

RAUTATIE- tekniikka

1-2018

Rautatiealan Teknisten ja Toimihenkilöiden Liitto RTTL ry
Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu



Rata 2018 -seminaari

Rautateiden ilmoitetun laitoksen NoBo ja riippumattoman arviointilaitoksen ISA palvelut

Teemme arviointeja kaikille rautatiejärjestelmän osajärjestelmille.

Rautateiden ilmoitetun laitoksen (NoBo) palvelut

- Osajärjestelmät ja osatekijät (YTE)

Riippumattoman arviointilaitoksen (ISA) palvelut

- YTM ISA ja EN ISA
- Teknisten järjestelmien SIL
- Turvallisuusjohtamisjärjestemät

Kolmannen osapuolen asiantuntijapalvelut

- Ratatekniikan/kaluston RAMS-arvioinnit
- Puolueettomat asiantuntijalausunnot
- Johtamisjärjestelmien auditoinnit/sertifioinnit

OTA YHTEYTTÄ

mika.riihimaa@vtt.fi, puh. 040 555 3630

www.vttexpertservices.fi/rautatiet





LAATUKILPI

Radan merkit
ja rautarakenteet





www.laatukilpi.fi

E POIKALA-PALVELUT OY

Välisuora 75, 46800 MYLLYKOSKI

Puh. 05 381 1024, 050 331 5612

fax 05 381 1109

www.epoikala-palvelut.fi

ÄYRÄVÄINEN

Meidän kanssamme työt kulkevat kuin **KISKOILLA**

Suomen raideliikenne on luottanut Parma Railin betoni-ratapölkkyihin ja varmoihin toimituksiin jo vuodesta 1990. Maamme ratarakentamisen kehityksen veturina tarjoamme asiakkaillemme kestäviä, turvallisia ja huoltovapaita ratkaisuja.

Tehtaallamme on valmistettu jo yli viisi miljoonaa ratapölkkyä. Ota yhteyttä, niin kerromme lisää.

» Markku Järveläinen, puh. 020 577 5456



Kuulumme kansainväliseen Consolis-konserniin yhdessä betonisen valmisosarakentamisen markkinajohtaja Parma Oy:n kanssa.

www.parma.fi

Ratatek

ammattina sähköradat

www.ratatek.fi

VR TRACK

Think infra - Think big!

Komsor Oy

Radan päällysrakenne- sekä vaihteiden ja raiteiden tukemistyöt

www.komsor.fi

SITOWISE

Yli 1200
raudanlujaa osaajaa
palveluksessasi!

Sitowise on suurin suomalaisomisteinen rakennetun ympäristön suunnittelu- ja konsultointitoimisto, joka työllistää 1200 huippuosaajaa. Tarjoamme asiakkaillemme kaikki rakentamisen suunnittelu-, asiantuntija- ja digitaaliset palvelut saman katon alta.

WWW.SITOWISE.COM

RAUTATIE- tekniikka

Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu

Aikakauslehtien liiton jäsen

30. vsk ISSN-L 1237-1513

ISSN 1237-1513 (painettu)

ISSN 2242-3893 (verkkojulkaisu)

Julkaisija:

Rautatiealan 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

Toimituskunta:

Erkki Helkiö

Juha Kansonen

Artturi Lähdetie

Matti Maijala

Risto Nihtilä

Markku Nummelin

Mauno Pajunen

Kalle Renfeldt

Janne Wuorenjuuri

Jari Äikäs

Talous:

Erkki Kallio

Ilmoitukset:

Varparus Oy, Esko Vartiainen

Puh. (09) 682 3711

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 2018



Logomo on nyt kolmatta kertaa Rata-seminaarin tapahtumapaikkana. Kuva Markku Nummelin.

Tässä numerossa

Pääkirjoitus	5	Liikennevirasto kehittää suunnitelmätiedon hallintaa.....	74
Tervetuloa Rata 2018 -seminaariin!	6	Ratakohteet rajattomasti rajapinnasta	75
Tervetuloa Rata 2018 -tapahtumaan!	7	Muutoksessa kohti tietomallipohjaista tuotantoa	76
Tervetuloa Turkuun!	8	ERTMS/ETCS-järjestelmä tulee Suomeen – miksi?	78
Kilpailu raiteilla on mahdollisuus	9	ERTMS/ETCS - järjestelmä siis tulee – kokemuksia Oikoradalta ...	79
Liikennevirasto julkaisee kaksi uutta rautateiden turvalaitteita käsittävää kirjaa Rata 2018 -päivillä	10	EULYNX-projekti, taustaa	82
Raideliikenteen rooli kaupunkiseudun liikennejärjestelmässä	12	Uuden ja vanhan asetinlaitteen yhteensovittaminen, testaus ja käyttöönotto.....	83
Tampereen raitiotien välityskyky mahdollistaisi rakentamisen yli 300 000 asukkaalle	14	Rautatieohjeet uudistuvat.....	85
Tulevaisuuden asemanseudut valtion ja kuntien yhteistyöllä	16	Voimamittauksen mahdollisuuksia kunnossapitoon ja valvontaan87	
Kestävän liikkumisen edistäminen – ilmastonäkökulma	18	Suomen raideliikenteen ja rataverkon kunnon akustinen valvonta kuituoptiikan avulla.....	90
The Roslagsbanan extension to the city-center of Stockholm.....	19	Miten liikkuvan kaluston valvontaa hyödynnetään?	92
Rautatieliikenteen käyttövoimat	20	Turvallisuusisännöitsijän pilotin toteutus Länsi-Suomen rataisännöintialueella	94
Meluntorjunta ratahankkeessa	21	Liikenneviraston tasoristeysturvallisuuden toimenpideohjelma ...	95
Junan nopeuden vaikutus tärinään maaperässä	22	Ratatöiden mobiilialusta RUMA	96
Luumäki-Imatra hankkeen isot ratasillat – Saimaankanava ja Mansikkakoski	23	Ratateknisen oppimiskeskuksen työpätevyyksien kurssitoiminta ja oppimisympäristö	98
Standardista apua omaisuuden hallintaan – ISO55001	24	Onnettomuustutkinnasta kehittämiseen raideliikenteessä - inhimilliset tekijät turvallisuuskulttuurin uudistamisessa	100
Raidegeometrian määrittely olemassa olevalla radalla	25	Inhimillisten tekijöiden huomiointi rautatierakentamisessa	102
Rataverkon haltijan kunnossapitovastuu	26	Inhimilliset tekijät muutoksissa – case Mussalo	104
Soraradan kunnossapito perinteisin menetelmin	28	Radan merkit turvallisuuden osana	106
Schweizer ratatyönturvajärjestelmä ensikertaa Suomessa	30	Keski-Pasilan hankkeiden turvallisuuskoordinointi	108
Mäkeenjäätien vähentäminen	32	Äänekosken ratahankkeen turvallisuuskäytännöt	110
Radan toimintaympäristön digitalisointi	34	Organisaation turvallisuusvelvoitteet - Mitä lainsäädäntö ja sopimukset edellyttävät?	111
Kaapeli- ja johtotietojen hallinta älykkäästi rakennushankkeilla ...	36	Turvallisuusjohtamisjärjestelmien arvioinnin kehitys EU-lainsäädännössä	112
Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksissä	38	Rautatiekilpailun avaaminen hyödyttää kansalaisia ja koko yhteiskuntaa	114
Konenäöllä radan merkkien tunnistaminen	40	Teknisen sääntelyn vaikeus – case komposiittijarruanturat	115
Uudet myöhästymisten syykoodit ja häiriökirjausprosessin kehittäminen	42	Uuden liikkuvan kaluston hyväksyttäminen Suomeen	116
”Suomen rautatieliikenne - digitalisaation kärjessä?”	44	Monitoimijaympäristöön siirtyminen	118
DAS (Driver Advisory System)	46	Rautatiealan sääntelyelin – erimielisyyksien ratkaiseminen monitoimijaympäristössä	119
JOUKAHAinen – kohti joustavampaa kapasiteetinhallintaa	48	Ratapihat - monitoimijaympäristön solmukohdat	120
Mobiliteetti VR:n veturin kuljettajien ja ratapihatyöntekijöiden tukena	49	Sähköistetyt radan energiahallinta monitoimijaympäristössä	122
Rautateiden liikenneviestintä: RAILI-palvelu ja RAPLI-sovellus. ...	51	Suomen logistinen sijoittuminen Euroopan suuntaan ja muualle maailmaan – haaste vai mahdollisuus?	124
Junaliikenteen Häiriöviestinnän uudistaminen – Uusi viestijärjestelmä VR Liito	54	Pohjoismaisen rautatiekuljetuskäytävän edut ja kehityspotentiaali	126
Avoin data ja matkustajainformaation kehittäminen	56	Rautatiet osana optimoitua logistiikan yhteistoimintaverkostoa	127
Liikenteenohjausjärjestelmän tietoturva – Cyberuhkat, onko niitä?58		Raidelogistiikan mahdollisuudet – case Terrafame	128
Raidegeometrian geodeettiset mittaukset osana radan elinkaarta	60	FinEst Link projektin tilanne tammikuu 2018	129
Liikennevirasto inframallintaa	62	Kehäradan hankearvioinnin jälkiarviointi	130
Työmaan laadunhallinta sekä tietomalli-pohjainen sähkö- ja turvalaitesuunnittelu	63	Täsmällisyyden huomioon ottaminen rautateiden hankearvioinneissa	131
Kokemuksia automaattisen tiedontuotannon kokeiluista	64	Riihimäki-Tampere-rataosan tarveselvitys	133
Betonisilltojen lujuusongelmat	66	Kolumni	135
Maadoitukset ovat osa sähköratajärjestelmän toimintaa ja turvallisuutta	69		
Sähköradan ohjaus- ja valvontaratkaisut käyttökeskuksissa	71		
Radan päällysrakenteen, turvalaitteiden ja sähköradan huomiointi sillan korjaustöissä	72		

