkökustannukset tai HKL:n raitiotieliikenteen kustannukset.

Päijät-Hämeeseen laaditun selvityksen yhteydessä havaittiin, että sijoitettaessa uutta liikennettä Orimattilan- ja Heinolan-vähäliikenteisille tavaraliikenneladoille myös vaihtoyhteydet Lahdessa ovat merkittävästi helpompia järjestää. Vähäliikenteisten ratojen erityishaaste on, että henkilöliikenteen suurin nopeus on usein alhainen, tyypillisesti 50...60 km/h. Raitiojunaliikenteen kilpailukyky ja aikataulurakenne edellyttäisi (kalustonkin sallimaa) maksiminopeustasoa 100. Sähköistyksen puutteen vuoksi

koekäytössä olevaa akkukäyttöistä kalustoa tulisi jatkokehittää tuotantokäyttöön sopivaksi. Päijät-Hämeessä pystyttiin laatimaan vakioaikataulurakenne, minkä vuoksi uusien kohtauspaikkojen määrä voitiin minimoida. Tässä selvityksessä kiinnitettiin laajempaa huomiota myös tarvittaviin ratapihamuutoksiin kuten uudet vaihdeyhteydet ja laiturimuutokset.

Pohjois-Savon selvityksessä halutun palvelutason sekä nykyisen rataverkon ja junaliikenteen yhdistäminen osoittautui varsin haastavaksi. Noin 130-kilometrisellä Suonenjoki-Kuopio-Iisalmi -tarkastelualueella on vilkas henkilö- ja tavaraliikenne.

Proxionin tähän mennessä laatimien raitiojunaselvitysten maakuntakeskukset sekä rataosat.



liikenne, ja yksiraiteisen radan välityskyvyn lisääminen on maastonmuotojen ja vesistöjen vuoksi haastavaa. Erityisesti täysimittaisen liikennepaikkojen rakentaminen alueelle olisi varsin kallista, mikä ei vastaisi duoraitiotien erästä peruseriaa eli kevytkaluston mahdollistamia edullisempia infrainvestointeja.

Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan selvityksestä on odotettavissa uutta tarvetta akkukäyttöiselle kalustolle. Koska alueen sähköistettyjen ratakäytävien liikenne on vilkasta, infrainvestointien tarve on todennäköinen. Raitiojunaliikenteen odotetaan muiden selvitysten tapaan parantavan maakunnallisen joukko- liikenteen nykyistä palvelutasoa merkittävästi mahdollistamalla työssäkäynnin lisäksi myös vapaa-ajan matkat maakuntakeskukseen ja sieltä takaisin. Erityisesti Seinäjoen ja Vaasan välillä on merkittävää pendelöintiä, samoin Kauhajoki-Seinäjoki-Kauhava- käytävässä.

Tähän mennessä diplomityöstä ja selvityksistä opittuja asioita ovat mm.

- o 1.vaiheen seisakkeiden sijoittelu maksimoimaan potentiaalinen kysyntä: case Jyväskylä ja liikennemallinnus
- o oikeanlainen infran ja liikenteen vaiheistus: mm. infrastruktuuri-investointien minimointi
- o lainsäädäntö ja normisto: rautatie- ja kaupunkiraideliikennelainsäädäntö on olemassa, uuttakin tarvitaan
- o maakunnallisen / ylikunnallisen tilaajaorganisaation tarve; tälle tulisi samalla siirtää nykyisten joukkoliikennettä tilaavien organisaatioiden tehtäviä kokonaiskuvan säilyttämiseksi

Esimerkiksi Seinäjoen ja Kuopion asemilla olisi jo nyt riittävästi laituriraitteita myös raitiojunaliikenteen tarpeisiin.

Jatkoselvityksiä edellyttäväksi kysymyksiä on tässä vaiheessa tunnistettu mm.

- o duoraitiotien suunnitteluohjeet ja suunnitteluprosessi: miten eroaa rautatiestä, miten raitiotiestä
- o kaluston tekniikka, hankintahinta, saatavuus ja käyttövoimaan liittyvä kehitystyö: millä aikajänteellä esimerkiksi akkukäyttöinen kalusto voisi olla niin tehokasta ja varmatoimista, että sitä voidaan käyttää sähköistämättömillä radoilla
- o investointikustannukset: mm. duo-radan tyyppiratkaisujen määrittely ja rakentamiskustannukset
- o liikennöintikustannusten laskennan yhteydessä käytettävät yksikköhinnat
- o mikä on ”riittävä” asukastiheys duoraitiotien asemapaikalle Suomessa

Proxion on jatkossakin aktiivisesti mukana raitiojunaliikenteeseen liittyvässä kehitystyössä ja yhteistyöprojekteissa, joiden tavoitteena on raitiojunaliikenteen aloittaminen Suomessa.



Raskas raideliikenne ja dynaaminen kaupunkikehitys

Löytyykö maanpäällisellä metrolla muuntojoustavuutta alati nopeutuvassa kaupungin kasvussa? Case Tampereen raitiotien laajentuminen etelän suuntaan Hatanpäälle

Raideliikenneinvestoinneilla pystytään luomaan otollisia sijainteja asumiselle ja yrityksille. Tämän vuoksi esimerkiksi Tampereella kaupungin merkittävimmät uudet kehityshankkeet pyritään ohjaamaan raitiotien läheisyyteen, jotta kaupungin suurimmasta ja näkyvimmästä investoinnista saadaan mahdollisimman suurin hyöty irti mahdollisimman monelle. Tästä esimerkkinä lukuisat suunnittelukilpailut raitiotien varrella, kuten Hervannan pohjoisakseli, Tullikamarin aukio, Asemakeskus ja Kaleva-Hakametsän paikalliskeskus, joilla luodaan uudenlaista kestäväää uutta kaupunkia raitiotien varteen. Raskaana infrainvestointina moderni raitiotie tuo pysyvyyttä kaupunkiin. Uuden asukkaan tai yrityksen on helppo asettua raitiotien varteen, kun on varmaa, että laadukas joukkoliikenne palvelee varmasti vielä 40 vuoden päästäkin.

Tarve Tampereen raitiotien laajentamiselle etelän suuntaan Hatanpäälle syntyi monesta eri tekijästä, joista ei ollut varmuutta silloin, kun nyt toteutettavista raitiotielinjoista päätettiin yleissuunnitelmassa vuonna 2014. Tämänkaltaisia käänteentekeviä hankkeita ovat olleet mm. Ratinan kauppakeskus, Viinikan jätevedenpuhdistamon siirtyminen ja ennen kaikkea Tampereen uusi maamerkki ja kaupunginosa Kansi ja areena (ks. kuva 1).

Tarpeita muuntojoustavuudelle kaupunkikehittämisen lisäksi syntyi myös itse radikaalisti muuttuvasta joukkoliikennejärjestelmästä. Tampereen pääkadun, Hämeenkadun ja Keskustorin bus-



*Eero Kauppinen
Ramboll Finland Oy*

siterминаalin kapasiteetti ei riitä kaikille bussilinjoille, vaan jo tiiviistä keskustasta tulee löytää uusia sijainteja terminaalitoiminnoille. Uusien terminaalitoimintojen vaihtoehtoiseksi sijainniksi löydettiin Sorin aukiota kiertävät kadut.

Toinen erittäin merkittävä haaste joukkoliikennejärjestelmässä tuli kahden tiheästi liikennöivän raitiotielinjan päättymisestä samalle pääte pysäkille Pyynikintorille. Suunnitelmissa olevat raitiotielinjat Hervannasta keskustaan ja TAYS:ilta molemmat päättyisivät ja kääntyisivät Pyynikintorilla. Tarkemmissa Rambollin häiriösimuloinneissa vuoden 2019 keväällä havaittiin Pyynikintorin kääntöpaikan kapasiteetin olevan lähes täysimäärisesti käytössä. Häiriötilanteet pääte pysäkillä ovat mahdollisia ja riski vaunu- ja vaihdevikoihin on suurempi kuin muualla raitiotieverkostossa. Täten Pyynikintorin kääntöpaikan liikennöinnin todettiin olevan altis häiriöille, joita tietysti pyritään ennalta välttämään kaikin mahdollisin keinoin.

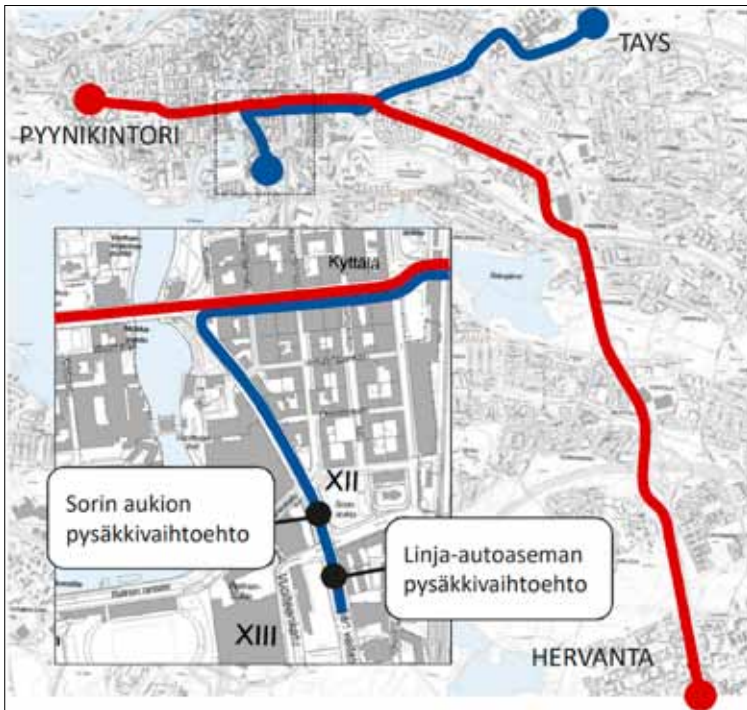
Jo aikaisemmin vuonna 2018 Rambollin tekemän selvityksen mukaan Pyynikintorille tulevilla raideratkaisuilla ei voida liikennöidä raitiotiehankkeen vaiheessa 2 Pyynikintorilla. Vaihtoehtoisiksi ratkaisuihin löytyi Pyynikintorin pysäkin taakse Pirkankadulle rakennettava pistoraide toteutusvaiheessa 2, jossa TAYS:in raitiolinjan raitiovaunut voisivat kääntyä tai vaihtoehtoinen ratkaisu TAYS:in linjan kääntäminen Tampereen keskustassa Hatan-



Kuva 1: Kansi ja Areena, johon tulee noin tuhat uutta asuntoa ja 285 vierasta majoittava hotelli. Jääkiekkoareenaan mahtuu katsojia yli 13 000. Kulttuuritapahtumia ja messuja varten rakennettavan Areenan maksimihenkilömäärä on runsaat 15 000. Juva Illustration Tomorrow /Studio Daniel Libeskind



Kuva 2: Raitiotielinjat vuoden 2016 toteutussuunnitelman mukaisesti



Kuva 3: Tutkitut vaihtoehdot raitiotien jatkamisesta Hatanpään valtatiellä. Kuva Tampereen kaupunki 2019.

pään valtatieen suuntaan, jonne oli aikaisemmin kaavailtu raitiotien laajentumista Pirkkalaa kohti.

Jälkimmäisessä vaihtoehdossa rakennettaisiin lähes 600 metriä uutta raitiotielinjaa Koskipuiston kohdan kohdalta Hatanpään valtatieltä pitkin kohti etelää. Samalla rakennettaisiin uusi päätepysäkki Hatanpään valtatielle, mikä olisi TAYS:in linjan mahdollinen päätepysäkki keskustassa. Samalla raitiolinjasto laajentuisi jo 2020-luvulla keskustan uusiin maamerkkeihin, kuten Ratinan kauppakeskuksen ja Kansi ja areenan läheisyyteen.

Tampereen kaupunginhallitus päätti 23.4.2019 raitiotien suunnittelun jatkamisesta myös Hatanpään valtatielle ja linja-autoasemalle saakka. Päätöksen perusteella ryhdyttiin selvittämään, millä aikataululla rakentaminen olisi mahdollista ja mitkä sen kustannukset sekä vaikutukset olisivat.

Pitkäjänteisestikin ja varsin perusteellisesti suunnittelun hankkeen, kuten Tampereen raitiotien, tarpeet voivat muuttua pitkän rakentamisen aikana. Ennennäkemättömän nopeatempoinen kaupungin kasvu luo paineita joustavuudelle kaupungin suurimmalle ja raskaimmalle infrainvestoinnille. Miten suurta laivaa eli raitiotien rakentamista ohjataan olosuhteiden muuttuessa dynaamisessa ympäristössä?

Tämän artikkelin kirjoitushetkellä (15.11.2019) Tampereen kaupunginhallitus oli kokouksessa 4.11.2019 hyväksynyt raitiotielinjan jatkamisen Hatanpään valtatielle. Tavoitteena on, että kaupallinen raitiotieliikenne Tampereella alkaa 9.8.2021. Hervannan linjan on tarkoitus liikennöidä Pyynikintorille. Mikäli Tampereen kaupunginvaltuusto päättää (mahdollisesti 25.11. kokouksessaan), että Hatanpään valtatie ratahaara rakennetaan vuosina 2020-2021, niin Taysin linja esitetään liikennöitäväksi alusta alkaen Hatanpään valtatielle. Myönteinen päätös raitiotien laajentamisesta kohti Hatanpäästä osoittaisi myös kaupunkipolitiikan päätöksenteon muuntojoustavuutta dynaamisessa kaupungissa, jossa kasvu on ennennäkemättömän kova.



Kuva 4: Sorin aukion raitiotiepysäkki. Kuva: Ramboll

Uusien seisakkeiden periaatteet

Väylävirasto on määritellyt seisakkeen seuraavasti: ”Seisake on junaliikenteen ohjaamista tai asiakaspalvelua varten nimetty rautatieliikennepaikka, jolla on käytössä matkustajalaituri. Seisakkeella ei ole ratapihaa tai raiteenvaihtopaikkaa”. Tässä esityksessä seisakkeella tarkoitetaan henkilöliikenteen palvelutaso-luokittelun mukaista kaukoliikenteen kolmannen luokan asemaa, joka asettaa minimivaatimukset seisakkeen toteuttamiselle.

Kaukoliikenteen henkilöliikenneasemat on jaettu kolmeen palvelutasoluokkaan asemien tyypin ja matkustajamäärien mukaisesti. Kaukoliikenteen kolmannen luokan vähäliikenteisiin asemiin lukeutuvat asemat ja seisakkeet, joiden matkustajamäärä on enintään 50 000 vuodessa. Tämän luokan asemilla palvelutasotavoitteena on tarjota peruspalvelut, jotka määrittävät seisakkeelle vaaditut minimivaatimukset.

Tarve uudelle seisakkeelle

Tarvetta uusille seisakkeille on perusteltu alueen maankäytön kehittämisellä ja matkustajapotentiaalilla sekä paremmilla yhteyksillä. Suurimpien kaupunkien läheisyydessä raideliikenteen kehittämistä on perusteltu kaupunkiseudun väestönkasvulla, pendelöinnillä ja joukkoliikenneyhteyksien nopeutumisella. Junaliikenne on usein myös kilpailukykyinen matka-ajaltaan muihin kulkumuotoihin nähden. Kehittäminen voi olla uusien seisakkeiden ottamista käyttöön olemassa olevalle yhteysvälille tai luomalla kokonaan uusi junayhteys, mikä edellyttää usein myös kaluston hankintaa.

Uuden seisakkeen toteuttaminen riippuen mille rataosuudelle seisake sijoittuu ja minkälaista liikennettä siellä nykyisin liikennöi. Junaliikenteen tarjontamahdollisuudet seisakkeelle on selvítettävä varhaisessa vaiheessa. Onko pysähdys mahdollista hoitaa nykyisellä liikennöinnillä ja kalustolla sekä onko operaattorilla kiinnostusta tai mahdollisuutta uuteen pysähdykseen. Kaukojunaliikenne koostuu markkinaehtoisesta liikenteestä, liikenne- ja viestintäministeriön ostamasta ostojunaliikenteestä sekä velvoiteliikenteestä. Markkinaehtoinen kaukojunaliikenne on suurin kokonaisuus matkakilometreillä mitattuna. Ostojunaliikenne täydentää markkinaehtoista junaliikennettä sekä mahdollistaa junaliikenteen myös hiljaisemmilla rataosuuksilla. Velvoiteliikennettä on sisällytetty kaukoliikenteen operointiin tämän hetken junaliikenteen yksinoikeuden takia.

Toteutettavuusselvitys

Uudelle seisakkeelle asetettuja vaatimuksia ja selvitystarpeita tulee sekä maankäytöstä, liikennejärjestelmästä että rautatiejärjestelmästä. Seisakkeen läheisyydessä tulee olla riittävästi olemassa olevaa tai suunniteltua maankäyttöä, jota seisake palvelee. Pienten asemien ympäristössä asukastiheys on usein alhainen, jolloin joukkoliikenteen palvelutaso ei ole vuorotarjonnal-



Anna Miettinen
Väylä

taan tai aikatauluiltaan kovin korkea. Vuorotarjonta vaikuttaa kysyntään, mutta suoraan käyttäjämäärien kanssa se ei korreloi. Pienten asemien aikataulut on yleensä sovitettu kaukojunien liittytään ajatellen eivätkä ne välttämättä vastaa esimerkiksi työmatkatarpeisiin.

Junaliikenteen seisakkeen tarpeen määrittelee junan tavoiteltava rooli valtakunnallisessa, maakunnallisessa tai seudullisessa joukkoliikennejärjestelmässä. Seisaketta ja sen vaikutuksia junaliikenteeseen on tarkasteltava laajemmalti, sillä jokainen uusi pysähdys vaikuttavat muiden matkustajien matka-ajan pidentymiseen. Lisäksi on huomioitava, onko rata-osuudella muita potenti-

aalisia seisakkeen paikkoja ja niiden toteuttamista on arvioitava keskenään.

Riippuen junaliikenteen tyypistä vaatimukset seisakkeen maankäytölle ja liikenteelle eroavat toisistaan. Junan kiihtyvyysominaisuudet ja tavoitteellinen ajonopeus määrittelevät optimaalista pysähtymiskäyttäytymistä. Jos pysähtymisiä on liian tiheästi, junan huippunopeutta ei voida hyödyntää maksimaalisesti. Kaukojunien optimaalinen pysähtymistiheys on yli 30 km ja taajamajunilla vähintään 10 km välein.

Liikennöinnin ja maankäytön lisäksi on huomioitava ratainfra, johon uutta seisaketta on suunniteltu esim. ollaanko yksi- vai kaksiraiteisella rataosuudella. Tehdyissä selvityksissä useimmiten esitetty ratkaisu uudelle seisakkeelle on reunalaituri. Vaikka kyse olisi vanhan seisakkeen uudelleen avaamisesta, se tulee parantaa vastaamaan nykyisiä vaatimuksia mikä käytännössä tarkoittaa seisakkeen uudelleen suunnittelua ja rakentamista. Seisakkeen rakentaminen voi edellyttää sivuraiteiden rakentamista sekä sähköradan ja turvalaitteiden muutoksia. Arvioitujen rakentamiskustannukset vaihtelevat suuresti, mikä johtuu erilaisista rakentamistarpeista, ympäröivästä maankäytöstä ja maaperäolosuhteista.

Rataverkon ominaisuudet vaikuttavat liikenteen kehittämisedellytyksiin. Kaksiraiteisilla rataosuuksilla infrastruktuuri mahdollistaa liikenteen suunnittelun huomattavasti joustavammin kuin yksiraiteisilla radoilla. Yksiraiteisilla radoilla junien aikataulut ja kohtaamiset joudutaan suunnittelemaan tarkasti ja tarpeen mukaan tehdään kohtaamispaikkoja vastaantulevan liikenteen kohtaamisen mahdollistamiseksi. Raiteiden ja junien määrän lisäksi radan kapasiteettiin vaikuttavat junien nopeudet. Kun liikenne on homogeenistä, mahtuu radalle tiheimmin junia peräkkäin. Peräkkäin kulkevat hitaat tavarajunat ja nopeat henkilöjunat tarvitsevat vapaata rataosuutta pidemmän matkan ja syövät radan kapasiteettia.

Seisakkeen ratatekniset vaatimukset on esitetty Väyläviraston ratateknisissä ohjeissa (RATO). Matkustajalaiturit on pyrittävä sijoittamaan raiteen suoralle osuudelle, jossa ei ole vaihteita. Laitureiden sijoittamisessa on otettava huomioon yhteydet

yleiseen katu- ja tieverkkoon, liityntäpysäköinnin ja saattoliikenteen sijoitus sekä kunnossapidon näkökohdat.

Uudet seisakkeet tulee rakentaa palvelutasovaatimusten mukaisesti. Matkustajalaiturin laituripituus määritellään liikenteellisten tarpeiden mukaan sekä rataosalla yleisesti käytetyn laituripituuden mukaan. Laiturin leveys muodostuu vaara-alueesta ja vapaan tilan vaatimuksesta. Uusille seisakkeille ei saa rakentaa matkustajille tarkoitettua laituripolkua, joten usein tarvitaan eritasoratkaisuja matkustajien liikkumiseen. Laiturien varusteille asetetut vaatimukset koskevat kaikkia asema-alueen laitureita, jotka ovat vakituksessa henkilöliikenteen käytössä. Pakollisia ja kaikkia asemaluokkia koskevia estettämyysvaatimuksia ovat korkeat laiturit, esteetön reitti ja oikeanlainen valaistus.

Uudet seisakkeet muodostavat uusia asemanseutuja. Asemanseudut ovat ratainfraa ja radanpitäjän hallinnassa olevaa infraa laajempi kokonaisuus. Asemanseudut ovat merkittäviä liikennejärjestelmän solmukohtia, joissa on usein paljon eri toi-

mijoita. Valtion ja kuntien lisäksi siellä voi olla yksityisiä maanomistajia, erilaisia palveluiden tarjoajia ja kehittäjiä sekä liikennöinnissä että matkustajille suunnatuissa palveluissa. Matkustajan kannalta matkaketjujen, opastuksen ja liikkumisen tulee olla helppoa ja yhtenäistä huolimatta siitä kenen vastuulle asia kuuluu. Useiden toimijoiden lisäksi pelkästään asemia ja asema-alueiden suunnittelua ohjeistetaan monessa paikassa, suunnittelua määrittävät Suomen lait ja asetukset, EU:n vaatimukset, ratatekniset ohjeet, kaupunkien ja kuntien ohjeet sekä muut suunnitteluohjeet kuten RT-kortit. Jotta esteettömäksi suunniteltu tila ohjaa luontevasti kaikkia aseman käyttäjiä sujuvaan liikkumiseen ja reitit ovat yhtenäisiä, on syksyllä julkaistu yhteistyössä tehty SUJUVA.info -sivusto. Sivusto kokoaa yhteen asetukset, määräykset ja suositukset selkein piirroksin esitettynä. Tavoitteena on parantaa esteettömyyttä erityisesti eri suunnittelu- ja omistusalueiden rajapinnoilla.

Säästä energiaa ja ylläpito kustannuksia

Suojaa ratavaihteeksi
Osbornin vaihdeharjalla



Myynti:
Robin Wahlstedt
robin.wahlstedt@celindgren.fi
Puh. +358 40 0717 114

C.E. LINDGREN

www.celindgren.fi

Functional Safety

Functional safety is an essential part of the railway safety. The international railway system standards, like CENELEC, are built to support and guide processes of the functional safety. The RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) standard defines functional safety¹: “*part of the overall safety that depends on functional and physical units operating correctly in response to their inputs*”. Safety² is on the other hand defined as “*freedom from unacceptable risk (Risk related to human health or to the environment)*”.

Functional safety may seem to be distant and complicated. Distant it is not. Every time a train is running in the railway system, several technical subsystems are taking care of the safe journey. But unfortunately, complicated it is.

There are numerous stakeholders that must understand the functional safety: Infrastructure managers must set the basic design requirement parameters of the railway system – definition of the target level of system functional safety; design parties shall produce track and signalling layout that obey the traffic requirements and the laws of physics; the design and implementation of the signalling system shall follow the processes and guidelines of functional safety.

The safety assurance and assessment functions shall fully understand and honestly report what is going on related to the safety functions of the system. At the commissioning phase it is essential to find out that the system is delivering the expected performance in relation to the functionality and safety. After commissioning the system will be in operation – normally many years – even decades. In the acceptance phase all the generated data, documentation and assessment reports shall support the achievement of the intended level of functional safety. During the lifetime of the system the maintenance and functional changes shall follow the processes of functional safety.

Management of Railway RAMS

The core RAMS process contains functional safety activities and measures.

The first four activities are normally conducted by the buyer – infrastructure manager. The life cycle phases 1) Concept, 2) System definition and operational context, 3) Risk analysis and evaluation and finally 4) Specification of system requirements shall define precisely operational requirements, overall functionality, safety functions and safety targets of the system.

The fifth life cycle phase 5) Architecture and apportionment of system requirements is conducted in close co-operation with



Matti Katajala
Safety Advisor Oy

the buyer and supplier. This is the phase where the requirements are transferred to the supplier. The completeness of this phase – in many cases – define the overall quality of the project.

The life cycle activities “Implementation and demonstration of compliance with requirements” contain life cycle partly phase 5) Architecture and apportionment of system requirements and phases 6) Design and implementation, 7) Manufacture, 8) Integration, 9) System validation and 10) System acceptance. This set of phases is mostly conducted by the supplier. As systems are and will be complicated, it is necessary that the supplier follows the standards, processes and best

practices of functional safety. The supplier shall have adequate resources for domain knowledge of the railway system as well as professional staff to conduct all design, coding, manufacturing, testing, verification and validation activities. Demonstration of

EN 50126-1:2017 (E)

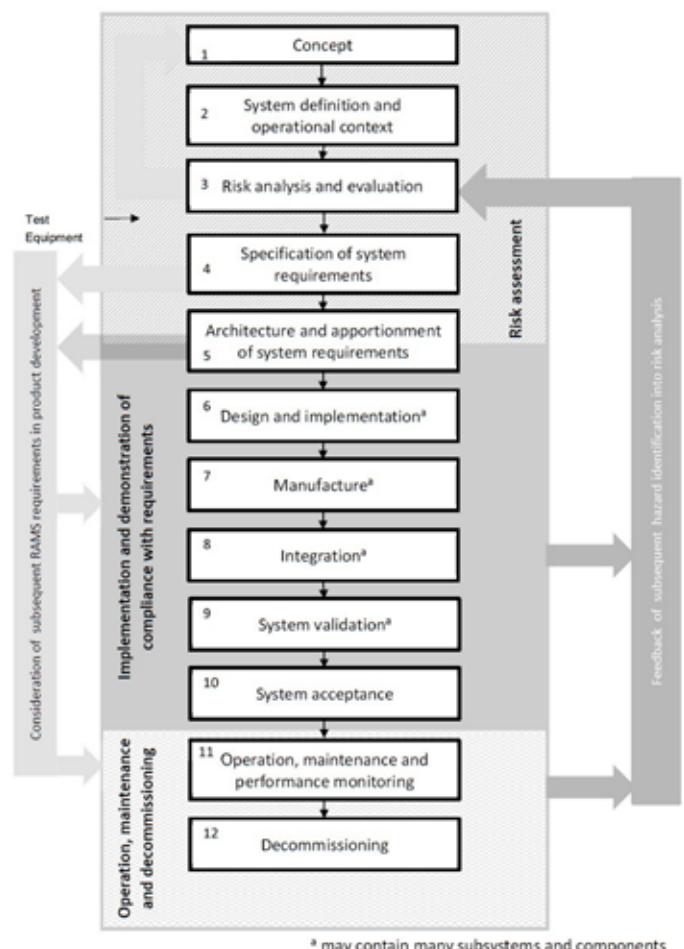


Figure 6 — Interrelation of RAMS management process and system life cycle

Figure 1. RAMS life cycle. EN 50126-1:2017, CENELEC

¹ CENELEC 50126-1:2017, clause 3.26

² CENELEC 50126-1:2017, clause 3.64

compliance with the requirements is achieved by close and open communication with the buyer and, as required in the standards, by using independent safety assessment.

The life cycle phase 11) Operation, maintenance and performance monitoring deals with normal railway system operations, conducting regular and on demand maintenance activities. Performance monitoring deals with logging and analyzing the events and operational data by using a Failure Reporting Analysis and Corrective Action System (FRACAS). The optimum would be that the FRACAS system should be in operation already from the life cycle phase 7) Manufacture to record events and activities also during the system testing, commissioning and start-up phases. The life cycle phase 12) "Decommissioning" deals with the end of the system lifetime.

Evidence of Functional Safety

Safety Case definition³ states: "documented demonstration that the product (e.g. a system, subsystem or equipment) complies with the specified safety requirements".

The "iceberg" picture outlines the most important characteristics of a good project. The dotted blue line defines the waterline – a boundary between the safety case and the referenced supporting documentation. The safety case shall be created during the life cycle phases 6) Design and Implementation, 7) Manufacture, 8) Integration and 9) System Validation. The supplier shall update, produce and maintain the documentation.

The Safety Case definition begins with the word "documented". Documented process throughout the implementation process shall produce correct and credible evidence which is referenced unambiguously.

Safety Plan is a "documented set of time scheduled activities, resources and events serving to implement the organization, responsibilities, procedures, activities, capabilities and resources that together ensure that an item will satisfy given safety requirements relevant to a given contract or project".

Safety Requirements⁵ conducts of:

The specification of safety requirements shall consider the following:

- *safety-related functions;*
- *safety-related assumptions such as effectiveness (probability of failure on demand, per hour, etc.) of mitigation barriers (e.g. protection systems, redundancies);*
- *tolerable hazard rates (THR) or TFFR for quantitative requirements, if defined during the explicit risk estimation, considering:*
 - *definition of safe states;*

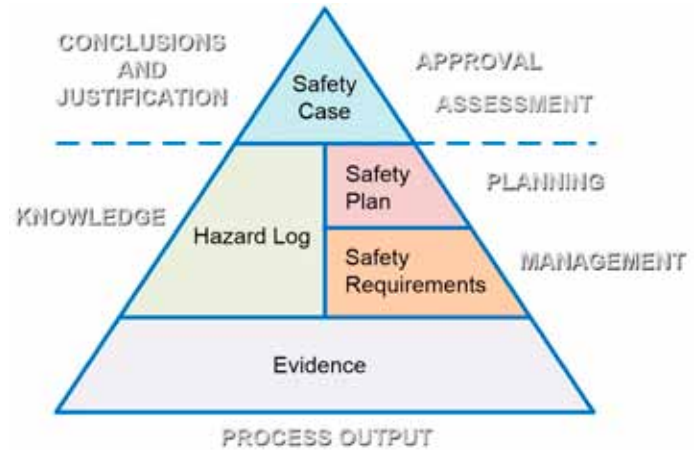


Figure 2. Safety Case dependencies. The iceberg. Katajalla

- *definition of the maximum permitted time to enter a safe state;*
- *failure detection measures or facilities or devices;*
- *requirements resulting from the hazard analysis performed at upper level;*
- *adaptation to interfaces;*
- *organizational rules;*
- *operational rules;*
- *maintenance rules;*
- *environmental conditions;*
- *legal safety requirements."*

Hazard Log⁶ is a "document in which hazards identified, decisions made, solutions adopted and their implementation status are recorded or referenced".

When entering the life cycle phase 9) System Validation⁷, all referenced documentation shall be at its final state and particularly the safety case shall be updated, and the safety case shall justify that the system under consideration complies with the system safety requirements.

Independent Safety Assessor (ISA) and/or Assessment Body (ASBO) shall evaluate and assess the implementation process and the safety case documentation. Independent safety assessment⁸ is a "process to determine whether the system/product meets the specified safety requirements and to form a judgement as to whether the system/product is fit for its intended purpose in relation to safety".

Safety Case

The tip of the iceberg safety case is a document⁹ with a given structure and minimum content: "

The safety case shall contain, as a minimum, the following:

1. *Definition of the system under consideration. It includes:*
 - *key subsystems/equipment;*
 - *architecture and expected behavior;*
 - *interfaces and the operational environment;*
 - *safety requirements;*
 - *definition of the configuration/version of the system under consideration to which the safety case applies;*
 - *reference to the input safety requirements as well as the related risk assessment analyses.*

³ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 3.67

⁴ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 3.73

⁵ CENELEC EN 50126-2:2017, clause 9.2

⁶ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 3.30

⁷ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 7.10.2

⁸ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 3.33

⁹ CENELEC EN 50126-1:2017, clause 8

2. *Quality Management Report. It includes:*
 - *quality management activities and evidence.*
3. *Safety Management Report. It includes:*
 - *safety management activities and evidence.*
4. *Technical Safety Report. It includes safety assurance activities and evidence, comprising:*
 - *assurance of safety in fault-free conditions;*
 - *assurance of safety in the event of failures and errors;*
 - *assurance of safety with adverse external influences;*
 - *Safety Related Application Conditions (SRAC).*
5. *Related safety cases. It includes:*
 - *references to the safety cases of all subsystems/equipment on which the main safety case depends.*
 - *demonstration that all safety-related application conditions specified in each of the related subsystem/equipment safety cases are either fulfilled in the main safety case or carried forward into the safety-related application conditions of the main safety case.*
6. *Conclusion. It includes:*
 - *Summary of the evidence presented in the previous parts of the safety case;*
 - *list of all specific safety claims, and*
 - *statement that the system under consideration is adequately safe, subject to compliance with the specified application conditions."*

Conclusion – How to cope with Railway Functional Safety

The CENELEC standards shall be the guidance for management, design, implementation and use of the railway related systems containing functional safety elements: EN 50126-1 (RAMS); EN 50126-2 (Systems Approach to Safety); EN 50128 (Software); EN 50129 (Safety related systems) and EN 50159 (Communication). As stated in the beginning of this presentation, the management of functional safety is complicated. However, the complication is coped with proper knowledge and well-defined processes supported by the real and accurate documentation. Basically, nothing else than the Good Engineering Practice (GEP): using the established methods, processes and standards that can be applied throughout the engineering activity, project or equipment lifecycle to ensure delivery of safe, appropriate and cost-effective solutions.

In order to overcome the complicatedness, the focus shall be on continuous training and monitoring knowledge among all the stakeholders dealing with the railway functional safety.

Knowledge is the base of functional safety that prevents risks related to the human health or to the environment becoming actual incidents and hazards.



FFU® Synteettinen ratapölkky

pitkäikäinen ratkaisu vaativiin ratakohteisiin

- vaihteet, terässillat
- työstettävissä kuten puu
- 100 % kierrätettävissä
- ympäristöystävällinen
- millimetritarkka valmistus
- hyvä sähköneristyskyky
- kevyt, tiheys 740 kg / m³
- valmistaja SEKISUI

Meiltä myös Calmmoon rail -äänenvaimennuselementit

Lisätietoja tuotteista:
renos.fi / 0400 484 802

SEKISUI



Tarjoamme luotettavuutta ja vankkaa ammattitaitoa yli 30 vuoden kokemuksella

- sillat ja siltojen korjaukset, siltojen tunkkaukset
- betonirakentaminen ja -saneeraukset, erikoisrakenteet



Seinäjoen Kiintorakenne Oy

Tekijäntie 8, 60100 Seinäjoki
Puh. (06) 420 6800 | Gsm Veli-Matti Poikela 0400 854 235
veli-matti.poikela@kiintorakenne.fi | www.kiintorakenne.fi



Unimog Road-Railer. Satoja eri mahdollisuuksia.

Käyttökohteet

- Shunter-vetokyky
1.000 tonnia
- Palo- ja pelastustoimet
- Henkilötasonostimet
- Kappaletavaranoisturit
- Talvikunnossapito
- Vesakointi
- Ruiskutusjärjestelmät
- Kiskonhionta
- Imuharjalaitteistot
- Kemikaalinen kasvillisuustorjunta
- Soveltuu juna-, metro- ja raitiotieradoille

Ominaisuudet

- Nopeus radalla 50 km/h
- Nopeus maantiellä 80 km/h
- Vaihdelevy
- Kulumatonta momentinmuunninkytkin
- Junajarrut, enintään 52 akselille
- Radio-ohjaus
- Normaali tai miehistö-ohjaamo
- Akselivälit 3600–4500
- 4x4 tai 6x4 akselistot
- Hydrostaattiveto ja paljon muuta

Lisätiedot: Risto Eränen, 050 337 7469, risto.eranen@veho.fi

Mercedes-Benz
Trucks you can trust



Turvallisuusjohtaminen raideliikenteen turvajärjestelmiä toimittavassa PK-yrityksessä

Johdanto

Turvallisuuden hallinta on avaintekijä raideliikenteen turvajärjestelmiin liittyvässä liiketoiminnassa. Vertaillessamme eri teollisuudenaloja, joissa tarvitaan turvallisuuteen liittyviä järjestelmiä, voimme havaita eron prosessin ja riskienarvioinnin välillä. Esimerkiksi kun suunnitellaan ja analysoidaan voimaitoksen tai tuotantolinjan turvakriittistä prosessiautomaatiojärjestelmää ja riskienarviointi osoittaa, että prosessi on liian vaarallinen toteutettavaksi sellaisenaan, voidaan prosessi todennäköisesti suunnitella uudelleen turvallisemmaksi. Prosessina raideliikenne on luonteeltaan erilainen: emme voi muuttaa matkustajien kuljettamisen prosessia. Tämän vuoksi liiketoiminnan harjoittaminen raideliikennetoimialalla vaatii korkeinta mahdollista laatua ja turvallisuutta.

Turvallisuuden hallinnan konsepti

Kokonaisturvallisuus koostuu useasta eri turvallisuuden osa-alueesta. Mitään näistä osa-alueista ei voi vähätellä, mutta on selvää, että turvalaitteiden ja -järjestelmien oikea toiminnallisuus on kokonaisuuden kannalta kriittinen tekijä. Toiminnallisen turvallisuuden tavoite on estää onnettomuuksien syntyminen. Osaltaan sen mahdollistaa turvajärjestelmä, joka toimii oikein ja joka on suunniteltu turvallisesti myös mahdollisten laitevikaantumisten tapahtuessa. Tämän vuoksi on tärkeä tunnistaa mahdolliset järjestelmää koskevat tekniset vaaratekijät riskianalyysoimalla ja -arviointien avulla.



Toiminnallinen turvallisuus on osa kokonaisturvallisuutta.



Juha Turunen
Mipro Oy

Toiminnallisen turvallisuuden standardien määräämät, laitteiston ja ohjelmiston kehittämistä koskevat kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset eheysvaatimukset ovat turvallisuuden hallinnan näkökulmasta merkittävässä roolissa. Järjestelmän oikean toiminnallisuuden varmistamiseksi ne eivät kuitenkaan yksin riitä. Turvajärjestelmän teknisen toiminnallisuuden osalta sille täytyy olla määritetty yksiselitteiset toiminnalliset vaatimukset, joita vasten järjestelmä validoidaan.

Konseptina turvallisuuden hallinta on monisäikeinen kokonaisuus. Oman erityispiirteensä tekemiseen luovat ihmiset, jotka suunnittelevat ja toteuttavat turvajärjestelmiä. Kaikkia inhimillisiä virheitä ei pysty karsimaan pois, mutta oikeanlaisella prosessilla sekä soveltuvilla tekniikoilla ja menetelmillä pystymme ehkäisemään inhimillisiä virheitä ja näin ollen toteuttamaan vaaditun systemaattisen eheyden määritetyille turvallisuuden eheyden tasolle.

Turvallisuuskulttuuri

Turvallisuuden hallinnan keskeinen rakennuspilari on turvallisuuskulttuuri. Turvallisuuskulttuuri, kuten muutkin kulttuurit, muodostuu ajan kuluessa tietyn yhteisön arvopohjan ja sen toimintatapojen perusteella. Tätä on kuvattu usein jäävuorimallin avulla, jossa pinnan yläpuolella ovat huoneentaulut ym. näkyvät ilmentymät turvallisuuskulttuurin julistamisesta ja pinnan alla on näkymätön arvopohja.

Turvallisuuskulttuurin ydin rakentuu siis yksilön omasta tahotilasta toimia yhteisön normien mukaisesti. Yksittäiset ihmiset eivät voi yksin luoda tai ylläpitää kulttuuria, mutta voivat "Top Influencer" -vaikuttajina korostaa ja nostaa esiin asian tärkeyden. Turvallisuuskulttuurin hyvyyden absoluuttinen mittaaminen on myös erittäin vaikeaa, mutta toisaalta on selvää, että se on yhtä vahva kuin sen heikoin lenkki. On myös syytä muistaa, että johdon on sitouduttava omalla esimerkillään toimimaan roolimallina turvallisuuskulttuuria edistävästi. Terveen turvallisuuskulttuurin taustalla onkin joukko yksilöitä, joiden laatu- ja turvallisuustavoitteet ovat yhteneväiset.

Turvajärjestelmien ja -vaatimusten ymmärtäminen

Turvallisuuteen liittyvien näkökohtien huomioiminen alkaa jo tarjous- ja myyntivaiheessa ja jatkuu koko hankkeen läpi. Käytännössä tämä näkyy siten, että myyntiprosessin tukena on kaupallisen näkökulman lisäksi kyky ymmärtää ydintuotteen ja siihen liittyvien rajanpintojen teknisiä vaatimuksia. Tämä näkyy ja korostuu etenkin silloin, kun toimitukseen sisältyy uuden teknologian tai tuotteen kehittämistä. Turvajärjestelmiä tarjoavan toimittajan on tunnettava asiakkaan määrittämät toiminnalliset vaatimukset. Nämä tekniset vaatimukset määrittävät sen, mitä vasten järjestelmän oikea toiminnallisuus lopulta todennetaan.

Organisaatio, kompetenssin hallinta ja koulutus

Hankkeiden elinkaarenaikainen turvallisuuden hallinta koostuu lukuisista eri vaiheista ja tehtävistä, joten on tärkeää, että projektinhallinta-, laatu- ja turvallisuussuunnitelmat on valmisteltu huolellisesti. Yhtenä tärkeimmistä tekijöistä on varmistaa, että kuhunkin tehtävään on käytettävissä oikeanlaisen osaamistautan omaava henkilöstö. Turvallisuusorganisaatiota määrittäessä on huomioitava myös määrättyjen roolien itsenäisyys sekä huolehdittava, että ulkopuolinen turvallisuusarvioija on mukana jo hankkeen varhaisessa vaiheessa.

Organisaation on itse tunnistettava ja määritettävä kussakin tehtävässä tarvittava osaaminen ja kriteerit pätevyyden myöntämiselle. Suunnittelutyössä tarvittava substanssiosaaminen jaetaan yleensä järjestelmä-, ohjelmisto- ja laitteisto-osaamiseen. Kun osaaminen jaetaan näihin pääkategorioihin, myös verifiointiroolit on luontevaa luokitella vastaavasti.

Teknisen substanssiosaamisen lisäksi on tärkeää ymmärtää toiminnallisen turvallisuuden perusteet sekä tuntee terminologia riittävällä tasolla. Pätevyksien ja osaamisen kehittämiseksi Miprolla lanseerattiin muutama vuosi sitten sisäinen kehitysohjelma, jonka tarkoituksena on kehittää henkilöstön standardituntemusta ja osaltaan tukea turvallisuuskulttuurin kehittymistä. Koulutuksen sisäistäminen varmistetaan tentillä, joka onkin yksi toiminnallisen turvallisuuden pätevyyksien myöntämiseen liittyvä kriteeri substanssiosaamisen rinnalla.

Osaava henkilöstö on avain hyvään laatuun ja turvallisuuteen. Sisäisten koulutusten lisäksi Mipron henkilöstöä on osallistunut kansainvälisesti arvostettuun ”Functional Safety Professional”-koulutukseen. Tentin läpäistyään ja kaikki kriteerit täytettyään henkilö saa TÜV SÜD:in myöntämän sertifikaatin osoituksena toiminnallisen turvallisuuden formaalista pätevyydestä.

Sovelluksen kehittäminen ja muutostenhallinta

Skaalautuva laitteistoalusta ja muut turvallisuusarvioinnin ja sertifiointin omaavat laitteet luovat pohjan järjestelmän toteuttamiselle teknisestä näkökulmasta. Hankkeissa toteutettava järjestelmätöimitus perustuu yleensä geneeriseen sovellukseen, jolloin ohjelmistoarkkitehtuuri ja osa ohjelmistokomponenteista on uudelleen hyödynnettävissä. Järjestelmätoteutusta tehdessä usein eteen tulee kuitenkin tilanteita, jolloin joitakin toiminnallisuuksia täytyy muuttaa toimintaympäristön tai geometrian vuoksi paremmin tarpeisiin soveltuviksi. Muutostarpeen tunnistamisen ja vaikutusanalyysin jälkeen muutos voidaan hyväksyä toteutettavaksi. Turvallisuuden hallinnan näkökulmasta onkin tärkeää, että muutos dokumentoidaan kattavasti, varmistetaan jäljitettävyyden ennen ja jälkeen muutoksen sekä huolehditaan version- ja konfiguraationhallinnan ajantasaisuudesta.

Mitä eroa on PK- ja suurella yrityksellä?

Onko yrityksen koolla merkitystä, jos mietitään turvallisuudenhallinnan konseptia prosessien ja vaatimusten täyttämisen osalta? Uskallan väittää, että turvallisuuden hallinta perusperiaatteiltaan ei eroa pienten ja suurempien yritysten välillä, koska kaikilla on sama velvoite osoittaa riittävä evidenssi standardien ja vaatimusten mukaisuudesta. On luonnollista, että erikokoisten yritysten hankkeiden koko voi olla hyvinkin eri mittaluokassa, mutta arkipäivässä sen eron huomaa todennäköisesti parhaiten ympärillä olevien kollegoiden lukumäärästä kahvipöydässä.

Toiminnallisen turvallisuuden tietämys on varmistettu Miprossa henkilöstön sisäisellä turvallisuuden kehittämisohjelmalla ja koulutuksella, jonka sisäistäminen varmistetaan tentillä.



Tietomallin hyödyntäminen riskienhallinnassa

Riskienhallinnan tavoitteena on tunnistaa ja hallita epävarmuuksia poistamalla tai pienentämällä niitä hyväksyttävälle tasolle. Riskien tunnistaminen ja hallinta vaatii vuorovaikutusta ja tiedonvaihtoa, jotta riskien luokittelu ja hallinta perustuvat parhaaseen mahdolliseen tietoon. Riskienhallinta mahdollistaa järjestelmällisen ja jäljitettävän tavan hallita epävarmuuksia koko hankkeen elinkaaren ajan. Tässä artikkelissa keskitytään suunnittelun aikaiseen riskienhallintaan ja tietomallin käyttöön riskienhallinnassa.

Väyläviraston riskienhallinta perustuu standardin ISO 31000:2009 mukaiseen riskienhallintaprosessiin (kuva 1). Riskienhallinnan lähtökohtana on toimintaympäristön määrittäminen ja rajaaminen. Hankkeiden suunnitteluvaiheessa riskienhallinnan painopiste on riskien tunnistamisessa, riskianalyyssissa, merkityksen arvioinnissa sekä toimenpiteiden määrittämisessä ja seurannassa.



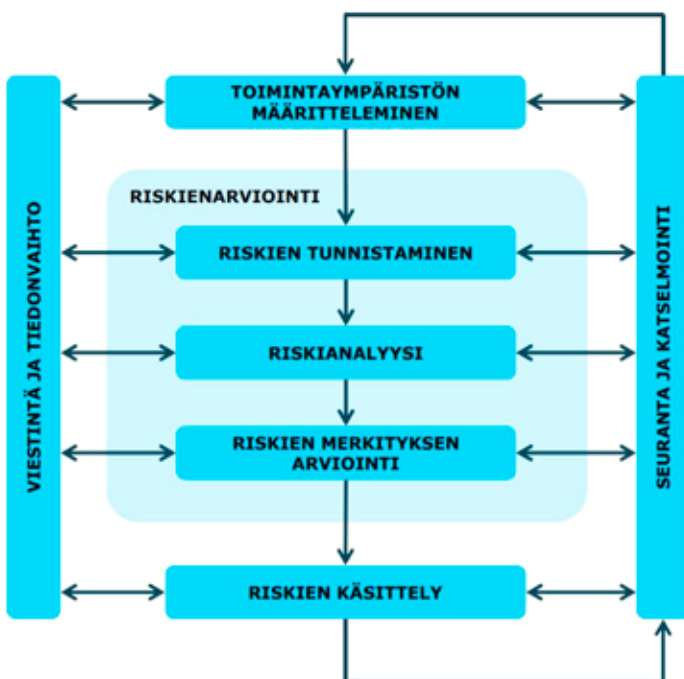
Suvi Souru
Sweco



Miikka Uotila
Sweco

Riskien tunnistaminen tapahtuu yhteistyössä sidosryhmien kanssa, yleensä työpajoissa, haastatteluilla ja sähköpostin välityksellä. Tunnistamisen avuksi Väylävirastolla on tarkistuslistat, jotka löytyvät TURI-järjestelmästä (Turvallisuuspoikkeamien ja Riskienhallinnan tietojärjestelmä). Lisäksi tunnistamisvaiheessa hyödynnetään suunnittelu-dokumentaatiota. Tunnistetut riskit kirjataan riskienhallintasuunnitelmaan, ensisijaisesti Väyläviraston ohjeistuksen mukaisesti Väyläviraston TURI-järjestelmään. Tällä hetkellä TURIssa riskeillä ei ole paikkatietoa ja riskienhallintasuunnitelma saadaan järjestelmästä tuotua vain excel-muodossa. Lisäksi vain yksittäiselle vaaralle voidaan tehdä jakolinkki, jolloin linkitys tietomalliin on työstä.

Riskianalyyssivaiheessa tarkastellaan riskin aiheuttamia seurauksia, niiden todennäköisyyttä ja vakavuutta. Tarkastelun perusteella määritetään riskin todennäköisyys ja seurausten vakavuus. Riskianalyyssin apuna on Väyläviraston riskimatriisi, jossa on määritetty kriteerit riskien suuruuden arvioimiselle. Riskin suuruuden perusteella voidaan arvioida riskin merkitys ja toimenpiteiden toteuttamistarpeet saman riskimatriisin perusteella.



Kuva 1. Standardin ISO 31000:2009 mukainen riskienhallintaprosessi (Liikenneviraston ohjeita 40/2017, Ohje riskienhallinnan menetelmistä).

Riskien hallitsemiseksi määritetään tarvittaessa toimenpiteet ja seurataan niiden toteuttaminen. Toimenpiteillä riski voidaan poistaa kokonaan tai pienentää se hyväksyttävälle tasolle vaikuttamalla riskin todennäköisyyteen tai seurauksiin.

Onnistuneen riskienhallinnan elementtejä, joissa voidaan hyödyntää tietomallia:

- Järjestelmällisyys ja seurattavuus
- Tietoon perustuva
- Vuorovaikutteinen ja tiedonvaihtoa korostavaa

Tietomallissa (esimerkiksi Trimble Novapoint) riskienhallinnan kannalta oleellinen tiedonvaihto voidaan toteuttaa ohjelmiston keskusteluominaisuuden avulla. Keskustelu on mahdollista myös katselutyökalun (Viewer) käyttäjille, jotka eivät pysty tekemään muutoksia itse tietomalliin.

Keskustelun avulla suunnittelijat voivat kirjata tunnistettuja vaaroja paikkatiedolla suunnittelun edetessä keskusteluun muiden tiedoksi ja kommentoitavaksi. Tällöin vaaraa voidaan käsitellä jo ennen työpajassa käsittelyä ja toisaalta varmistetaan, että tunnistettu vaara ei unohdu. Tiedonvaihto tietomallissa vähentää tarvetta sähköposteille ja haastatteluille. Se mahdollis-

taa riskien alustavan kirjaamisen jo ennen riskityöpajaa ja säästää näin aikaa riskityöpajassa, jolloin voidaan keskittyä enemmän riskien analysointiin ja hallintaan.

Riskityöpajassa tietomallia voidaan käyttää visuaalisena apuna riskien tunnistamisessa ja sen käyttö voidaan yhdistää esimerkiksi tarkistuslistojen asiasanojen käyttöön. Työpajassa riskeille määritetyt toimenpiteet voidaan merkitä myös tietomallin keskusteluun ja keskusteluun voidaan liittää toimenpiteen vastuuhenkilö. Tällöin toimenpiteen seuranta voidaan toteuttaa tietomallissa. Kun tarvittava toimenpide on toteutettu, voidaan se kuitata keskusteluun toteutetuksi ja sieltä riskienhallinnan asiantuntija voi päivittää tilan TURIn riskienhallintasuunnitelmaan.

Paikkatiedolla varustetut riskit voidaan merkitä malliin geometrisellä muodolla, jolloin nähdään visuaalisesti paikat mihin vaarat mahdollisesti kasautuvat. Geometrisiä muotoja ei ole yleisissä ohjeissa määritelty, joten ne on sovittava projektikohtaisesti.

Tietomallin hyödyntämisen mahdollisuudet riskienhallinnassa

Tunnistus

- Vaarojen kirjaus ennen riskityöpajaa kaikkien nähtäville.
- Riskien tunnistaminen visuaalisesti tietomallin avulla.
- Riskit kaikkien nähtävillä tietomallissa koko ajan.
- Tietomalliin voidaan vaaralle merkitä paikkatieto, jos riskin on sijainti määritettävissä.

Analysointi

- Kohteen visuaalisen havainnoinnin hyödyntäminen seurausten ja todennäköisyyden arvioinnissa.
- Riskin suuruus ja tila voidaan merkitä visuaalisella geometrisella muodolla ja värillä malliin.

Riskienhallinta

- Toimenpide ja vastuuhenkilö tietomallissa kaikkien näkyvillä.
- Toimenpiteen toteuttamisen seuranta voidaan toteuttaa tietomallin kautta.
- Riskin tila ja suuruus voidaan visualisoida tietomalliin geometrisin muodoin ja värein.

Rautatietekniikka-lehti
-rautaista asiantuntemusta yli 30 vuotta-

Rakentamisen riskit laajoissa ja pienissä hankkeissa

Lainsäädäntö tai viranomaisten ohjeet ja määräykset eivät määrittele erikseen riskienhallintamenettelyjä isoihin tai pieniin hankkeisiin. Rakentamisessa pätee samat turvallisuuteen liittyvät säädökset ja velvollisuudet huolehtia siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville tai sen vaikutuspiirissä oleville. Väyläviraston ohjeet eivät myöskään erottele isoja ja pieniä rakennushankkeista, ohjeet ovat voimassa riippumatta hankkeen koosta.

Rakennustyömaan työntekijöillä pitää olla riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja heidän pitää tuntea työmaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet (VNa 205/2009). Tämä vaatimus on voimassa sekä isoissa ja pienissä hankkeissa.

Työturvallisuuslainsäädäntöä asettaa riskienhallinnalle tiukat vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että ensisijaisesti vaara tulee poistaa ja tämän jälkeen arvioidaan jäljelle jäänyt turvallisuusvaikutus. Työntekijöiden turvallisuutta uhkaava vaara tulee siis ensisijaisesti poistaa. Jos tämä ei onnistu, niin tämän jälkeen alkaa vasta riskien suuruuden arviointi. Tavoitteena tällöin on riskien pienentäminen sille tasolle, mikä hyväksytään. Väylävirastossa se merkitsee sitä, että riski ei saa olla riskimatriisiin mukaan kohtalainen tai sitä suurempi. Muissa riskilajeissa, kuten rautatieturvallisuutta koskeissa riskeissä, mennään ohjeiden mukaan suoraan riskien suuruuden arviointiin.

Rakennushankkeet, tässä tapauksessa tarkoitetaan infrarakennushankkeissa ratahankkeita, voivat laajuudeltaan ja vaativuudeltaan poiketa toisistaan huomattavasti. Hankkeita toteutetaan eri urakkamuodoilla mm. kokonaisurakkana, ST-urakkana, allianssina. Osa urakoista saatetaan myös alistaa työturvallisuusmielessä sivu-urakaksi, jolloin pää toteuttajana toimii joko toinen rakennusurakoitsija tai alueen kunnossapitourakoitsija. Väyläviraston riskienhallinta- ja turvallisuusohjeet on kuitenkin laadittu niin, että niissä ei oteta erikseen huomioon eri urakkamuotoja tai hankkeiden muita eroavaisuuksia. Riskienhallinnassa tämä merkitsee ohjeiden soveltamista hankekohtaisesti. Tämä vuoksi niissä tarvitaan tilannekohtaisesti sovellettavia riskienhallintamenettelyjä.

Hankkeen koko vaikuttaa riskienarviointiin liittyvien menettelytapojen valintaa, ja hyvää riskienhallinnan osaamista on se, kuinka riskienhallinnan ohjeita ja menettelyjä parhaiten sovelletaan. Muuttuvatko riskit laajoissa tai pienissä hankkeissa tai turvallisuuden kannalta haastavissa hankkeissa? Mitä vaikutusta meillä on toimintatavoissa hankkeen ainutkertaisuudesta, vaikuttaako se menettelytapojen valintaan tai itse riskin käsittelyyn? Entä ehtiikö laajoissa ja pienissä hankkeissa toteuttamaan määräyksien/ohjeiden mukaisia riskienhallintamenettelyjä? Miten varmistetaan hankekoon mukaisesti riskienhallinnan resurssit ja osaaminen? Pitäisikö riskienhallinnan toteuttajilta vaatia



Jaana Ojala
Rejlers Finland Oy

samalla lailla pätevyyttä kuin turvallisuuskoordinaattoreilta?

Riskienarviointi alkaa siitä, kun rautatiehanke ilmoitetaan liikenteen turvallisuusviranomaiselle. Ilmoitusta laadittaessa arvioidaan hankkeen turvallisuusvaikutuksia muutoksen merkittävyyden arvioinnin kautta. Kysymys on siitä, onko muutosella vaikutusta rautatiejärjestelmän turvallisuudelle? Viranomaisen ilmoituksen (päätöksen) mukaan määräytyy hankkeen riskienarvioinnin noudattamisen laajuus ja menettelytavat. Joko se on Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmän mukainen tai yhteisten turvallisuusmenettelyjen mukainen riskienarviointi (YTM). Käytännössä

riskienarviointi tapahtuu kummassakin vaihtoehdossa samalla tavalla ja laajuudella, YTM-asetuksen mukaisessa riskienarvioinnissa riskienarvioinnin tarkastaa toki ulkopuolinen tarkastuslaitos. Turvallisuusjohtamisjärjestelmän mukaisessa riskienarvioinnissa tarkastusmenettely pitää tapahtua hankkeen omin toimenpitein ja/tai Väyläviraston omaavaltamenettelyjen kautta. Rautatiejärjestelmään kohdistuvien riskien vaikutus on sama, onko hankkeen riskienhallinta tehty jommankumman menettelyn kautta. Tunnistamattomat riskit ovat hallitsemattomia riskejä.

Rakentamisen aikaisten riskien käsittely alkaa heti suunnittelun alkaessa. Suunnittelusta saadaan turvallisuus selvityksen kautta riskitietoa rakentamisen toteuttamiseen. Suunnitteluvaiheessa on laadittava hankkeeseen riskienhallintasuunnitelma (hankeriskit) ja sen lisäksi rakentamisen turvallisuutta koskeva riskienhallintasuunnitelma.

Usein on esiintynyt tilanteita, jossa riskeihin liittyviä dokumentteja ei ole laadittu lainkaan. Tämä ongelma esiintyy erityisesti pienissä ja lyhytkestoisissa hankkeissa.

Turvallisuus selvitys toimii pohjana turvallisuusasiakirjan ja siihen liittyvän riskienhallintasuunnitelman laadinnassa. Jos turvallisuus selvitys jää laatimatta, joudutaan rakennuttajan osalta riskienarviointi tekemään rakentamisen valmisteluvaiheessa, kiireessä ja puutteellisella riskitiedolla – suunnittelijoiden tietoja riskeistä ei välttämättä saada käyttöön kokonaisvaltaisesti.

Ennen rakentamisen aloittamista palvelutuottajalle toimitetaan tilaajan toimesta laaditut turvallisuusdokumentit, joiden mukana on turvallisuutta koskeva riskienhallintasuunnitelma. Tässä vaiheessa pitää varmistaa, onko varmaa käsitystä siitä, että suunnittelusta saatu riskitieto on riittävää ja laadukasta, jota sitä voi hyödyntää rakentamisvaiheen riskienhallinnassa.

Rakentamisen aikana riskejä käsitellään monissa eri yhteyksissä alkaen urakoiden turvallisuuden aloituskokouksista aina turvallisuuden päätöskokouksiin asti ja rautatiejärjestelmään kohdistuvia riskejä käsitellään edelleen hankkeiden käyttöönottolupaan asti. Riskitietojen ylläpito, päivittäminen ja hallinta korostuvat erityisesti laajoissa ja pitkäkestoisissa hankkeissa. Ongelmia saattaa esiintyä siinä, että riskejä on tunnistettu liian paljon,

jopa useita satoja. Onko selvää käsitystä siitä, miten näitä riskejä hallitaan ja onko tunnistettu keskeisiä vaaroja. Onko jokin oleellinen vaara jäänyt tunnistamatta, joilla olisi merkittävää vaikutusta hankkeen tai rautatiejärjestelmän turvallisuuteen.

Hankkeissa koosta riippumatta yhtenä tärkeänä tavoitteena on varmistaa, että tuleva rakentamiskausi toteutuu ilman vakavia vaaratilanteita ja onnettomuuksia. Työskentely radalla vaatii turvallisuusasioissa tinkimätöntä määräysten ja ohjeiden noudattamista, huolellisuutta ja varovaisuutta sekä tietämystä työhön liittyvistä riskeistä.

Töiden ja työvaiheiden suunnittelussa edellytetään turvallisuuden ottamista huomioon. Vaarojen torjunta perustuu niiden järjestelmälliseen tunnistamiseen ja riskienarviointiin. Vaarat on poistettava ennen vahinkojen sattumista. Riskienhallintatoimenpiteet on toteutettava, vasta sen jälkeen saadaan turvallisuutta parannettua.

On hankkeita, joissa turvallisuustaso ei ole riittävä. Erityisen huolenaiheen tuottavat urakoitsijoiden väärät turvallisuusasetteet, työskentelyvirheet ja epäselvyydet työhön liittyvistä menettelyistä kuten työnjohdon toiminnassa tai kiireen tuoma riskiotto. Turvallisuutta on parannettava, jotta vakavilta onnettomuuksilta vältytään. Siksi onkin tärkeää, että yhä enemmän ja syvemmin opittaisiin tunnistamaan keskeisiä työmaahan vaikuttavia vaaroja ja poistamaan tai pienentämään ne mahdollisuuksien mukaan.

Rakennushankkeissa turvallisuuteen liittyvät riskit eivät ole ainoita, joita käsitellään koko hankkeen ajan. Riskienhallinta on muutakin kuin turvallisuuteen liittyviä riskienarviointeja. Hankkeisiin kuuluvat riskienhallinnan tarkastelut, jotka liittyvät projektihallintaan ja yhteiseen turvallisuusmenettelyihin (YTM-asetuksen mukainen riskienarvointi) sekä muihin erillisiin riskienarviointeihin esim. tasoristeys-, tunneli- ja louhintoihin liittyen. Hankkeen koko tai laajuus ei oikeuta sitä, voiko jonkin riskitarkastelun jättää hankkeessa tekemättä.

Hankkeessa tulee varmistaa, että riskitietoa välitetään hankkeen sisällä, kuten hankkeen johdolle sekä muille tahoille, kuten sidosryhmille ja palveluntuottajille. Riskitiedon hyödyntäminen onnistuu parhaiten, kun tieto kulkee sovitusti eri osapuolten välillä. Tiedonkulun siirtämisestä ja tiedonvaihottavasta ei löydy tällä hetkellä selkeää ohjeistusta ja siksi riskitieto saattaa jäädä siirtymättä ja samalla hyödyntämättä.

Riskitiedon siirtäminen rakentamisen vaiheesta toiselle ja siten käyttöön ja kunnossapitoon tapahtuu yleensä jäännösriskien käsittelyn kautta. Väylävirastossa käytössä on TURI-järjestelmä, jossa käsitellään riskejä, mutta miten varmistetaan, että siellä oleva riskitieto siirtyy oikealle taholle ja tulee käsitellyksi? Onko selkeää toimintatapaa siitä, että miten kunnossapidon riskitietoa kerätään? Pitäisikö kunnossapitoon liittyvä riskitieto kerätä rata-osa- vai urakkakohtaisesti? Mitä tietoa käsitellään ja mitkä ovat riskitietojen käsittelyn menettelyt erityisesti silloin, kun alueen kunnossapitourakoitsija vaihtuu?

Infrarakentamisessa pääpaino on ollut väylien rakentaminen ja parantaminen. Viime vuosina korjausrakentamisen osuus on lisääntynyt huomattavasti, jolloin on myös pienien ja kiireellisten hankkeiden määrä on noussut. Rakentamisen riskit laajassa ja pienessä hankkeessa on samat, vakava onnettomuus voi tapahtua myös pienessä hankkeessa. Käytännössä kuitenkin on riskienhallinnanprosessien mittakaavassa ja resursseissa eroja.

Usein ajattelempa vahvasti negatiivisesti riskienarviointia tehdessä. Positiivinen ajattelu toimii myös riskienarvioinnissa. Tärkeää on suunnata huomio myös menestymisen mahdollisuuksiin ja turvalliseen tapaan tehdä työtä. Rakentamisessa tulisi enemmän huomioida positiivisten mahdollisuuksien tunnistaminen, niin laajoissa kuin pienissäkin hankkeissa.

Traficomin rautateiden poikkeamatietokanta ja poikkeamaraporttien hyödyntäminen rautatiealalla

Rautatiejärjestelmän turvallisuusvastuiden jakaantessa yhä useammalle taholle on turvallisuustiedon jakaminen ja turvallisuusyhteistyö entistäkin tärkeämpää. Traficomissa ja sitä edeltäneessä Trafissa on tehty pitkään töitä, jotta rautateiden eri toimijoiden onnettomuus- ja vaaratilannetiedot saataisiin koottua yhteen tietokantaan. Nyt ollaan vihdoin tilanteessa, jossa yhteen aineistoon saadaan koottua valtaosa alan poikkeamailmoituksista. Paljon tekemistä kuitenkin riittää vielä. Muun muassa tiedon kattavuutta, analysointia ja tiedosta viestimistä tulee edelleen kehittää. Myös EU:ssa on valmisteilla uusi säädös, joka tulee vaikuttamaan turvallisuuspoikkeamien raportointiin myös Suomessa.

Rautateiden turvallisuuden hallinta on Suomessa 1990-luvulta lähtien jakaantunut yhä useamman toimijan vastuulle. Usean toimijan vastatessa turvallisuudesta on alan turvallisuuden kehityksen kannalta kriittisen tärkeää, että toimijat tekevät yhteistyötä turvallisuuden hallinnassa. Toimijat vaihtavat turvallisuuteen liittyviä tietoja keskenään hallitakseen toimintaansa liittyviä turvallisuushaasteita, mutta turvallisuuden kokonaiskuvan kannalta on tärkeää koota turvallisuustietoa kattavasti myös yhteen paikkaan.

Raideliikennelain mukaan rautateiden toimijoiden tulee raportoida onnettomuudet ja vaaratilanteet Liikenne- ja viestintävirasto Traficomille. Myös raideliikennelakia edeltäneet säädökset velvoittivat toimijoita raportoimaan onnettomuudet ja vaaratilanteet Traficomia edeltäneille virastoille. Raportointiin ja sen hallintaan on liittynyt useita haasteita. Toimijat ovat raportoineet kirjavin tavoin ja muodoin. Ennen kaikkea raportoinnin kattavuus ja laatu on vaihdellut paljon. Myös virastolla on ollut haasteita helppojen raportointikanavien tarjoamisessa ja raporttien hyödyntämisessä. Viime vuosina Traficomissa ja sitä edeltäneessä Trafissa on tehty töitä turvallisuuspoikkeamien raportoinnin kattavuuden ja laadun parantamiseksi ja turvallisuustiedon hyödyntämisen kehittämiseksi. Myös Onnettomuustutkintakeskus on turvallisuussuosituksessaan (2016-S12) suositellut Trafia luomaan kaikki toimijat kattavan ja yhtenäisen järjestelmän poikkeamien luokitteluun ja raportointiin.

Yhteisen raportointitaksonomian kehittäminen

Keskeisenä ongelmana yhteisen raportointitietokannan kehittämisessä oli eri toimijoilla käytössä olevat erilaiset poikkeamien luokittelutavat eli taksonomiat. Myös ilmoitusten tietosisällön rakenteissa oli suuria eroja. Koska kansallista raportointitaksonomiaa ei ollut olemassa, oli kukin toimija ymmärrettävästi laatinut omiin tarkoituksiinsa parhaiten sopivan taksonomian. Yhteisen taksonomian puute hankaloitti tietojen automaattista siirtämistä



Ville Vainiomäki
Traficom

toimijoiden järjestelmien välillä ja heikensi tietojen vertailukelpoisuutta.

Alkuvuodesta 2018 Trafi ryhtyi yhdessä suurimpien rautatietoimijoiden kanssa kehittämään yhteistä turvallisuuspoikkeamien raportointitaksonomiaa. Toimijat pitivät yhteisen taksonomian kehittämistä hyvänä ajatuksena ja lähtivät kiitetävän innokkaasti mukaan kehitystyöhön, vaikka yhteisen taksonomian kehittämiseksi ei lainsäädäntöperustetta ollutkaan. Neljän intensiivisen työpajasesion jälkeen yhteinen taksonomia alkoi olla valmis keväällä 2018. Tällä hetkellä alan eri toimijat ovat ottamassa yhteistä taksonomiaa käyttöön raportointijärjestelmissään. Esimerkiksi Väyläviraston TURI-järjestelmässä yhteinen raportointitaksonomia

otetaan käyttöön vuoden 2020 alussa. Yhteisestä taksonomiasta pyrittiin kehittämään helposti käytettävä luokittelujärjestelmä, jolla saadaan kuitenkin riittävä määrä tietoa tapausten käsittelyyn ja analysointiin. Nähtäväksi jää, miten käyttäjät ottavat vastaan yhteisen taksonomian. Tarkoitus on, että yhteistä taksonomiaa kehitetään jatkossa koordinoitusti tarpeen mukaan. Yhteinen taksonomia mahdollistaa raporttien siirtämisen sähköisesti toimijoiden järjestelmien välillä, jolloin manuaalisen työn tarve tiedon kokoamisessa vähenee merkittävästi.

Poikkeamatietokannan aineisto

Traficomin poikkeamaraporttitietokanta on koonnut yhteen VR Yhtymän ja pienempien toimijoiden poikkeamaraportit jo vuosien ajan. Vuoden 2019 alusta tietokantaan on saatu mukaan myös Väyläviraston TURI-järjestelmän raportit. VR:stä ja Väylävirastosta raportit siirtyvät Traficomiin automatisoidusti. Pienemät toimijat raportoivat sähköpostitse tai nettilomakkeen avulla. Yhteisen taksonomian käyttöönoton myötä tiedot saadaan siirrettyä entistä helpommin sähköisesti ja yhtenevillä tietoluokilla. Traficomin rautatiepoikkeamien tietokantaan kertyy vuosittain muutamia tuhansia onnettomuus- ja vaaratilanneilmoituksia. Ilmoitusten avulla pystytään muodostamaan kuva rautatiejärjestelmän kokonaisturvallisuudesta. Ilmoitusten aihealueet ja vakavuudet vaihtelevat voimakkaasti. Suuri osa ilmoituksista koostuu esimerkiksi toistuvista eläintörmäyksistä, eristysvioista johtuvista opasteen vaihtumisista ja tasoristeyspuomien rikkiajamisista. Joukossa on kuitenkin myös merkittäviä onnettomuuksia ja uusia riskejä paljastavia vaaratilanteita.

Aineiston käsittely ja hyödyntäminen

Traficomissa raporteille tehdään nopea tapausriskiarvio ja niistä pyritään tunnistamaan tapahtuman syntyyn vaikuttaneita turvallisuustekijöitä. Tapausten käsittely on kohtuullisen resurssi-intensiivistä työtä ja kasvanut raporttien määrä on melkoinen haaste viraston resursseille. Vertaistukea onneksi löytyy läheltä;

Traficom in ilmailun analyysiporukka on jo vuosien ajan kampaillut tuhansien poikkeamaraporttien käsittelyyn ja EU-raportointiin liittyvien velvoitteiden kanssa.

Turvallisuuspoikkeamista muodostuvaa aineistoa hyödynnetään muun muassa turvallisuustilanteen seurannassa, valvonnan suunnittelussa, sääntelyn kehittämisessä ja analyysien ja vaikutusten arviointien tekemisessä. Tällä hetkellä Traficom viestii aineistoa koskevista havainnoista viraston ulkopuolelle lähinnä erilaisissa turvallisuutta koskevissa julkaisuissa ja turvallisuuden analyysiin ja seurantaan keskittyvässä yhteistyöryhmässä. Aineiston pohjalta tehtyjen turvallisuushavaintojen viestimisestä viraston ulkopuolelle Traficomilla on vielä paljon parannettavaa.

Tekemistä riittää edelleen muun muassa aineiston kattavuuden parantamisessa. Valitettavasti etenkin monien pienempien toimijoiden kohdalla vain osa tapahtuneista onnettomuuksista ja vaaratilanteista raportoidaan viranomaiselle. Myös HOF (Human and Organisational Factors) asioiden huomioimista taksonomiasa ja raportoinnissa ylipäätään on syytä jatkossa kehittää.