Vaikeus valita paremmin

Vuosi on vaihtunut ja on hetki hyvää aikaa miettiä, mikä meni hyvin ja mitä voisi tehdä ensi kerralla toisin. Samoin on joka toinen vuosi arvioitu Rata-seminaarin onnistumista. Jotain on todellakin tehty oikein, sillä osanottajamäärät ovat kasvaneet huomasti siitä, kun seminaari järjestettiin ensimmäisen kerran. Seminaarissa on sopivassa suhteessa tarjolla tietoa ja tuttavuuksia alan ammattilaisten keskuudessa.

Seminaarissa, kuten myös oman elämän osalta, on tehtävä valintoja. Osa niistä on tietoisia, osa valitaan intuitiolla ja osaan vain ajaututaan. Oma viime vuotta leimaa useita valintoja, joita nyt tekisin toisin, vaikkakin voin sanoa vuoden olevan kaikkiaan onnistunut. Monella tapaa väärätkin valinnat opettavat paljon seuraavaa kertaa varten, kuten mitkä tahansa epäonnistumiset. Silti on syytä erottaa tästä ainoastaan ne valinnat, joihin voit itse ennakolta vaikuttaa. Turha potea huonoa omatuntoa niistä



asioista, joissa kuitenkin teit parhaasi. Niistä muista huonoista valinnoista voikin sitten ottaa opiksi.

Ajan ollessa kaikilla rajallinen myös valintapäätökset on tehtävä rajallisella tiedolla. Omana tavoitteenani tälle vuodelle on pystyä priorisoimaan oikeasti tärkeät asiat etusijalle ja kunnioittaa muita heidän omien valintojensa osalta. Valitettavan usein ne tärkeimmät asiat jäävät päivittäisen kiireen alle ja ne tärkeät asiat ovat jossain muualla kuin töissä.

Seminaarin valinnat ovat onneksi yksinkertaisempia, menäkö tuolle vai tuolle luennolle vaiko välillä kahville. Ja vaikka jokin luento jäisikin kuulematta, toivottavasti artikkeli tässä seminaarilehdessä avaa aihetta lisää.

Jokaisella on yksi elämä, käytä se siis hyvin. Aina on sopiva hetki miettiä, mitä voisi tehdä paremmin. Itselleni viime vuodesta jäi erityisesti muistoihin UTF ja VNJ. Toisen eteen tein töitä ja toinen tuli työnteon sivussa. Täksi vuodeksi lukuisat uudet haasteet ja tavoitteet ovat jo suunnitteilla niihin tärkeisiin asioihin liittyen. Toivottavasti sinullakin

Onnea vuodelle 2018 toivottaen
Laura



RATA 2018 -tapahtuman on järjestänyt Liikennevirasto yhteistyössä Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin kanssa

Mukana valmisteluissa ovat olleet:

Liikennevirastosta Markku Nummelin, Jukka Ronni, Matti Levomäki, Siru Koski, Sirpa Nevalainen, Jaana Lahti, Kaisa-Elina Porras, Jukka Valjakka, Mikko Natunen, Seppo Mäkitupa, Marko Tuominen ja Kalle Renfeldt.

Trafista Kirsi Pajunen ja Heidi Niemimuukko.

HRG Worldwide -yrityksestä Maxine Frisk ja Johanna Saarinen.

Yleisestä teollisuusliitosta Kyösti Orre.

Rautatietekniikka-lehestä Laura Järvinen ja Matti Maijala.

Tervetuloa Rata 2018 -seminaariin!

Rautatieliikenne on keskeinen osa liikennejärjestelmää, joka tehokkuus ja tuotavuus on olennainen osa kansallista kilpailukykyä ja kansalaisten hyvää arkea. Liikennevirasto vastaa valtion rataverkon ylläpidosta, kunnossapidosta ja kehittämisestä, jotta rataverkko pysyy kunnossa ja liikennöinti on turvallista ja tehokasta.

Raideliikenne on ympäristöystävällisin joukkoliikennemuoto ja myös yhteisenä eurooppalaisena tavoitteena on lisätä liikennettä radoilla – tähän kannustaa jo Pariisin ilmastopöytäkirja. Päästötavoitteiden kannalta rautatiekuljetukset ovat merkittävä kuljetusmuoto, jonka tulee olla kilpailukykyinen ja toimiva.

EU-tasolla rautatieliikennettä on asteittain avattu kilpailulle vuodesta 2003 alkaen. Suomessa rautatieliikenteen tavarakuljetukset avattiin kilpailulle vuoden 2007 alussa. Viime vuonna hallitus päätti avata kilpailulle myös rautateiden henkilöliikenteen. Tavoitteena on parantaa rautatieliikenteen palvelutasoa ja asiakaslähtöisyyttä sekä kasvattaa junaliikenteen osuutta henkilöliikenteessä. Kilpailun avaamiseen velvoittaa EU:n neljännen rautatiepaketin täytäntöönpano, jonka tavoitteena on edistää kilpailua rautateiden henkilöliikenteessä. Valtaosassa EU-jäsenmaita rautateiden kotimaan henkilöliikenne on jo avattu kilpailulle. Ja muista maista saatu kokemus osoittaa, että useamman toimijan on mahdollista toimia rinnakkain samalla rataverkolla aivan turvallisesti ja tehokkaasti.