Uusia vaatimuksia Euroopasta

Samaan aikaan kun Suomessa on saatu kansallinen raportointijärjestelmä suurin piirtein toimimaan, aletaan EU:ssa valmistella EU:n laajuista rautateiden poikkeamaraporttitietokantaa. ERA sai vuoden 2019 alussa Euroopan komissiolta mandaatin alkaa valmistella säädöstä rautatietojärjestelmien turvallisuustason ja turvallisuussuorituksen arviointiin. Säädöksen on tarkoitus valmistua vuonna 2021. Mandaatti pitää sisällään muun muassa rautatietojärjestelmien turvallisuuspoikkeamien raportoinnin yhtenäistämisen. Tarkoitus on jollain tasolla yhtenäistää turvallisuuspoikkeamien raportoinnin tapaa koko EU:n tasolla. Tämä edellyttää mm. EU:n yhteisen raportointitaksonomian laatimista. EU:n tasolla on jo käytössä merkittävimmät tapaustyyppit kattavat yhteiset turvallisuusindikaattorit, jotka on huomioitu mm. Suomen yhteisessä taksonomiasa. Nähtäväksi jää millaiset vaikutukset EU:n yhteisen raportoinnin ja taksonomian kehittämisellä on Suomessa.



Positiivisuutta turvallisuuspoikkeamien ja -havaintojen tutkimiseen ja käsittelyyn

Johdanto

Väylävirasto tekee jatkuvaa ja järjestelmällistä työtä ratakankkeiden turvallisuuden parantamiseksi. Keskeisenä työkaluna Väylällä on käytössään turvallisuuspoikkeamien ja riskienhallinnan tietojärjestelmä, TURI, jota hyödynnetään hankkeilla tapahtuvien turvallisuushavaintojen ja poikkeamien kirjaamiseen ja analysointiin. Turvallisuuspoikkeamalla tarkoitetaan Väylän ohjeistuksen mukaan onnettomuutta, työtapaturmaa, vaaratilannetta ja **turvallisuushavaintoa** (LIVI/4311/06.04.01/2018). Lähtökohtana turvallisuuspoikkeamien keräämiselle on niistä oppiminen. Toisin sanoen järjestelmään tuodut poikkeamat analysoidaan ja analyysin pohjalta määritellään sekä toteutetaan toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on estää vastaavien tapahtumien syntyminen tulevaisuudessa (LIVI/4311/06.04.01/2018). Väylän mukaan **turvallisuushavainto** kuitenkin pitää käsitteen sisällään myös turvallisuutta edistävät olosuhteet, toimintatavat ja tekijät (LIVI/4311/06.04.01/2018, kappale 3). Onkin syytä pohtia tulisiko tätä myönteistä näkemystä painottaa enemmän turvallisuuspoikkeamien keräämisessä ja analysoinnissa, jotta esimerkiksi turvallisuuteen liittyviä hyviä käytäntöjä ja innovaatioita saataisiin 'kentältä' laajempaan tietoisuuteen ja lopulta osaksi yleisiä käytäntöjä.

Mistä poiketaan, kun puhutaan turvallisuuspoikkeamista?

Kun puhutaan **turvallisuuspoikkeamista**, mistä silloin oikeastaan poiketaan? Turvallisuus määritellään yleisesti 'vaarojen poissaoloiksi' tai 'onnettomuuksien ja muiden ei-toivottujen tapahtumien välttämiseksi'. Turvallisuus siis määritellään jonkin toisen asian tai ominaisuuden poissaolona. Tämän perinteisen määritelmän mukaan turvallisuutta myös arvioidaan mittaamalla ei-toivottuja tapahtumia, kuten tapaturmia tai niistä seuranneita sairauspoissaolopäiviä. Kaikkein turvallisoin ratakankke on siis ratakankke, jota ei koskaan toteuteta. Perinteiseen turvallisuuskäsitykseen kuuluu myös yleensä oletus siitä, että määräyksiä ja ohjeita tarkasti noudattamalla ei onnettomuuksia pääse syntymään sillä ne ovat yleensä seurausta huolimattomuudesta tai laiminlyönnöistä, "inhimillisistä virheistä".

Turvallisuudelle on kuitenkin olemassa myös vaihtoehtoisia määritelmiä. Eräs vaihtoehtoinen määritelmä kuvaa turvallisuuden '**kyvyksi onnistua vaihtelevissa olosuhteissa**' (Hollnagel 2014). Tämän määritelmän mukaan turvallisuudesta puhuttaessa tulisikin siis keskittyä onnistumisiin epäonnistumisten ja ei-toivottujen tapahtumien sijaan. Yhtä oleellista määritelmän mukaan onkin kysyä '**miksi tässä onnistuttiin?**' kuin se, että kysyttäisiin '**mikä täällä toisaalla meni pieleen?**'. Määritelmä painottaa ihmisen roolia innovatiivisena ongelmanratkaisijana,



Eetu Wallius
Rejlers Finland Oy

jonka ansiosta on mahdollista onnistua myös, kun olosuhteissa tapahtuu merkittäviä muutoksia, eivätkä asiat ulkoisten tekijöiden johdosta etene niin kuin on suunniteltu.

Miksi turvallisuuspoikkeamia kerätään ja analysoidaan?

Turvallisuuspoikkeamat mielletään tavallisesti kielteisiksi tapahtumiksi, kuten onnettomuuksiksi, tapaturmiksi, ohjeiden vastaiseksi toiminnaksi tai läheltä piti -tilanteiksi. Ratakankkeissa urakoitsijat ovat velvoitettuja ilmoittamaan poikkeamista tilaajan edustajalle, joka puolestaan yleensä vastaa niiden kirjaamisesta Väyläviraston turvallisuus-

den ja riskienhallinnan tietojärjestelmään, Turiin. Poikkeamien kirjaaminen järjestelmään tuottaa Väylälle ensisijaisen tärkeää tietoa rataverkolla toteutettavien hankkeiden turvallisuustilasta, sekä paljastaa turvallisuuteen liittyviä kehityssuuntauksia. Tietoa poikkeamista kerätään ja analysoidaan ratakankkeissa ennen kaikkea siksi, että voidaan suunnitella ja toteuttaa oikeita toimenpiteitä, jotta jatkossa vastaavilta poikkeamatilanteilta välttyttäisiin. Poikkeamaraportin velvoittaminen urakoitsijalta ei siis ole rangaistus, vaikka se joskus sellaiseksi saatetaan mieltäkin. Turvallisuuspoikkeamatietoja hyödynnetään muun muassa turvallisuusohjeiden ja -koulutusten edelleen kehittämisessä. Mitä enemmän poikkeamatietoja työmailta saadaan, sen tehokkaammin turvallisuutta on mahdollisuus kehittää. Väylä myös tuottaa analysoiduista poikkeamista vuosittaisen julkaisun, jossa mm. arvioidaan turvallisuussuoritumista valtion rataverkolla. Julkaisun mukaan vuonna 2018 onnettomuuksia ja vaaratilanteita rautatietoinnoissa kirjattiin 3611 ja turvallisuushavaintoja näiden lisäksi 813 (Väyläviraston julkaisuja 24/2019).

Tulisiko positiivista painottaa enemmän turvallisuushavaintojen ilmoittamisessa ja käsittelyssä?

Jos turvallisuus '**vaarojen ja onnettomuuksien poissaolon**' lisäksi mielletään '**kyvyksi onnistua vaihtelevissa olosuhteissa**' ja sen kehittämistä lähestytään tästä näkökulmasta, on epäonnistumisten lisäksi yhtä lailla oleellista ymmärtää onnistumisia. Tätä näkemystä tukee myös Väylän turvallisuushavainton määritelmä, jonka mukaan turvallisuushavainto voi olla joko turvallisuutta vaarantava tai edistävä olosuhde tai tekijä (LIVI/4311/06.04.01/2018, kappale 3). Voisiko siis esimerkiksi Väylän TURI-järjestelmää hyödyntää aiempaa enemmän, kun etsitään vastauksia siihen, miksi jotkin hankkeet onnistuvat turvallisesti, sekä millaisia turvallisuutta edistäviä olosuhteita ja tekijöitä rataverkolla ilmenee?

Ratatyömaillo on olemassa moninaisia kokemuksen muo-
vaamia hyviä käytäntöjä, joiden ansiosta useat työmaat saadaan

saatettua *turvallisesti loppuun*. Sen lisäksi, että TURI-järjestelmää käytetään tapaturmien, onnettomuuksien ja ohjeiden vastaisen toiminnan tietopankkina, se voisi toimina erinomaisena kanavana turvallisuuteen liittyvien hyvien käytäntöjen ja innovaatioiden tiedonsiirrossa. Väylävirasto voisi hyödyntää näitä hyviä käytäntöjä edelleen ohjeistuksissaan tai tiedottaa niistä esimerkiksi sidosryhmätilaisuuksissa, jolloin käytännöt jalkautuisivat rataverkolla laajasti eri toimijoiden keskuuteen. Myönteisten turvallisuushavaintojen painottaminen turvallisuustyössä aiempaa enemmän voisi myös osaltaan poistaa työmaiden kynnystä ilmoittaa poikkeamista tilaajalle, sillä niitä ei enää olisi tarpeen mieltää 'merkiksi epäonnistumisesta' tai 'rangaistukseksi', mitä niiden ei toki tälläkään hetkellä ole tarkoitus olla. Onkin syytä pohtia laajemmin, tulisiko myönteistä turvallisuussuoriutumista painottaa nykyistä enemmän turvallisuushavaintojen kirjaamisessa ja käsittelyssä.

Lähteet

LIVI/4311/06.04.01/2018, Turvallisuuspoikkeamien ilmoittaminen ja käsittely

Rautatietojärjestelmien turvallisuuspoikkeamat 2018. Väyläviraston julkaisuja 24/2019

Erik Hollnagel, 2014. Safety-1 and Safety-2. The Past and Future of Safety Management. CRC Press, Taylor & Francis Group.



Tiedätkö mistä ratarakenteen ongelmat johtuvat?

Ratarakenteen kunnon heikkeminen johtuu monista tekijöistä. Tunnistamme ratarakenteiden ongelmat ja ehdotamme parhaat kunnossapitotoimet niiden hoitamiseksi.

Loram Finland Oy on johtava ratarakenteiden kunnon diagnostiikan ja integroidun analyysin asiantuntija sekä kunnossapitoratkaisujen osaaja Suomessa ja maailmalla. Mittaus- ja diagnostiikkapalveluidemme avulla saat ennakoivat, täsmälliset ja optimoidut kunnossapitoratkaisut ratarakenteiden ongelmiin.

Lisätietoja: Mika.A.Silvast@Loram.com / P. 050-5430 008 / www.loram.com

Loram Finland Oy Åkerlundinkatu 2 A 33100 Tampere

Turvallisuuskulttuurin kehittäminen rautatiehankkeella

Turvallisuuskulttuurin käsite on leviämässä osaksi Suomen rautatiejärjestelmää Euroopan Unionin lainsäädännön muutosten myötä, jotka vaativat rataverkon haltijoita huomioimaan turvallisuuskulttuurin osana toimintaansa. Turvallisuuskulttuurin kehittäminen ratahankkeella on mahdollista, mutta vaatii suunnitelmallisuutta, resursseja ja tahtotilan.

Kaikki alkoi idästä

26.4.1986 Ukrainassa Tshernobylin ydinvoimalassa menetettiin neljännen reaktorin hallinta, joka johti yhteen historian pahimmista suuronnettomuuksista. [1] Onnettomuustutkinnan yhteydessä havaittiin, ettei tekniikan pettäminen ja ihmisten tekemät inhimilliset virheet yksin riittäneet selittämään Tshernobylin tapah-tumia, vaan onnettomuuden syntymiseen myötävaikuttivat myös organisaatioon, johtamiseen ja ryhmädynamiikkaan liittyvät tekijät. Tästä havainnosta syntyikin turvallisuuskulttuurin käsite, jolla haluttiin korostaa organisaatiotekijöitä turvallisuuteen vaikuttavina tekijöinä ihmisen ja tekniikan rinnalla. [2] Tshernobylin onnettomuuden jälkeen turvallisuuskulttuurin käsite on levinnyt ydinvoiman lisäksi muillekin turvallisuuskriittisille aloille, mm. ilmailuun. Nyt käsite on leviämässä myös rautateille, sillä Euroopan unioni on uudistanut rautatieturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöään ja tuonut turvallisuuskulttuurin käsitteen ensimmäistä kertaa osaksi sitä. [3]

Mitä sitten tarkoitetaan turvallisuuskulttuurilla? Pitkästä historiastaan huolimatta turvallisuuskulttuurille ei ole kyetty antamaan yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Eri tahot ovat kuitenkin löytäneet samankaltaisia elementtejä, joista turvallisuuskulttuurin voidaan katsoa muodostuvan. Turvallisuuskulttuuri on kokonaisuus, joka koostuu organisaatiotekijöistä, työntekijöiden henkilökohtaisista tekijöistä ja heidän turvallisuuteen liittyvästä ymmärryksestä sekä näiden välisistä vuorovaikutuksista ja sosiaalisesta ympäristöstä. [4, 38 - 81] Euroopan Unionin rautatievi-raston mukaan rautatiejärjestelmän turvallisuuskulttuurin muok-kaamisessa keskeistä on noudattaa yhteisiä turvallisuusperiaat-teita kuten jatkuvan parantamisen ja riskienhallinnan menette-lyitä sekä turvallisuuden istuttamista kaikkiin toimintoihin, luoda yhteiset toimintatavat sekä vahvistaa haluttuja käyttäytymismal-leja. [5]

Näin on aina ennenkin tehty

Turvallisuuskulttuuri ei edistä itse itseään, vaan se vaatii työtä ja uusia toimintatapoja jokaiselta rautatiealalla työskentelevältä ja alan toimijoilta.

Ratarakentamisessa on nähtävillä useita ilmiöitä, jotka vai-kuttavat alan turvallisuuskulttuuriin. Epäselvät tavoitteet ja käy-tännöt, tietämättömyys, kiire ja rajalliset resurssit eivät anna



Krista Kouvalainen
Welado Oy

parasta lähtökohtaa turvallisuusasioiden kehittä-miselle, vaikka halua siihen olisikin. Alihankinta-ketjut ja urakoiden pilkkominen vaikeuttavat tie-donkulkua sekä käytänteiden jalkauttamista. Ajoit-tain turvallisuus myös vaikuttaa olevan prioritee-teissa se viimeisin ja tylsin asia, johon liittyvät velvoitteet hoidetaan rimaa hipoen ja joskus myös riman alta. Suurella ratahankkeella eri toimijoiden väliset erot tulevat selvästi esille. Johdon asenteet sekä eri organisaatioiden käytännöt näkyvät sel-västi siinä, miten turvallisuuteen suhtaudutaan ja kuinka sitä toteutetaan eri urakoilla, toimeksian-noissa sekä tilaajan ja rakennuttajan organisaati-ossa.

Turvallisuus on tekoja, ei kauniita sanoja

Vaikka turvallisuuskulttuurin kehittämisessä on haasteita, on sitä varten olemassa työkaluja. Tilaaajan on määriteltävä ratahankkei-den turvallisuustavoitteet nykyistä selvemmin ja viestittävä nämä tavoitteet palveluntuottajien suuntaan. Halutaanko vähentää tie-tynlaisia turvallisuuspoikkeamia vai seurata ratahankkeilla työ-s-kentelevien turvallisuusasenteita? On myös luotava mittarit, joilla turvallisuuskulttuurin kehittämiseen liittyvien toimenpiteiden vaikutuksia voidaan arvioida.

Työkalujen ja menettelyiden tulee tukea turvallisuuden hallin-taa ja kehittämistä, ei vaikeuttaa niitä ja turhauttaa käyttäjiänsä. Ohjeet, dokumenttipohjat ja tietojärjestelmät ovat keskeisiä rata-hankkeiden turvallisuustyökaluja, joten niiden tulisi olla selkeitä, ristiriidattomia ja helppokäyttöisiä. Tietojärjestelmien kehittämi-sessä tulisi huomioida myös turvallisuuteen liittyvät mittarit ja kehittää järjestelmiin ominaisuuksia, joista saadaan käyttökel-poista dataa ulos turvallisuuden kehittämisen tueksi.

Ratahankkeilla kannattaa heti hankkeen alussa laittaa pro-ssessit kuntoon ja sopia vastuunjako sekä käytännöt. Hankkeen edetessä syntyy toimintamalleja, joiden muuttaminen käy sitä haastavammaksi mitä pidemmällä hankkeella ollaan. Myös tur-vallisuuteen liittyvät toimenpiteet ja niiden toteuttaminen tulisi suunnitella hankkeen alussa, sillä kuten muiden prosessien muuttamisen kanssa, myös turvallisuuden kehittämisen toimen-piteitä on hankalaa alkaa toteuttaa kesken hankkeen.

Turvallisuus ei synny itsestään, vaan sen tekemiseen on oltava riittävästi resursseja kaikilla. Halutaanko selvitä vai halu-taanko kehittää? Tilaaajan tulisi huomioida turvallisuus ja kustan-nukset kaikissa hankinnoissa. Rakennuttajakonsultin ja tilaajan edustajilla tulee olla aikaa mm. käydä läpi suunnitelmia yhdessä hankkeen toimijoiden kanssa, neuvoa ja auttaa turvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä, olla läsnä työmailla ja pystyä reagoi-maan turvallisuushavaintoihin riittäväällä nopeudella. Urakoitsi-joilla tulee mm. olla resursseja työmaalla tehtävään turvallisuus-työhön, töiden yhteensovittamiseen ja suunnitelmien laatimi-

seen ja läpikäymiseen työntekijöiden kanssa. Tarvitaan palveluasennetta: on aidosti haluttava, että hankkeen toimijat onnistuvat turvallisuustyössä.

Hyvätkään toimenpiteet eivät paranna turvallisuuskulttuuria, jos todellista tahtotilaa ja rohkeutta sen kehittämiseen ei ole. Turvallisuuskulttuuri on tullut rautateille jäädäkseen, kuinka sinä olet mukana sen kehittämisessä?

Kirjoittaja toimii turvallisuuskoordinaattorina Luumäki-Imatratrahankkeella.

Lähteet

- [1] International Atomic Energy Agency, IAEA, 2019. Frequently Asked Chernobyl Questions. Verkkolähde, viitattu 8.12.2019. Saatavissa: <https://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/faqs>
- [2] International Atomic Energy Agency, IAEA, 1992. INSAG-7. The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1. Verkkolähde, viitattu 8.12.2019. Saatavissa: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub913e_web.pdf
- [3] Euroopan Unioni, Asetus (EU) 798/2016 rautateiden turvallisuudesta, 2016. Verkkolähde, viitattu 8.12.2019. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0798>
- [4] Reiman, T.; Pietikäinen, E.; Oedewald, P. Turvallisuuskulttuuri - teoria ja arviointi, 2006. VTT publication. ISBN: 978-951-38-7131-4 (nid.). Verkkolähde, viitattu 8.12.2019. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2008/P700.pdf>
- [5] European Union Agency for Railways, ERA, ei vuotta. Safety Culture. Verkkolähde, viitattu 8.12.2019. Saatavissa: https://www.era.europa.eu/activities/safety-culture_en

SABIK LED-OPASTIMIA RAUTATEILLE



TUOTEVALIKOIMASSAMME

- Pääopastimet
- Raideopastimet
- Esiopastimet
- Tasoristeysvalot

www.sabik.com

SABIK
WE SHOW THE WAY



SILTOJEN RAKENTAMISTA JA KORJAUSTA

Messukylänkatu 46, 33700 TAMPERE p. 0400 535 064



Telko Oy Lubricants
www.telko.com
lubricants@telko.com
09-5217505

Väyläviraston hyväksymät voiteluaineet



Turvallisuuskulttuurin arviointi – menetelmien kehitys

Mitä on turvallisuuskulttuuri?

Euroopan unionin rautatieviraston (ERA) mukaan turvallisuuskulttuuri osoittaa, miten ihmiset asenteidensa, arvojensa ja uskomustensa perusteella ymmärtävät turvallisuusjohtamisjärjestelmän vaatimukset, ja mitä he käytännössä tekevät ja päättävät. Positiivista turvallisuuskulttuuria kuvaa kaikkien organisaatioiden jäsenten yhteinen sitoutuminen turvalliseen käyttäytymiseen kaikissa tilanteissa, erityisesti kohdatessa kilpailevia tavoitteita.

Mitä kokeiluvaiheessa tehtiin?

Liikenne- ja viestintävirasto pilotoi täysimittaisesti yhdessä ERA:n ja asiantuntijoiden kanssa kehitettyä turvallisuuskulttuurin arviointimallia. Malli on sovitettu rautatiejärjestelmän turvallisuuskulttuurin arviointiin (kuva 1). Lisätietoja mallista löytyy ERA:n verkkosivuilta (https://www.era.europa.eu/activities/safety-culture_en).

Pilotoinnin tavoitteena oli tarkastella yhteistyössä kolmen pilottiorganisaation kanssa, miten rautatietojimijoiden turvallisuuskulttuuria voidaan mallin avulla kehittää, onko arvioinnista hyötyä turvallisuusviranomaisen toiminnan kannalta, testata ERA:n mallin soveltuvuutta Suomen rautatieliikenteen tarpeisiin sekä testata arviointimenetelmiä.

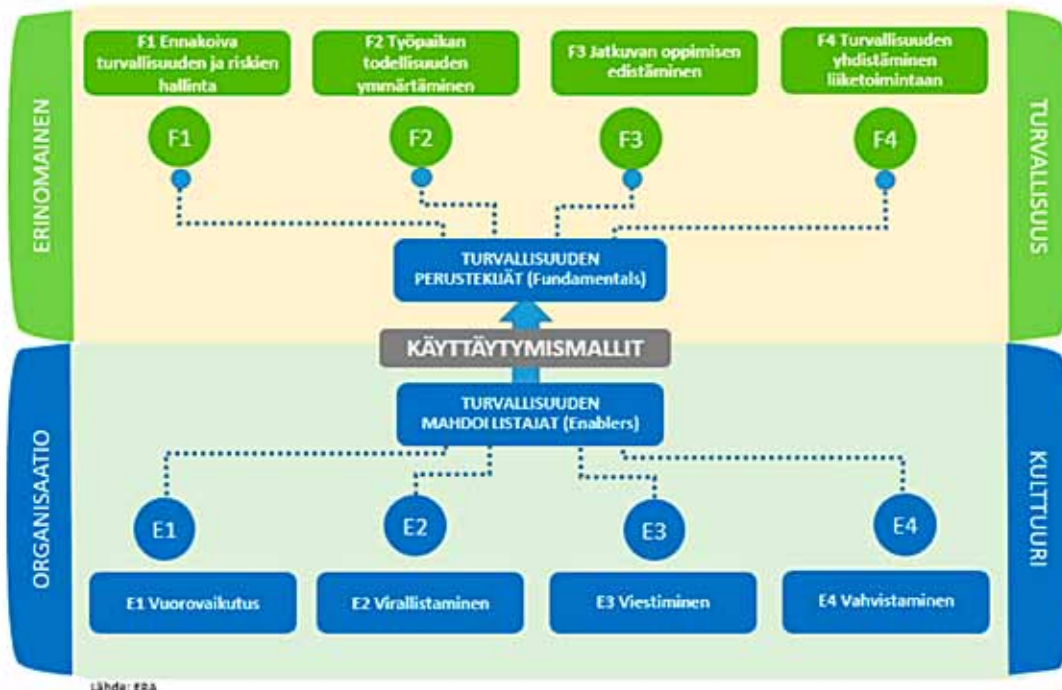


*Pia Sotavalta
Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

*Kirsi Pajunen
Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

Turvallisuuskulttuurin arvioinnissa käytettiin useita eri arviointimenetelmiä. Turvallisuusilma-
piirikysely oli tehty pilottiorganisaatioissa juuri ennen mallin kehittämistä ja sitä käytettiin arvioinnin pohjana. Dokumenttianalyysiä varten arviotavat toimijat lähettivät useita erilaisia dokumentteja (mm. kokouspöytäkirjoja, koulutusaineistoa, tiedotusaineistoa jne.) Mallin käytöstä järjestettiin workshop arviointiin osallistuville toimijoille. Mallia ja oman organisaationsa hyvin tuntevat henkilöt tekivät malliin perustuvan itsearvioinnin omasta organisaatiostaan. Lisäksi Liikenne- ja viestintäviraston asiantuntijat tekivät havaintoja esim. auditointien yhteydessä. Yksilöhaastatteluja tehtiin kaikissa pilottiorganisaatioissa sekä johdolle (mukaan lukien lähiesimiehet) että työntekijöille.

Aineiston keruun jälkeen se analysoitiin laadullisesti. Analyysin tuloksena turvallisuuskulttuuri yleisesti sekä turvallisuuden perustekijät arvioitiin kolmiportaisella asteikolla (hyvä, kohtalainen, saattaa aiheuttaa riskiä). Organisaatiokulttuuriin liittyvät hyvän turvallisuuskulttuurin mahdollistajat arvioitiin sanallisesti yleisellä tasolla koska organisaation ulkopuolisilla arvioijilla ei ollut mahdollisuutta perehtyä tarpeeksi tarkasti organisaation sisäiseen kulttuuriin. Tulokset raportoitiin toimijoille arviointiraporttina sekä siihen perustuvana esityksenä.



Kuva 1. Pilottiarvioinnissa käytetty arviointimalli (Kuva: ERA)

Mitä kokeilusta opittiin?

Pilotoinnista saatuja tuloksia hyödynnetään kolmella tasolla: ERA (mallin toimivuus käytännössä ja sen kehittäminen), rautatieliikenteen turvallisuusviranomaisen (turvallisuuden tason seuranta, valvonta) sekä rautatietoimija (oman turvallisuuskulttuurin kehittäminen).

ERA:ssa kehitetty malli soveltuu hyvin suomalaisten rautatietoimijoiden turvallisuuskulttuurin arviointiin. Esitimme malliin kokemustemme perusteella parannusehdotuksia, jotka otettiin huomioon mallia kehitettävissä. Päivitetty versio mallista on julkaistu ERA:n verkkosivuilla.

Turvallisuusviranomaisen saa kokeilun perusteella syvempää tietoa rautatieliikenteen toimijoiden turvallisuuden tasosta. Tietoa käytetään toimijoiden organisaatioprofilin täydentämiseen. Kaikki saadut tiedot käsitellään luottamuksellisinä eikä toimitettuun aineistoon ole pääsyä kuin arvioijilla. Lisäksi turvallisuuskulttuurin arviointi on hyvä tapa edistää turvallisuustietoutta ja painottaa johdon toimintaa sekä asenteiden tärkeyttä turvallisuuden ja koko organisaatiokulttuurin parantamisessa.

Toimijat saavat arvioinnin perusteella tietoa omasta turvallisuuskulttuuristaan: sen vahvuuksista sekä parantamiskohteista ennakoivan turvallisuuden- ja riskienhallinnan, työpaikan todellisuuden ymmärtämisen, jatkuvan oppimisen edistämisen sekä turvallisuuden ja liiketoiminnan yhdistämisen suhteen. Saatuaan tietoa turvallisuuskulttuurinsa nykytasosta toimijat voivat asettaa tavoitteensa sekä muodostaa toimenpiteet kohti parempaa turvallisuuskulttuurin tasoa – nykyisiä vahvuuksia unohtamatta.



SWECO 

RAIDELIIKENTEEN JA
INFRAN EDELLÄKÄVIJÄ

1200
LIIKENNEINFRAN
ASiantuntijaa
Pohjoismaissa

2400
RAKENNETUN
YMPÄRISTÖN
MONIALOASA AJAA
SUOMESSA

16000 KOKO
EUROOPASSA

WWW.SWECO.FI

Tapaa asiantuntijamme
Rata2020-näyttelyssä **osastolla 5!**

Kokemuksia vaativien hankkeiden turvallisuuskoordinaattorin tehtävistä, mm. metro, raitiotie, rautatie

Turvallisuuskoordinaattorilla tarkoitetaan rakennuttajan rakennushankkeeseen nimeämää tehtävistään vastuullista edustajaa, joka huolehtii rakennuttajalle säädetyistä velvoitteista. Rakennuttajan on nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori (Valtioneuvoston asetus 205/2009). Turvallisuuskoordinaattori vastaa rakennushankkeen valmistelu-, suunnittelu ja toteutusvaiheessa turvallisuuteen ja terveyteen liittyvien rakennuttajalle säädettyjen toimenpiteiden yhteensovittamisesta.

Säädös edellyttää, että turvallisuuskoordinaattorilla on riittävät valmiudet huolehtia turvallisuuskoordinaattorin tehtävistä. Rakennuttajan tehtävänä on arvioida turvallisuuskoordinaattorin pätevyys. Toki turvallisuuskoordinaattorin itse on osattava arvioida omaa pätevyyttään hankkeen vaatimuksiin liittyen. Varsinkin, kun turvallisuuskoordinaattorin vastuut on määritelty – tehtävistään vastuullinen. Nimittäessään turvallisuuskoordinaattorin rakennuttajan on huolehdittava siitä, että turvallisuuskoordinaattorilla on pätevyys, toimivaltuudet ja muut edellytykset tehtävistä huolehtimiseen. Rakennuttajan on huolehdittava myös koulutus- ja tiedonantotoimenpitein, että turvallisuuskoordinaattorilla on kaikki edellytykset tehtävistä huolehtimiseen. Pätevyys muodostuu mm. asiantuntemuksesta, koulutuksesta ja kokemuksesta – siis osaamisesta ja myös asenteesta. Turvallisuusstyössä asenteen merkitystä ei pidä aliarvioida.

Turvallisuuskoordinaattori toteuttaa mm. seuraavia toimenpiteitä: yhteistoiminta eri osapuolten kanssa, suunnittelutoimeksiantannon laadinta, suunnittelijoiden työn yhteensovittaminen ja seuranta sekä turvallisuusasiakirjan ja muiden kirjallisten rakennuttajan turvallisuuteen ja riskienhallintaan kohdistuvien asiakirjojen laadinta. Lisäksi veloitetaan asiakirjojen täytäntöönpanon seuranta. Turvallisuuskoordinaattorin on tehtävä yhteistyötä päätoteuttajan kanssa rakentamisen turvallisuutta koskevassa suunnittelussa ja rakennustyön toteuttamisen aikana. Tämä yhteistyö koskee ainakin rakennushankkeen valmistelua, suunnittelua ja toteuttamista.

Turvallisuuskoordinaattorin yhteistyövelvoitetta päätoteuttajan kanssa on käsitelty hyvin vähän, painopiste on ollut ohjeistaa turvallisuus- ja riskienhallintadokumenttien laadintaa. Kuitenkin yhteistyö päätoteuttajan kanssa on vaativaa ja koko hankkeen kestävä. Yhteensovittamisen tuloksena työt tulee voida toteuttaa aiheuttamatta vaaraa työntekijöiden työturvallisuudelle ja työterveydelle. Tällöin turvallisuuskoordinaattorin osaa- miselle asetetaan vaatimuksia mm. turvallisuuslainsäädännön tuntemuksen osalta. Säädösten osalta ei riitä pelkästään rakentamisen turvallisuusmääräysten (VNa 205/2009) tuntemus, vaan pitää hallita turvallisuuslainsäädäntöä laaja-alaisesti – koneturvallisuus, vaaralliset aineet kuten asbestityöt, räjäytys- ja louhin-



*Simo Sauni
Rejlers Finland Oy*

tatyöt, henkilönsuojainten käyttövaatimukset, työ- aikalainsäädännön perusteet sekä työturvallisuuslain perusvaatimukset ja periaatteet.

Turvallisuusmääräysten lisäksi pitää hallita tilaajan turvallisuus- ja riskienhallintaohjeet, joita Väylävirastossa on 60-70 ohjetta. Rata-alueella (rautatie, metro ja raitiotie) pitää tuntea liikenteen turvallisuuteen liittyvät ohjeet ja menettelyt. Metrossa ja raitiotiehankkeissa on olemassa omia vastaavia turvallisuusohjeita, toki vähemmän kuin Väyläviraston hankkeissa. Kehitys on kuitenkin menossa siihen suuntaan, että kun raideliikenteessä toimijoilta vaaditaan turvallisuusjohtamisjärjestelmää, niin tämä lisää turvallisuusohjeistuk-

sen tarvetta ja laajuutta.

Väyläviraston hankkeissa turvallisuuskoordinaattorilta edellytetään rautatieturvallisuutta koskevan ohjeistuksen osaamista ja turvallisuuskoordinaattorille annetaan työturvallisuusvaatimuksia ylittäviä tehtäviä, jotka kohdistuvat rautatieturvallisuuteen, kuten ratatyömenettelyjen seuranta, turvallisuuspoikkeamien laaja-alainen käsittely rautatieturvallisuuden näkökulmasta, sähkörataohjeet, pätevyysien tarkastus ja seuranta, turvamiesmennettelyn seuranta ja kiskoilla käytettävän kaluston kunnan seuranta. Metro- ja raitiotiehankkeissa rautatieturvallisuutta koskevat vaatimukset turvallisuuskoordinaattorille eivät vielä tule näin selvästi esiin. Kuitenkin turvallisuusjohtamisjärjestelmään liittyvien vaatimusten laajeneminen ja kiristyminen tuovat mukanaan turvallisuuskoordinaattorin tehtäviin tämän turvallisuusnäkökulman.

Väylävirastossa on koulutettu turvallisuuskoordinaattoreita arviolta 650 henkeä ja ensimmäiset ”pätevyudet” vanhenevat vuoden 2020 aikana. Tarve kertauskoulutukselle on olemassa. Valtaosa Väyläviraston hankkeiden turvallisuuskoordinaattoreista tekee tätä työtä jonkun muun työn ohessa – rakennuttajakonsulttina, virkamiehenä tai suunnittelun tehtävissä. Päätoimisia tai lähes päätoimisia turvallisuuskoordinaattoreita on ollut vähän, hankekohtaisesti vain muutamassa suuressa hankkeessa. Lisäksi on turvallisuuskoordinaattoreita, jotka tekevät päätoimisesti turvallisuuskoordinaattorin tehtäviä, mutta yhtä aikaa useassa eri hankkeessa.

Metrossa ja raitiotieillä hankkeita on vähän, joten päätoimisten turvallisuuskoordinaattoreiden tarve on vähäistä ja satunnaista – pääasiassa rataverkon laajoissa rakennushankkeissa, esimerkiksi uuden raitiotiekohteen rakentaminen. Yhtenä mahdollisuutena olisi, että metrossa ja raitiotieillä yhdistetään turvallisuuskoordinaattorin tehtäviä – nimetty henkilö vastaa koh- teessa sekä rakentamisen että kunnossapidon osalta turvalli- suuskoordinaattorin tehtävistä. Tällöin tehtävää voitaisiin laa- jentaa rautatieturvallisuutta koskeviin tehtäviin.

Ratapuolen turvallisuuskoordinaattorikoulutuksen keskeisiä kysymyksiä ovat mm. seuraavat:

- Kuinka paljon ja kuinka laaja-alaisesti Väyläviraston turvallisuuskoordinaattorikoulutuksessa olleet henkilöt tekevät parhaillaan turvallisuuskoordinaattorin tehtäviä? Onko koulutus tavoittanut oikean kohderyhmän?
- Kuinka hyvä perusosaamisen turvallisuuskoordinaattorikoulutuksella on mahdollista saada?
- Mitkä asiat opitaan työn tekemisen aikana? Miten varmistetaan työssäoppiminen ja riittävä työnopastus – pitäisikö olla tutor-toiminta osaamisen kehittämisen apuna?
- Onko nykyinen ei-väylämuotokohtainen turvallisuuskoordinaattorikoulutus oikea ratkaisu? Pitäisikö koulutus olla väylämuotokohtaista?
- Voita isiinkö väylämuotoisuuden tilalla tai ohessa antaa ns. rata-alueen turvallisuuskoordinaattorikoulutusta, joka tuottaisi osaamista toimia turvallisuuskoordinaattorina myös metrossa ja raitiotiehankkeissa?
- Mihin kertauskoulutuksessa keskitytään – kertaamisen sijaan uusiin asioihin tai osaamisen syventämiseen? Esimerkiksi tarvitaan ohjeistusta ja ohjausta yhteistyön menettelyistä päätoteuttajan kanssa.
- Voita isiinkö luoda yhtenäinen koulutusvaatimus rata-alueen turvallisuuskoordinaattoreille? Tämä merkitsee yhteistyömahdollisuuksien selvittämistä eri rakennuttajatahojen kesken.

Ratapuolen yhteisen turvallisuuskoordinaattorikoulutuksen tavoitteena voisi olla ratapuolen turvallisuuskoordinaattoripätevyys. Samalla voitaisiin myös muitakin turvallisuuspätevyyskyisiä ja niiden koulutusta yhtenäistää; turvamies, sähköratatöiden turvallisuus, ratatyöturvallisuus pätevyys ja ratatyökoneen kuljettajan pätevyys. Myös ohjeiden osalta voi olla selkeitä yhteistyön mahdollisuuksia, Lisäksi on pohdittava kysymystä – turvallisuuskoordinaattorin pätevyys on riippuvainen hankkeen vaatimuksista. Olisiko tarpeen eriyttää turvallisuuskoordinaattorin pätevyysvaatimuksia; kokemuksen ja osaamisen kasvaessa turvallisuuskoordinaattorilla on mahdollisuus työskennellä entistä vaativimmissa hankkeissa. Vilkkaalla henkilöratapihalla toiminen turvallisuuskoordinaattorina edellyttää erilaista ja laaja-alaisempaa osaamista kuin hiljaisella yksiraiteisella radalla. On pohdittava, millaisia tasoja turvallisuuskoordinaattorin osaamisessa tarvitaan. Tässä voisi ottaa huomioon myös työskentelyn metrossa ja raitioiteilla.