Liikennevirasto käy asiakkaidensa kanssa jatkuvaa keskustelua rautatieliikenteen tulevaisuudennäkymistä, kehittämistarpeista ja kokemuksista. Palautteen perusteella elinkeinoelämä on tyytyväinen koko väyläverkon toimivuuteen ja turvallisuuteen. Tehtävää kuitenkin riittää, sillä vain vähän yli puolet asiakkaitamme oli tyytyväisiä rataverkon turvallisuuteen ja laajuuteen. Kaikkiin käynnissä oleviin hankkeisiimme sisältyy tavoitteita elinkeinoelämän kuljetusten parantamisesta, esimerkiksi akselipainon nosto, sähköistäminen, välityskyvyn tai ratapihojen sujuvuuden parantaminen.

Äänekosken biotuotetehtaan ratayhteys valmistui ennätysnopeasti. Valtio pystyi vastaamaan akuuttiin asiakastarpeeseen ja hanke toteutettiin päivälleen aikataulussa. Pidemmän aikajänteen hanke Seinäjoki–Oulu valmistui viime vuoden lopussa. Yhdentoista vuoden ja 880 M€:n jätti-investointi valmistui aikataulussa ja budjetissaan. Rataosa, joka on yksi maamme tiheimmin liikennöityjä, on entistä turvallisempi ja takaa sujuvamman liikenteen, mm. tasoristeyksiä on nyt 105 vähemmän kuin aiemmin.



Liikenneviraston rataverkon haltijan turvallisuuslupa on voimassa lokakuuhun 2018. Luvan uusimisen yhteydessä on oiva tilaisuus – ja suorastaan velvollisuus – kehittää alan turvallisuusajattelua ja -kulttuuria. Liikennevirasto tulee kuluvana vuonna panostamaan turvallisuus-, laatu- ja ympäristöjohtamisen kehittämiseen.

Liikennevirasto haluaa olla edelläkävijä myös rakennuttajan työturvallisuustehtävissä. Tiivis yhteistyö työturvallisuussektorilla jatkuu kaikkien sidosryhmien kanssa. Yhdessä tekeminen on kestävin tie edistää työturvallisuutta ja toisaalta työturvallisuudesta saatava hyöty on yhteistä. Infra-ala tarvitsee uusia, innokkaita osaajia. Tulevaisuuden tekijöitä houkuttelee parhaiten työ, josta palataan turvallisesti kotiin.

Myönteistä kehitystä on havaittavissa. Vuonna 2016 Liikenneviraston työmailta ilmoitetut vakavat työtapaturmat suhteutettuna tehtyihin työtunteihin vähenivät. Tästä suunnasta haluamme pitää kiinni.

Turvallisuuden ja laadun ohella meidän on muistettava myös rautateiden ympäristöhaasteet, mm. melu ja värinä. Turvallisuus-, laatu- ja ympäristöajattelua tulee siis toteuttaa koko toiminnassa.

Rata-seminaari on järjestetty kahden vuoden välein vuodesta 2000 alkaen, joten se pidetään nyt kymmenettä kertaa. Rata2018-seminaarin erityisteema on rataverkon kunnossapito. Sitä painottavat ulkonäyttelyssä esillä olevat lukuisat kunnossapidon työkonet. Kunnossapidossa, jos missä, tulee toimia myös TLY-ajattelun pohjalta. Hyvällä laadulla pidennämme infrastruktuurin elinkaarta ja säästämme pidemmän päälle kustannuksissa.

Innovaatioilla on tilaa infra-alalla, innovaatiot syntyvät kohtaamisissa ja tietoa jakamalla. Myös tämän Rata2018-seminaarin tavoitteena on syventää alan osaamista sekä levittää tietoa uusista tekniikoista ja työtavoista. Tervetuloa Rata2018-seminaariin!

Kari Wihlman
pääjohtaja
Liikennevirasto

Tervetuloa Rata 2018 -tapahtumaan!

Liikenteen markkinat ovat murroksessa. Vahvasti säänneltyt eri liikennemuotoihin jakautuneet markkinat muuttuvat liikenteen palveluistumisen ja digitalisoitumisen myötä. Syntyy uudenlaisia liikkumispalveluita ja jo olemassa olevien palveluiden käytettävyyden paranee.

Alan lainsäädäntöä uudistetaan parhaillaan. Sääntelyä kevennetään ja se kootaan yhtenäiseksi liikennepalvelulaiksi, joka edistää ja mahdollistaa markkinoiden avautumista ja laajentumista sekä uusien palvelumallien syntymistä sekä uuden teknologian, uusien teknisten ratkaisujen ja uusien liiketoimintamallien käyttöönottoa. Näin voidaan vastata entistä paremmin myös käyttäjien tarpeisiin.

Myös rautatieliikenne ja sen sääntely muuttuvat. Perinteisesti hyvin kansallinen rautatiesääntely on eurooppalaistunut 2000-luvulla. Sääntelyn muutoksen merkittäviä välineitä ovat olleet rautatiepaketit, joita Euroopan unioni antaa parantaakseen eurooppalaisen rautatieliikenteen toimintaedellytyksiä. Sääntelyn muutos on jatkuva: parhaillaan täytäntöönpanovaiheessa on IV rautatiepaketti.

Neljännän rautatiepaketin toimeenpano tuo mukanaan lukuisia muutoksia. Euroopan unionin rautatieviraston ERAn toimintavaltuudet kasvavat ja jatkossa rautatieyritysten turvallisuustodistukset ja liikkuvan kaluston markkinoillesaattamisluvut voi hakea Trafin lisäksi myös ERAsta. Lisäksi ERAsta tulee kansallisia turvallisuusviranomaisia, kuten Trafia, valvova virasto.

Tavalliselle junamatkustajalle näkyvin neljännän rautatiepaketin mukanaan tuoma muutos on henkilöliikenteen kilpailun avaaminen, josta hallitus päätti viime elokuussa. Valtaosassa EU-jäsenmaitahan rautateiden kotimaan henkilöliikenne on jo avattu kilpailulle.

Rautatieturvallisuus on jo vuosia kehittynyt niin Suomessa kuin koko EU:ssakin hyvään suuntaan, mutta silti rautateiden turvallisuudessa on paljon kehitettävää. Viime vuonna rautatieonnettomuuksissa sattui poikkeuksellisen paljon henkilövahinkoja tasoristeysonnettomuuksien ja junien alle jäämisten seurauksena. Suuri osa henkilövahingoista aiheutui kuitenkin yksittäisessä onnettomuudessa, joten ei ole syytä tulkita rautatie-



turvallisuuden pysyvästi heikentyneen. Rautatieliikenne on edelleen erittäin turvallinen matkustusmuoto, jossa onnettomuuksia ja henkilövahinkoja sattuu hyvin vähän suhteutettuna junakilometreihin.

Allejäätien sekä ratatyön ja junaliikenteen rajapinnassa tapahtuvien vaaratilanteiden ja onnettomuuksien määriä ei ole saatu vähenemään ja niitä voidaankin pitää rautateiden merkittävimpinä turvallisuushaasteista Suomessa. Etenkin vaikeiden turvallisuushaasteiden, kuten tahallisten allejäätien ja luvattoman radalla liikkumisen, hallintaan on jatkossa panostettava entistä voimakkaammin.

Sen sijaan tasoristeysonnettomuuksien määrä on pitkän aikavälin tarkastelussa vähentynyt mutta viime vuosina hyvä turvallisuuskehitys vaikuttaisi hidastuneen. Raaseporissa lokakuussa 2017 tapahtunut tasoristeysonnettomuus on vakavin Suomessa viime vuosina tapahtunut rautatieonnettomuus.