RRK-mittarin kehitystyö

Työsuojeluhallinnon ja alan asiantuntijoiden yhteistyössä kehittämä MVR-mittari (maa- ja vesirakentamisen työmaiden työolosuhteiden ja -turvallisuuden arviointimenetelmä) on rakennusalan työturvallisuuden havainnointimenetelmä, joka on vakiintunut väline työolosuhteiden ja työturvallisuuden hallinnan sekä niiden kehityksen mittaamiseen ja seuraamiseen työmailla. RRK-mittari (Radan Rakentaminen ja Kunnossapito) on väline, jonka avulla infrarakennuttamisessa voidaan huolehtia lakisääteisten viikoittaisten kunnossapitotarkastusten tekemisestä radan rakentamisessa ja kunnossapidossa. RRK-mittari on kehitetty Väyläviraston ja alan toimijoiden yhteistyönä MVR-mittarin pohjalta.



Katri Sjöholm
Welado Oy

Risto Lappalainen
Väylä

Mittaukset laajalla ratahankkeella

Yksi Luumäki-Imatra (LUIIMA) -ratahankkeen tavoitteista on kehittää turvallisuuskulttuuria. Eräänä konkreettisenä tavoitteen saavuttamista edistävänä keinona hankkeella otettiin pilottikäyttöön yhteinen väline viikoittaisten kunnossapitotarkastusten suorittamiseen. Välineeksi valikoitui osassa Väyläviraston ratakunnossapidon urakoita jo useamman vuoden käytetty RRK-mittari. Melko pian kuitenkin havaittiin, että erityisesti kunnossapitotyömaiden käyttöön soveltuvaksi muokattua mittaria on uudistettava, jotta sen avulla voidaan vastata laajan ratahankkeen keskenään hyvin erilaisten urakoiden mittaustarpeisiin.

Kehityksen takana rautateiden erityispiirteet

Rautateillä tehtävä rakennustyö on vaarallista työtä, jonka turvallisuus on varmistettava riittävällä seurannalla. Vaihtuvat ja muuttuvat olosuhteet asettavat erityisen haasteen seurata työturvallisuuteen vaikuttavia asioita.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta velvoittaa tarkastamaan rakennustyömailla vähintään viikoittain turvallisuuden kannalta merkittävät asiat (VN 205/2009 16 §). Seurannan ja tarkastustoiminnan tavoitteena on havainnoida rakennustyömaalla vallitsevaa turvallisuustilannetta ja puuttua

välittömästi havaittuihin puutteisiin. Viikoittaiset rakennustyön kunnossapitotarkastukset ovat osa tarkastuskokonaisuutta, johon kuuluvat lisäksi koneille suoritettavat vastaanottotarkastukset sekä telineille, nostolaitteille ja -apuvälineille suoritettavat käyttöönottotarkastukset.

RRK-mittarin kehitystyö, vaihe I

Väyläviraston ratahankkeiden työmailla lainsäädännön velvoite viikoittaisten kunnossapitotarkastusten tekemiseen on pitkään toteutettu MVR-mittarilla. MVR-mittarin haasteena on tarkastaa radalla tehtävää työtä, sillä siinä ei huomioida rautatiealueella ja sen ympäristössä tehtävään työkentelyyn liittyen turvallisuuden kannalta merkittäviä asioita riittävästi.

Tämän vuoksi Liikennevirastossa käynnistettiin joulukuussa 2012 pilottiprojektina sähköradan

rakentamisen ja kunnossapidon tarpeisiin paremmin soveltuvan SRK-mittarin (sähköradan rakentaminen ja kunnossapito) kehitystyö. SRK-mittarin keskeisimmät lisäykset verrattuna MVR-mittariin olivat sähkötyöturvallisuuteen ja rautatieturvallisuuteen liittyvät havainnointikohteet. Elokuussa 2013 tehtiin päätös SRK-mittarin koekäytöstä.

SRK-mittari kiinnosti radan kunnossapitoyrityksiä. Se ei kuitenkaan vielä soveltunut sähköistämättömillä rataosuuksilla sijaitsevien rakennustyömaiden tarkastamiseen, joten SRK-mittarin pohjalta ryhdyttiin muokkaamaan yleisemmin radalla tehtävään työhön soveltuvaa mittaria. RT-mittari (ratatyömittari) saatiin koekäyttöä varten valmiiksi vuonna 2013. Uudessa mittarissa huomioitiin laajemmin rautatieympäristön aiheuttamat vaarat työturvallisuudelle, ja se otettiin koekäyttöön vuonna 2014. Vuonna 2015 kehitystyötä jatkettiin ja mittarin nimi vaihdettiin RRK-mittariksi. Tavoitteena oli yhdistää RRK-mittariin parhaat puolet MVR- ja SRK-mittareista. RRK-mittari jäi edelleen käyttöön rautatiekunnossapitoon.

RRK-mittarin kehitystyö, vaihe II

LUIIMA-hankkeen tarpeen myötä RRK-mittarin kehitystyöhön kutsuttiin koolle asiantuntijatyöryhmä, jonka edustajat tahoillaan edustivat kokemusta MVR-, SRK- ja RRK-mittareista. Työryhmän tavoitteena oli laatia kaikkien tahojen tarpeet yhtäläisesti huomioiva yhteinen mittari. Tavoitetilanteessa RRK-mittari olisi ensisijainen valinta radalla tehtävän rakennustyön viikkotarkastuksiin, sillä siinä huomioitaisiin erityisen hyvin ratatyöhön ja rautatiealueella tehtävään työhön liittyvät erityispiirteet.

LUIIMA-hankkeen pilottikäytön aikana kerätään osapuolilta palautetta mittariston soveltuvuudesta radan rakennustyömaalle sekä kokemusperäiset mittarin käyttöön liittyvät haasteet ja epäselvyydet kaikilta koekäyttäjiltä. Kehitystyössä tavoitellaan myös

RRK-mittari pähkinänkuoressa

Mittauksessa arvioitavat kohdat ja arviointiperusteet sisältävät tuttuun MVR-mittaukseen verrattuna samat havaintokohdat, joissa jokaisessa havaintokokonaisuudessa on otettu huomioon rautateiden erityispiirteet (työn turvaaminen, sähkörata ja liikenneturvallisuus). Havaintokokonaisuudet ovat:

1. Työskentely ja työturvallisuus
2. Kalusto
3. Suojaukset ja varoalueet
4. Ajo- ja kulkuväylät
5. Järjestys ja varastointi

käyttäjystävällisyyttä, joten suora palaute mittauksia suorittavilta henkilöiltä on huomattavan tärkeää.

Kuten muitakin mittareita käytettäessä, myös RRK-mittaus-tuloksista ei aina olla samaa mieltä. Mahdollisuuksien mukaan mittauksia voi tehdä pari- tai rinnakkaismittauksina. Jotta RRK-mittarista saataisiin mahdollisimman luotettava mittaustulos, on havaintoja kerättävä mahdollisimman paljon. RRK-mittauksen osana voidaan käyttää havainnoinnissa mukana kameraa ja liittää kuvat mittausraportteihin. Kannattaa muistaa, että RRK-mittauksessakaan yksi yksittäinen huono mittaustulos ei itses- sään kerro siitä, että asiat olisivat huonosti. Mittauksessa kaik- kein tärkeintä on löytää hyviä käytäntöjä ja vahvistaa niitä, jolloin tilaa huonoille käytännöille jää vähemmän ja toiminta paranee yleisesti. Mittaamisessa ja tuloksista seuraavien toimenpiteiden tekemisessä pitkäjänteisyys on valttia.

Mitä saavutettiin

Kehitystyön tuloksena saatiin yhteinen käsitys mittarin sisällöstä kompromissina. Lopputulos noudattelee pääosin MVR-mittaria, ja esimerkiksi otsikointi ja havainnointiperiaatteet on harmoni- soitu. Haasteena on saada riittävästi havaintoja erityisesti radan kunnossapidon työmailla.

Mitä tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa rautatierakennuttamisen työmailla on mahdol- lista käyttää MVR:n sijasta RRK-mittaria valinnaisena välineenä. Koska mittaus on henkilösidonainen menetelmä, on hyvä suo-

rittaa säännöllisesti niin kutsuttu kalibrointimittaus. Kalibroin- timittauksessa mittaaja ja kalibroinnin suorittava asiantuntija suorittavat samanaikaisesti itsenäisen mittauksen, jonka jälkeen havainnot käydään yhdessä läpi ja vertaillaan tulokset.

Tulevaisuuden tavoitteena on saada käyttöön mobiilialusta, jolla havainnointien teko on helpompaa ja tulokset siirtyvät reaa- liaikaisesti yhteisesti sovittuun paikkaan. Siellä ne ovat osapuol- ten käytettävissä, arvioitavissa ja tilastoitavissa. Mahdollisimman yhtenäisten mittaustapojen varmistamiseksi on tarkoitus koulut- ta mittaauksia tekevät henkilöt. Sillä varmistetaan, että mittauk- sen periaatteet tunnetaan työmaalla kattavasti.

Kun mittauksen periaatteet ovat yhtenäiset, mittaajilla lisääntyy turvallisuuteen vaikuttavien asioiden ymmärrys ja he osaavat havainnoida RRK-mittarin näkökulmasta oikeita asioita. Mittaajat myös ymmärtävät, mistä RRK-mittaustulos muodostuu ja työmaan turvallisuudesta on entistä helpompaa keskustella projektin aikana.

Sen sijaan, että tulevaisuudessa puhuttaisiin ”mittauksesta”, voitaisiin siirtyä käyttämään termiä ”tarkastus”. Silloin paino- piste siirtyisi enemmän trendien seurantaan sen sijaan, että seu- rattaisiin nykyiseen tapaan keskiarvoja tai indeksejä. Trendit ker- tovat toiminnan kehityksen suunnasta, eli kun parantavia toi- menpiteitä tehdään, ne näkyvät vähempinä havaintomerkintöinä.



LAP Ltd
HORIZONTAL DRILLING

Lännen Alituspalvelu Oy

- INTERNATIONAL HORIZONTAL DRILLING SPECIALIST -

Alitusporaukset yli 30 vuoden kokemuksella, kaikilla menetelmillä kaikkiin maalajeihin savesta kalliioon.

Halkaisijat 50–2300 mm ja asennuspituudet jopa 1500 m.

puh. 02 538 3655



www.lannenalitus.com

Tasoristeysturvallisuus Pohjoismaissa

Tasoristeysturvallisuus on herättänyt viime aikoina paljon keskustelua Suomessa. EU:n yhteisten turvallisuusindikaattorien (common safety indicators, CSI) perusteella tasoristeysturvallisuus näyttää olevan Suomessa muita Pohjoismaita heikommalla tasolla. Traficomin tilaamassa selvitystyössä vertailtiin Suomen, Ruotsin ja Norjan tasoristeysturvallisuustilannetta pääosin vuosien 2007–2016 onnettomuustietojen perusteella. Lisäksi selvitettiin mahdollisia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa turvallisuuseroihin.



Marika Karhu
Ramboll Finland Oy

Ruotsi ja Norja investoivat rataverkkoon Suomea enemmän

Vuonna 2016 Suomessa oli arviolta noin 2780 tasoristeystä ja Norjassa noin 3550 tasoristeystä valtion rataverkolla. Ruotsissa yleisen liikenteen käytössä arvioitiin olevan noin 7030 tasoristeystä vuonna 2016. Tasoristeysten kokonaismäärä on ollut laskussa niin Suomessa, Ruotsissa kuin Norjassa viime vuosina. Varoituslaitteettomien tasoristeysten osuus kaikista tasoristeyksistä oli Suomessa noin 76 %, Ruotsissa noin 56 % ja Norjassa noin 86 % vuonna 2016. Ruotsissa oli Suomea ja Norjaa enemmän puomilla varustettuja tasoristeyskysä.

Ruotsi ja Norja käyttävät huomattavasti enemmän rahaa ylläpitämään radan kunnossapitoon ja rataverkon investointeihin kuin Suomi. Käytettävissä olleiden tietojen perusteella Ruotsissa käytetään noin nelinkertainen summa investointeihin ja kunnossapitoon Suomeen verrattuna, vaikka rataverkon pituus on noin kaksinkertainen Suomeen verrattuna. Norjassa rataverkon pituus on Suomea lyhyempi, mutta myös siellä määrärahat ovat merkittävästi suurempia mitä Suomessa.

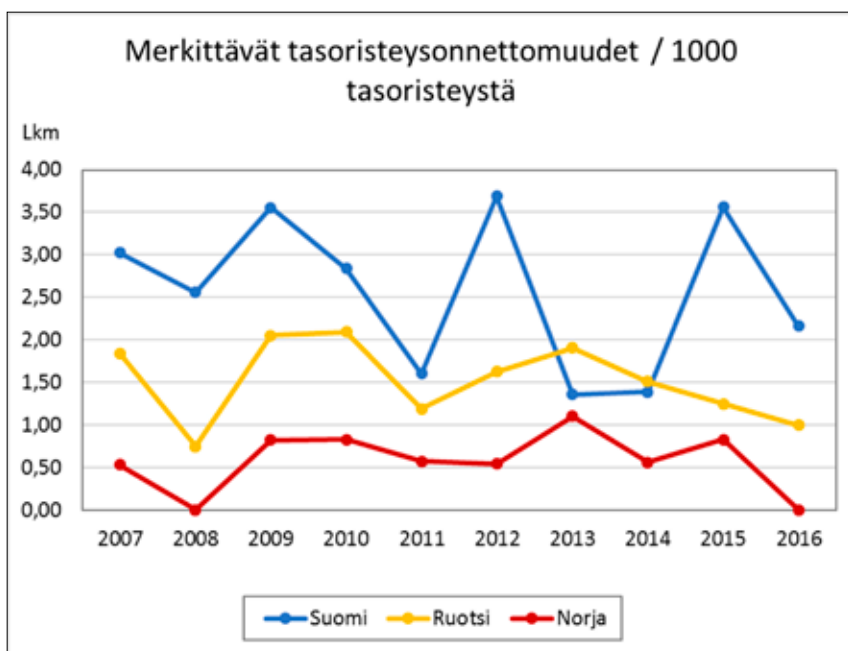
Ruotsissa määrällisesti eniten onnettomuuksia

Vuosina 2007–2016 Suomessa tapahtui 81 merkittävää tasoristeysonnettomuutta, Ruotsissa 115 kpl ja Norjassa 21 kpl. Merkittäväksi tasoristeysonnettomuudeksi lasketaan tasoristeysonnettomuudet, joista seuraa kuolema, vakava loukkaantuminen, yli 150 000 euron aineelliset vahingot tai yli kunnan tunnin liikennekatko pääradalla.

Norjassa tapahtui sekä absoluuttisilla onnettomuusmäärillä mitattuna että eri ominaisuuksiin suhteutettuna vähiten tasoristeysonnettomuuksia. Suomessa tapahtui Ruotsia ja Norjaa enemmän tasoristeysonnettomuuksia suhteutettuna sekä ratakilometreihin, junakilometreihin, tasoristeysten määrään että asukaslukuun, vaikka tasoristeystiheys (tasoristeysten määrä/rataverkon pituus) oli Suomessa vertailun pienin (0,5 kpl/km).

Esimerkiksi tasoristeysten määrään suhteutettuna Suomessa 10 vuoden keskiarvo (v. 2007–2016) oli 2,6 tasoristeysonnettomuutta / 1000 tasoristeystä, kun Ruotsissa vastaava luku oli 1,5 ja Norjassa 0,6. Suomessa tasoristeysonnettomuuksien määrissä oli havaittavissa suurempaa vaihtelua eri vuosien välillä mitä Ruotsissa ja Norjassa.

Käytettävissä olleen aineiston perusteella Norjassa on enemmän varoituslaitteettomia tasoristeyskysä kuin Suomessa, mutta silti Suomessa on tapahtunut lähes neljä kertaa enemmän merkittäviä tasoristeysonnettomuuksia vuosina 2007–2016. Suomessa oli arviolta noin 2100 varoituslaitteetonta tasoristeystä ja Norjassa noin 3050 varoituslaitteetonta tasoristeystä valtion rataverkolla vuonna 2016. Tosin noin 20 % Norjan kaikista tasoristeyskysä sijaitsee rataosuuksilla, joilla ei ole säännöllistä juna-



Kuva 1. Merkittävien tasoristeysonnettomuuksien määrä suhteessa tasoristeysten määrään Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.

liikennettä. Ruotsissa sekä rataverkon pituus että tasoristeysten määrä ovat huomattavasti suurempia mitä Suomessa ja Norjassa.

Ruotsi eroaa onnettomuuksien suhteen Suomesta, sillä lähes puolet (48 %) Ruotsin merkittävistä tasoristeystonnettomuuksista tapahtui puomillisissa tasoristeyksissä. Suomessa yli 80 % merkittävistä tasoristeystonnettomuuksista tapahtui varoitustilanteettomissa tasoristeyksissä.

Ruotsissa tasoristeystonnettomuusuhreja (kuolleita ja vakavasti loukkaantuneita) oli noin kolmannes enemmän mitä Suomessa, mutta on hyvä pitää mielessä, että Ruotsissa esimerkiksi rataverkon pituus ja asukasluku ovat lähes kaksinkertaisia Suomeen verrattuna. Ruotsissa myös tasoristeysten kokonaismäärä ja junaliikenteen määrä ovat huomattavasti suurempia mitä Suomessa. Norjassa tasoristeysten uhreja oli merkittävästi vähemmän mitä Suomessa ja Ruotsissa. Käytettävissä olleiden tilastotietojen perusteella merkittävien tasoristeystonnettomuuksien uhreja oli vuosittain keskimäärin 10 henkilöä Suomessa, 13 henkilöä Ruotsissa ja 2 henkilöä Norjassa.

Normaalista ajokäyttäytymisestä kaivataan lisää tietoa

Työhön haastatellut liikennepsykologit näkivät tasoristeysten poiston tärkeimpänä keinona parantaa tasoristeysturvallisuutta. Tietoinen riskinotto ei ole onnettomuuksien merkittävä taustatekijä, minkä vuoksi tulisi pyrkiä vaikuttamaan tahattomiin havainnointivirheisiin esimerkiksi parantamalla tasoristeysnäkemisiä. Liikennevalistusta ei pidetty ensisijaisena keinona parantaa tasoristeysturvallisuutta.

Kuljettajien liikennekäyttäytymisessä ei ole tiedossa eroja eri maiden välillä. Työhön haastatellut liikennepsykologit nostivat

esille sen, ettei niin sanotusta normaalista ajokäyttäytymisestä tasoristeyksissä ole juuri saatavilla tutkimustietoa. Tasoristeyskäyttäytymisen havainnointi eri maissa ja erityyppisissä tasoristeyksissä voisi auttaa selvittämään, onko tieliikenteen käyttäytymisessä ja esimerkiksi ajoneuvojen kuljettajien ominaisuuksissa keskeisiä eroja Pohjoismaiden välillä.

Tasoristeysinfran vertailu on hankalaa

Suomessa tasoristeysten onnettomuusmäärät vaihtelivat Ruotsia ja Norjaa enemmän. Suomen ja Ruotsin onnettomuusmäärissä on kuitenkin havaittavissa laskeva trendi. Norjan onnettomuusmäärä oli melko tasainen eri vuosina absoluuttisen onnettomuusmäärän pienuuden vuoksi. Kaikkien tieliikenneonnettomuuksien osalta havaittiin, että Suomessa tapahtuu asukaslukuun suhteutettuna noin 1,5-kertaisesti tieliikennekuolemia verrattuna Ruotsiin ja Norjaan.

Tasoristeyskiin liittyvien onnettomuustietojen ja muiden tietojen vertailua vaikeuttivat yhtenäisten luokittelukriteerien puute, puuttuvat inventointitiedot ja erosivat aikasarjat. Mikäli ominaisuustietoja olisi paremmin saatavilla, mahdollistaisi se tasoristeysinfraktuurin tarkemman analysoinnin. Jatkossa olisi hyvä selvittää muun muassa sitä, kuinka suuri osa tasoristeysistä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa on ohjeiden ja määräysten mukaisia esimerkiksi tasoristeysnäkemien ja riittävien odotustasanteiden osalta.

Lumikko

Turvalliset ja esteettömät tulevaisuuden asemat

Millaisia ovat tulevaisuuden asemat? Miten asemanseutujen kehittyminen vaikuttaa matkaketjujen toimivuuteen?

Ilmastotavoitteet näkyvät tulevaisuuden asemalla pyrkimyksenä luoda kokonaan hiilineutraaleita asemanseutuja, joissa kaikessa suunnittelussa ja valinnoissa huomioidaan energiatehokkuus ja kestävä liikunnan suosiminen ja jopa asemalle valikoituissa palveluissa painottuu kiertotalous ja vähähiiliset palvelut.

Aseman seuduista ja asemistakin on muodostunut merkittäviä palveluiden keskittymiä, mutta silti se ydin - matkustajan tarpeet koko matkaketjun läpi on pystyttävä huomioimaan yhä paremmin. Perustarpeet, kuten turvallisuus ja esteettömyys korostuvat yhä entisestään niin asemalla kuin sen liittymisessä ympäröivään maankäyttöön ja liikenneinfraan. Kaiken keskiössä on käyttäjän tarpeet ja se miten sujuvat ja esteettömät matkaketjut ovat merkittävä tekijä kestävien kulkutapojen valinnassa.

Esityksessäni ei ole tarkoitus määrittää esteettömien kulkureittien tarkkaa suunnittelua vaan ennemminkin kuvata sitä laajaa järjestelmätason kokonaisuutta ja ilmiöitä, joiden osana tarkempaa suunnittelua tehdään.

Asemista kestävä liikunnan solmuksi

Matkaketjujen toimivuus eri liikennemuotojen välillä on noussut vahvemmin esiin ilmastotavoitteiden tiukentuessa. Tavoitteena on kehittää yhä vahvemmin alueiden saavutettavuutta raideliikenteellä. Tämä tarkoittaa, että kestävien liikennemuotojen tulisi pystyä tarjoamaan todellisia vaihtoehtoja autoliikenteen matkoille. Siksi onkin syytä katsoa asemien roolia nimenomaan sujuvien vähähiilisten matkaketjujen mahdollistajana.

Vaihtoyhteyksien ja first ja last mile ratkaisujen soveltaminen tiivistäytävällä asemanseudulla tulee olemaan ydinkysymys ratkaistavaksi maankäytön suunnittelussa. Samasta tilasta taistelevat liityntäpysäköinti, saattoliikenne, joukkoliikenteen vaihtopysäkit ja kaikki asemanseudun palvelut ja työpaikka-alueet.

Tulevaisuuden asema on liikunnan solmukohta, jossa yhdistyvät eri liikunnan palvelut. Sujuvien ja esteettömien joukkoliikenteen vaihtoyhteyksien merkitys kasvaa ja kokonaisuus tulisikin tarkoin suunnitella tukemaan kokonaisvaltaisesti matkaketjuja. Tämä tarkoittaa yhä tiiviimpää yhteistyötä aseman ja sen ympäristön suunnittelussa.

Kaupunkipyörien rooli alku- ja loppumatkan kulkuvälineenä vahvistuu ja sen integrointi joukkoliikenteen palveluihin on usein merkittävä etu koko kaupunkipyöräjärjestelmälle ja toki myös käyttäjälle. Myös muut liikunnan palvelut asemalla monipuolistuvat.

Liityntäpysäköinnin osalta erityisesti tiiviillä kaupunkiseuduilla pyöräliityntäpysäköinti tulee painottumaan autojen liityntäpysäköintiä vahvemmin, sillä se tukee myös paremmin katu-



Maija Rekola
Väylä

verkon kestävä liikunnan tavoitteita. Jo nykyisellään pyöräiltävällä etäisyydellä (alle 5km) kaukoliikenteen suurimmista K1-luokan asemista ja matkakeskuksesta asuu lähes kaksi miljoonaa suomalaista. Eli potentiaalia kehittämiselle vaikuttaisi olevan. Suuremmille asemille syntyy tunnistautumista vaativia lukittuja pyöräpysäköintitiloja.

Vaikka liityntäpysäköinnin rooli tulee asemalla kaiken kaikkiaan korostumaan, vaatii asemanseutujen tiivistäminen yhä enemmän pysäköinnin muuttumista - toisaalta joustavammaksi, yhteiskäyttöiseksi muiden aseman toimintojen, kuten kauppojen pysäköinnin kanssa - ja toisaalta taas maankäytön tiivistämisestä johtuen rakenteelli-

seksi. Tämä vaatii selkeitä opastettuja reittejä pysäköinnistä asemille. Autojen liityntäpysäköinnissä tullaan huomioimaan paremmin sähköautot ja yhteiskäyttöautojen tarpeet. Tulevaisuudessa yhä useammalla asemalla käyttäjä voisi jo kotoa lähtiessään nähdä pysäköinnin täyttöasteen ja mahdollisesti varata myös paikan itselleen. On tärkeää tunnistaa, että liityntäpysäköinti on yksi tärkeä osa liikunnan palveluita ja asiakkaan tarpeet tulisi pystyä huomioimaan mahdollisimman hyvin.

Palvelut asemalla monimuotoistuvat

Asema ei ole irrallinen muusta maankäytöstä, vaan eri palvelut haluavat yhä useammin sijoittua juuri asemalle asiakasvirtojen ääreen. Erityisesti arjen palveluilla on kysyntää asemilla. Tällaiset voivat olla joko selkeästi matkustamiseen liittyviä palveluita, kuten lipunmyynti, infopalvelut tai tavarain säilytys ja matkustajille tarjottavat kioski- ja kahvilapalvelut. Yhä enemmän kuitenkin suuremmilla asemilla löytyy myös muita kaupallisia palveluita, kuten päivittäistavarakauppoja ja erikoisliikkeitä. Myös terveyspalveluita, ja kulttuuripalveluita sijoittuu asemille. Aseman rooli liikenteen solmukohtana luo myös hyvän pohjan erilaisille pakettipalveluille ja verkkokauppojen noutopisteille.

Asemanseuduille sijoittuu yhä vahvemmin työpaikkoja ja palveluita. Myös erillisiä työtiloja matkustajien tarpeisiin ja etätyötiloja alueen asukkailla voisi sijoittua vahvemmin asemille ja asemanseuduille.

Käyttäjää varten

Miten yhdenvertainen liikunnan toteutuu tulevaisuuden asemilla? Asemanseutujen kehittämisessä fokus on vahvasti käyttäjässä ja käyttäjän tarpeissa. Digitaalisten palveluiden kehittyminen antaa tähän huomattavasti aikaisempaa paremmat mahdollisuudet. Tietysti reaaliaikainen matkustajainformaatio on jo perusoletus käyttäjälle. Erilaiset palvelut mahdollistavat sujuvamman liikunnan ja sujuvamman matkojen yhdistelyn. Tiedon saannin helppous matkan tueksi esimerkiksi esteettömyydestä, liityntäpysäköinnistä ja aseman palveluista ovatkin tärkeä osa käyttäjälle suunnattuja palveluita.

Esteettömyyteen ja turvallisuuteen liittyvien tarpeiden ja tietojen lisäksi tulisi pystyä yhä paremmin tunnistamaan kulkumuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä ja poistamaan esteitä kestävän kulkutavan valinnalle. Koska koko matkaketjun palvelutaso määrittää laajemmin myös kulkutavan valintaa, ei riitä että asema on esteetön, vaan tulevaisuuden aseman esteettömyys tarkoittaa yhä vahvemmin koko matkaketjun esteettömyyttä. Tämä vaatii systemaattisempaa yhteistyötä ja tarkastelua matkaketjun eri osilla ja erityisesti siirtymäkohdissa ja kestävien liikennemuotojen priorisointia suunnittelussa.

Turvallisuuden rooli asemilla korostuu jo siitäkin syystä, että enenevässä määrin asemilla on matkustajien lisäksi myös aseman muiden palvelujen käyttäjiä. Esimerkiksi onnettomuus- ym. poikkeustilanteisiin varautuminen, matkustajavirtojen hallinta ja turvallinen siirtyminen junaan ovat tärkeitä turvallisuustekijöitä.



Tavaraliikenteen ja ratatöiden yhteensovittaminen

Rataverkon ylläpitäminen ja kehittäminen ovat rautatieoperaattorin näkökulmasta positiivisia asioita, mutta rataverkolla tehtävät työt aiheuttavat liikennekatkojen vuoksi ajoittain suuria haasteita liikennöinnille. Esityksessä avataan tavaraliikenneoperaattorin näkökulmaa liikennöinnin ja tavaraliikenteen yhteensovittamiseen ja esitetään keinoja hallita nykyistä paremmin tavaraliikenteelle aiheutuvia haittoja.

Rautatiekuljetus on luonteensa vuoksi usein merkittävässä roolissa tavaraliikenneasiakkaan materiaali- ja tuotevirtojen kuljettamisessa, koska tehokkaan rautatieliikenteen vaatimat volyymit ohjaavat keskittämään kuljetuksia raiteille silloin kun rautatiekuljetusmahdollisuus on käytettävissä. Asiakas muodostaa rautatiekuljetuksesta kuljetusvirtansa rungon joko kokonaan tai tietyn reitin osalta tai rautatiekuljetus saattaa olla ainoa käytettävissä oleva kuljetusmuoto kyseiselle kuljetustarpeelle. Tämän seurauksena rautatiekuljetusten tilapäinen korvaaminen muilla kuljetusmuodoilla on yleensä vaikeaa aiheuttamatta haittoja tuotannolle. Useissa tapauksissa tavarantoimituksen lähtö- ja vastaanottoa ei mahdollista tehokasta kuljetusta muilla liikennemuodoilla eikä suurta määrää lyhytaikaisesti tarvittavaa korvaavaa kuljetuskapasiteettia ole saatavilla.

Ratatyö tuottaa harvoin tavaraliikenneasiakkaalle saakka näkyvää suoraa hyötyä. Rataverkon kehittämistoimet saattavat joskus olla sellaisia, että asiakkaan saama hyöty on nähtävissä esimerkiksi asiakkaan tarpeisiin paremmin sopivina aikatauluina. Sen sijaan kuljetusketjun katkaisevan ja kaukana asiakkaan tuotantolaitoksesta sijaitsevan ratatyön hyöty jää asiakkaan näkökulmasta olemattomaksi, jos kyseessä on esimerkiksi radan kunnossapitotyö tai vaikkapa tasoristeyksen korvaaminen paikalleen tunkattavalla sillalla. Ratatyön liikennejärjestelyt tuottavat tavaraliikenneasiakkaalle lisäkustannuksia, kun esimerkiksi junan kuormaus tai purku joudutaan siirtämään normaalista poikkeavaan ja mahdollisesti tuotannon, kuormaus- ja purkujärjestelyiden tai jatkokuljetusten kannalta epäedulliseen ajankohtaan.

Ratatyön vaatimaa työrakoa suunnitellaan usein henkilöliikenteen näkökulmasta siten, että vaikutukset henkilöliikenteelle minimoidaan ja työrako raivataan liikenteen sekaan siirtämällä tavaraliikennettä. Tavaraliikenteen korvaaminen saattaa olla vaikeaa edellä kuvatuilla perusteilla. Tavaraliikenteen siirtämisen katsotaan vaativan ainoastaan operaattorin työvuoromuutoksia ja unohdetaan, että tavaraliikenteellä on kytköksiä, joihin aikataulujen siirtäminen vaikuttaa. Operaattorin henkilöstönkäytön lisäksi kytköksiä muuhun toimintaan ovat esimerkiksi:

- Kuljetettavan tavarantoimituksen valmistuminen tuotannosta tai esikuljetuksen aikataulutus.
- Kuormausjärjestelyt sisältäen varsinaisen kuormauksen resurssienkäytön lisäksi kuormauspaikan käyttöön liittyvät rajoitteet.



Hannu Lehikoinen
Fenniarail Oy

- Kuljetukseen käytettävän kaluston sidokset muihin kuljetuksiin.
 - Junaliikenteen kapasiteetin kytkökset muulla osalla junan reittiä.
 - Kuorman purun järjestelyt resurssineen ja purkupaikan käyttämisineen.
 - Kuljetettavan tavarantoimituksen ehtiminen suunniteltuihin jatkokuljetuksiin tai raaka-aineen ehtiminen tuotantoprosessiin oikea-aikaisesti.
- Operaattorit saavat tiedon tulevasta merkittävien ratatöiden liikennekatkoista otsikkotason tietona verkkoselostuksesta parhaimmillaan kahtakin vuotta ennen ratatyötä. Liikennekatkotarpeet ja niiden ajoittaminen tarkentuvat ajankohdan

lähestyessä, mutta esimerkiksi säännöllisen liikenteen ratakapasiteettia haettaessa tarkempaa ajoitustietoa ei ole käytettävissä. Vuosikapasiteetin hakijalla ja myöntäjällä on käytössään otsikkotason tieto tulevasta ratatyöstä, mutta ei mahdollisuutta ottaa ratatyötä huomioon kapasiteetissa tarkempien liikennevaikutusten ollessa vielä epäselviä. Ratatyötä varten tehty vuosisuunnitelma epämääräisine kestoajakoineen, työrakotarpeineen ja liikennevaikutuksineen jää vain mahdollisuuden tasolle eikä sillä ole käytännön vaikutusta minkään toimijan toimintaan.

Työrakotarpeet tarkentuvat ratatyön ajankohdan lähestyessä ja tarkempi ratatöiden ja liikenteen yhteensovitus alkaa. Yleensä yhteensovitusta tehdään tasapuolisesti ja ammattitaitoisesti, mutta usein operaattoreiden liikkumavara on pieni. Pahimmillaan ratatyölle on jo luvattu tietyt työraot ja yhteensovittaminen on käytännössä vain liikenteen sopeuttamista mahdollisimman pienin vahingoin luvattuihin työrakoihin. Operaattorin näkökulmasta myönnetyn vuosikapasiteetin tulisi aina olla käytettävissä ja muutokset siihen tulisi sopia tasavertaisesta asemasta käydyn neuvottelun jälkeen.

Ratatyölle järjestetyn liikennekatkon vaikutukset tavaraliikenneoperaattorille ja sen asiakkaalle vaihtelevat paljon ratatyön ja kuljetuksen luonteista riippuen. Parinkin vuorokauden hyvissä ajoin tiedossa oleva liikennekatko saattaa olla sovitettavissa pienin haittavaikutuksin liikenteeseen, jossa tiettyä kuljetusvirtaa hoidetaan päivittäin ja sen molemmissa päissä on riittävät puskurit tasaamassa liikenteen pysähtymisen vaikutuksia. Sen sijaan lyhempiäkin liikennekatkoja, joka estää harvoin kulkevan junan yhden kuljetuksen kokonaan, saattaa olla erittäin vaikeasti korjattavissa ja heijastua tavaraliikenneasiakkaan tuotantoon saakka.

Keinoja vähentää ratatöiden tavaraliikenteelle aiheuttamia haittoja:

- Työrakotarpeen suunnittelun kehittäminen nykyisestä:
 - o Sovitun prosessin noudattaminen ilmoittamalla ennakoita työrakotarpeista sovittujen aikataulujen mukaisesti.

- o Tasapuolisista lähtökohdista lähtevä keskustelu operaattoreiden kanssa ennen kuin urakoitsijalle luvataan säännölliseen liikenteeseen vaikuttavia työrajoja.
- o Mahdollisimman realistiset työrajoitukset kohtuullisin pelivaroin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.
- o Töiden toteuttamisen realistisuus; esimerkiksi vuodenajan vaikutuksen sekä töiden realistisen edistymän huomioiminen.
- Työtavan valinta siten, että yhtenäiset liikennekatkot ovat mahdollisimman lyhyitä:
 - o Tavaraliikenteen tärkein tarve on päästä työalueen läpi siten, että liikennekatkon alta siirretyn junan aikataulu muuttuu mahdollisimman vähän ja että muuttunut aikataulu vaikuttaa mahdollisimman vähän junaan liittyviin asiakkaan tai asiakkaan alihankkijoiden prosesseihin.
 - o Jossain tapauksissa liikenne on mahdollista siirtää toiselle reitille, mutta Suomen rataverkolla on harvoin tarjolla vaihtoehtoja ja kapasiteetiltaan riittävää reittiä, joka ei olisi kohtuuttomasti pidempi.
 - o Työmaan aiheuttama pienikin nopeusrajoitus ei yleensä aiheuta ongelmaa, ellei se johda mäkeenjäntiriskiä työalueen lähellä olevassa ylämäessä. Nopeusrajoituksen aiheuttama ajoajanlisä on yleensä kuitattavissa aikataulun pelivaroilla.
 - o Luontaisten työrajojen puuttuessa esimerkiksi:
 - kunnossapitotuennan työrajojen määrittäminen mieluummin kahdeksi lyhemmäksi kuin yhdeksi pidemmäksi liikennekatkoksi sekä
 - turvalaitteiden mahdollisimman pitkälle vietyjen ennakkotarkastusten tekeminen lyhyissä liikennekatkoissa tehtävän vaiheittaisen käyttöäönnoton mahdollistamiseksi.
- Yhteiskunnallisen kokonaistaloudellisuuden huomioiminen liikennejärjestelyiden suunnittelussa:
 - o Pitkän työajan mahdollistamat säästöt radanpitäjän kustannuksissa on suhteutettava liikennejärjestelyiden operattoreille ja heidän asiakkailleen aiheutuviin kustannuksiin.
 - o Henkilö- ja tavaraliikenteen asettaminen tasavertaiseen asemaan liikennejärjestelyitä suunniteltaessa huomioden korvaavan liikenteen järjestämismahdollisuudet ja kustannukset.
 - o Ratatöiden liikennejärjestelyiden säännölliselle liikenteelle aiheuttamien kustannusten kompensointi esimerkiksi ratamaksussa.
- Arviointia työrajojen vuoksi rajoittuneen kapasiteetin vaikutuksesta liikenteeseen on kehitettävä.
 - o Nykyisin esiintyy haasteita tunnistaa esimerkiksi kaksiraiteisen radan työnaikaisesta yksiraiteisuudesta aiheutuvia vaikutuksia rataosan todelliselle läpäisykyvyille.
 - o Ratapihoilla tehtävien töiden vaikutuksia liikenteeseen ja etenkin vaihtotyöhön ei aina tunnisteta. Alustavien liikenneturvallisuuksuunnitelmien tekeminen jo yhteensovitusvaihetta varten auttaisi hahmottamaan työn kapasiteettivaikutukset.
- Kunnossapitotöiden sovittaminen entistä enemmän rakentamishankkeiden aiheuttamien liikennekatkojen yhteyteen huomioden myös varsinaisen hankealueen ulkopuolinen rataverkko, johon liikennejärjestelyt vaikuttavat liikennettä vähentäen.
- Liikenteen ehdoilla tehtävien töiden suosiminen liikennekatkojen sijaan keskitalvella, kun talvikunnossapito on varaamassa osansa kapasiteetista ja kun on tavallista suurempi tarve hakea säännölliselle liikenteelle korvaavaa kapasiteettia liikenteen epätasaisuuden ollessa suurimmillaan talviolosuhteiden häiritessä normaalia toimintaa.
- Vapaan kapasiteetin jättäminen kiireellisen kapasiteetin käyttöön tekemällä osa töistä liikenteen ehdoilla silloin, kun työrajoitusta on paljon ja kun työtapana sen mahdollistaa.

”Rautatietavaraliikenne toimii kilpailutilanteessa joustavampia kuljetusmuotoja vastaan. Koko rautatietoimialan on pidettävä huolta rautatiekuljetusten säilymisestä kilpailukykyisinä, jotta rataverkolle riittää käyttöä. Radanpidon on osaltaan varmistettava tavaraliikenteen toimintavarmuus ja loppuasiakkaan kanalta vaivaton käytettävyyden läpi vuoden. Tavaraliikenneasiakas ei saa joutua ratatöiden kustannustehokkuuden maksajaksi.”

Liikenteen sujuvuuden ajankohtaiskatsaus ja täsmällisyysseurannan uudet raportointimahdollisuudet

Rautatieliikenteen sujuvuuden perusmittari on täsmällisyys. Tämän lisäksi yleisesti seurataan myöhästymisten syitä ja niiden jakautumista eri vastuutahoille. Täsmällisyyden määritelmä ja kynnysarvo vaihtelee junalajeittain. Määritelmät ovat kuitenkin pysyneet vuosia samoina, mikä mahdollistaa eri vuosien täsmällisyyksien vertailun. Myöhästymisen syyn määrittää ensisijaisesti liikenteenohjaus. Myöhästymiset jaotellaan primäärisiin, eli vioista ja muista rataverkon tapahtumista johtuviin myöhästymisiin, sekä sekundäärisiin, eli muista junista johtuviin myöhästymisiin. Primääriset myöhästymiset jaetaan yleisesti radanpidon, liikennöitsijöiden ja muiden tahojen vastuulla oleviin syihin.



Aki Mankki
Ramboll Finland Oy

myöhästymisten lisääntyminen ja varsinkin nopeusrajoituksista johtuneet myöhästymiset. Etenkin Helsinki-Tampere välin nopeusrajoitustilanne oli haasteellinen. Helsinki-Tampere välin tilanne korjaantui vuoden 2018 aikana, mutta siltä kauko- ja tavaraliikenteen täsmällisyydet ovat olleet heikolla tasolla.

Liikenteen sujuvuus vuonna 2019

Vuosi 2019 alkoi erittäin haasteellisissa sääolosuhteissa, mikä näkyi merkittävästi täsmällisyyksissä. Talven helpotettua täsmällisyydet paraniivat selvästi, mutta ne eivät ole olleet läheskään yhtä hyvällä tasolla kuin vuosikymmenen puolivälissä.

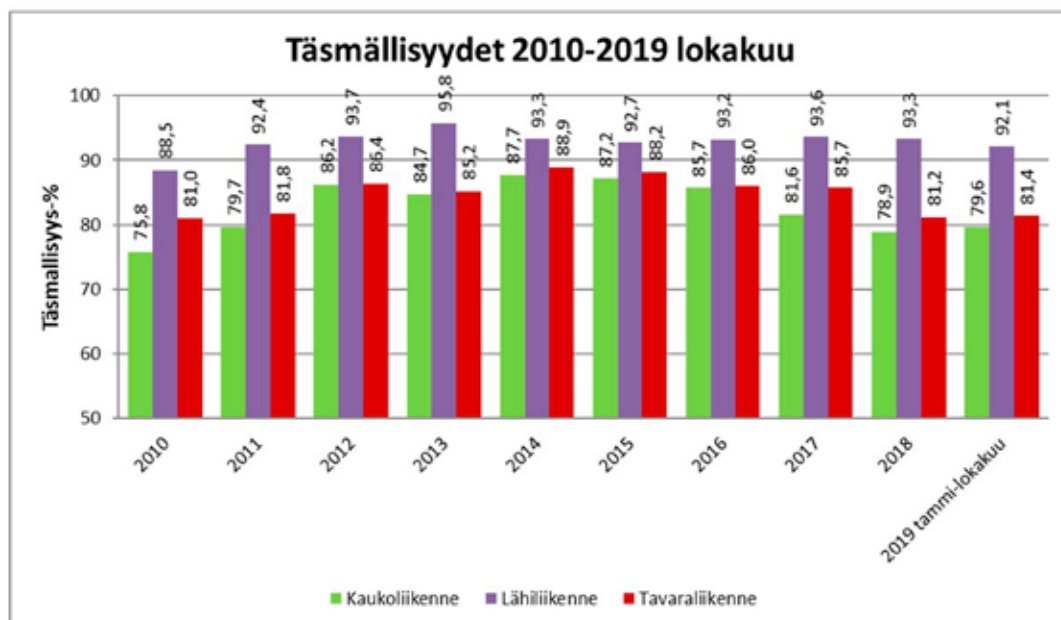
Myöhästymisminuuttien määriä ei voida vertailla suoraan eri vuosien välillä, koska junamäärissä on tapahtunut muutoksi. Kokonaisuudessaan myöhästymisminuutit ovat kuitenkin lisääntyneet vuosikymmenen puoliväliin verrattuna.

Vaikean alkuvuoden jälkeen myöhästymiset ovat vähentyneet selvästi (kuva 2). Kokonaisuudessaan eniten myöhästymisiä aiheutuu liikennöitsijöiden vastuulla olevista syistä. Tämä johtuu käytännössä tavaraliikenteestä, jossa selkeästi eniten myöhästymisiä aiheutuu junanmuodostukseen liittyvistä syistä. Junanmuodostukseen liittyvät myöhästymiset lasketaan kokonaisuudessaan liikennöitsijöiden vastuulla oleviksi, vaikka osittain juurisyy voi olla esimerkiksi kuljetusasiakkaiden toiminnassa. Jos tarkastellaan ainoastaan matkustajaliikennettä, niin liikennöitsijän vastuulla olevista syistä aiheutuu vähiten myöhästymisiä. Vuoteen 2018 verrattuna liikennöitsijöiden vastuulla olevat myöhästymiset ovat vähentyneet. Myös sekundääriset myöhästymiset ovat keskimäärin vähentyneet, jos ei huomioida talvikuu-

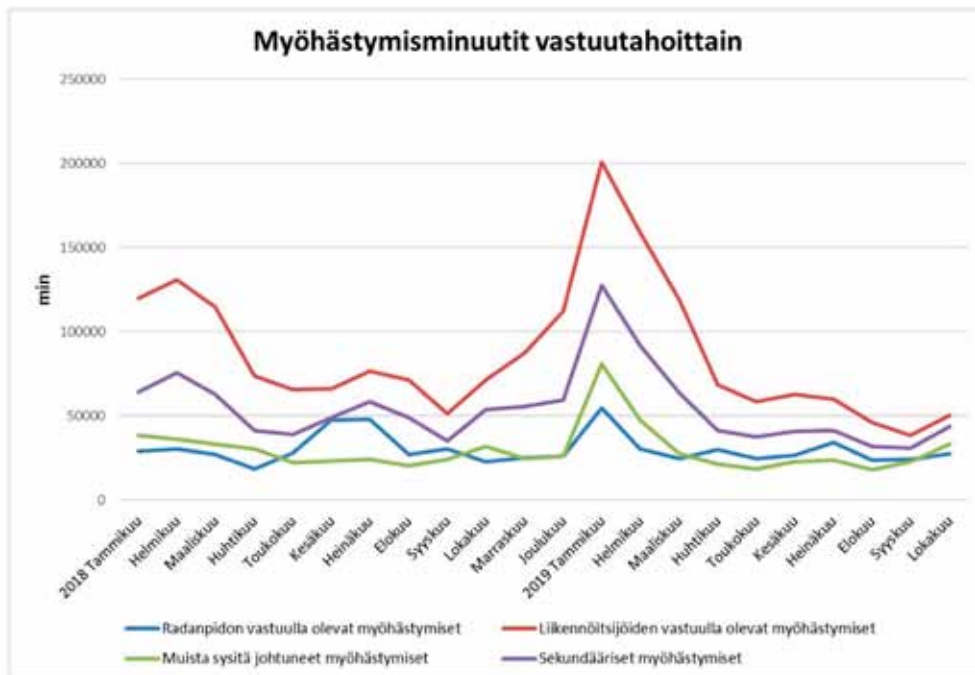
Täsmällisyyksien kehitys

2010 luvun alussa täsmällisyydet olivat heikolla tasolla (kuva 1). 2010 ja 2011 täsmällisyyksiin vaikuttivat merkittävästi erittäin vaikeat talviolosuhteet, myrskyt ja ratatöiden suuri määrä. Tämän jälkeen täsmällisyydet paranivat selkeästi vuosikymmenen puoliväliin asti. Sääolosuhteet eivät aiheuttaneet läheskään yhtä merkittäviä ongelmia ja muutenkin kehitys oli positiivista. Tämän jälkeen varsinkin kauko- ja tavaraliikenteen täsmällisyydet alkoivat taas heikentyä. Lähiliikenteen täsmällisyys on vaihdellut selkeästi vähemmän, vaikka lähiliikenteen osalta on ollut merkittäviä muutoksia. Kehäradan käyttöönotto 2015 lisäsi liikennemäärää merkittävästi ja 2018 Riihimäki-Tampere ja Riihimäki-Lahti taajama-junat muutettiin osaksi lähiliikennettä.

Kauko- ja tavaraliikenteen täsmällisyydet heikentyivät merkittävästi 2017. Merkittävin syy oli radanpidon vastuulla olleiden



Kuva 1. Kauko-, lähi- ja tavaraliikenteen täsmällisyydet 2010-2019 lokakuu



Kuva 2. Myöhästymisminuutit vastuutahoittain 2018-2019 lokakuu

kausia. Muista syistä johtuneet myöhästymiset ovat keskimäärin pysyneet samalla tasolla, mutta radanpidon vastuulla olevat myöhästymiset ovat lisääntyneet hieman.

Radanpidon osalta haasteita ovat aiheuttaneet etenkin rata-työt, nopeusrajoitukset, vaihdeviat sekä asetinlaiteviat. Rata-työiden osalta suurin osa myöhästymisistä aiheutuu suunnitellusti toteutuneista töistä. Merkittävästi suunniteltua pidempään kestäneitä töitä on ollut vähän. Selkeästi eniten myöhästymisiä on aiheutunut Helsinki-Pasila alueen töistä, joista on aiheutunut jatkuvasti pieniä myöhästymisiä. Syksyllä myös Riihimäen suunnitellut työt ovat aiheuttaneet jonkin verran liikennehaittaa. Varsinkin pääkaupunkiseudun osalta ongelmana on se, että vaikka työt toteutuvat suunnitellusti niin rajoitteista aiheutuneita pieniä myöhästymisiä ei pystytä välttämään tiiviin ja tiukasti aikataulutetun liikennehankkeen takia. Lisäksi koska työt ovat lähellä Helsinkiä, niin Helsinkiin saapuvilla junilla ei ole mahdollisuutta kiertää myöhästymisiä kiinni.

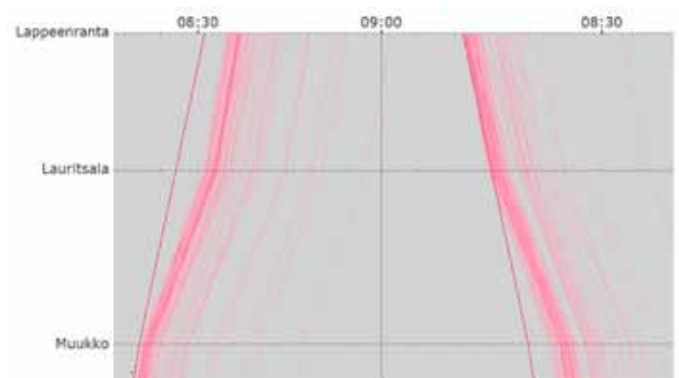
Nopeusrajoitukset ovat häirinneet varsinkin Karjalan radan liikennettä. Yksittäisenä rajoituksena korostuu Saimaan kanavan sillan rajoitus, mutta varsinkin Kouvola-Imatra välillä on ollut paljon muitakin rajoituksia radan kunnosta ja rata-työistä johtuen. Saimaan kanavan sillan rajoitus aiheuttaa kaukojunille 3-4 minuutin myöhästymisen (kuva 3). Vaihdevikojen aiheuttamat myöhästymiset korostuvat etenkin hankalien talviolosuhteiden takia. Noin 75 % tammi-lokakuun aikana kirjatuista vaihdevikojen aiheuttamista myöhästymisistä on kirjattu tammi-maaliskuussa. Asetinlaiteviat ovat jakautuneet tasaisemmin koko vuodelle. Heinäkuussa oli kuitenkin useampia merkittäviä asetinlaitevikkoja.

Täsmällisyysseuranta tulevaisuudessa

Virallinen täsmällisyysseuranta on perinteisesti ollut Väyläviraston vastuulla. Väylävirasto on kehittänyt omaa raportointiaan. Samanaikaisesti myös esimerkiksi Finrail on kehittänyt omaa raportointiaan ja VR:llä on ollut useamman vuoden ajan käytettävissään oman liikenteensä tiedot omaa raportointiaan varten. Lisäksi junien kulkudataa on jo useamman vuoden ajan jaettu

avoimen rajapinnan kautta kaikkien saataville. Tiedon jakaminen laajemmin mahdollistaa jokaisen toimijan omiin tarpeisiin räätälöidyn raportoinnin ja tietojen analysoinnin. Riskinä on kuitenkin laskentatapojen eriytyminen, varsinkin perustunuslukujen osalta, mikä voi johtaa poikkeaviin tulkitointeihin.

Tiedon avoin jakaminen mahdollistaa kuitenkin sen, että tietoja voidaan analysoida monilla eri työkaluilla. Yksi esimerkki junien kulun analysointiin tarkoitettuista analysointityökaluista on TRENOanalysis. Tällaisten työkalujen avulla saadaan nopeasti visualisoitua junien kulkutietodataa ja laskettua erilaisia perustunuslukuja suuresta datamäärästä. Esimerkiksi kuvan 3 tapaisesta visualisoinnista on hyvin nopeasti nähtävissä, että Muikko-Lauritsala välillä junille aiheutuu säännöllisesti 3-4 minuutin myöhästymisen Saimaan kanavan sillan rajoitteesta johtuen. Tämä visualisointi perustuu junien kulkutietoihin, jotka jaetaan avoimena datana. Kulkutietodata on saatavilla liikennepaikkatasolla, mikä on huomattavasti tiheimmin kuin perinteinen seuranta-asemavälikohtainen data. Tulevaisuudessa tätä tarkemman tason dataa on tarkoitus hyödyntää myös perusraportoinnissa. Tämä on yksi mahdollisuus päästä tarkemmin kiinni myöhästymisten juurisyihin.



Kuva 3. Saimaan kanavan sillan IC 1 ja IC 4 junille aiheuttamat myöhästymiset 12.8.-26.10. Visualisoitu TRENOanalysis työkalulla

Suomen rataverkon simulointimallin kehitystyö ja hyödyntämismahdollisuudet

Väyläviraston tavoitteena on laajentaa rautatieliikenteen simulointien hyödyntämismahdollisuuksia. Kevään ja kesän 2019 aikana on tutkittu eri simulointiohjelmistojen ominaisuuksia ja toteutettu simulointimallin kehitystyö. Kehitystyössä luotiin työkalu, jolla voidaan automatisoida simulointiohjelmiston inframallin luontia. Kehitystyössä oli konsultteina Sweco Oy ja Futurice Oy.

Rautatieliikenteen simulointia on jo pitkään käytetty tutkimusmenetelmänä uusien ratakankkeiden toiminnallisuustarkasteluissa, vaihtoehtovertailuissa ja vaikutusten arvioinnissa. Simulointimalli on tyypillisesti käsittänyt hankekohtaisesti rajatun alueen verkollisten vaikutusten jäädessä tarkastelun ulkopuolelle. Tarve laajemman, koko rataverkon kattavan simulointimallin rakentamiselle on ollut ilmeinen. Rataverkon monitoimijajärjestön yhä kasvavat tasapuolisuus- ja tehokkuusvaatimukset edellyttävät suunnittelu- ja tutkimusmenetelmien kehittämistä ratakankkeiden suunnittelun lisäksi myös nykyisen ratainfraan käytön optimoinnissa.

Väyläviraston tavoitteena on laajentaa simuloinnin hyödyntämistä junaliikenteen laadun parantamisessa (aikataulurakenteen häiriöherkyys), aikataulusuunnittelun ohjeistuksessa (ajoaikamallit), tilapäisten kapasiteettirajoitteiden vaikutusten selvittämisessä (mm. ratatyöt, nopeusrajoitukset) ja ratakapasiteetin yhteensovittamisessa. Vuoden 2019 aikana on vertailtu markkinoilla olevia simulointiohjelmistoja, erityisesti niiden käytettävyyttä infran ja aikataulujen mallintamisessa sekä tulosten analysoinnissa sekä toteutettu simulointimallin kehitystyö. Jatkossa on tavoitteena selvittää, onko simulointitoiminnallisuus integroitavissa kapasiteetin hallintaan, jolloin inframallin ylläpito tehoituisi merkittävästi täysin erilliseen simulointimalliin verrattuna.

Rautatieliikenteen simulointia voidaan käyttää tarkastelumenetelmänä monissa tarkoituksissa. Karkeasti simulointitarkastelut voidaan jakaa joko infravaihtoehtojen tai liikenteen simulointiin. Hankesuunnittelussa keskeisenä kysymyksenä on, minkälaista infrastruktuuria tarvitaan ja minkälaisia liikenteellisiä vaikutuksia suunnitteluratkaisuilla on. Uuden radan rakentamisen tai parantamisen investointikustannukset ovat merkittäviä, joten investoinneilla saatavat hyödyt pitää pystyä uskottavasti todentamaan. Simuloimalla liikennettä erilaisilla hankevaihtoehtojilla ja nykytilannetta vastaavalla vertailuvaihtoehtojalla saadaan selville hankevaihtoehtojen vaikutus radan kapasiteettiin, mikä on kapasiteetin käyttöaste nykytilanteessa ja kuinka paljon kapasiteetin pullonkaulat helpottuvat hankevaihtoehtojen toimenpiteillä. Simulointitarkastelujen tulokset auttavat ohjaamaan suunnitteluprosessia oikeaan suuntaan.



Laura Aitolahti
Väylä



Jussi Sipilä
Sweco

Aikataulusuunnittelun pohjaksi tarvitaan luotettavaa tietoa junien ajoajoista eri rataosuuksilla. Kun ajoajat on saatu määritettyä esimerkiksi simuloimalla, voidaan suunnitella varsinainen aikataulu. Rautatieliikenteen erityispiirre on, että aikataulurakenteella on merkittävä vaikutus radan välityskykyyn. Esimerkiksi yksiraiteisen radan välityskyky on selvästi suurempi, jos liikenne on vuorokauden ajan mukaan suuntautunutta, jolloin juna kulkee samaan suuntaan useampia peräkkäin. Simuloimalla voidaan tutkia erilaisten aikatauluskenaarioiden toimivuutta, kuinka paljon aikataulu varaa ratakapasiteettia ja kuinka hyvin aikataulu toimii häiriötilanteissa.

Ongelmana simuloinnin hyödyntämisessä suunnittelun tukena on, että simulointimallien rakentaminen on tyypillisesti hyvin työlästä. Simuloinnin tarkoituksena on kuvata junankulkua realistisesti ottaen huomioon radan ja kaluston asetamat reunaehdot. Radan geometria ja turvalaitteet määrittävät suurimman sallitun nopeuden ja käytettävissä olevan kapasiteetin. Simulointimalliin pitää tyypillisesti määrittää geometrian taitepisteiden sijainti sekä taitepisteiden välinen kaltevuus ja etäisyys. Nopeusrajoitusten muutokset kaikille junatyypeille sekä opastimet ja muut turvalaitteet pitää määrittää tarkasti, jotta rata-

osuuksien varautuminen ja vapautuminen tietyn junan käyttöön mallintuvat riittävän tarkalla tasolla. Suomen rataverkon raidepituus on 8 500 km ja liikennepaikkoja on 350. Karkean arvion mukaan koko rataverkon malli sisältää yli 200 000 elementtiä, jotka pitää sijoittaa oikealle paikalle ja jokaiselle elementille pitää määritellä tarvittava määrä ominaisuustietoja. Tällaisen mallin luomiseen manuaalisesti menee useita tuhansia tunteja.

Simulointimallin kehitystyön tavoitteena on ollut automatisoida inframallin luomista ja siten vähentää manuaalista työmäärää sekä luoda työkalu tiedon siirtämiseksi mahdollisimman ohjelmistoriippumattomasti ratarekisteristeistä simulointiohjelmistoon. Suomen rataverkon yksityiskohtaiset tiedot ovat saatavilla Traffic Management Finlandin ylläpitämän Digitraffic-palvelun Infra-API rajapinnan kautta. Rajapinnan kautta voidaan lukea Trakedia-ratatietorekisteriä, jota hyödyntävät tällä hetkellä kaikki Traffic Management Finlandin ratakapasiteetti- ja liikenteenohjaussovellukset. Infra-API:n yleispiirteinen kuvaus löytyy osoitteesta: <https://rata.digitraffic.fi/infra-api/>.

Simulointimallin kehitystyön tuloksena on komentorivipohjainen työkalu, jolla luetaan ratarekisterin tietoja rajapinnan kautta ja muunnetaan ne standardoituun ratatietojen tiedonsiirtoformaattiin RailML. Standardoitu tiedonsiirtoformaatti mahdollistaa mahdollisimman ohjelmistoriippumattoman tiedonsiirron ratarekisteristä haluttuun sovellukseen. Työkalulla voidaan muodos-



Kuva. Esimerkki työkalulla luodusta Opentrack-ohjelmiston inframallista (Hennan liikennepaikka oikoradalla) ja radan ominaisuustiedoista.

taa RailML version 2.2 mukainen infratiedosto ratanumeroittain määritellyltä ratakilometrivililtä. Työkalu nopeuttaa inframallin luomista merkittävästi, kun ratanumeron mukainen rataosuus voidaan mallintaa kerralla tuomalla RailML-tiedosto simulointiohjelmaan. Toinen merkittävä etu on mallin tarkkuuden ja laadun parantuminen. Manuaalisessa mallintamisessa inhimillisiä virheitä syntyy väistämättä, kun mallinnettavia kohteita on tuhansia. Työkalua käyttämällä mallin laatu ja tarkkuus vastaavat Trakedia-ratarekisteriä, jonka tietoja ylläpidetään jatkuvasti. RailML-skeemamuunnostyökalu on julkaistu avoimena lähdekoodina GitHubissa <https://github.com/finnishtransportagency/infracrailml>

Suomessa yleisin käytössä oleva rautatieliikenteen simulointiohjelmisto on Opentrack. Työkalun kehittämisessä tavoitteena oli luoda menetelmä, joka on mahdollisimman ohjelmistoriippumaton, jotta sitä voidaan hyödyntää laajasti. Kimmoke työkalun kehittämiselle oli kuitenkin simuloinnin inframallinnuksen laa-

dun parantaminen. Työkalun toimivuutta kehitystyön aikana on testattu Opentrack-ohjelmistolla. Testien perusteella simulointiohjelman laskentakapasiteetti riittää luomaan 50–100 km pituisen rataosuuden kerrallaan. Tämä on usein riittävä laajuus hankekohtaisiin tarkasteluihin, missä päätarkoitus on tutkia yksittäisten toimenpiteiden vaikutusta ratakapasiteettiin. Laajoihin aikataulurakenteiden toimivuustarkasteluihin tarvitaan kuitenkin tavoitetilanteessa koko Suomen rataverkon kattava malli. Työkalulla voidaan huomattavasti nopeuttaa tällaisen mallin tekemistä, kun malli voidaan muodostaa noin 100 erillisestä linjaosuudesta, joista muodostetaan verkkomalli. Koko rataverkon kattavan mallin rakentaminen vaatii kuitenkin vielä kehitystyötä, mutta jo syksyllä 2019 julkaistulla työkalulla simulointimallien inframallinnus on ottanut suuren harppauksen eteenpäin.

Velho tulee - kaikki suunnitelma- ja toteumatiedot yhdessä paikassa - vihdoin!

Velho tuo ryhtiä projektien tiedonhallintaan

Syksyllä 2017 startanneen Velho-allianssin toteutus jatkuu vuoteen 2021 asti. Velho-hankkeen tavoitteena on: 1) kaikille väylämuodoille yhteisen suunnitelma- ja toteumatietovaraston luominen, 2) tiestötietojen tietovarannon uusiminen 3) näihin liittyvien järjestelmien ja prosessien digitalisoinnin edistäminen ja 4) Inframallien hallinnan ja hyödyntämisen nostaminen uudelle tasolle. Jo Velhon alkuhaastattelussa 2017 syksyllä todettiin tarve järjestelmälle: Väylän ja ELY-keskusten hanketiedot olivat hajallaan, sähköiselle suunnitelma- ja toteuma-aineistolle ei ollut yhtenäistä tallennustapaa eikä yhtenäistä tietovarastoa ja projektipäälliköllä ei ollut työkaluja vaaditun inframallin avaamisen ja tarkistamiseen.

Velho -järjestelmä tulee helpottamaan kaikkien ratahankkeiden ja radanpidon parissa työskenteleviä. Esimerkiksi ratahankkeen toteutuksen projektipäällikkö ja -tiimi voi hakea ratasuunnitteluvaiheen materiaalit helposti Velhosta rakennussuunnittelun lähtötiedoksi. Samalla kartalta löytyy helposti muiden lähistön hankkeiden liittyvät suunnitelmat ja selvitykset. Kun kaikki hanketieto saadaan yhteen paikkaan, kootusti ja avoimin rajapinoin, avaa se mahdollisuuksia uusille innovaatioille mm radanpidon ja jopa käytön näkökulmasta. Jo nyt rajapintatarpeita on tunnistettu iso kasa.

Mitä Velho tuo käyttäjälle?

Käyttäjälle Velho näkyy helpokäyttöisenä käyttöliittymänä ja modernina verkkopalveluna. Velhosta löytyy luovutettava suunnitelma-

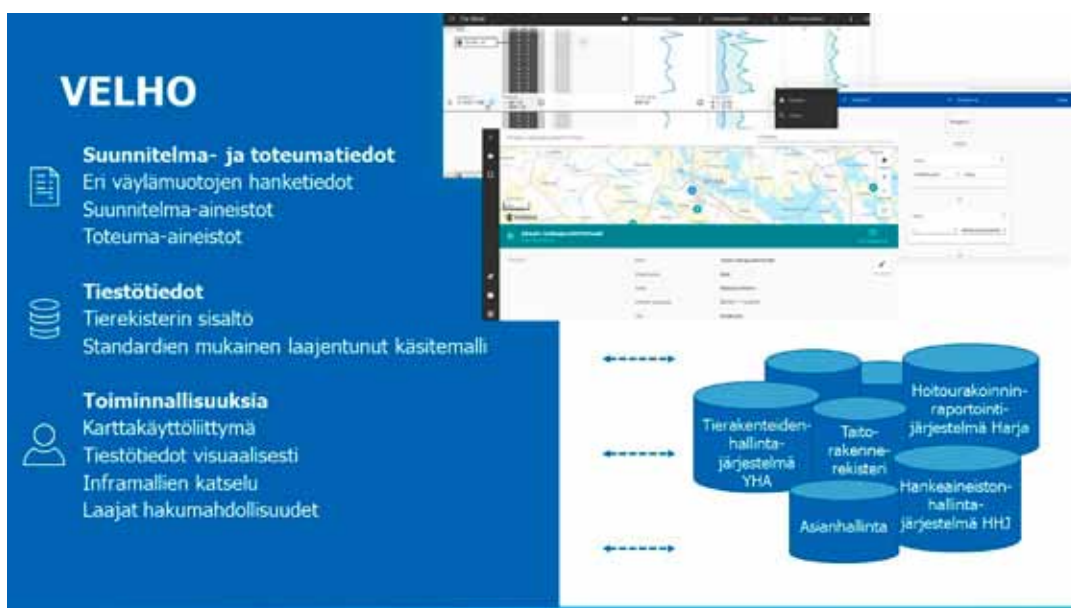


Tarmo Savolainen
Väylä

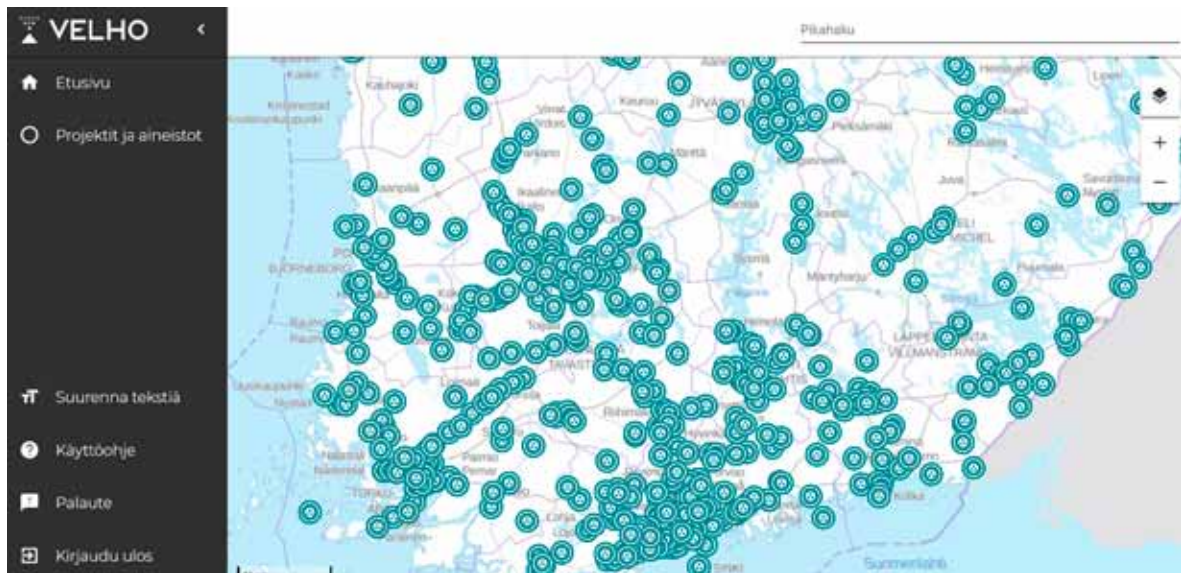
telma- ja toteuma-aineisto: suunnitelmiin liittyvät dokumentit, tietomalliaineistot, kartta-aineistot, mittausdatat ja valokuvat yms. Velhon ensisijaisena tavoitteena on kerätä yhteen paikkaan kaikki elinkaaren eri vaiheissa luovutettava suunnitelma- ja toteuma-aineisto yhtenäisin metatiedoin ja luokitteluin. Tämä mahdollistaa paljon uutta. Tavoitteena on, että ratahankkeen suunnitelmat siirtyvät toteuttamispäätöksen jälkeen ratainfra-tietojen hallintajärjestelmään ennakkotietona ja rakenteiden ominaisuustietoja tarkennetaan rakentamisen jälkeen luovutusaineistosta, jotta kunnossapidossa on luotettava ja ajantasainen kuvaus infrasta. Tietous suunnitelluista hankkeista tukee myös ylläpidon ohjelmointia ja liikennesuunnittelua.

Elinkaaren aikainen systemaattinen tiedonhallinta tarkoittaa myös muutosta vanhaan. Ennen eri vaiheissa ja eri projekteissa käytetyt kansiorakenteet ja tilaajalle luovutettavan aineiston sisältö on sovittu hankekohtaisesti. Velho ja Velhon ohessa kehitetty uusi ohje "Suunnittelu- ja toteutusprojektien luovutusaineiston tiedonhallinta" yhtenäistävät tilaajalle luovutettavan aineistojen metatiedot koko elinkaaren ajalle. Perinteistä ohjetta tukee siis uuden järjestelmän tuottama digitaalinen ohjaus.

Käyttäjälle uuden toimintamallin tuoma systemaattisuus voi aluksi tuntua jopa hankalalta ja vaikealta. Täytyy kuitenkin muistaa, että jokaisen hankkeen luovutusaineisto on yleensä uuden hankevaiheen lähtöaineisto. Kun lähtöaineisto on heti hankkeen alussa järjestyksessä, säästytään tulevaisuudessa monelta harmaalta hiukselta projektimaailmassa. Konsulttien ja urakoitsijoiden töitä on vaikeuttanut, että Väylän tiedonhallinnan vaatimukset eri hankkeissa vaihtelevat. Uuden toimintamallin käyttöön-



Kuva 1 Velho-järjestelmä kattaa kaikkien väylämuotojen suunnitelma- ja toteumatiedot sekä tiestötiedot



Kuva 2 Velho kokoaa Väylän hankkeiden suunnitelma- ja toteumatiedot yhteen

oton myötä helpottuu Väylän palveluntuottajien toiminta. Tiedetään aina missä muodossa tuotettava aineisto tilaajalle luovutetaan.

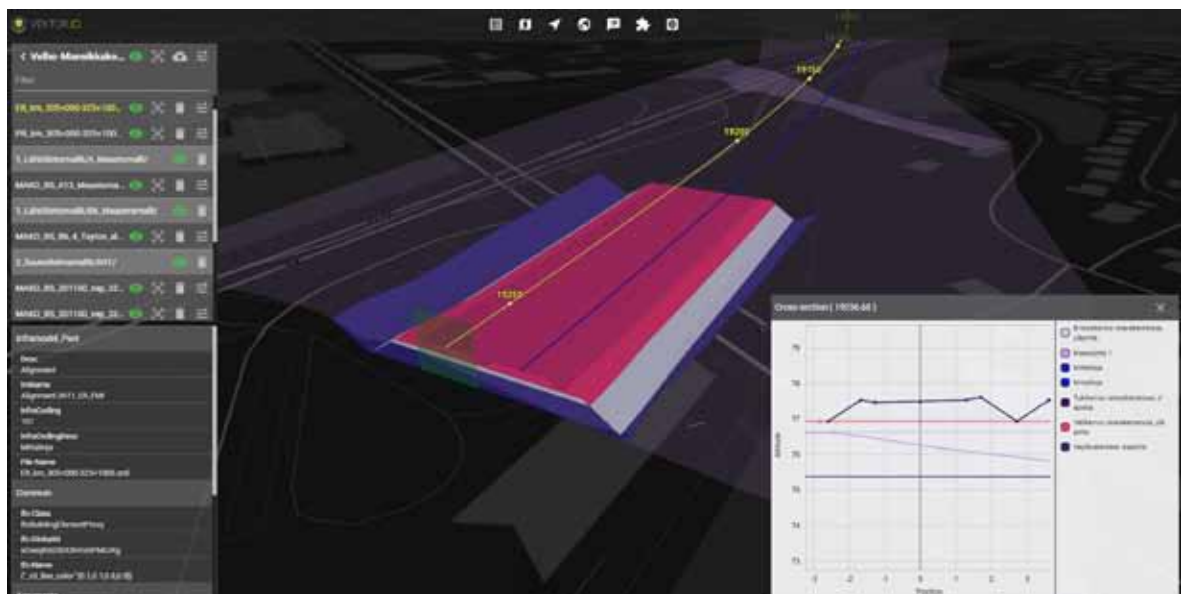
Uuden järjestelmän kehittämisessä on heti alussa tunnistettu, että käynnissä on rakentamisen, kunnossapidon ja omaisuudenhallinnan digitaalinen murros. Uudet digitaaliset tiedonhallinnan tavat ja tietomallit ovat jo arkipäivää monissa hankkeissa, mutta myös perinteisiä dokumentteja hyödynnetään laajasti. Velho ottaa vastaan niin perinteisiä tiedostoja kuin mm inframalleja. Velho mahdollistaa Väylän strategisen tavoitteen siirtyä entistä vahvemmin kohti tietomallipohjaista elinkaaren hallintaa. Jo lähitulevaisuudessa uudeksi normaaliksi muuttuva mallipohjainen laadunhallinta voidaan todentaa Velhossa. Velho tuo jo kevään 2020 aikana tietomallit osaksi jokapäiväistä työtä, kun Velhon sisältämä BIM työkalu inframallien katselua ja tarkastelua varten otetaan laajaan käyttöön. Vihdoin oikein tuotettu inframalli avautuu yhtä näppärästi kuin pdf jokaisen Väyläläisen tietokoneen ruudulla vaikka kesämökin laiturilta.