Rautatiejärjestelmän toimijoiden lisääntyessä, toimiva yhteistyö ja turvallisuuskulttuurin jatkuva kehittyminen nousevat yhä tärkeämmiksi tekijöiksi turvallisuuden kannalta. Samoin hyvä tiedonkulku kaikkien osapuolten välillä on välttämätöntä monitoimijaympäristön turvallisuuden varmistamiseksi. Ja on muistettava, että vain turvallinen liikenne on sujuvaa liikennettä.

Nykyaikainen viranomainen ei enää valvo ja sääntelee jokaista yksityiskohtaa, vaan tavoitteena on lisätä toimijoiden omaa vastuuta. Tärkein työkalu tässä työssä on turvallisuusjohtamisjärjestelmä, jonka avulla raideliikenteen toimijat hallitsevat toimintansa riskejä ja varmistavat turvallisen toiminnan. Hyvin toimivan turvallisuusjohtamisjärjestelmän avulla myös toipuminen onnettomuuksista ja häiriötilanteista on nopeampaa. Hyvin toimiva ja jatkuvasti parannettava turvallisuusjohtamisjärjestelmä säästää toimijoiden kustannuksia.

Mia Nykopp
pääjohtaja
Trafia

Tervetuloa Turkuun!

Nopeat, luotettavat ja korkealaatuiset ratayhteydet ovat tärkeää aluepolitiikkaa, ja erittäin tärkeää elinkeinopolitiikkaa. Suomessa väestönkasvu kohdistuu entistä harvempiin seutukuntiin, ja kasvavat seudut ovat lähes poikkeuksetta rautatiepaikkakuntia. Rautatiet eivät ole satumatlta osuneet kasvaviin kaupunkeihin, vaan toimiva liikenneinfrastruktuuri on vuosikymmenten aikana mahdollistanut kasvun ja kasautumisen, joka näyttää vain kiihtyvän kiihtymistään.

Turun seutu on tällä hetkellä koko Suomeen levinneen talouden kasvun kärkivauhdissa. Teollisuutemme tilauskanta ulottuu ennennäkemättömän pitkälle ja väestönkasvu kiihtyy. Kasvu liittyy vain osin suhdannetilanteeseen; ennen kaikkea kyse on laadullisesta, osaamispääomaan perustuvasta globaalista kilpailukyvyistä.

Ainoana vaihtoehtona näemme, että kasvu hyödynnetään rakenteellisenä tason nostona paitsi teollisuudessa, myös yleisesti elinkeinoelämän toimintaympäristössä ja julkisen vallan omassa toiminnassa. Onnistuminen edellyttää kunnianhimoa, määrätietoisuutta sekä vankkaa yhteistyötä ja luottamusta elinkeinoelämän ja julkisen sektorin välillä.

Teollisuuden lisäksi rakennus- ja palvelualat elävät voimakkaan kasvun aikaa. Kasvua tarvitaan: olemme päivittäneet väestön kasvutavoitteemme 220 000:een turkulaiseen vuonna 2029. Ei välttämättä arvaa väärin, jos veikkaa tavoitteen toteutuvan jo aiemmin.

Tämän niin sanotun positiivisen rakennemuutoksen myötä Turun seudun saavutettavuus on noussut entistäkin merkittävämpään asemaan. Teollisuuden tavaraliikenne kasvaa ja työvoiman liikkuvuuden merkitys korostuu. Volyymiltään ja vaikutavuudeltaan Suomen merkittävin liikenneinfranke onkin uusi nopea ratayhteys Turun ja Helsingin välille, Tunnin juna.



Tunnin junan potentiaalia voi nähdä jo nyt Turussa sijaitsevien rautatieasemien ympäristössä. Kupittaan aseman vieressä sijaitseva toimistokeskittymä on loppuunmyyty. Kupittaan ympäristöön nouseva Turun Tiedepuisto tuo yli miljoona neliötä uutta rakentamista, usean miljardin euron investoinnit, yli 10 000 uutta työpaikkaa ja asuntoja 20 000 uudelle turkulaiselle. Päärautatieaseman ympäristöön sijoittuvan, noin puolen miljardin euron elämyskeskushankkeen valmistelu on käynnistetty.

Tämä kaikki vielä, kun Tunnin juna on suunnittelupöydällä. Toteutuspäätös uudesta ratayhteydestä käynnistää muutkin suunnitteluvaiheessa olevat hankkeet ja synnyttää kysynnän poikkeuksellisen merkittävälle määrälle uusia investointeja, ei vain Turussa, vaan koko radan varrella. Tunnin junan myötä lisääntyvän työvoiman liikkuvuuden taloudellinen merkitys on niin merkittävä, että professori Hannu

Piekkola on laskenut ratainvestoinnin takaisinmaksuajaksi alle 20 vuotta.

Tarvitsemme rohkeutta käynnistää merkittäviä yhdyskuntarakenteeseen, työvoiman liikkuvuuteen, kansalliseen kilpailukykyyn ja kestäväan kehitykseen voimakkaasti vaikuttavia hankkeita. Tällaisilla investoinneilla on taipumus olla suuria, mutta päätökset voidaan tehdä, kun taustatyö on tehty hyvin.

Hyvät raideliikenteen ammattilaiset ja osaajat, toivotan teille antoisia seminaaripäiviä!

Minna Arve
Turun kaupunginjohtaja

Kilpailu raiteilla on mahdollisuus

Rautatieliikenne on tärkeä osa tuhansien suomalaisten arkea. Se on keskeinen osa sekä Suomen elinkeinoelämän kilpailukykyä että matkustajien elämää.

Liikennesektori on voimakkaassa murroksessa Suomessa. Tämä on näkynyt hallituksen liikennealaa koskevissa toimenpiteissä koko vaalikauden ajan.

Hinta-laatusuhde ratkaisee

Suomen henkilö- ja tavaraliikenteessä kilpailua tapahtuu maalla, merellä ja ilmassa, mutta ei vielä raiteilla. Markkina-taloudessa henkilöraide liikenteen monopolin jatkamista on vaikea perustella. EU-lainsäädännön niin sanottu neljäs rautatiepaketti myös edellyttää kilpailun avaamista rautatieliikenteessä.

Terveellä pohjalla toimiva kilpailu koituu pääsääntöisesti aina asiakkaan ja yhteiskunnan parhaaksi. Kilpailu kannustaa yrityksiä toiminnan kehittämiseen. Kun yritykset kilpailevat matkustajista, asiakkaalle syntyy mahdollisuus valita erilaisten vaihtoehtojen väliltä. Kun yritysten täytyy kilpailla asiakkaista, niiden on panostettava palveluiden laatuun sekä pidettävä hinnat kurissa. Siksi on tärkeää, että myös rautateiden henkilöliikenne avataan kilpailulle.

Kilpailun raideliikenteessä voi odottaa tuovan kansalaisille ja yrityksille monia hyötyjä: esimerkiksi palvelut monipuolistuvat ja kiinnostus raideliikennettä kohtaan kasvaa. Lisäksi hintalaatusuhteen miellyttäessä asiakkaita, voivat matkustajamäärät lisääntyä. Uudistus mahdollistaa myös maakunnille ja kaupungeille alueellisen junaliikenteen järjestämisen. Esimerkiksi mahdollisuudet työssäkäyntiin kauempaakin paranevat. Tämän vuoden aikana on esimerkiksi tullut useaan kertaan ilmi, että työvoiman liikkumattomuus on yksi kiperimmistä talouskasvumme esteistä.



Toimijat samalle viivalle

Vastuulliseen valtion taloudenpitoon kuuluu, että tukea ei myönnetä suoraan yhdelle toimijalle – tuen saanti on aidosti kilpailutettava. Valtion myöntämälle tuelle saadaan myös enemmän läpinäkyvyyttä, kun palveluntarjonta kilpailutetaan.