Kevät 2020 - käyttöönoton kevät

Velhoa on kehitetty ketterällä menetelmällä. Ensimmäinen versio julkaistiin keväällä 2019 ja heti perään järjestelmään vietiin kaikkien Väylän ja ELY-keskusten hankkeiden perustiedot. Järjestelmäkehitys jatkuu tasaisin sprintein ja tasaisin väliajoin tulee uusia versioita testaukseen. Velhossa on syksyn 2019 aikana kehitetty aineistojen hallintaa ja Velhon sisältämä BIM työkalu on integroitu osaksi järjestelmää.

Vuoden 2020 aikana Velhon käyttöönotto laajenee Väylän, ELY-keskusten ja palveluntuottajien keskuuteen. Uusi ohje ”Suunnittelu- ja toteutusprojektien luovutusaineiston tiedonhallinta” julkaistaan ja uusien hankkeiden aineistojen toimittaminen Velhoon alkaa. Uuden toimintatavan ja prosessin jalkauttamista varten on aloitettu käyttöönottoprojekti, jonka tavoitteena on helpottaa niin Väylän kuin palveluntuottajien henkilöstön kivuton siirtyminen uuteen Velhomailmaan.

Digitaalinen muutos on lähempänä kuin uskotkaan. Eli kun saat sähköpostiisi kutsun Velho-koulutukseen niin älä deletei sitä vaan varaa innokkaasti aikaa. Sillä tarkoituksena koulutuksella on helpottaa sinun työtäsi tulevaisuudessa.



Kuva 3 Velhon BIM työkalu helpottaa inframallien hyödyntämistä (Kuvassa Luima-hanke)

Radanrakennushankkeen työvaihesuunnitelman mallintaminen

Johdanto

Työvaihesuunnitelmassa määritellään rakentamisvaiheiden jako päävaiheisiin ja edelleen yksittäisiin työvaiheisiin, työtehtävät ja liikennöinti eri vaiheissa, liikennekatkot ja -rajoitukset sekä ympäristön asettamat vaatimukset töiden ajoitukselle. Rakennustyöt, turvalaite- ja sähköratamuutokset sekä liikenteen hoito sovitetaan mahdollisimman hyvin yhteen. Työvaihesuunnittelun mallintamisen tarkkuus ja tarpeellisuus tulisi miettiä hankekohtaisesti sekä arvioida mitä lisäarvoa työvaiheistuksen esittämistavoilla ja mallinnuksella voidaan saavuttaa.



Max Lagerström
Sitowise Oy

osapuolille. Työvaihesuunnitelmien mallinnus auttaa suunnittelun laadun varmistusta ja mahdollisesti auttaa pohtimaan turvalaite- ja sähköratatöiden työvaihesuunnittelua ja varmistamaan kaikilla osin ratkaisujen toteutuskelpoisuutta. Mallinnuksen avulla voidaan suunnitelmista havaita asioita, joita ei perinteisistä suunnitelmista välttämättä huomata, esimerkiksi

- kuivatus,
- turvalaitteet,
- sähkörata,
- nykyiset rakenteet,
- kaivutöiden laajuus jne.

Työvaihesuunnittelu yleensä

Radanrakennushankkeen työvaihesuunnittelun tavoitteena on mahdollisimman pienen häiriön aiheuttaminen junaliikenteelle. Ratasuunnittelun osalta työvaihesuunnitelmat ovat yleensä esitysmuodoltaan työvaihekaavioita (Kuva 1), joissa esitetään työskentelyalue ja työtä varten liikenteellä olevat raiteet sekä varatut raiteet työn eri vaiheissa.



Maunu Tast
Sitowise Oy

Mitä monitahoisempi hanke on, niin sitä enemmän hyötyä saadaan tietomallinnuksesta sekä myös työvaiheistuksen mallintamisesta.

Tietomallipohjaisesta suunnittelusta on hyötyä työvaiheistukseen mm.

- Lähtötietojen riittävyyden tarkistus ja tarvittavien lisätietojen hankinta.
- Työvaiheiden keskinäisten riippuvuuksien ja kytkentöjen selvitys.
- Liikennekatkojen, raidevarausten ja jännitekatkojen suunnittelu.
- Työmaan työnaikaisten aluevarausten

suunnittelu.

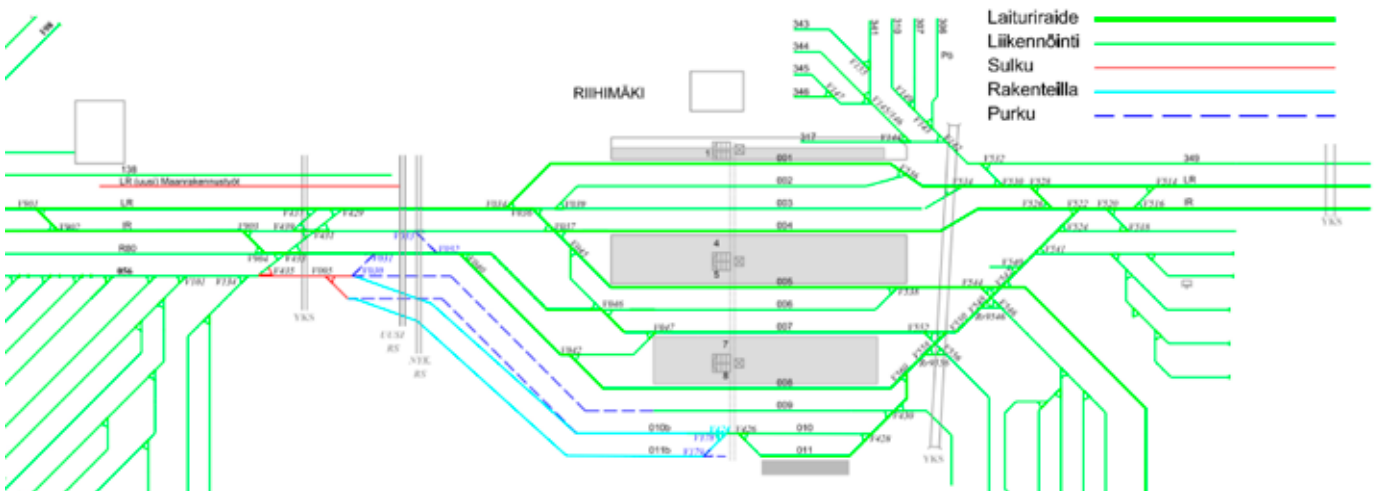
- Yhteistyö muiden suunnittelun osapuolien kanssa.
- Työnaikaisten tasoristeysten tai muut tieliikennejärjestelyt

Työvaihesuunnitelmien tietomallinnuksen tavoitteet ja käyttötarkoitus

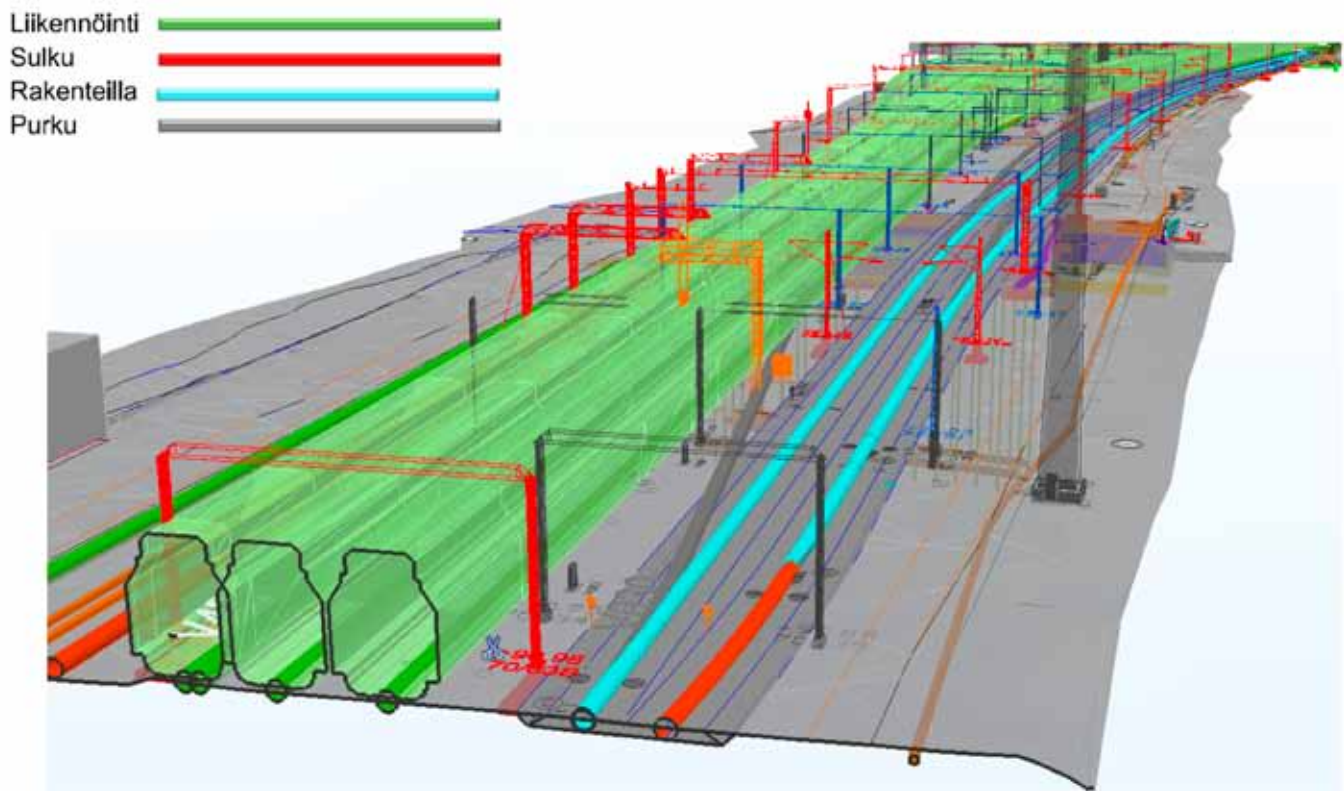
Tietomallipohjainen suunnittelu jo sellaisenaan tukee, antaa lisäinformaatiota ja laadunvarmistusta työvaiheistukseen. Työvaiheistuksen tietomallinnuksen tarkoituksena on havainnollistaa työvaiheistussuunnitelma ja työvaihekaaviot, jotta suunnitteluorganisaation sisällä voidaan käydä työvaiheistus mallipohjaisesti läpi ja varmistaa työvaihesuunnitelman toteutettavuus sekä pystytään tarvittaessa visualisoimaan työvaiheistusta eri

Työvaiheistuksen mallintamisen periaatteet

Riihimäen henkilöratapihan rakentamissuunnitelmassa suunniteltiin työvaiheistus mallipohjaisesti. Rata-, sähkörata- ja tur-



Kuva 1. Riihimäen työvaihekaavio



Kuva 2. Riihimäen mallinnettu työvaihe (sama työvaihe kuin kaaviokuvassa)

valaitesuunnittelun tietomallit mallinnettiin työvaiheittain, jolla varmistettiin ratkaisujen yhteensovitus ja toteutuskelpoisuus. Työvaiheistuksen visuaalisen apuna käytettiin samoja esitystapoja kuin kaavioissa, jotta tietomalliaineiston havainnollisuus ja kaavioiden selkeys täydentäisivät mahdollisimman paljon toisiinsa. Työvaiheistuksen mallinnuksen ei ole tarkoitus korvata kaavioita, vaan tuoda lisävarmuutta ratkaisuihin ja hyödyntää tehtyä tietomallipohjaista suunnittelua.

Työvaihesuunnittelun hyödyt

Työvaihesuunnitelmien mallintaminen mahdollistaa niiden läpikäynnin projektiryhmän sisällä, jolloin työvaiheistus ei jää erilliseksi työvaiheeksi, vaan on osa suunnittelua ja päivittyy projektin aikana. Kun suunnitelmia voidaan tarkastella visuaalisesti, yhteistyössä koko suunnitteluryhmän sekä urakoitsijan kesken, voidaan löytää uusia tehokkaampia toteutustapoja ja vähentää häiriöitä junaliikenteelle.

Liikenteenhallinnan kehityksen sadonkorjuuta ja itäviä siemeniä

Suomen rautateiden liikenteenhallinnan digitalisaatiokehityksellä on pitkät juuret ja ensimmäisiä digitalisaation kehitystyön tuloksia on käytetty jo lähes 10 vuotta. Digikehityksen ensivaiheen tuotteita korvataan lähivuosina uusilla ratkaisulla ja samanaikaisesti kokonaan uusia palveluja ja toiminnallisuuksia versoo päivänvaloon tasaisesti. Digitalisaatiokehityksen keskeisiä rakennusaineita ovat toimialaosaaminen, uudet menetelmösaamiset, hyvät kumppanit ja pitkäjänteisyys. Digitalisaatiokehityksessä tulee panostaa jatkossa entistä vahvemmin toiminnallisten prosessien uudelleen muotoiluun ja järjeistämiseen – paperilomakkeiden sähköistämisestä tulee edetä rohkeisiin toiminnan muutoksiin.



Mikko Natunen
Finrail Oy

prosessit ulottavat lonkeronsa monien eri toimijoiden tontille ja kehitystyö vaatii siten lähes aina yhteisen tahtotilan muodostamista eri toimijoiden kesken, muutoksia rautatiejärjestelmän turvallisuuden takaaviin ohjeisiin sekä eri toimijoiden käytännön toimenpiteiden tiivistä yhteensovittamista. Kasvit tarvitsevat itääkseen vettä, valoa, lämpöä ja ravinteita. Digituotteet ja -palvelut sekä niiden pohjalta mahdollistuvat toiminnan muutokset vaativat kasvaakseen toimialaosaamista, kehittämiseen liittyvää tuotetta menetelmösaamista, hyviä yhteistyökumppaneita sekä ennen kaikkea sitkeyttä, pitkäjänteisyyttä ja päämäärätietoisuutta kaikilta kehitykseen osallistuvilta sidosryhmiltä.

Rautatieliikenteenhallinnan digikehityksen historian havinaa

Rautateiden liikenteenhallinnan digitalisaatiokehitys on hääjuhlavuosien mitta-asteikolla silkkihäiden iässä (12 vuotta). Rautateiden liikenteenhallinnan digitalisaatiokehityksen voidaan katsoa alkaneen vuodesta 2007, jolloin käynnistettiin LIIKE-järjestelmän toteuttaminen silloisen Ratahallintokeskuksen tilaamana ja Solita Oy:n toteuttamana. LIIKE-projektin tuotoksena otettiin käyttöön säännöllisen ratakapasiteetin hallinnan toiminnallisuudet vuonna 2010, ensimmäinen versio reaaliaikagrafikasta liikenneohjaajille vuonna 2011 ja kiireellisen ratakapasiteetin hallinnan toiminnallisuudet 5/2012. ETJ-2 projektin toteutusvaihe käynnistyi vuonna 2011 ja sen tuotoksena otettiin käyttöön Trakedia-inframalli ja -editori 6/2013, jonka jälkeen sitä hyödyntävä JETI-järjestelmä rataverkolle kohdistuvien töiden suunnitteluun ja hallintaan 5/2014 ja edelleen samaan toteutuskokonaisuuteen kuuluvana kuljettajien päätelaite-sovellus KUPLA:n ensimmäinen versio 6/2015. Edellisten lisäksi ja rinnalla ovat kehittyneet muun muassa poikkeamien hallinnan järjestelmä (POHA, käyttöön 4/2015), liikenteenohjauksen perinteiset paperiset junapäiväkirjat korvannut sovellus LOKI ja monet muut pienemmät toiminnallisuudet ja järjestelmäkomponentit. Yhteinen tekijä kaikelle edellä kuvatulle kehitykselle on ollut se, että kehityksen aika on laskettu tyypillisesti vuosissa tai puolissa vuosissa – ei viikoissa tai päivissä.

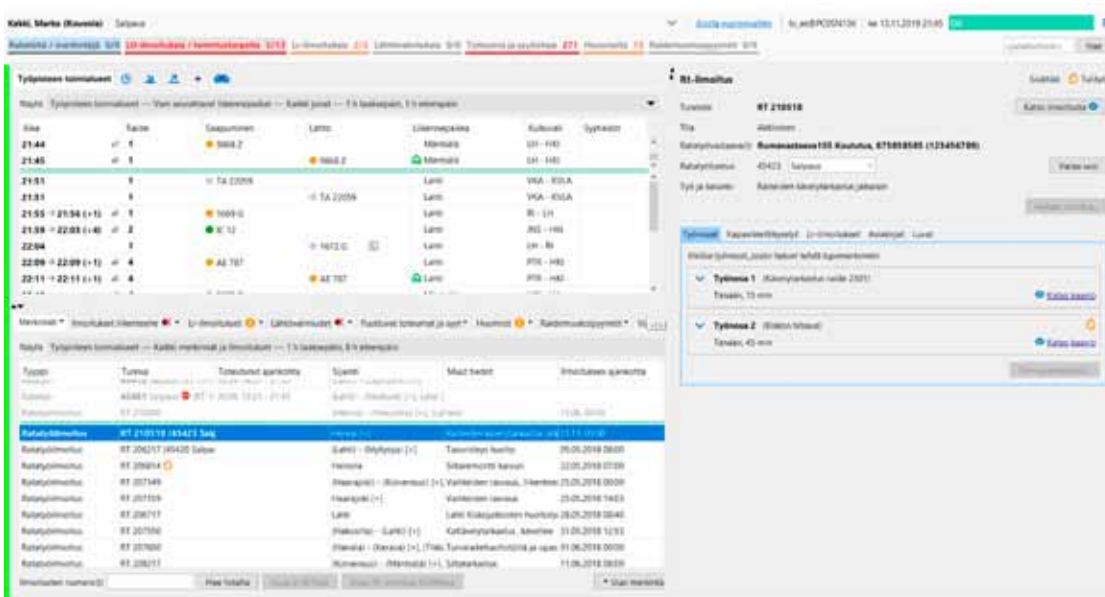
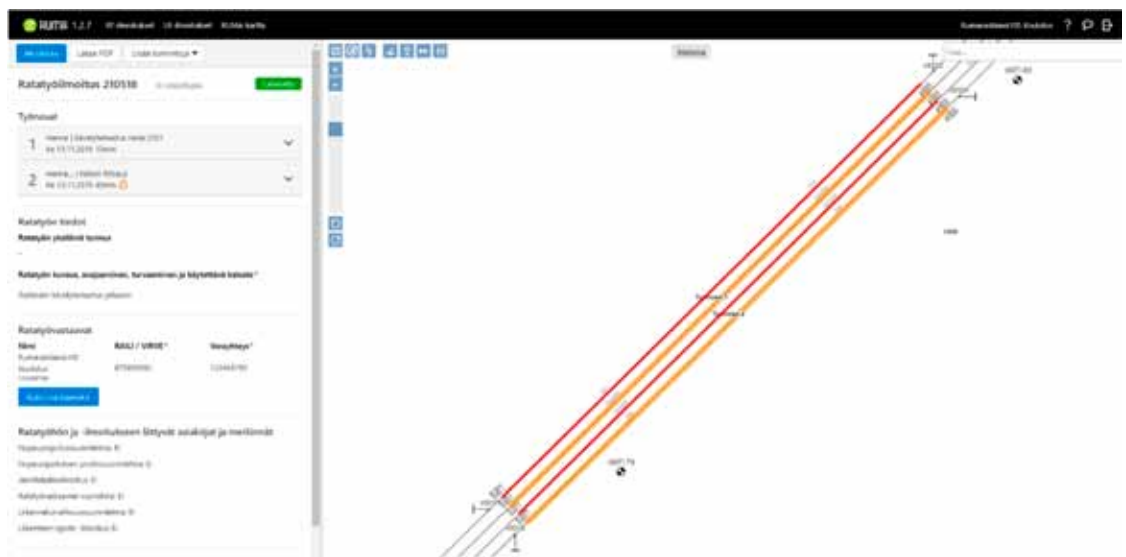
Pitkäjänteisyys ja sitkeys keskiössä

Yksi keskeinen kehityskaaria pidentänyt tekijä on ollut se, että monet rautatieliikenteenhallinnan tietojärjestelmät ja digituotteet on rakennettu tyhjältä pöydältä ja Suomen toimintaympäristöön räätälöityinä. Valitussa lähestymistavassa on monia etuja, mutta yksi selkeä haitta on kehityskaarien pituus – valmishojelmistoihin perustuvassa kehityksessä suunnitelmasta tuotantoon -aikaväli on tyypillisesti lyhyempi. Toinen kehityskaaria nykyiselläänkin pidentävä tekijä on se, että rautatieliikenteenhallinnan

Liikenteenhallinnan digitalisaatiokehityksen viime vuosien sadonkorjuuta

Viimeisin rautatieliikenteenhallinnan digikehityksen hedelmä poimittiin kesäkuussa 2019, kun liikenteenohjauksessa otettiin käyttöön sähköiset liikenteenohjaajan ilmoitukset. Sähköiset liikenteenohjauksen ilmoitukset tehostavat tiedon välitystä liikenteenohjauksen ja kuljettajien välillä. Sähköiset ilmoitukset sisältävät määrämuotoisen ilmoitustiedon ja tarkan infratiedon, jolla ilmoitus sijoitetaan kuljettajan KUPLA-sovelluksessa oikeaan kohtaan. Ilmoituksen visualisointi kuljettajan KUPLA-sovelluksessa helpottaa ilmoituksen vaikutusalueen havainnoimista maastossa. Lisäksi ilmoitetut tiedot eivät jää kuljettajille pelkästään muistinvaraiksi tai erillisten muistiinpanojen varaan. Toistaiseksi ilmoitusten sähköinen toimitus kuljettajille varmistetaan myös suullisilla ilmoituksilla, mutta tavoitteena on luopua puhelusta ja vähentää siten osa liikenteenohjauksen yli 2 miljoonasta vuosittaisesta puhelusta.

Ratatoita tekevien ja rautatieliikenteenohjauksen välinen kommunikaatio otti merkittävän digiloikan kesäkuussa 2018, kun rataurakoitsijoiden mobiilialusta (RUMA) otettiin käyttöön. Sen avulla tehdään ratatyöilmoitukset, voidaan tiedustella mahdollisia työrajoja liikenteenohjaukselta (kapasiteettikysely) ja voidaan varmentaa ratatyöryhmien oikea sijainti suhteessa suunniteltuun ja hyväksyttyyn työhön. Edellä kuvatut toiminnallisuudet sisältävät sekä kokonaan uutta (mm. paikannusmahdollisuus) että vanhojen paperisten prosessin vaiheiden sähköiseksi muuttamista. Puheviestintä ratatyövastaavien ja liikenteenohjauksen välillä pysyi ensivaiheessa lähes ennallaan, mutta liikenteenohjauksen puheluita voitaneen tälläkin osa-alueella jatkossa vähentää, kun uusiin työkaluihin totutaan ja niiden turvallisuus ja toimintavarmuus todetaan sekä käytännössä että tarvittavien erillisten riskienarviointien avulla.



RUMA:n web-käyttöliittymällä luotu ratatyöilmoitus, jossa kaksi työosaa.

Vastaanotettu ja aktiivinen ratatyöilmoitus liikenteenohjauksen LOKI-näkymässä.

Liikenteenhallinnan digitalisaatiokehityksen itäviä siemeniä

Edellä kuvattujen jo käyttöön otettujen järjestelmien lisäksi Finrailissa on käynnissä muun muassa seuraavat isommat kehitysprojektit: ENNE-projekti ja SAAGA-projekti. ENNE-projektin tavoitteena on tuottaa modernit liikenneohjauksen työtä tukevat työkalut liikenteenhallintaan. ENNE:n tulevia toiminnallisuuksia ovat muun muassa junien kulun ennustaminen, erilaisten liikenteenhoitoon liittyvien konfliktien tunnistaminen ja valistuneiden ratkaisuehdotusten tekeminen. ENNE:n toiminnallisuuksien pilotointi alkaa vuoden 2020 alkupuoliskolla. SAAGA-projektissa on kyseessä kapasiteetinhallinnan järjestelmien kokonaisuudistus, johon sisältyvät sekä ratapihojen että linjakapasiteetinhallinnan toiminnot. Uudistuksella tavoitellaan ratapihatoimintojen tuottamisen lisäksi mm. rataverkon käytön optimointia, entistä paremman tilannekuvan tuottamista, liikennetilanteiden ennakkointia ja konfliktien automaattista tunnistamista myös suunnittelun puolella. SAAGA:n ensimmäiset käyttöönotot sijoittuvat vuoden 2020 jälkipuoliskolle. ENNE- ja SAAGA-järjestelmien toimittaja on saksalainen HaCon. Kuljettajien päätelaiteovelluksen (KUPLA) jatkokehityksen tuloksena on parhaillaan viimeistelyssä niin sanottu driver assistance system (DAS) -ominaisuuksien integraatio KUPLA-sovelluksen kanssa. Kehitystyötä tehdään tiiviissä yhteistyössä VR Osakeyhtiön kesken.

Paperien korvaamisesta kokonaisten prosessien uudelleen piirtämiseen

Digitalisaatiokehitys on jatkossakin sekä olemassa olevien paperisten prosessien osien sähköistämistä, mutta samalla entistä enemmän myös prosessien uudelleen muotoilua ja toivottavasti rohkeaa uudistamista. Ison tason prosessiuudistusten tiellä on monia hidasteita. Toimialaa kehittävät - itseni mukaan lukien - pitkään toimialalla toimineet ja nykyisiä prosesseja tuntevat ihmiset. Olisikin tärkeää tiedostaa, että nykyisen toimintaympäristön ja prosessien osaamisesta piilee samalla vaara niihin kiinni hirttäytymiseen. Tähän vaivaan toimii hyvänä lääkkeenä uudet osaajat. Tarvitsemme pidemmän linjan toimialaosajien rinnalle uusia tekijöitä, uutta modernien menetelmien osaamista sekä rohkeaa ajattelua. Toimialan toiminnallisten prosessien tiukat sidonnaisuudet ovat toinen haaste prosessien uudelleen piirtämiselle. Lääkkeenä edelliseen voisi toimia organisaatiorajat ylittävä yhteiskehittäminen, eli samanlaiset tekemisen tavat kuin mitä esim. Digirata-hankkeessa on toteutettu. Turvallisuus on toimialallemme sisäänrakennettu elementti. En kuitenkaan usko sen olevan este suurillekaan muutoksille, kunhan muutokset suunnitellaan ja toteutetaan huolella yhdessä ammattilaisten kesken ja riskienhallinnan menettelyt kulkevat alusta loppuun osana muutosta.

Saumattomat matkaketjut ja integroidut maksuratkaisut parantavat raideliikenteen matkustuskokemusta

Ennen digitalisaatiota joukkoliikenteen käyttö oli yksinkertaista: linjan lähdöt tarkistettiin paperisesta aikataulusta ja lippu ostettiin joko kuljettajalta tai joukkoliikennepisteestä. Kaikki toimi hyvin niin kauan, kun matkustajan tarvitsi käyttää vain yhden liikennöitsijän linjoja. Monimutkaisemman matkan suunnittelu ei ollut helppoa: aikataulujen, lippujen ja hintojen yhteensopimattomuuden vuoksi eri kulkumuotoja ja liikennepalveluita yhdistävää liikkumista ei ollut tuettu joukkoliikenteen järjestäjien taholta, vaan matkaketjun suunnittelu oli kokonaan matkustajan harteilla. Liikennöitsijät ja viranomaiset tiesivät hyvin vähän asiakkaiden matkustuskäyttäytymisestä: kuka osti lipun, kuka teki matkan A:sta B:hen tai mitä vaihtoja tehtiin. Yksityisiä ja julkisia liikennöitsijöitä yhdistävää joukkoliikennesuunnittelua oli lähinnä suurimmilla kaupunkiseudulla. Siiloutumiseen vaikuttivat ennen kaikkea liikennealan sääntely ja teknologian kehittymättömyys.

Euroopan Unionin määräämä markkinoiden avaaminen, kansallinen Liikennepalvelulaki ja siihen liittyvä liikennepalveluiden tietojen avaamisvelvoite ovat luoneet hyvät raamit uusien liikennöitsijöiden ja palveluntuottajien markkinoille tulolle. Digitalisaatio mahdollistaa myös **Mobility as a Service eli Maas-palvelut**, joissa eri liikennepalveluiden käyttö on mahdollista yhdellä sovelluksella, ja liikkuminen voidaan hinnoitella esimerkiksi erilaisiin matkustajaprofiileihin räätälöityinä kuukausihinnoiteltuina paketteina. Liikkumisen digitalisaatio on kuitenkin toistaiseksi toteutettu enimmäkseen toimijakohtaisesti, minkä takia kauko- ja lähiliikenteen yhdistäviä palveluita ei oikeasti ole tarjolla.

Matkaketju – enemmän kuin osiensa summa

Joukkoliikenne on erinomainen väline isojen ihmismäärien liikkuttamiseen. Kuitenkin yksityisautojen kulkutapaosuus on viime vuosikymmeninä kasvanut, koska muut kulkumuodot eivät ole onnistuneet tarjoamaan yhtä hyvää joustavuutta ja nopeutta. Joukkoliikennekentän hajanaisuus ja epäyhteensopivat järjestelmät ovat johtaneet pahimmillaan liikennöitsijäkohtaisiin lippu- tuotteisiin sekä irrallisiin ja matkaketjun suunnittelun kannalta vaikeasti hahmotettaviin aikatauluihin. Joukkoliikenteen käytön kynnystä nostavat huonosti osuvat vaihdot, pitkät odotusaika sekä pitkä matka lähimmälle pysäkille. Jälkimmäisenä mainittu, niin sanottu viimeisen mailin ongelma koskettaa erityisesti raideliikennettä. Jotta junalla matkustaminen saadaan saumattomammin osaksi matkaketjua ja sitä kautta parannettua matkustuskokemusta ja yleistä houkuttelevuutta, on syytä panostaa sen kanssa hyvin yhteen pelaaviin ja helposti saavutettaviin paikallisiin liikenneyhteyksiin, kuten raitiotie- ja paikallisbussiliikenne, kaupunkipyörät, yhteiskäyttöautot, taksi sekä kutsuohjattu liikenne.



Seppo Pakarinen
Siemens Mobility Oy

Eri kulkumuotojen yhdistäminen eli **intermodaalisuus** on avainasemassa ovelta-ovelle-matkaketjujen suunnittelussa. Koko matkaa voi harvoin tehdä vain yhtä kulkumuotoa käyttäen. On tärkeää tunnistaa kunkin liikennemuodon vahvuudet kuten vaivattomuus, nopeus, saavutettavuus tai hinta. Houkutteleva matkaketju vaatii eri palveluiden yhteen toimivuutta ja saumattomia vaihtoja, joissa parhaimmillaan syöttölinjat on synkronoitu runkolinjojen kanssa. Matkustajan pitää kyetä näkemään koko matkaketju yhtenä kokonaisuutena jo reittioppaassa ja hänelle pitää tarjota eri kriteereihin pohjautuvia vaihtoehtoja sekä mielellään myös matkaketjun kaikki osuudet kattava yksi lippu.

Uusien lippujärjestelmien mahdollisuudet

Perinteisesti kuljettaja, konduktööri tai lippulaite on rahastanut tai lukenut matkalipun tai -kortin. Sama prosessi on ollut käytössä myös matkakorteilla, joihin on ladattu arvoa tai aikaa. Laite on lukenut kortilta voimassaolevan lipputuotteen esimerkiksi RFID-tekniikalla ja arvolipun tapauksessa vähentänyt kortin saldoa. Kaukojunissa paperinen lippu on jo yleisesti vaihtunut sähköiseen lippuun, joka kuitenkin edelleen luetaan QR-koodilukijalla.



Kuva 1. Intermodaalisuus liittyy olennaisesti raideliikenteen käyttöön. Kuva: Siemens Mobility



Kuva 2. Modernien lippujärjestelmämallien kirjo. Kuva: Siemens Mobility

Tunnistepohjaisessa lippujärjestelmässä matkakorttia käytetään ainoastaan matkustajan tunnistamiseen. Matkan kelpoisuus ja käytettävä lipputuote varmistetaan palvelimelta tai kortinlukulaitteeseen säännöllisesti päivitetystä tietokannasta. Merkittävää on, että tunnistepohjaisessa järjestelmässä matkakortin sijasta voidaan käyttää muitakin ratkaisuja kuten NFC-tekniikalla suoritettavaa lähimaksua ja matkapuhelinta, mikä avaa myös liikku- mispalveluntarjoajille kuten MaaS-operaattoreille uusia mahdollisuuksia mobiililippujen jälleenmyyntiin.

Matkustajan poistumisen rekisteröivät järjestelmät mahdollistavat lipputuotteen määrittämisen automaattisesti matkan jälkeen (Kuva 2). *Check-in / Check-out (CiCo)* -ratkaisussa matkustajan tulee suorittaa matkan aloitus ja lopetus matkapuhelimella. *Check-in / Be-out (CiBo)* -ratkaisu eroaa edellisestä siten, että se tunnistaa matkustajien poistumisen automaattisesti langattomien lähettimien (beacon) avulla. Automatisoiduin ratkaisu, *Be-in / Be-out*, ei vaadi käyttäjältä mitään toimenpiteitä: sisään-

meno ja poistuminen tunnistetaan langattomasti. Pikaraitiotie-, metro- ja junayhteyksillä voidaan saavuttaa riittävä tarkkuus jopa pelkästään satelliittipaikannuksen avulla.

Edellä mainitut ratkaisut tuovat liikennöitsijöille kustannussäästöjä laiteasennusten ja niiden ylläpidon osalta. Liikennöintiä saadaan tehostettua, kun matkustajien ajoneuvoon nouseminen nopeutuu. Matkustajat hyötyvät siitä, että järjestelmä laskee jälkikäteen edullisimman matkahinnan (capping-palvelu). Esimerkiksi useamman kertamatkan sijaan käyttäjältä laskutetaan- kin edullisempi päivälippu tai hinnoitteluperusteena käytetään vyöhyketariffien sijaan matkan pituutta. Joukkoliikennetoimijat saavat arvokasta dataa asiakkaiden matkustuskäyttäytymisestä ja liikkumistavoista linjaston ja aikataulujen optimoimiseksi. Lisääntynyt tieto on hyödyllistä myös asiakassuhteen hallinnassa: operaattorit voivat myöntää asiakkailleen kohdennettuja tarjouksia asiakasuskollisuuden kasvattamiseksi.



Kuva 3. Mobiilisovellus on matkustajan apuna matkan eri vaiheissa. Kuva: Siemens Mobility

Sujuvaa matkustamista mobiilisovelluksen avulla

Matkapuhelimesta on tullut nopeasti ensisijainen matkakumppani, jota voi käyttää matkan kaikissa vaiheissa (Kuva 3): matkan suunnittelussa, matkan varaamisessa ja maksamisessa, ajantasaisen tiedon saamisessa vaihtoyhteyksistä ja poikkeustilanteista sekä omien matkojen ja käyttäjäprofiilin hallinnoimisessa.

Ideaalitapauksessa yksi liikkumissovellus voi tukea useaa liikennepalvelua, jolloin matkustajalla on käytössään yksi käyttöliittymä kaikkeen liikkumiseen. Valitettavasti tämä ei ole vielä todellisuutta. Käyttäjällä saattaa olla asennettuna kokoelma palvelu- tai liikennöitsijäkohtaisia sovelluksia, joihin kaikkiin hänen on täytynyt luoda sovelluskohtaiset tilit sekä syöttää ja hallinnoida maksutietonsa.