Kilpailutus on myös laadittava huolellisesti ja kilpailutuksen voittaneelle operaattorille on varattava riittävän pitkä siirtymäaika, ennen kuin toiminta tulee käynnistää. Näin voidaan varmistaa, että ope- rointi alkaa hallitusti.

Kilpailu luo mahdollisuuksia myös tavaraliikenteeseen. Kaikilla toimijoilla on tulevaisuudessa mahdollisuus hankkia uusilta yhtiöiltä palveluja kilpailuneutraalein ehdoin. Tämä edistää myös elinkeinoelämän toimintaa Suomessa.

Mitä tapahtuu VR-yhtymälle?

Jatkossa VR-Yhtymä Oy keskittyy omaan ydintoimintaansa: junaliikennöintiin. Se osallistuu tuleviin kilpailutuksiin samalta viivalta muiden potentiaalisten toimijoiden kanssa.

Työntekijät siirtyvät vanhoina työntekijöinä VR:stä uusiin, perustettaviin yhtiöihin. VR:n henkilöstön asiantuntemusta tarvitaan myös jatkossa Suomen rautateilla. Henkilöstöjärjestöt on otettu tiiviisti mukaan uudistuksen valmisteluun.

Lopuksi

Rautatieliikenteen kilpailun avaamisen tarkoituksena on rautatieliikennepalveluiden tarjonnan lisääntyminen ja monipuolistuminen. Tämä koituu lopulta koko yhteiskunnan, niin kansalaisten, yritysten kuin valtionkin hyödyksi.

Markku Eestilä
Liikennejaoston puheenjohtaja
Kansanedustaja (kok.)

Liikennevirasto julkaisee kaksi uutta rautateiden turvalaitteita käsittelevää kirjaa Rata 2018 -päivillä

Julkaistut kirjat ovat osa Liikenneviraston rautatieturvalaitteita koskevaa kirjasarjaa. Sarjan ensimmäinen osa, vuonna 2014 julkaistu "Rautatieturvalaitteet" on yleisteos, joka kertoo turvalaitteiden perusteista. Rata 2018 -päivillä julkaistu "Releasetinlaite Siemens DrS" avaa erään asetinlaitetyyppin tekniikkaa tarkemmin käytännön tasolla pysyen. Kirjan on kirjoittanut Tero Sorsimo. Kolmas kirja "Turvalaitereiden käyttö asetinlaitteissa" syventää aihetta teoriatasolle, jota ei aiemmin suomenkielisessä kirjallisuudessa ole saavutettu. Kirjan pääasiallinen kirjoittaja on Lassi Matikainen.

Suomen rataverkon turvalaitoskannasta merkittävän osan muodostaa reletekniikkaan perustuvat asetinlaitteet. Näistä yleisin on vapaakytkentäinen Siemens DrS -releasetinlaite, joka on aikoinaan kattanut lähes kaikki pääradat ja on edelleen suurilukuisin yksittäinen releasetinlaitetyyppi maassamme.

DrS-asetinlaite soveltuu selkeän rakenteensa ja johdonmukaisen toimintaperiaatteensa ansiosta rautateiden turvalaitetekniikkaan perehtyville oivaksi apuvälineeksi ymmärtää turvalaiteteknisiä perusajatuksia. Tämä lienee osaltaan ollut vaikutta-

massa siihen, että insinööri Matti Karvonen päätyi 1960-luvulla kirjoittamaan seikkaperäisen opetusaineiston kyseisestä asetinlaitetypistä. Turvalaitteiden parissa työskentelevien keskuudessa käsitteeksi muodostunut teos tunnetaan yhä tuttavallisella nimellä "Karvosen moniste". Ajan saatossa DrS-asetinlaitetta on kuitenkin kehitetty ja sopeutettu uusiin vaatimuksiin. Tästä syystä on katsottu tarpeelliseksi tehdä ajantasaistettu ja samalla sisällöltään laajempi oppikirja rataverkkomme selkärankana toimivan releasetinlaitteen saloja avaamaan.

Turvalaitereleitä on Suomessa käytetty turvalaittekytkennöissä uusien asetinlaitteiden pääraakenneosina 1950-luvulta 1990-luvulle saakka. Niitä käytetään edelleen myös tietokonepohjaisissa asetinlaitteissa. Turvalaitereiden pitkän eliniän vuoksi, yli 50 vuotta, releitä on käytössä turvalaitteissa tämän vuosisadan puoliväliin. Reletekniikan osaaminen on saatava säilytettyä vielä vuosikymmeniä. Kirjojen tarkoituksena on varmistaa asiantuntijoiden sukupolvenvaihdon jälkeenkin reletekniikan riittävä osaaminen.

Tarve perimätiedon kartoitukseen on yhteinen Euroopan rataverkon haltijoilla.



Tämän johdosta käynnistyi UIC:n turvalaitteasiantuntijaryhmän SEG:n projekti "Use of Signalling Relays". Projektin vetäjänä on toiminut Jens Schulz SBB:ltä. Liikennevirasto on aktiivisesti osallistunut kyseisen projektin työskentelyyn antamalla lähtötietoja ja kommentoimalla sekä korjaamalla projektin tuloksena syntyneitä raporttitekstiä. "Turvalaitereiden käyttö asetinlaitteissa"-kirja perustuu UIC:n SEG-ryhmän tuottaman raportin aineistoon. Alkuperäinen UIC-raportti on hieman tätä ohjetta laajempi. Suomalaisesta versiosta on jätetty pois eräitä asioita, jotka eivät koske Suomessa käytettyjä turvalaittejärjestelmiä. Kirjan pääasiallisena kirjoittajana on toiminut Lassi Matikainen. Veli-Matti Kantamaa ja Tero Sorsimo ovat olleet asiantuntija-apuna kirjan laadinnassa ja erityisesti sen viimeistelyssä. Suurimman työn on kuitenkin tehnyt UIC-raportin pääkirjoittaja Jens Schulz. UIC-raportti on julkaistu paitsi alkukielellä saksaksi, myös englanniksi ja ranskaksi käännettynä.

Kirjoja on tilattavissa Rata 2018 -päivillä Liikenneviraston osastolla. Tero Sorsimo on myös tavattavissa osastolla kirjoja esittelemässä.





Turvallisuus - Käytettävyys - Sujuvuus

*Rakkaudesta rautateihin
kehitämme alan arvostusta ja toimintaa
yhteiskunnan kilpailukyvyn lisäämiseksi ja
kestävän kehityksen edistämiseksi.*

- Suunnittelupalvelut
- Projektitoimitukset
- Projektinjohtopalvelut
- Digiratkaisut
- Koulutuspalvelut



WE KEEP
THE WORLD
ON TRACK

www.proxion.fi

Raideliikenteen rooli kaupunkiseudun liikennejärjestelmässä

Kannattaako kaupunkien raideliikenteeseen panostaa tulevaisuudessa, koska toisaalta sähköinen BRT tarjoaa samankaltaisia etuja huokeamalla hinnalla ja toisaalta liikkumisen uudet palvelut yleistyvät ja muuttavat liikenteen kysyntää ja tarjontaa?

Kaupunkien raidehankkeiden ympärillä käydään laajaa keskustelua ympäri maailmaa. Erityisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa keskustelu on vilkasta, sillä Länsimaissa investoidaan kasvavassa määrin uusiin kaupunkiraiteisiin. Pelkästään 2010-luvulla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa on avattu 204 uutta raitiotiejärjestelmää. Iso kysymys vellovassa keskustelussa on, kannattaako raideliikenteeseen investoida – varsinkaan nyt, kun uudet liikkumisen trendit ovat vyörymässä kaupunkiliikenteeseen.

Rihmasto ja runkoverkko tulee punoa yhteen

Liikkuminen on murroksessa. Perinteisesti kaupunkien joukkoliikenne on kaupunkien hallinnoimaa ja linjat muodostavat perusrungon liikkumisvirroille. Uudet liikkumisen palvelut tulevat yleistymään pääosin markkinaehtoisesti ja luovat uudenlaisen ”rihmaston”. Deleuze ja Guattari ovat 1970-luvulla esittäneet verkostomaisen ajattelun ja organisoitumisen mallin, joka muodostuu moneuksista, liikkeestä ja vapaasta yhdistelystä. Mallia he kutsuivat nimellä ”rihmasto” (rhizome). Se kytkee toisiinsa erilaisia olioita ja tapahtumia ilman yhtä hallitsijaa.

Joissakin tulevaisuuden kaupunkiliikenteen skenaarioissa on ajatus, että kaupunkiliikenne muuttuu rihmastoksi, joka korvaa hierarkkiset runkoverkot. Tällöin perinteistä joukkoliikennettä ei tarvittaisi lainkaan, vaan ihmiset liikkuvat kaupungeissa itsejajavilla henkilökohtaisilla kulkuneuvoilla (vrt. Personal Rapid Transit). Ajoneuvot valitsevat reittinsä ruuhkia välttämällä, joten runkoverkot menettäisivät siis merkityksensä.

Väitän, että näin ei tule käymään. Uudet palvelut toki lisääntyvät ja muuttavat merkittävästi liikkumisen kysyntää ja tarjontaa. Kuitenkin joukkoliikenteen – erityisesti raideliikenteen – rooli tulee kasvamaan tulevaisuuden kaupungeissa. On löydettävä uudenlainen yhteistyömalli ”perusrungon” ja ”rihmaston” yhteensovittamiseksi. Julkisen ja yksityisen sektorin on yhteistyössä kehitettävä kokonaisuus, joka on samaan aikaan hallittava ja joustava. Isommissa kaupungeissa raideliikenne on jatkossakin tärkeä osa kokonaisuutta.

Ruumis kuolee, jos suonet tukkeutuvat

Göteborgin kaupungissa (550 000 asukasta) havahduttiin 2000-luvun alussa siihen, että kaupunki ei pysty kasvamaan, jos liikenne perustuu henkilöautoilulle. Jopa Volvon pääjohtaja oli huolissaan autoliikenteen kasvusta, koska ruuhkat pysäyttävät kaupungin: ihmiset eivät pääse työpaikoilleen, raaka-aineet ja jalos-



TKT, TM Kalle Vaismaa
WSP Finland Oy

teet eivät liiku eivätkä asiakkaat pääse liikkeisiin. Jos veri ei kulje suonissa, ruumis kuolee.

Kaupungissa aloitettiin vahva panostus erityisesti raitioliikenteen kehittämiseksi. Uusia linjoja rakennettiin, joukkoliikennettä nopeutettiin ja samalla autoliikennettä rajoitettiin keskustassa. Vuonna 2013 Göteborgissa otettiin käyttöön ruuhkamaksut autoliikenteen hillitsemiseksi. Toimenpiteiden seurauksena autoilun kulkutapaosuus pieneni 11 % kymmenessä vuodessa. Kun vuonna 2005 kuljettiin autolla 52 % kaikista matkoista, vastaava luku oli 41 % vuonna 2015. Joukkoliikenteen osuus on samassa ajassa kasvanut pari prosenttiyksikköä 26 %:sta 28 %:iin.

Ranskan Strasbourgissa (280 000 asukasta) tehtiin sama johtopäätös autoilun haitoista jo 1970-luvulla, ja kaupungissa ryhdyttiin selvittämään raitiotien palauttamista. Raiteet oli poistettu kadulta edellisellä vuosikymmenellä. 1990-luvun alussa kaupunkiin valittiin pormestari, jonka ohjelmassa oli raitiotieverkon rakentaminen. Sen jälkeen pyörät pyörähtivät nopeasti eteenpäin, ja ensimmäinen moderni raitiotielinja avattiin vuonna 1994. Verkkoa on laajennettu useassa vaiheessa, ja nyt kaupungissa on Ranskan laajin raitiotieverkko, kokonaisuudessaan yli 55 km. Raitiotie nosti joukkoliikennematkoja Strasbourgissa yli 40 % vuosien 1992–1999 välillä. Heti ensimmäisen raitiotielinjan avaaminen nosti joukkoliikenteen osuutta 25 %. Nykyään pelkästään raitiotieverkolla on 300 000 käyttäjää päivittäin. Saman kokoluokan kaupungissa Tampereella joukkoliikenteen käyttäjiä on vajaa 100 000 päivässä. Strasbourgin joukkoliikennejohtajan mukaan ihmiset rakastavat raitiovaunuja. Kaupungille sataa koko ajan kysymyksiä asukkailta eri puolilta kaupunkia: ”Koska meille saadaan raitiovaunu bussin sijaan?”

Mitkä ovat raideliikenteen edut?

Raideliikenne houkuttelee matkustajia enemmän kuin bussiliikenne kansainvälisten tutkimusten perusteella. Saksassa ja Sveitsissä tehtyjen tutkimusten (Scherer & Dziekan 2012) mukaan kulkutavan valintaan vaikuttavat eniten matka-aika, kustannukset, saavutettavuus, vuorovälit, etäisyydet pysäkeille ja auton omistaminen. Tekijöiden ollessa tasavertaiset bussiliikenteen ja raideliikenteen välillä, ihmiset valitsevat raiteen.

Saksassa ja Sveitsissä kysyttiin ihmisten mielipidettä kulkutavan valintaan koetilanteessa, jossa raide- ja bussimatkoilla on täsmälleen samat ominaisuudet. Saksassa tutkimus suoritettiin kahdessa pienehkössä kaupungissa Annaberg-Buchholzissa (23 000 as.) ja Bischofswerda (13 000 as.). Ensimmäisessä joukkoliikennejärjestelmä perustuu bussiliikenteelle ja toisessa lähijunaan. Tuloksena oli, että asukkaista 63 % valitsi junan. Tuloksista ei löydetty korrelaatiota kotikaupungin, vastaajan sukupuolen tai tulotason mukaan. Sveitsissä koeasetelma oli saman-

kaltainen, mutta vastakkain asetettiin bussi ja raitiovaunu. Tutkimus toteutettiin viidessä kaupungissa: Genevessä, Bernissä, Baselissa, Zürichissä ja Lausannessa. Vastaajista 75 % valitsi raitiotien bussin sijaan. Pääsyt molemmissa maissa raideliikenteen eduksi olivat parempi matkustusmukavuus, houkuttelevuus sekä vaunujen tilavuus.

UITP on tehnyt tuoreen selvityksen (2017) raitioliikenteen eduista. Selvityksessä on todettu, että raitiovaunuissa matkustaminen tarjoaa ihmisille bussiliikennettä paremman kokemuksen johtuen kapasiteetista, nopeudesta, luotettavuudesta, säännöllisyydestä, mukavuudesta, helppokäyttöisyydestä sekä turvallisuudesta. Raitioliikenteen on todettu olevan kuusi kertaa turvallisempaa kuin henkilöautoliikenteen. Lisäksi raitiotiet parantavat kaupungin imagoa ja houkuttelevat tekemään rakennusinvestointeja raiteen varteen. Norjan Bergenissä on laskettu, että jokainen raitiotieinfrastruktuuriin sijoitettu kruunu tuottaa lähes 20-kertaisesti lisää investointeja raitiotien varrelle.