Useamman liikennepalvelun tarjontaa yhdistävän reittioppan kehittäminen on varsin suoraviivaista. MaaS-ekosysteemien syntyä ovat kuitenkin hidastaneet osittain puutteelliset lippurajapinnat sekä toisaalta lippujen jälleenmyynnin ehdot. Vaihtoehtoisena toimintamallina on (seudullisen) joukkoliikennetoimijan ympärille keskittynyt ratkaisu. Senkin tulee kuitenkin perustua kaikkien operaattoreiden mukaan ottamiseen, jotta aitojen matkaketjujen luominen paikallisia, seudullisia ja myös kaupunkien välisiä liikkumismuotoja yhdistäen on mahdollista – yhdellä sovelluksella.

Matkustuskokemuksen kehittäminen vaatii myös yhteistyötä

Tekniset edellytykset matkaketjujen luomiseen ovat reittisuunnittelun ja lippuratkaisujen osalta olemassa. Uudenlaiset automati-

soidut maksujärjestelmät puolestaan tuovat nopeutta ja joustavuutta sekä parantavat asiakaskokemusta. Tarkempi matkadata auttaa toimijoita ymmärtämään asiakkaiden liikkumistarpeita paremmin kuin koskaan, mikä on oleellista joukkoliikennejärjestelmän kokonaissuunnittelun kannalta.

Historiallisista syistä raide- ja tieliikenteen samoin kuin kauko- ja lähiliikenteen palvelut ovat ennemmin eläneet rinnakkaiseloa kuin varsinaisesti toimineet yhdessä. Pendelöinti raide-liikenteellä on huimassa kasvussa, mikä yhdessä ilmastokysymysten kanssa on lisännyt tarvetta rakentaa uusia seudullisia ja kaupunkien välisiä raideyhteyksiä. Etenkin kaukoliikenteen rautatieasemat ovat harvoin matkan lähtöpaikan tai määränpään vieressä. Paikallisten liikennepalveluiden tarjoamat ja raideliikenteen kanssa yhteen toimivat first mile / last mile -ratkaisut ja niiden houkutteleva paketointi ja hinnoittelu ovatkin raideliikenteen ja yleisesti joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvattamisen kannalta elintärkeitä.

Useita kulkumuotoja yhdistävien matkaketjujen ja houkuttelevien lipputuotteiden saavuttamiseksi tarvitaan digitalisaation lisäksi liikenteen toimijoiden yhteistyötä. Valittavissa on eri liiketoimintamalleja joukkoliikennetoimijavetoisesta mallista aitoon MaaS-ekosysteemiin. Mallista riippumatta avainasemassa on kaikkien liikennepalveluntarjoajien mukaan ottaminen ja integroiminen tasavertaisella tavalla. Matkustajakokemuksen parantaminen ja joukkoliikenteen suosion vahvistaminen vaatii niin paikallis- kuin kaukoliikenteen operaattoreiden toimenpiteitä. Suositaan voimakkaasti kasvattaneella raideliikenteellä on kuitenkin erinomaiset asemat toimia tämän muutoksen veturina.

Asemien ja seisakkeiden kehittämistoimenpiteet matkaketju- ja asiakasnäkökulmasta

Henkilöjuna liikenteen kehittämisessä on teke- mistä, jotta käyttäjien toivoma palvelutaso voi- daan saavuttaa. Joukkoliikennettä halutaan suosia, mutta matkaketjun palvelutaso ei riitä houkuttele- maan junan kyytiin. Asemat ja seisakkeet ovat osa matkaketjua ja heijastavat suurta osaa matkaket- jujen kokemisen kokonaisuudesta.

Talvella 2018-2019 tehtiin selvitys Kotka-Kou- vola yhteysvälistä, jossa selvitettiin henkilöjuna- liikenteen käytettävyyttä sekä palvelutasoa. Selvi- tys toteutettiin osana ”Kotka-Kouvola yhteysvälin kehittäminen” –hanketta, jota rahoitti Kymenlaak- son liitto. Yhteysvälin arvioitu potentiaalinen jouk- koliikenteen käyttäjämäärä on noin 5000 ja radan vaikutusalueella asuu noin 140 000 henkilöä. Yhteysvälillä on kaksi juna-asemaa sekä seitsemän seisaketta. Henkilöliikenne on ollut laskussa kaupunkien välillä jo vuosia ja on nykyään noin 90 000 matkaa vuodessa.

Selvitys toteutettiin käyttäjälähtöisesti palvelumuotoilun periaatteita noudattaen ja kolmessa osassa. Ensimmäinen osa oli joulukuussa avattu tiedonkeruukysely, toinen osa Kymen- laakson suurten työnantajien ja kulttuurin tuottajien haastatte- lut ja kolmas osa tulosten validointikysely. Kumpaankin kyselyyn saatiin yli 800 vastausta ja haastatteluita tehtiin 10 kappaletta. Kyselyissä vastaajilla oli mahdollisuus antaa kirjallista palautetta ja sitä saatiin yhteensä satoja sivuja. Asemille kirjattiin käyttä- jien antamista kirjallisista palautteista yhteensä 40 kehitysehdotusta ja seisakkeille 21 ehdotusta.

Palvelutason määrittämisessä annettiin tutkimuksessa pal- jon vastuuta käyttäjille. Esimerkiksi tiedonkeruukyselyssä kysyt- täessä ”kuinka asemien tai seisakkeiden palveluja pitäisi kehit- tää” – kysymykseen ei tarjottu valmiita vaihtoehtoja. Ehdotukset palvelutason parantamiseksi ovat siis käyttäjien itsensä luomia. Palvelun kehitysehdotukset on myös listattu tärkeysjärjestyk- seen käyttäjien toimesta. Näin matkaketjua kehitettäessä voi- daan toteuttaa käyttäjälähtöistä dataa ja luoda asiakasta miel- lyttävä matkaketju. Kun kokonaisuuden kannalta matkaketjun mielekkääksi kokemisessa jokaisella pienellä osuudella on vaiku- tusta, niin käyttäjälähtöinen kehittäminen on oikea ratkaisu. Mat- kaketjun kokonaistoimivuus on aina arvioitavana ihmisten vali- tessa liikkumistapaansa ja lähes aina helpoin matkustamistapa voittoa.



Petri Kähärä
XAMK

Kun selvitystä aloitettiin tekemään, keskeisim- pänä tutkimuskysymyksenä oli – kuinka ihmiset voisivat käyttää junaa enemmän? Vastaus tähän saatiin muun muassa käyttäjien ilmoittamina mat- kaketjun kehittämisen kohteina. Yhteenvetona tut- kimuksen tuloksista matkaketjun kehittämiseksi asemien ja seisakkeiden osalta käyttäjien vastauk- sista nousi esille kolme teemaa. Ne ovat 1.) mat- kustajien suojeleminen säältä ja luonnon vaiku- tuksilta, 2.) viestinnän kehittämien ja lisääminen sekä 3.) kulkuyhteyksien kehittäminen lisäämällä esteettömyyttä, siisteyttä ja turvallisuutta.

Liikenneviraston ohje 43/2017 Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 16 – Väylät ja laiturit määritte- lee minitason asemille henkilöjuna liikenteessä. Siinä on ohjeis- tettuna muun muassa katosten ominaisuudet, asemilla viestimi- nen sekä esteettömyyden vaatimukset. Ohjeistuksen luomisessa on ollut mukana esteettömyyden asiantuntijoita, suunnittelijoita sekä rakennuttajia.

Kun tiedämme käyttäjien toiveet matkaketjun kehittämiseksi ja RATO 16:n määrittelevän palvelutasot asemille, niin saamme uusia kysymyksiä. Helppo kysymys olisi, eikö ohjeistuksen palve- lutasoa ole toteutettu ja mistä se johtuu. Haastavampi kysymys on, kuinka paljon henkilöjuna liikenne ja joukkoliikenne todella merkitsevät kaupungeille, joille se on mahdollista?

Koska koko selvitys on toteutettu käyttäjälähtöisesti huo- mioiden matkustajien tarpeet, on suuri mahdollisuus, että sen tuloksilla on painoarvoa – erityisesti Kotka-Kouvola yhteysvälin kehittämisessä – ja sovellettavilta osin myös muilla vastaavilla rata-osuuksilla (esim. Hanko-Karjaa, Joensuu-Nurmes, Lappeen- ranta-Savonlinna). Kuinka siis voimme vastata käyttäjien tarpee- seen miellyttävästä matkaketjusta, jossa joukkoliikenne muodos- taa runko-osan? Henkilöjuna liikenteellä on merkittävää vaiku- tusta kaupunkien elinkeinoelämälle, ihmisten liikkuvuudelle sekä ympäristölle ja siksi on tärkeää saada ihmiset käyttämään junaa.

Asiakaslähtöinen palvelukehitys matkustajaliikenteessä - perustana data, digikyvykkyys ja asiakasymmärrys

VR tarjoaa asiakkailleen sujuvaa, turvallista, mukavaa ja vähäpäästöistä matkustamista. Ilmastoystävällisyys on lähtökohta kaikessa toiminnassamme: olemme sitoutuneet edistämään vastuullista ja ilmastonmuutosta ehkäisevää liikkumista Suomessa ja haluamme mahdollistaa kaikille vihreämman tavan liikkua. Kasvatamme vähäpäästöisen liikkumisen markkinaosuutta ja olemme sen kautta myös kilpailukykyinen ja kasvava toimija. Junamatkustamisen suosio on kasvanut tasaisen vahvasti viime vuosina, ja saadaksemme yhä enemmän ihmisiä matkustamaan junalla, meidän on kyettävä jatkuvasti uudistamaan palveluitamme ja parantamaan asiakaskokemusta kaikissa palveluprosessin vaiheissa – niin fyysisissä kohtaamisissa kuin digitaalisissa palveluissamme.



Salla Ketola
VR-Yhtymä Oy

Julia Stoöp
VR-Yhtymä Oy

Palvelukehitystä datalähtöisesti

Haluamme, että palvelukehityksemme pohjautuu datalähtöiseen asiakasymmärrykseen. Perustimme kaksi vuotta sitten oman datatiimin, jossa työskentelee nyt kahdeksan asiantuntijaa. Tiimillä on työkaluna pilveen rakennettu data- ja analytiikka-alusta Minerva, joka hyödyntää uutta skaalautuvaa teknologiaa ja jossa kaikki asiakkaisiin liittyvä data on yhdessä paikassa. Minerva mahdollistaa meille runsaasti erilaisia analytiikkasovelluksia ja dashboardeja, joihin luvut päivittyvät automaattisesti koko ajan. Manuaalista kuukausiraportointia tarvitsee vähemmän, kun liiketoimintojen asiantuntijat pääsevät työkalujen loppukäyttäjinä suoraan käsiksi ajantasaisiin lukuihin. Datatiimi on uudistanut asiakastutkimuksiamme jatkuvan mitaamisen suuntaan, mikä mahdollistaa aidon kokonaiskuvan asiakkaistamme. Esimerkiksi junan myöhästyminen voidaan linkittää aina tiettyyn asiakkaaseen saakka tai tietoa voidaan myös yhdistää muihin anonyymisti. Tutkimusta tehdään asiakaspolun eri vaiheissa ja sen pohjalta tuotetaan tietoa liiketoiminnan päätösten tueksi: esimerkiksi konduktöörin palvelumallin pilotointien yhteydessä datatiimi vertaa kahden erilaisen mallin tuloksia, joiden pohjalta tehdään päätöksiä palvelun jatkokehittämisestä. Datatiimin työ näkyy myös asiakkaille palvelun laadussa, kun heille pystytään tarjoamaan henkilökohtaisempaa palvelua ja nopean tiedonsaanti mahdollistaa asiakaskokemuksen ketterämmän kehittämisen.

Matka kohti uutta

Digitaalinen kyvykkyys tarkoittaa meille kykyä kuunnella asiakkaitamme ja kehittää ratkaisuja heidän tarpeisiinsa. Lisäksi siinä on yhä vahvemmin kyse myös liiketoimintaymmärryksestä ja designkyvykkyyydestä. Digitaalisen kyvykkyden osalta olemme VR:nä matkalla kohti uutta. Kesän aikana uusimme kaikki lippuautomaattimme ja lanseerasimme uuden VR Matkalla -mobii-

lisovelluksen, joka korvaa aiemmat, erilliset kauko- ja lähiliikenteen sovellukset. Ennen vuodenvaihdetta avaamme vielä uuden vr.fi:n. Aikaisemmin VR on tilannut ulkopuolelta valmiit ratkaisut, mutta nyt olemme kehittäneet uudet myyntikanavat itse, yhdessä kumppaneidemme kanssa. Tämä on myös vaatinut meiltä uudenlaista kyvykkyyttä ohjata jatkuvaa kehitystä: meidän on ymmärrettävä vieläkin syvällisemmin, mitä haluamme ja miten se tehdään. Tehtävää on paljon ja sen myötä avautuu valtava mahdollisuuksien maailma, josta on kuitenkin valittava realistinen määrä asioita kehitettäväksi ja toteutettavaksi kerrallaan. Samalla meiltä odotetaan, että uudistaisimme palvelumme nopeammin ja paremmin, mieluiten jo eilen.

Meidän uudistustarinaramme perustuu jatkuvan kehityksen malliin: julkaisemme asiakkaille uutta

situa mukaa kun sitä syntyy. Esimerkiksi uuteen mobiilisovellukseen on syksyn aikana tuotu uusina toiminnallisuuksina paikanvalinta vaunukartalta ja push-notifikaatiot mahdollisista häiriötilanteista. Ketterän kehittämisen malli vaatii johtamiselta paljon, sillä lopputuloksesta ei ole etukäteen varmuutta. On oltava hyvä visio ja suunnitelma, mutta myös kyky muuttaa tarpeen tullen suuntaa. Haluamme jokaisen julkaisun myötä tuottaa asiakkaillemme lisäarvoa ja tehdä asiat paremmin kuin aiemmin – siksi olemme kehittäneet uusia kanavia yhdessä heidän kanssaan. Asiakkaista koostuva pilottiryhmä on testannut uusia ominaisuuksia kanssamme ennen niiden julkaisua, ja olemme saaneet heiltä arvokasta palautetta ominaisuuksien hiomiseen ennen niiden avaamista kaikkien käyttöön.

Saumatonta liikkumista ovelta ovelle

Asiakkaat haluavat helppoa ja huoletonta liikkumista, jossa matka lähtöpaikan ja määränpään välillä sujuu saumattomasti ja kulkumuoto voi helposti vaihtua matkan aikana. Haluamme vastata tähän tarpeeseen kehittämällä matkaketjuja, joissa asiakas saa ostettua koko matkan ovelta ovelle lisäpalveluineen yhdestä paikasta ja kerralla. Tällä hetkellä meillä on matkaketjukuppa-neina lyhyissä autonvuokrauksissa Hertz ja tammikuun alussa alkaa liittytäväsäköintiyhteistyö Vantaalla. Lappiin junailevien on mahdollista yhdistää junamatkan bussilippu esimerkiksi pohjoisen suosituihin hiihtokeskuskohteisiin. Matkaketjujen rakentamisessa eri toimijoiden sujuva yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää, jotta pystymme yhdessä tarjoamaan asiakkaillemme saumattoman matkan. Kartoitamme jatkuvasti mahdollisuuksia uusille matkaketjukuppanuuksille esimerkiksi kaupunkiliikenteessä.

Junaliikenteen matkustajainformaation vastuujako ja kehitysnäkymät

Suomessa on yli 180 matkustajaliikenneasemaa, joissa matkustajille annetaan lähinnä junaliikennettä koskevia aikataulutietoja sekä erilaisia poikkeustilanteiden tiedotteita dynaamisilla näyttölaitteilla ja kuulutuksilla. Dynaaminen matkustajainformaatio toimii toisena matkustajien tiedotus- ja opastuskanavana asemien staattisen opastuksen ja paperisen aikataulutiedon kanssa.

Historiaa vastuujasta

Asemien matkustajainformaatio on kokenut useamman vastuujakoon liittyvän muutoksen viimeisen 20 vuoden aikana, joista viimeisin tapahtui vuoden 2019 alussa virastouudistuksen myötä.

2000-luvun alussa matkustajainformaatiolaitteiden suunnittelu, hankinta ja ylläpitovastuu siirtyivät VR Oy:ltä Ratahallintokeskukselle. Tämä tarkoitti kaikkien sekä dynaamisten että staattisten matkustajainformaatiolaitteiden kokonaishallintaa Ratahallintokeskukselle. Liikenneviraston aloittaessa toimintansa 2010 vastuu jatkui dynaamisten ja staattisten matkustajainformaatiolaitteiden osalta. Lisäksi teknisen kehityksen myötä dynaamisten näyttö- ja kuulutuslaitteiden ohjaus- sekä hallintajärjestelmät keskittyivät yhden MIKU järjestelmän alle. Matkustajainformaatiopalvelun eli laitteiden tietosisällön tuotti kuitenkin VR Oy aina vuoteen 2015 asti, kunnes Finrail Oy aloitti toimintansa kyseisen vuoden alussa omana yhtiönä ja aloitti informaation tietosisältöpalvelun.

Vastuujako virastouudistuksessa

Viimeisin hallinnollinen sekä toiminnallinen muutos matkustajainformaation vastuujakossa tapahtui virastouudistuksen yhteydessä 1.1.2019. Tällöin eri liikennemuotojen liikenteenohjaukseen- ja hallintaan kuuluvat palvelut yhtiöitettiin ja Traffic Management Finland Oy (TMF) aloitti toimintansa.

Virastouudistuksessa myös matkustajainformaation vastuut jaettiin ensimmäistä kertaa siten että dynaaminen ja staattinen matkustajainformaatio erotettiin toisistaan. Uudistuksessa dynaamisen matkustajainformaation laitteet sekä järjestelmät siirtyivät TMF:n tytäryhtiö Finrailin hallintaan ja staattiset opasteet sekä asemien aikataulukaa pit siirtyivät Väylävirastolle.

Dynaamisten laitteiden operoinnin vastuu pysyi edelleen Finraililla. Kalustossa annettava matkustajainformaatio oli kuulunut aikaisemmin, ja kuuluu edelleen, eri rautatieyritysten vastuulle.



Tuomas Lehtinen
Finrail Oy

Kehitysnäkymät

Dynaamisen matkustajainformaation on otta-
massa seuraavien vuosien aikana merkittäviä kehityskaskelia, kun uuden sukupolven matkustajainformaation keskus- ja ohjausjärjestelmä RAMI (Rautateiden Matkustajainformaatiojärjestelmä) otetaan käyttöön vaiheittain vuoden 2020 aikana kaikkialla Suomessa.

RAMI -järjestelmän käyttöönoton myötä on suunniteltu, että seuraavia dynaamisen matkustajainformaation osa-alueita on mahdollista kehittää tai luoda jopa aivan uusia palveluita, riittävän palvelutason varmistamiseksi:

- näyttölaitteiden sisällön kehittäminen graafisemmaksi sekä dynaamisemmaksi
- näyttölaitteiden sisältö graafisemmaksi ja dynaamisemmaksi
- kuulutuksien tuottaminen Text-to-Speech -menetelmällä
- rajapinnat rautatieyritysten liikennetiedotusjärjestelmiin
- matkustajainfotiedotteiden jakaminen avoimeen Digitraffic -rajapintaan
- mobiilipalvelut tasavertaisina tiedonlähteinä asemalaitteiden kanssa
- operatiivisen toiminnan kehittäminen RAMI-järjestelmässä
- näyttölaitteiden ylläpidon etähallinta

Dynaamisten näyttölaitteiden tekniset ominaisuudet tullaan päivittämään vastaamaan mahdollisimman hyvin RAMI -järjestelmän kehittynyttä ohjaus- ja hallintatapaa. Samalla toteutetaan myös juna-asemien dynaamisia näyttölaitteita koskeva suunnittelu- ja sijoitteluohjeistus.

Tavoitetila

Asemien näyttölaitteiden sekä keskus- ja ohjausjärjestelmä RAMI:n kehittyminen sekä samanaikaisesti käynnistettävien kehityshankkeiden kanssa, tulevat tekemään junaliikenteen matkustajainformaatiosta entistä monikanavaisempaa, reaaliaikaisempaa ja monipuolisempaa. Järjestelmien sekä näyttöjen tuottaman näkyvän informaation jatkuva kehittäminen uusimmilla

alustoilla, matkustajilta saatujen palautteiden sekä kyselyjen pohjalta, mahdollistaa parhaimman asiakaskokemuksen kaikille käyttäjryhmille.



Helsingin ja Ilmalan ratapihojen raiteistonkäytön suunnittelu ja ohjaus tulevaisuudessa

Uusi kapasiteettiohjaajan rooli huolehtii tulevaisuudessa Helsingin ja Ilmalan ratapihojen tasapuolisesta käytöstä kaikille rautatieliikenteen toimijoille. Elokuussa 2020 alkava toimintamalli on samalla lähtölaukaus koko kapasiteetinhallinnan järjestelmäuudistukselle.

Pääkaupunkiseudun junaliikenteessä tapahtuu mahdollisesti suuriakin muutoksia, sillä riippuen HSL:n käynnissä olevan kilpailutuksen tuloksesta, voi HSL:n lähijunaliikennettä liikennöidä kesästä 2021 eteenpäin uusi toimija. Tähän valmistautuminen edellyttää merkittäviä muutoksia nykyisiin järjestelmiin ja toimintamalleihin, koska tällä hetkellä Helsingin ja Ilmalan ratapihojen käytön suunnittelu ja hallinta on käytännössä täysin yhden operaattorin vastuulla. Jotta kaikille toimijoille voidaan taata tasapuoliset mahdollisuudet toimia, on Väyläviraston verkkoselostuksessa 2020 osoitettu Finrailille uusi rooli, joka huolehtii elokuusta 2020 alkaen toimijoiden raiteistonkäyttösuunnitelmien yhteensovittamisesta ja muutosehdotusten hyväksymisestä operatiivisessa tilanteessa.

Kyseinen rooli ja operatiiviseen toimintaan liittyvät toimintamallit tulevat aluksi käyttöön Helsingin asemalla ja Ilmalan ratapihalla, mutta toimintamalleja on mietitty siten, että toimintaa on mahdollisuus laajentaa myöhemmin myös muille alueille sekä tavaraliikenteeseen.



*Miika Koivisto
Finrail Oy*

Kapasiteettiratkaisijatoiminto ja suunnitteluvaihe

Ennakolta tehtävä kapasiteetinhallinta kuuluu kapasiteettiratkaisijatoiminnolle, jonka tuottamisesta vastaavat Finrailin ratakapasiteettiasiantuntijat. Kapasiteettiratkaisijatoiminnon keskeisiä tehtäviä ovat vuosihakemuksien, muutosajankohtien sekä kiireellisten hakemuksien käsittely samalla tavalla kuin tälläkin hetkellä. Uusina tehtävinä muutoshakemusten käsittelyssä ovat Helsingin aseman sekä Ilmalan ratapihan raiteistonkäytön suunnitelmien yhteensovittaminen. Työ on päiväaikaan tapahtuvaa toimistotyötä.



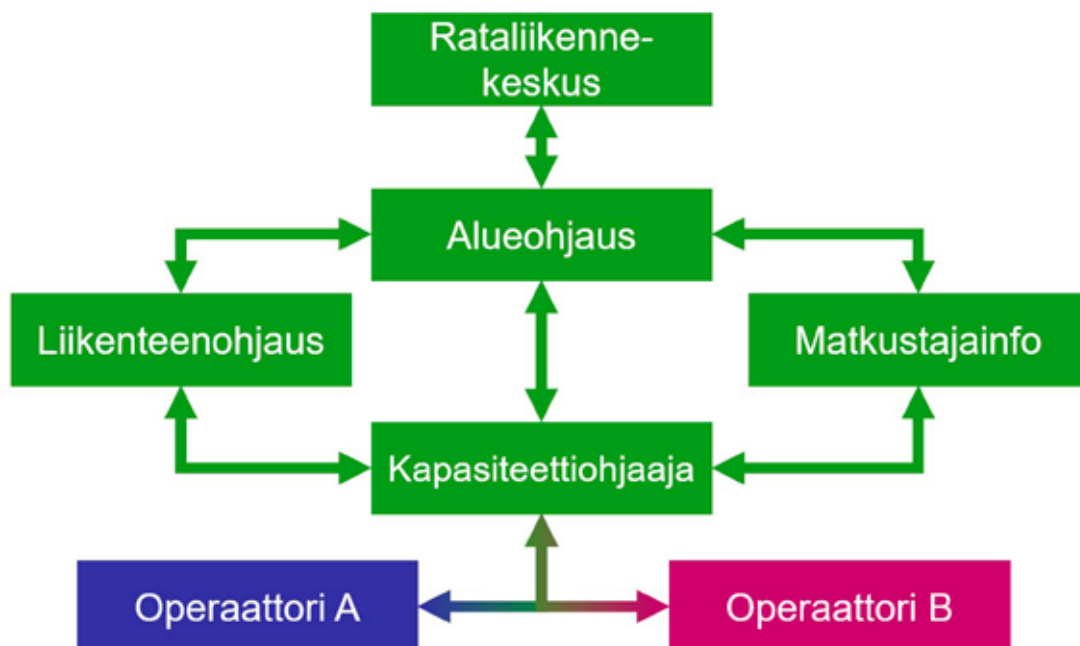
*Teemu Sirkkiä
Finrail Oy*

Kapasiteettiohjaajatoiminto ja operatiivinen toiminta

Merkittävin uudistus on uusi kapasiteettiohjaajan rooli, joka tulee toimimaan liikenteenohjauksen tiloissa vuorokauden ympäri. Kapasiteettiohjaaja toimii prosessimielessä operaattoreiden kalustonohjauksen ja Finrailin liikenteenohjauksen välissä sekä käsittelee kaikkia raiteistonkäyttöön liittyviä muutospyyntöjä ja -tarpeita, jotka voivat olla lähtöisin operaattorilta, liikennetilanteesta tai ratainfra vrioista.

Kapasiteettiohjaajan keskeisin tehtävä on varmistaa sujuva ja kaikille toimijoille tasapuolinen

liikenne myös muutos- ja häiriötilanteissa. Tärkein työväline



Kuva 1: Kapasiteettiohjaaja toimii linkkinä operaattorin ja liikenteenohjauksen välissä.

uuden tehtävän hoitamiseksi on uudessa kapasiteetinhallinta-järjestelmässä ajan tasalla oleva tilannekuva, joka sisältää suunnitellun raiteistonkäytön, siihen tehdyt muutokset ja ennusteet junien kulusta. Tilannekuvaa tullaan jakamaan myös operaattoreiden käyttöön.

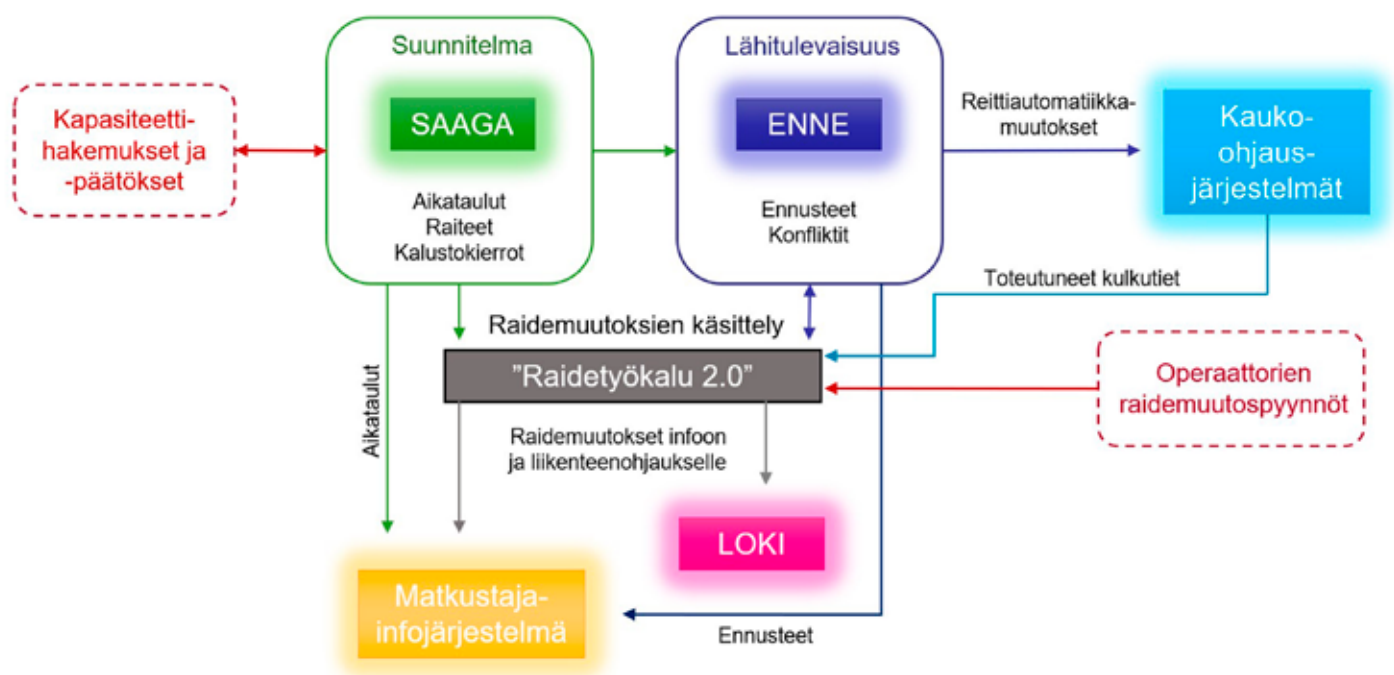
Kapasiteetinhallinnan järjestelmien kokonaisuudistus

Raiteistonkäytön suunnitteluun ja operatiiviseen ohjaamiseen ei ole nykyisessä LIIKE-järjestelmässä riittävästi toiminnallisuutta. Lisäksi linjakapasiteetinhallinta on LIIKE-järjestelmäkokonaisuuden vanhin osa, eikä se sisällä esimerkiksi automaattista konfliktien tunnistamista. Muun muassa näistä syistä päädyttiin koko kapasiteetinhallinnan järjestelmäkokonaisuuden uudistamiseen vaiheittain.

Uuden SAAGA-järjestelmän toimittajaksi valikoitui kilpailutuksen jälkeen saksalainen HaCon, joka toteuttaa myös junaliikenteen operatiivisen tilanteen optimointiin ENNE-järjestelmää Finrailille. SAAGA-järjestelmän kehitystyö koostuu viidestä vaiheesta, joista kahdessa ensimmäisessä vaiheessa luodaan työkalut ratapihojen raidekapasiteetin hallintaan. Tämän jälkeen otetaan käyttöön toiminnallisuudet kiireellisen kapasiteetin, muutosajankohtien ja vuosihakemuksien käsittelyyn. Tavoite on saada uusi järjestelmä täyteen laajuuteen vuoden 2021 loppuun mennessä. Siihen saakka, ja tarvittaessa pidempäänkin, LIIKE-järjestelmä säilyy edelleen rinnalla käytössä.

Uuden järjestelmän keskeisiä tavoitteita on lisätä joustavuutta ja automaatiota niin kapasiteetin hakijalle kuin käsitteijälle. Tarkkaan inframalliin pohjautuva järjestelmä mahdollistaa mm. realistisen ajoajan laskennan, automaattisen konfliktien tunnistamisen sekä tarkan aikataulun laskemisen annettujen reunaehtojen pohjalta kaikki junakohtaukset yms. huomioiden.

Tulevaisuudessa SAAGA-järjestelmä on kapasiteetinhallinnan pääjärjestelmä, joka sisältää tiedot kaikesta myönnetystä kapasiteetista. Siihen on tiukasti integroitu ENNE-järjestelmä, joka seuraa operatiivista tilannetta myönnetyn kapasiteetin pohjalta ja tuottaa ajoaikaennusteita sekä tarjoaa liikenteenohjaukselle ehdotuksia liikenteen hoitamisesta, kun junaliikenne ei kulje aikataulussa. Järjestelmäkokonaisuudella saadaan pitkälle tulevaisuuteen kattavat välineet kapasiteetinhallintaan niin suunnitteluvaiheeseen kuin myös operatiivisen tilanteen hoitamiseen.



Kuva 2: Yksinkertaistettu malli tietojärjestelmistä tulevaisuudessa ja tietovirroista niiden välillä.

Haparanda line – connecting Sweden to Finland and Russia, and the Barents region

The Haparanda line extends between Boden and Haparanda and is an internationally important link; the line links Sweden with Finland and Russia and is also an important connection to the Barents region which has large natural resources such as forest, ore, gas and oil. Railways, as we know, are an increasingly important transport form with large volumes due to efficiency and environmental factors.

Due to these reasons the Swedish Transport Administration has invested in this line in recent years: they have renovated the railway between Boden and Kalix (119 km), and built a new track between Kalix and Haparanda, (42 km). Furthermore the whole stretch has now been electrified and uses the new ERTMS signalling system.

ERTMS helps rail traffic move more easily from one country to the next within Europe

The European Rail Traffic Management System (ERTMS) is a standardised European traffic management system for railways. The ERTMS has been developed to enhance cross-border interoperability and the procurement of signaling equipment by creating a single Europe-wide standard for train control and command systems.

In technical terms, the two main components of ERTMS are (ETCS) and GSM-R. The equipment can further be subdivided between on-board and ground equipment.



*Nikke Borgheden
Welado Ltd.*

Introducing ERTMS in Sweden

Until 2007, Sweden had only one supplier of ground systems. When the EU decided that ERTMS will become a standard, Sweden made the decision to convert ATC to ERTMS with a budget of approximately SEK 50 billion. A decision was also made to have two suppliers for ground systems for two reasons: ensuring competition and deliver power capacity. In 2008, Bombardier and Hitachi (Ansaldo) systems were procured. The Bombardier system would be implemented for Ådals-line (RUBUS) and the Hitachi system for Haparanda-line (ESTER).

Haparanda-line ERTMS L2 (ESTER) - Experiences from the project

Pilot projects are always learning projects for all parties involved. First new requirements for installations started coming up that had not existed previously when using ATC. Issues like communication (Outdoor and IL), GSM-R, interfaces with other systems, and IP based products were put on the table to be solved for the first time.

In regard to construction it was decided that procurement from local contractors was important, but there were issues with finding companies with the knowledge and capacity to carry out the construction. The market at that time could not answer to these new ERTMS caused needs of the client and it needed to change; a lot of joint ventures were created, because innovation was required.



Development system (ground system) – time delays

When it came to the ground systems time was the enemy: It didn't matter how much money would have been invested, speeding up the process was not an option. The suppliers needed about 5 years to get the first platform, which turned out to be obsolete when ready. Thus in 2013 the project went from formal verification to starting all over again. We had to run trains on special conditions.

In 2017, we got the next version to verification (V4.0, Baseline 2), which also turned out outdated and did not meet today's requirements.

Finally for 2020, we are now waiting for V4.3 (Baseline 2), which should be the first delivery of approved software for commercial traffic.

This software risk was new and turned out to be the biggest risk. From construction management point of view, it is difficult to measure and know where the suppliers are in the software development process.

V5.1 (Baseline 3) 2021, unfinished product - outdated. Let's do this because we are a pilot.

V5.2 (Baseline 3) end 21/22 for commercial traffic Sweden.

Integration ground system versus onboard system – also time delays

Generally, Trafikverket had two users (Green Cargo and Trafikverket maintenance) for the integration of ground systems and onboard systems. From 2009 to 2013 we were in the process of sharing information and for coordination for testing, certification integration (on site). But onboard systems had similar problems with the software systems, which resulted in restrictions for the driver.

Intrusion optical fiber and GSM-r to prevent intrusions into the system

Solutions for restricting gates, entry, doors, unauthorized computers, hackers are being developed continuously. Due to the fact that copper is theft-prone, the Haparanda line chose optical fiber, which also has higher capacity, in the project.

In summary, ERTMS is not a happy fairy tale - yet

Development is always risky, of course, especially when you are forerunners who are creating everything from scratch. Lessons learned from the Haparanda line project could be summarized to the following:

1. Don't be afraid but prepare for risks. The project needs to be planned in an agile manner to react to changing needs.
2. Innovation - let the market be creative and do not restrict suppliers too much in the procurement bids or agreements.
3. Capacity (Speed) does not increase with only ERTMS about 2km/h "super-speed". ATC speed 5km/h.
4. ERTMS is only the cheapest way for new construction, it is expensive when rebuilding an existing plan.
5. Drivers get a completely different experience and can plan their driving via ERTMS.
6. Dispatchers will get completely different functions and opportunities for their planning.
7. Maintenance costs can be reduced with ERTMS.
8. ERTMS does truly benefit cross-border traffic.

The story of ERTMS will be continued and we still have a lot to learn....

Driver Advisory System Application - Helsinki metro

Helsingin Kaupunki, Liikenneliikelaitos (HKL) decided to acquire Driver Advisory System (DAS) for its whole Helsinki Metro fleet in 2017. Welado Ltd. (Welado) worked together with system provider Transrail Sweden AB (Transrail) starting from the tender phase and succeed to win the contract. Project kick-off was held in May 2018. My role in the project was to manage actions in Finland from developing phase to hardware installation.