Samoin työpaikkojen kasvu on suurempaa raitiotien vaikutusalueella kuin muualla Bergenissä. Bergenin työpaikoista 62 % sijaitsee alle kilometrin etäisyydellä raitiotien pysäkeistä.

Strasbourgissa raitiotien rakentaminen on vaikuttanut merkittävästi kaupunkikuvaan. Kaupungin keskustassa raitiotien varrella olevista rakennuksista 41 % on kokenut muutoksen 1990-luvulla ensimmäisen raitiotielinjan käyttöönoton jälkeen. Lisäksi jalankulku on lisääntynyt keskustassa merkittävästi.

Strasbourgissa oli ennen raitiotien avaamista vuonna 1992 päivittäin noin 88 000 jalankulkijaa, kun ensimmäisen raitiotielinjan avautumisen jälkeen vuonna 1995 määrä oli moninkertaistunut 146 000 jalankulkijaan. (Crampton 2003)

Kiinteistöjen arvoon raitiotien rakentaminen on vaikuttanut merkittävästi kaikkialla. Laajan selvityksen mukaan asuinkiinteistöjen hinnat ja vuokrat ovat kasvaneet 3–20 % Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa (Newsec Valuation 2014). Norjan Bergenissä kiinteistöjen hinnat ovat nousseet raitiotien läheisyydessä 10–20 % ja Saksan Freiburgissa 15–20 %.

Bus Rapid Transit (BRT) on raideliikenteen vahva haastaja, koska sen kapasiteetti ja matkustusmukavuus lähestyvät raide-liikennettä. BRT on myös huomattavasti edullisempi toteuttaa, ja järjestelmä on joustavampi, sillä BRT:n reittiä on helpompi muuttaa. Toisaalta muuntojoustavuus voi aiheuttaa epävarmuutta investointien näkökulmasta. Raide muodostaa varman selkärangan, jonka varaan maankäytön ja koko kaupungin kehityksen voi perustaa. Suuremmissa kaupungeissa raideliikenteellä on tulevaisuudessa entistä tärkeämpi rooli. BRT tuo oman lisänsä järjestelmään ja varsinkin pienemmissä kaupungeissa se varmasti yleistyy ja tarjoaa niissä lähes raideliikenteen laatutason huokeammalla hinnalla. Runkolinjaston ja rihmaston yhteen kietomisen viisaalla tavalla on tulevaisuuden hyvän kaupunkiliikenteen avain.



RAUTATIE

Comforta

Tampereen raitiotien välityskyky mahdollistaisi rakentamisen yli 300 000 asukkaalle

Uuden tutkimuksen mukaan Tampereen raitiotien laajentaminen Lentävänniemeeseen, Koilliskeskukseen ja Pirkkalaan olisi maankäytöllisesti ylen otollinen mahdollisuus vastata yhä kiihtyvään kaupungistumiseen. Tutkimuksen mukaan neljän haaran raitiotieverkosto Tampereella voisi teoreettisesti mahdollistaa noin 110 000–300 000 uutta asukasta raitiotien varteen vuoteen 2040 mennessä. Etenkin mahdolliset Koilliskeskuksen ja Pirkkalan haarat mahdollistavat runsaan täydennysrakentamisen.



*Eero Kauppinen
Ramboll Finland Oy/
Tampereen teknillinen
yliopisto*

Raideliikenteen hyödyt aliarvioidaan

Suomen kasvukeskuksilla on vielä enemmän kasvumahdollisuuksia kuin nykyhetkellä Suomessa ajatellaan. Kaupunkisuunnittelussa ja etenkin kaupunkipolitiikassa on aliarvioitu yhä kiihtyvän muuttoliikkeen ja kaupungistumisen aiheuttama muutos. Raideliikenteen täyttää potentiaalia maankäytön kehittämisessä ei ole vielä otettu huomioon maankäytössä kaikessa laajuudessaan, varsinkaan hyötykustannuslaskelmissa tai vaikutusten arvioinneissa. Uudessa diplomityössä on teoreettisesti tutkittu, mikä on Tampereen kaupunkiseudun raitiotien välityskyvyn maksimin mahdollistama maankäyttö. Työn taustalla on Tampereen teknillisen yliopiston (TTY:n) professorin Panu Lehtovuoren johtama WHOLE-hanke. Työtä ohjasi kymmenhenkinen ohjausryhmä, johon kuului henkilöitä Tampereen kaupungilta (raitiotien kehityshanke, yleiskaavoitus, joukkoliikenne), Tampereen kaupunkiseutu, TTY, Liikennevirasto ja LVM sekä Ramboll Finland Oy.

Kaupunkien voimakas kasvu raiteille

Kasvavien kaupunkien joukkoliikenne ei voi enää perustua vain bussiliikenteeseen, vaan tarvitaan kunnianhimoisia askeleita investoinneissa, jotta kaupunkien voimakas kasvu saadaan raiteilleen. Uudistuva ja tiivistyvä kaupungistuminen luo joukkoliikenteen ja etenkin raideliikenteen kulta-ajat. Tampereen uutta modernia raitiotietä voidaan kapasiteetiltaan pitää maanpäällisenä metrona. Tampereen raitiotien aikaisemmissa selvityksissä ei ole huomioitu yhä kiihtyvää kaupungin kasvua, jonka raitiotie saattaa itsessään mahdollistaa. Kaupungistuminen lisää kysyntää asunnoille kasvukeskuksissa ja etenkin pääkaupunkiseudulla. Kun asuntojen kysyntään ei vastata riittävällä tarjonnalla, syntyy asunto-ongelmia, jotka liittyvät

asuntojen kalleuteen ja kohtuuhintaisten asuntojen vähyyteen. Kaavoituksella ja sen aikaansaamalla tonttimaavarannolla edistetään parhaiten asuntotarjontaa. Nykyhetkellä Helsingin asuntotuotanto ei pysy kysynnän kasvun vauhdissa. Tämä heikentää pahimmillaan koko Suomen talouden kasvua ja kilpailukykyä. Raitiotie tarjoaa oivallisen mahdollisuuden tehokkaan ja kestävä asuntotuotannon turvaamiseksi kasvukeskuksissa.

Eksakti kaavoitus avainroolissa

Raitiotie mahdollistaa Tampereelle ennennäkemättömiä mahdollisuuksia maankäytössä, joiden hyödyntämättä jättäminen olisi hyvin epäviisasta. Kaupunki ratkaisee viime kädessä kaavoituksellaan, kuinka raitiotien tuomat sekä maankäytölliset että kau-

punkitaloudelliset hyödyt realisoituvat. Yksi loistava avaus Tampereelta on ollut Hiedanrannan asuinalueen suunnittelun aloittaminen. Raitiotiehen pääosin tukeutuvalle asuinalueelle oletetaan mahtuvan jopa 25 000 uutta asukasta ja noin 10 000 työpaikkaa paraatipaikalle Näsijärven rannalle. Mikäli raitiotietä päätetään jatkaa kohti Koilliskeskusta, löytyisi ehkä Hiedanrannan kaltainen alue myös Teiskon tien pohjoispuolelta, Ruotulasta.