CATO system and roles

Transrail has developed its IT solutions for railways since 1995 when company was founded. The DAS system called CATO was launched on the global market in 2014, following installation and successful operation of LKAB iron ore heavy freight trains in northern Sweden. CATO systems are already in use in several railway operations. The main purpose of the system is to increase punctuality and energy efficiency. It is advanced mathematics and optimisation used in the railway environment and can be used efficiently in any type of railway operation. CATO knows the track infrastructure and current traffic



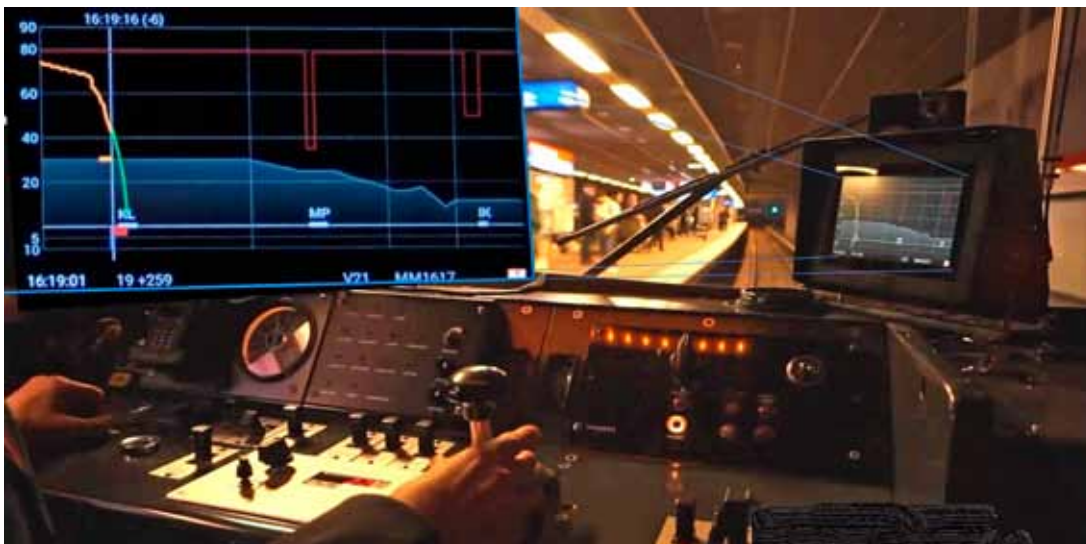
Tommi Rytönen
Welado Ltd.

more hectic. Traffic density is high and distances between stations are short. Drivers must focus on driving and observing the signals, because safety is top priority as always on rails.

Together with HKL Transrail had to develop a very streamlined and clear version of the CATO driver display interface. Driver must get the needed information from the display at glance, not to be disturbed from the driving and observation of signals. The driver must also have time to react to instructions given by CATO and adapt the driving without delay.

On picture 2. the metro train (yellow rectangle) has departed from Otaniemi (OTA, at left on the picture) and moving towards Keilaniemi (KEN). Red rectangles on the grey vertical profile of the line are other trains driving ahead.

- Red line shows the speed limit. Green curve shows the optimal speed, yellow curve shows how the driver has actually driven.
- Light blue rectangle shows amount of throttle, red shows braking



Picture 1. HKL M100 train just entering Kontula station. CATO display on the right side of the cab desk. Enlarged view of the screen at upper left corner.

circumstances and gives real time instructions to drivers in order to drive optimally. In a nutshell, the system shows the current speed and position of the train. It shows the driver the optimal speed profile as well as throttle positions, what the driver uses to achieve high punctuality and low energy consumption.

Metro adaptation

In railway environment, distances are typically long and trains are heavy. This means that the driver has time to react and plan next actions. The CATO system is connected to the traffic control centre and traffic controller can implement changes to the time schedule in real time. In a metro environment, everything is



Picture 2. Screenshot of Helsinki Metro CATO display.

Installation process

There were altogether 142 metro vehicles cabs to be installed from three generations: M100, M200 and M300. From the beginning, it was known that there were lots of differences between the vehicle generations and that was also experienced in designing the installations. For example, the speed information is available from M100 as an analogue voltage signal, the M200 vehicles had an analogue current signal and the newest M300 fleet had a digital vln signal.

First was planned to use a detachable tablet display for CATO, but early during the project raised a mutual understanding to change it to a panel PC touchscreen fixed display. This was a better solution and the overall cost was not higher. The panel PC solution was more robust and durable in everyday use. It had many advantages from a user perspective.

At planning phase of the installation, much time was spent to investigate optimal positions for the drivers in the various cabs. In addition to mechanical design, the electrical connection design for train speed and ethernet network was needed. For the installation job we chose an experienced contractor who has done onboard system installations at Helsinki Metro trains before.

For every train type, a fixed installation plate and connecting cable and designed and pre-manufactured based on reviews at cockpits with Customer, installation contractor and Transrail.

After designing and pre-manufacturing, next and final crucial phase was planning of actual onboard installation schedule. Metro trains are in service from early morning to late in the evening, and planning the installation schedule was important to fluently follow the natural cycle how the all vehicles come and go at the metro depot. After some initial delay due to materials supply, the installation work went very fast.

In parallel to the hardware installations, adaptations of the CATO software was done, not least the driver screen layout and the trackside servers connected to HKL systems. HKL's existing WLAN system was used for communications.

Summary

From the project view, it has been big thing to have a system provider, which communicates with the customer and can easily adapt changes and development during the project. All in all the implementation project was very quick. The operation started 18.12.2018, just about six months from contract signature. Final contractual measurements of energy savings have not yet been done, but measurements so far indicate that savings will be in the order of or above 15%, which exceeds HKL expectations and guarantees given by Transrail. At the same time the traffic is regulated so that the trains run more punctual and with less disturbances.

By a change request from HKL, Transrail has also developed an energy efficient timetable enabled by the CATO installation. This will soon be implemented and improve the traffic situation even more.

We have found the cooperation with HKL and their drivers to be very positive and wish them all success with their new tool, which can be the base for various improvements of the metro service in the future. CATO is a good platform for this.



Picture 3. M100 installation review



Picture 4. M200 installation review



Picture 5. M300 installation plate photo

ERTMS & Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

Global navigation satellite technologies can be utilised at the railway sector more than it currently is. Satellite positioning has been recognized as one of the key game changers for the deployment of the European Rail Traffic Management System ERTMS. GNSS can contribute to reduction of ERTMS infrastructure CAPEX/OPEX and improve flexibility and attractiveness of ERTMS for users in Europe and for global export markets.

Historical background of ERTMS

The European Rail Traffic Management System (ERTMS) is a technical way of supporting the European Commission's policy of revitalising the European railway sector and liberalising the railway market. Soon after the collapse of the Berlin wall in November 1989, also the liberalisation of border crossing railway traffic was put on the political agenda of the European Communities (EC). The European Transport ministers decided in their meeting in December 1989, that the EC should analyse the technical barriers relating to the national signalling and train control systems, which were recognised as major hindrances to the smooth border crossing railway traffic in Europe. In early 1990's the preparations were carried out so that in 1993, the European Commission issued the first Interoperability Directive. In addition, a decision was taken to define the Technical Specification for Interoperability for Control Command and Signalling subsystem. Ever since has the ERTMS and the systems under it, the ETCS (European Train Control System) and the GSM-R (Global System for Mobile Communication for Railways), been a European transport policy project in progress.

The successful GSM-R and the sluggish ETCS

The GSM-R has been a success story. From year 2000 on, the GSM-R networks have been rolled out across Europe, with most of the European Union member states having some kind of coverage of GSM-R. Percentage of the European Core Network Corridors equipped with GSM-R in operation is 57% (as of 1 May 2018), which makes it a success. On the other hand, the ETCS has been a much slower in gaining market acceptance. The level of ETCS deployment on the Core Network Corridors, as of 1st May 2018, is still a relatively low 9%. The ETCS has been slow in deployment in Europe.

The game changers of ERTMS for an improved business case

As the longer term perspectives of the ERTMS was studied in 2015, the main contributors or potential 'game changers', which can have a significant positive impact on the ERTMS business case were sought after. The two main items that prevent a positive business case for ERTMS on the European rail networks



*Aki Härkönen, Finnish
Transport Infrastructure
Agency (Väylä)*

are firstly the need for further capacity increase and secondly the need for decrease of the overall life cycle costs of the ERTMS implementations. ERTMS gives too little and costs too much. The five game changers with most promising impact were identified as 1) ERTMS/ETCS Level 3, 2) Automatic Train Operation (ATO), 3) improved braking curves, 4) Future Railway Mobile Communication System FRMCS and 5) satellite positioning. The satellite positioning promises for ERTMS a potential reduction in deployment and maintenance costs of balises and an improvement in performance due to more accurate odometry.

Satellite positioning and Global Navigation Satellite Systems (GNSS) for rail

European Union has invested heavily in its Galileo GNSS and railways are seen as a potential user. Therefore the European Global Navigation Satellite Systems Agency (GSA), the European Union Agency for Railways (ERA), and the Shift2Rail Joint Undertaking (S2R JU) are working together to explore the role of satellite technology in future railway systems. Both GSA and S2R JU have a key role in leading innovation and engaging with stakeholders, while ERA orchestrates the process from a regulatory point of view within the framework of the ERTMS/ETCS.

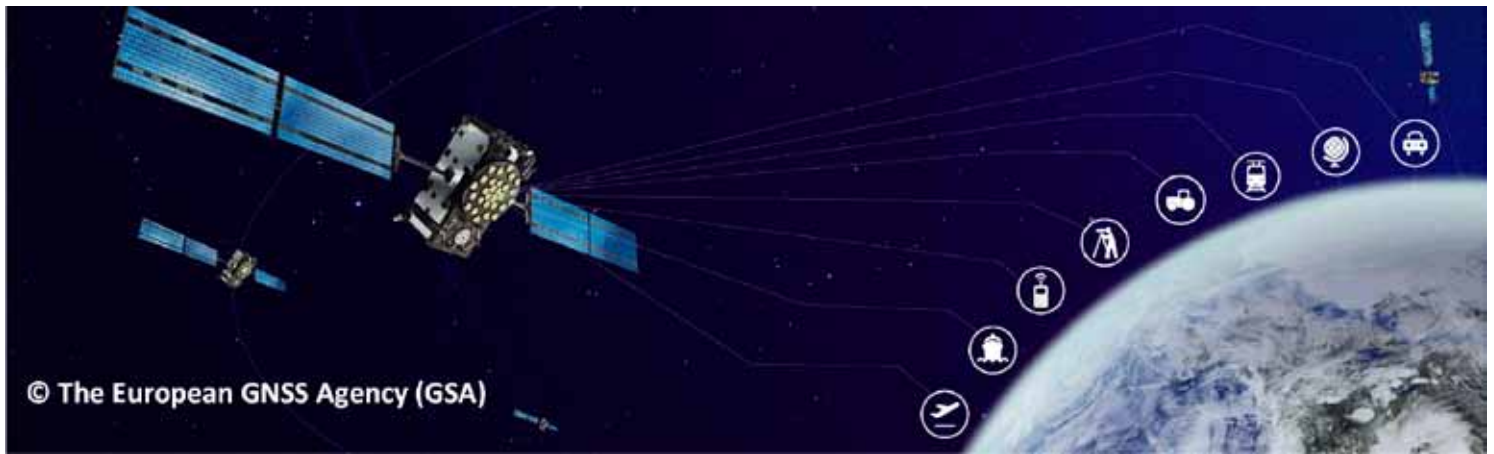
Shift2Rail is working on delivering solutions for a fail-safe, multi-sensor train positioning system applying GNSS technology to the current ERTMS/ETCS core. It will enable the improvement of the identification of train location and integrity information, while reducing overall costs for the system.

Satellite technology opens up new possibilities for providing a scalable solution for railway positioning and increasing the safety of rail transport. It also supports cost efficiency for rail infrastructure, and promises to become a global success for the exportation of European technologies like ERTMS/ETCS.

The Finnish operational programme for efficient deployment of GNSS

In late 2017 the Finnish Ministry of Transportation and Communications (MINTC) published an operational programme for efficient deployment of GNSS in Finland. It described the current state of satellite navigation systems and how they are deployed in the different sectors of our society, especially in automated transport. The operational programme issued 17 concrete measures for promoting the deployment of satellite navigation in Finland. Two of those were targeted to railways.

In 2018 the Finnish Transport Infrastructure Agency (FTIA) published two studies based on those two measures. The first one, "Use of satellite navigation to improve safety at level crossings" (Research reports of the FTA 34/2018), investigated



the possibilities of improving safety at level crossings by means of satellite navigation. The second one, “Satellite navigation and European train control” (Research reports of the FTA 35/2018), assessed the utilisation of satellite navigation as an alternative technological solution in implementing the ERTMS/ETCS and especially its level 3.

The European GNSS Agency (GSA) promotes the use space technologies for rail

The GSA has many actions in promoting GNSS in rail signalling. The GSA drives the adoption of GNSS in order to deliver benefits for rail infrastructure managers and railway undertakings alike. The GSA coordinates the R&D and market related initiatives with key rail and GNSS stakeholders. The GSA provides expertise with GNSS deployment from other market segments and contribute to the safety and certification aspects. The GSA also facilitates collaboration between GNSS and railway industry.

The GSA has GNSS value proposition for many rail applications. For safety relevant applications, especially the combination of the European GNSS with sensors for precise train positioning for use within ETCS Level 2 and Level 3 or with conventional communication technologies for other applications.

For low traffic density railway lines this would improve safety and reduce the cost of signalling (requires very few or no lineside components). For main railway lines this would reduce the number of physical balises and improve the odometry accuracy.

Horizons 2020 projects related to E-GNSS in rail safety relevant applications

The ERSAT EAV project focused on verification of the suitability of EGNSS (including EGNOS and Galileo early services) for safety railway application for low traffic density rail lines. The RHINOS project focused on investigation of candidate concepts for the provision of the high integrity needed to protect the detected position of the train, as required by the train control system application. The STARS project focused on characterisation of the railway environment and development of a universal approach to predict the achievable GNSS performance in a railway environment, especially for safety critical applications within ERTMS and to determine the its necessary evolution.

The GNSS promises rail infrastructure manages potential reduced capital expenditures (CAPEX) and operating expenses (OPEX) in ERTMS deployment by reducing the number of trackside equipment.



Puisten tasoristeyskansien kehitys

Historiallisesti puu on ollut tärkeä rautateiden rakennusmateriaali. Puulla on erinomaiset ominaisuudet lujuus-painosuhteen ollessa ylivoimainen muihin rakennustuotteisiin verrattuna. Toki kosteuseläminen on aiheuttanut enneaikaista kulumista ja vaihtotarvetta. Maakosketuksessa olevat puupölköt on siksi vaihtumassa betonisiin kovaa vauhtia. Pusia tasoristeyskansiakin on kohdannut aikaisemmin sama kohtalo, mutta teollisuuden innovaatioiden vauhdittamana uusien puutuotteiden ominaisuudet ovat nousseet nykyaikaiselle vaatimustasolle.



Marika Veikkola
Jamaha Ltd.

Teollisten puutuotteiden ominaisuudet

Teolliset puutuotteet kuten LVL (Laminated veneer lumber) on viimeisimpänä pystynyt parantamaan monta niistä puututteista, mitä sahatavaraan perustuvissa pultatuissa tai niistä liimatuissa puutuotteissa (Liimapuu ja CLT) ei vielä oltu saatu ratkaistua. LVL pureutuu ongelmaan ohuemmilla lamellipaksuuksilla ja puun syyn suunnan vakioivalla viilun sorvauksella. Puun epähomogeenisuus vähenee sitä enemmän, mitä ohuemmista paloista lopputuote liimataan kasaan. Homogeenisimmilla tuotteilla päästään laskemaan varmuuskertoimet pienemmiksi ja raaka-aineen tehokas käyttö on mahdollista.

LVL:stä valmistettu tasoristeyskansi on saumaton leveyssuunnassa. Viilujen pituusjatkokset on liimattu viistein, joten kosteus ei pääse suoraan syvemmälle kanteen. Kosteuden siirtyminen puusoluissa on verrattain hidas prosessi ja siksi pintakosteus ehtii kuivua ennen seuraavaa sadetta. Kantta ei edes tarvitse mitenkään suojakäsitellä.

Puun turpoaminen kosteuden kasvaessa on ollut kautta aikojen rakennustekninen haaste. LVL:ssä ongelma on ratkaistu liimaamalla viiluja eri syysuuntiin, ristikkäin ja näin hyödyntämällä puun kasvusuunnan lähes turpoamaton ominaisuus. Lopputuote on mittatarkka ja kieroitumaton.

Puusolut kestävät hyvin myös lämpötilan vaihteluita ja jopa jäätymistä. Talven ja sulamisen jälkeen puun kosteusominaisuudet palautuvat normaaleiksi. Puu ei myöskään halkea vaikka siinä oleva vesi jäätyy. Veden tiheyden aleneminen jäätyessä kompensoituu puun soluseinien huokoisen rakenteen puristumisella kasaan.

Asennusvalmis elementti

LVL tasoristeyskansi toimitetaan kokonaisena elementtinä, joka voi olla jopa 16 metriä pitkä, suora tai kaarteessa. Ne ovat valmiita asennettaviksi pulteilla puisiin päätyankkureihin ratapölk-



kyjen välissä. Keskielementin reunat on työstetty CNC-koneella laippaurakumin asennusta varten. Sivuelementtien alakulmaan tehdään kolot kiskon kiinnikkeitä varten ja ulkoreunaa päin voi suoraan tiivistää maata tai asfaltin. Elementin paksuus valitaan kohteen kiskopainon mukaan, jolloin korokepalakustannukset voidaan minimoida.



Puun käyttö hidastaa ilmaston lämpenemistä

Puun lisääminen kaikessa rakentamisessa on ilmastoteko. Hiilijalanjälki on huomattavasti betonisia ja kumisia kansia pienempi, koska uusia metsiä voidaan istuttaa kattamaan puutuotteiden valmistuksen päästöt. Yhteen puiseen tasoristeykseen sitoutuu yli kaksi tonnia hiilidioksidia koko sen elikaaren ajaksi. LVL tasoristeyksä on asennettu jo yli kymmenen vuoden ajan, eikä niitä edes Suomen ankarissa olosuhteissa ole normalin käytön aiheuttaman kulumisen takia vielä tarvinnut uusia. Tässä ajassa metsässä ehtii kasvaa uutta raaka-ainetta enemmän kuin ehditään käyttää. Puu on uusiutuva luonnonvara.

LVL kansi on koko leveydeltään saumaton, joten kosteus ei pääse pinnan läpi kuin hitaasti imeytymällä.



Artificial Intelligence in railway operations and maintenance

When I was just a kid, I was excited by the Deep Blue chess-playing computer developed by IBM which could win against a world champion in 1996. And 20 years later, a robot, Sophia which is backed by Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) could have a "normal" conversation with us, humans. And recently, I bought a small device called Google Home Mini, also an AI product for less than \$30. It is fascinating how AI has been evolving remarkably in recent years from a super computer (over \$100 million project) to something just for few bucks like Google Home Mini, or even free like Google Photos. AI and ML are undoubtedly booming in all industries, and transport is not an exception.



*Viet Nguyen
Mipro Oy*

In addition, a consortium was formed in 2018 by Railenium Institute of Technological Research, Société nationale des chemins de fer (SNCF) together with a group of experts aiming to build driverless train prototypes fuelled by AI. In detail, Internet of Thing (IoT) data coming from on-board sensors and cameras at the platform are processed in real-time and then used to analyse the situation and provide responsive actions when needed. Furthermore, the data captured from the cameras will be used to analyse how passengers behave on the platform to improve door closure with less danger.

Artificial Intelligent is coming to town!

In March 2019, the European Parliament released a briefing mentioning about their plans and actions to support the development of AI and ML in transport. It provides strategical guidelines, rules as well as financial support to enable AI-powered applications. The EU also pointed out that AI is the change agent in transport in the EU and decided to increase the funding for AI to €20 billion by the end of 2020. These generous and strong actions were taken on the basis of positive and foreseeable results from a number of on-going rail transport projects in both operation and maintenance.

One of the biggest strategic momentum in the EU railway transport is the European Rail Traffic Management System (ERTMS) aiming to build EU-wide standards for controlling and signalling systems. When ERTMS would be equipped with Automation of Train Operation (ATO), it could increase the train speed with better capacity, punctuality and safety. ATO has been around since 1968 with its first project, the London Underground system, and it keeps expanding. The introduction of AI and ML will take ATO to the new intelligent level. In 2016, Deutsche Bundesbahn (DB) started its project in ATO and AI aiming at a driverless operation. Currently, they already got initial positive results from the first pilot and DB is aiming to deploy the system to production use in 2021 and 2023.

Another potential area for AI in railway transport is maintenance work. For a long period, maintenance activities have been carried out by 4 strategies: corrective, preventive, risk-based and condition-based maintenance. Recently, predictive maintenance, empowered by ML and IoT, has disrupted the maintenance work due to its outstanding intelligence. For example, door maintenance has never been easier and more cost effective than now for East Japan Railway Company (EJRC) when applying the PARC's MOXI system which is backed by ML. Sensors are attached to train doors and they keep sending data to the backend systems. Then, an ML model was built to suggest actionable recommendations when needed and be able to learn over the time. As a result, EJRC can save a large amount of money on regular check-ups and at the same time, plan the work ahead more efficiently.

Back to the EU, SNCF also started to use predictive maintenance for pantographs and catenaries. The incident forecasting rate could reach 80% by ML features to learn from past experience over the time. Moreover, the "digital twin" has attracted a lot of interest in the market. As the name depicts, a digital copy, as a twin to the physical object, is built to react to the changes in environment like a real one. The Laing O'Rourke case could be considered as a typical example of a digital twin application where the company could help its customers to shorten the maintenance planning from 3 hours to just 19 seconds, an impressive number.



Figure 1. ML and IoT in Rail Predictive Maintenance.

NO! AI is not magic and it is NOT JUST math!

“AI isn’t magic, and it’s JUST math” – That’s the headline from the speech of Jana Eggert, CEO of Nara Logics. Personally, I partially agree with her. Yes, AI is not the “Magic Lamp” which we just scratch and gets things happen. But No, it is NOT JUST math nor data scientists running the show. This misconception could lead to fatal failures. A \$62 million project for IBM Watson for Oncology aiming to cure cancer ended with wrong recommendations that could cause severe and fatal consequences. “This product is a piece of s---”, a doctor at Jupiter Hospital in Florida told IBM executive. Microsoft’s Tay went from an innocent, faithful chatter bot turned to a crazed racist one just in a day by Twitter trolls. Both of these failures were not caused by math algorithms or data scientists but surrounding factors like wrong business case and bad data.

Theoretically speaking, ML, or data mining to be exact, is a complex process which is composed of 6 different steps and involves a number of different actors. Like 6 infinity stones from Marvel’s world, each of them is powerful, but they would be able to create ultimate power only when they are put together in a correct order. Each step plays an important role for the whole chain which demands premium care from high level managers, software teams and data scientists as well as external parties. For example, problem identification involves finding the real business cases which require market and industry senses from strategy development team together with inputs from data scientists.

Then, it comes to data collection where the involvement of Application Programming Interfaces (APIs) experts and data engineers are needed. In railway industry, even when the people are ready, the actual work is a nightmare. One of the product I am managing receives data from 9 different external systems in different formats. As a result, building interfaces, unifying those data took months even though, no insight from ML has been generated. However, thanks to the effort of the EU, as a regulator, standard data exchange formats like Technical Specifications for Interoperability (TSI) or RailML are defined to ease the pain.

Now, thanks to the hard work of those actors, data is in place, safe and sound. However, the next obstacle will arise which is data cleaning – where I have seen many AI projects failed. In the railway business, the amount of data is massive, a train traffic management system in a city could generate more than 10 Gigabytes data a day. These data are, in many systems, collected in the form of log files or stored just in cache (which is temporary and will be deleted). One of the major issues in software

development is the bad structure logs and undocumented specification which then make those received data become meaningless or impossible to clean. Therefore, it is critical for application development decision makers to keep in mind “built for machine learning” also, not just built for business features.

Once the above steps are completed, it is the data scientist’s turn to play the key role. Then, it comes to the selection of learning methods and algorithms to build the model. Based on the business cases and actual situations, data scientists will decide to select either supervised learning (where both input and expected output are provided); or unsupervised learning (where only input is provided, meaning machine will try to find possible outputs and making sense to it); or reinforcement learning (where machine learns by itself by performing actions and receiving consequent rewards); or semi-supervised learning (a combination between supervised and unsupervised learning). Then, depending on the learning method, algorithm (like regression, classifier or deep learning...) will be selected. The result will be models which then will be trained and tested and finally deployed.

At this point, everyone could already celebrate as the machine is now learning and running in the production after a long journey. However, it is not the end, and again, it requires the effort from the whole organization as well as external parties. One of the superior features of ML is the ability to learn from the past experience, as the result, constantly retrieving feedbacks for its actions is a must-have. One of the failed cases I experienced is that although the model was ready, but it was impossible to get the feedbacks, so the machine couldn’t learn and improve its intelligence. And the railway industry makes it trickier when there are many different bodies like railway undertakings, infrastructure managers or even worst when in some situations, purchasers and actual users are two different entities.

The take-away – It is BIG!

Yes, AI and ML is a big thing. It is big by its definition due to the huge amount of data it handles. From business perspective, AI and ML is a big thing with huge potential and unforeseen risks, as it is still in growing phase where preliminary results are visible and possibilities are being explored. It is also big because it demands high level of commitment and effort from all levels in organizations and involved partners. Last but not least, there is still big question for firms to decide: “Will you want to be a pioneer for a high risk but high return or a follower in a safe side?”.

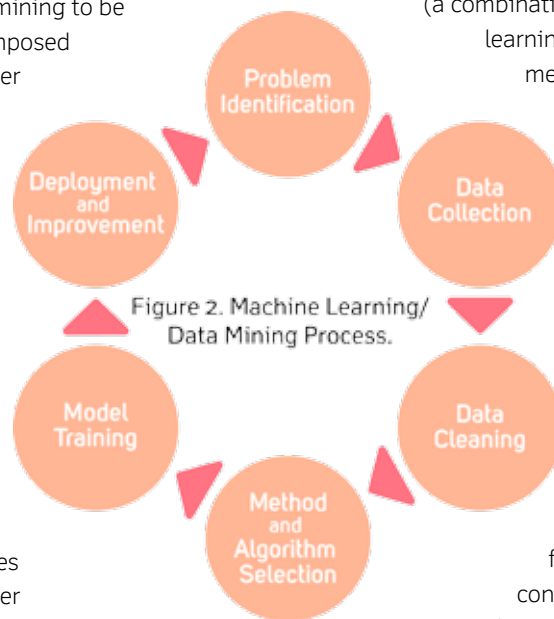


Figure 2. Machine Learning/ Data Mining Process.

Observing the Safety of the Railway Tunnel at General Design Phase

In Finland, the requirements and guidance of the safety, design, construction and maintenance of railway tunnels can be divided into two main levels. Safety requirements are defined in the Railways Act and in European Directives and their specifications in the Technical Specifications for Interoperability (TSI) and national regulations of Traficom. Technical boundary conditions for design and construction are described in RATO (technical instructions of track), track design criteria and InfraRYL (general quality standards for infrastructure construction). Especially

RATO 18 Railway tunnels takes into account European Commission Decision concerning the technical specification of interoperability relating to safety in railway tunnels (TSI-SRT) in conventional and high-speed rail system.

The general design of the railway system defines the design criteria and solutions that meet the safety requirements given in the abovementioned documents and which achieve the best possible operational safety of the tunnel in normal traffic conditions and in the event of an emergency or accident. All relevant safety-relevant factors must be identified and based on them design cost-effective tunnel –specific safety solutions and technical systems.

In the general design phase, the safety design of the railway tunnel is based not only on up-to-date regulations, but also on preliminary tunnel design solutions, operational analysis and risk assessment.

The functional analysis deals with track location, number of trains / passengers, type of traffic, track, train equipment, design speeds and other operational factors and arrangements of train service and development of train system. Functional analysis is the starting point for design.

Risk assessment is a step-by-step process that influences the design solutions for tunnel safety and security.

Rautatiejärjestelmän tunneliturvallisuuden huomiointi yleissuunnitteluvaiheessa

Suomessa valtion rataverkon rautatietunneleiden suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa koskevat vaatimukset ohjeistetaan ratateknisissä ohjeissa RATO 18 rautatietunnelit. RATO 18 huomioi rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta koskevat olennaiset vaatimukset siten kuin ne on määritetty Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2008/57/EY, muutettuna direktiiveillä 2009/131/EY, 2011/18/EU, 2013/9/EU, 2014/38/EU ja 2014/106/EU. RATO 18 laadinnassa on lisäksi huomioitu Euroopan komission (EU) asetus N:o 1303/2014 Euroopan unionin rautatiejärjestelmän rautatietunneleiden turvallisuutta koskevan yhteentoimivuuden teknisen eritelmän YTE:n osa SRT-TSI (Safety in Railway Tunnels).

Rautatietunneleiden turvallisuuteen, suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvä ohjeistus voidaan jakaa kahteen päätasoon. Turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia on määritetty

Jaakko Vuopio
AFRY

Rautatielaissa ja Ratalaissa sekä Euroopan direktiiveissä ja niitä tarkentavissa Yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (YTE) ja Trafin (nyk. Traficom) määräyksissä. Teknisiä reunaehtoja, joiden mukaan tehdään suunnittelu- ja rakentaminen, on kuvattu Rata-tekniisissä ohjeissa (RATO), Radan suunnitteluohjeessa ja InfraRYL –ohjeessa.

Rautatiejärjestelmän yleissuunnitelmassa määritellään suunnitteluperusteet ja -ratkaisut joilla täytetään edellä mainituissa asiakirjoissa annetut turvallisuusvaatimukset ja joilla saavutetaan rakenteellisin ja teknisin keinoin kustannustehokkaasti mahdollisimman hyvä tunnelin käyttöturvallisuus normaalissa liikennöintitilanteessa ja poikkeus- ja onnettomuustilanteessa. Yleissuunnitteluvaiheessa on tunnistettava kaikki merkittävät turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja näiden pohjalta on suunniteltava tunnelikohtaiset turvallisuusratkaisut ja tekniset järjestelmät jotka huomioidaan laadittaessa yleissuunnitelman kustannusarviota.

Yleissuunnitteluvaiheessa rautatietunnelin turvallisuussuunnittelu perustuu ajantasaisen määräysten lisäksi tunnelin alustaviin suunnitteluratkaisuihin, liikenteen toiminnalliseen analyysiin ja riskienarviointiin .

Toiminnallisessa analyysissä käsitellään rautatietunnelin osalta sijaintia , liikenne- ja matkustajamääriä, liikenteen tyyppiä, raiteistoa, junakalustoa, mitoitusnopeuksia ja muita junaliikenteen ja rautatietunnelin toiminnallisia tekijöitä ja järjestelyitä sekä kehittämistoimenpiteitä. Toiminnallinen analyysi toimii riskienhallintasuunnitelman ja suunnittelun lähtökohtana.

Riskienarviointi on suunnitteluvaiheen mukaan tarkentuva prosessi, joka vaikuttaa lopullisiin tunneliturvallisuuden suunnitteluratkaisuihin. Riskienarviointi on Väyläviraston riskienhallintaohjeiden mukaisesti tehtävä uudelle ja parannettavalle vähintään 100 m rautatietunneleille.

Rautatietunnelin riskienarviointi tehdään rautatietunnelin tilajärjestelyjen ja rakenteiden sekä teknisten järjestelmien suunnitteluratkaisujen perusteeksi. Riskianalyysin perusteella tehdään johtopäätökset siitä millaisia tunneli- ja turvallisuustilajärjestelyjä, pelastusjärjestelyjä sekä teknisiä järjestelmiä tarvitaan ja miten laajoina ja minkä tasoisin ne toteutetaan.

Ennen riskienarvioinnin aloittamista tulee hankkeen olla yhteydessä Väyläviraston vaararekisterin ylläpitäjään, joka antaa vaararekisteriin kirjattaville vaaroille ja toimenpiteille hankkeelle yksilöidyt tunnuksot, joita tulee käyttää hankkeen vaaratietolomakkeella. Vaaratietolomake on Väyläviraston riskienhallintaa koskevan YTM-asetuksen (EU) N:o 402/2013 mukainen vaarojen hallintatyökalu. Lomake otetaan käyttöön hankkeen alkaessa ja sitä tulee päivittää koko hankkeen elinkaaren ajan.

Hankkeen yleissuunnitteluvaiheessa laadittavassa YTM-raportissa kuvataan YTM-asetuksen vaatimusten mukaiset järjestelmän määrittely ja riskienhallintaprosessi. YTM-asetuksen tavoitteena on säilyttää rautateiden turvallisuustaso ja mahdol-

lisuuksien mukaan parantaa sitä. Yleinen periaate on, että rautatiejärjestelmään toteutettavat muutokset eivät saa aiheuttaa hallitsematonta häiriötä rautatiejärjestelmälle siihen kohdistuvan muutoksen tai käytön aikana. YTM-asetuksen mukainen riskienhallintaprosessi edellyttää ennen rautatietunnelin käyttöön-ottoa riippumattoman arviointilaitoksen (ISA) tekemää arviointia riskienhallintaprosessin noudattamisesta, jotta pystytään puolueettomasti osoittamaan turvallisuusvaatimusten täyttyminen ja voidaan antaa muutoksen kohteena olevalle järjestelmälle turvallisuushyväksyntä.

Tunnelisuunnittelu

Ratageometria on pyrittävä suunnittelemaan rautatietunneleiden kohdalla pituuskaltevaksi ja tunnelin suuaukolle laskevaksi, jotta vetokykyensä menettänyt juna voi rullata ulos tunnelista ja tunnelin kuivatusvedet voidaan johtaa painovoimaisesti tunnelin suuaukon vedenkeruualtaisiin. Lisäksi suuria pituuskaltevuuksia ja pieniä kaarresäteitä tulee mahdollisuuksien mukaan välttää.

Rautatietunnelin poikkileikkaus on mitoitettava junaliikenteen, rakenteiden, laitteiden ja turvallisuustilojen tilavarausten mukaan lisäksi huomioiden raidegeometrian ja aerodynaamisen mitoituksen vaatimukset.

Aerodynaamisella mitoituksella on merkittävä vaikutus rautatietunnelin turvallisuuteen. Junan kulku aiheuttaa tunnelissa ilmanpaineen ja ilmanvirtausnopeuden muutoksia. Junan nopeus, poikkileikkaus ja pituus sekä tunnelin poikkileikkaus ja pituus ovat merkittävimmät tekijät, jotka vaikuttavat tunnelin rakenteisiin ja junaan kohdistuviin painekuormiin, paineen muutoksiin ja ilmanvirtausnopeuksiin. Suurnopeusjuna voi lisäksi aiheuttaa pitkän tunnelin suuaukolla voimakkaan äänen ”sonic boomin” ilman purkautuessa paineella tunnelista. Edellä kuvattuja ilmiöitä tarkastellaan yleissuunnitelmavaiheessa las-

kennallisesti aerodynaamisilla 2D/3D -simuloinneilla. Simuloinneilla ohjataan suunnittelua, selvitetään suunnitteluratkaisujen aerodynaamisia vaikutuksia ja tarvetta paineentasaukselle, sekä todennetaan suunnittelun täyttävän asetetut aerodynaamiset vaatimukset. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa tarkennetaan rautatietunnelin aerodynaamista mitoitusta käyttäen kolmiulotteisilla laskennoissa tarkentuneita tietoja tunnelin rakenteista, geometriasta ja paineentasauksesta sekä tunnelissa liikennöivästä junakalustosta. Samalla tarkastellaan sonic boomia ja tarvittaessa laskentaa hyödynnetään suunniteltaessa keinoja sen hallintaan.

Aerodynaamisen mitoituksen lisäksi palo- ja räjähdyspaine-mitoitus ovat oleellisia turvallisuuteen liittyviä asioita jos tunnelin päälle tullaan rakentamaan tai oleva maanpäällinen rakentaminen vaarantuu tunnelin sortuessa räjähdysten takia. Kyseiset asiat on tiedostettava jo yleissuunnitelmavaiheessa, mutta niitä tarkastellaan tarvittaessa tarkemmin myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

Rautatietunnelin teknisten järjestelmien tarve ja laajuus määritetään hankkeen suunnitteluperusteissa sekä toiminnallisen analyysin ja riskienarvioinnin perusteella. Yleissuunnitelmavaiheessa rautatietunneleiden teknisten järjestelmät ja erityisesti tunneliturvallisuuteen ja pelastustoimintaan liittyvät suunnitteluratkaisut pelastustekniikan esitellään pelastusviranomaisille ja tarpeen mukaan muille viranomaisille, tavoitteena hyväksyttää ne viranomaisilla seuraavien suunnitteluvaiheiden pohjaksi.

proxion



***Raidealan osaaja - tule osaksi
Proxionin Timanttitiimiä!***

proxionrekry@proxion.fi



WE KEEP
THE WORLD
ON TRACK

www.proxion.fi