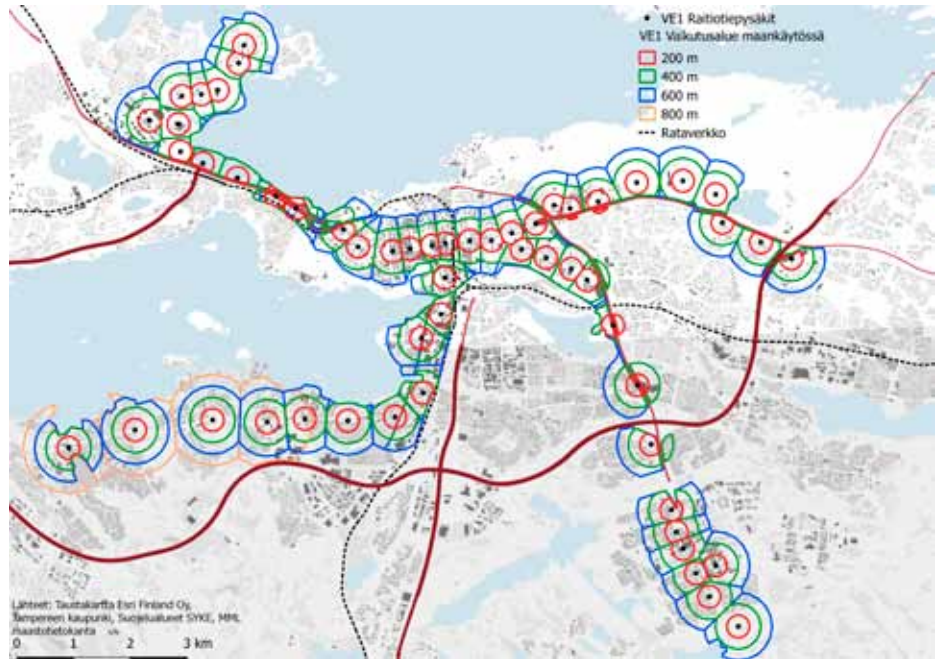
Kävely ei saa jäädä jalkoihin

Modernin raitiotien maankäytöllinen vaikutusalue näyttäisi vahvasti olevan



Kuva 1: Raitiotie ja muu raideliikenne nostaa tutkitusti tonttien ja kiinteistöjen arvoa, mikä vauhdittaa olennaisesti rakentamista, mikäli kaavoitus sen mahdollistaa. Kuva: Eero Kauppinen, Bergen 15.5.2017.

Kuva 2: Ote skenaarioanalyyysistä, jossa hyödynnettiin kattavasti paikkatiedon mahdollisuuksia. Kuva: Eero Kauppinen

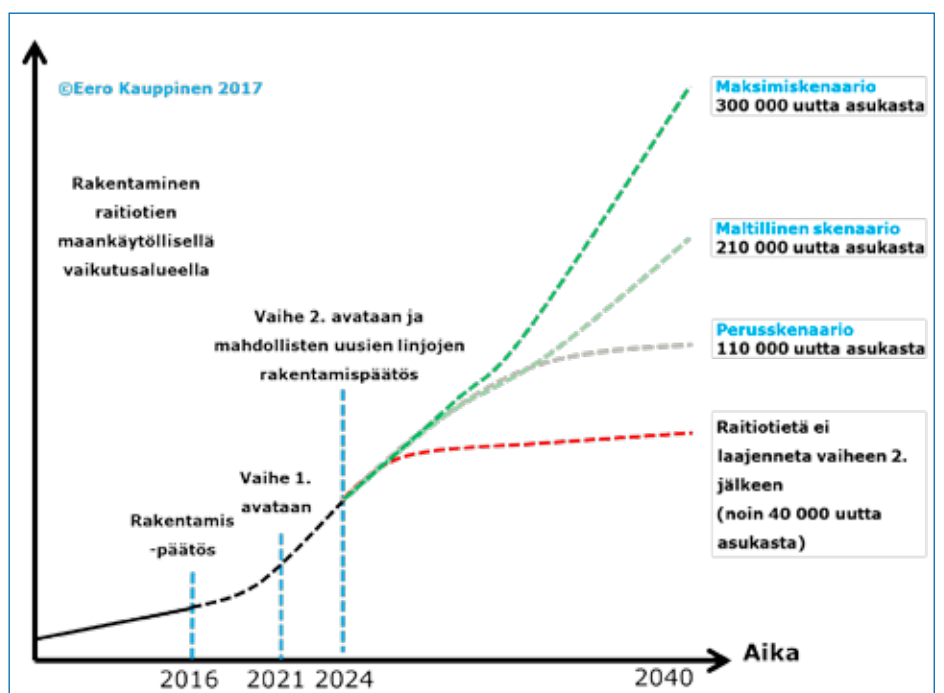


eurooppalaisissa tutkimuksissa kävelyetäisyys eli korkeintaan noin 600 metriä. Raideliikenteen maankäyttölinen vaikutusalue voidaan havaita empiirisesti joko kiinteistöjen, tonttien ja asuntojen hinnannousuna kaupunkitaloudellisesti tutkien tai kulkutapamuutoksina ja autottomien kotitalouksien osuuden nousulla liikenteellisesti tutkien. Maankäyttölinen vaikutusalueessa ei ole kyse vain yhdyskuntarakenteesta, vaan myös kaupunkitaloudellisista ja sosio-ekonomisista vaikuttimista. Maankäyttölinen vaikutusalueen määrittelevät pitkälti kävely-yhteydet raitiotiepysäkillä, koska kävely on ylivoimaisesti suosituin liityntätapa raitiotiehen. Mitä laadukkaammat, turvallisemmat, viehättävämmät ja selkeämmät kävely-yhteydet ovat raitiotiepysäkillä, sitä laajempi on mahdollisesti raitiotien maankäyttölinen vaikutusalue. Sama sääntö pätee myös muuhun kaupunkien raideliikenteeseen. Joukkoliikennepysäkkien kävely-ympäristön laadulla on keskeinen vaikutus joukkoliikenteen suosioon.

Raideliikenteessä piilee kaupunkien talouskasvu

Kaupunkien liikennehankkeiden rahoituksessa tulisi huomioida yhä selkeämmin maankäyttölinen vaikutukset kaupungistumisen ja niissä piilevien kaupunkitaloudellisten mahdollisuuksien vuoksi. Millä hankkeilla on maankäyttölinen vaikutuksia ja missä määrin? Suurelta tuntuvat raideliikenteen investoinnit koetaan yleensä kasvukeskuksissa liian kalliina, mutta raideliikenne tuo pitkäaikaisia hyötyjä, jotka aliarvioidaan edelleenkin Suomessa. Euroopassa ja Pohjoismaissa on käynnissä laajamittainen raitiotien renessanssi, jonka kärjessä Tampere on kansallisesti. Raitiotietä pidetään yleisesti liikenteellisenä hankkeena, mutta se tarjoaa myös mahdollisuuksien kirjon uudenlaiseen, taloudellisesti älykkääseen maankäyttöön kaupungissa. Kansainvälisen vertailun tuloksena kasvavia kaupunkia tulisi suunnitella maankäyttöä edellä, mutta rakentaa raiteet edellä. Miksemme tarttuisi ulottuvissamme olevaan aarreaikkaan, joka tarjoaa hyvinvointia koko kaupungille?

Kuva 3: Raitiotien laajentamisella pystytään vastamaan kaupungistumiseen. Kuva: Eero Kauppinen



Tulevaisuuden asemanseudut valtion ja kuntien yhteistyöllä

Mikä asemanseutu?

Asemanseudut ovat kehittyneet matka- ja kuljetusketjujen tärkeinä liikennejärjestelmän solmupaikkoina. Nyt ne on uudelleen tunnistettu laajasti kestävä kaupunkien verkoston ja vähähiilisten matka- ja kuljetusketjujen tärkeiksi solmupisteiksi, kaupunkikeskustan kehityksen vetureiksi ja palvelukeskittymiksi. Useissa Suomen kaupungeissa ollaan toteuttamassa tai suunnittelemassa toimenpiteitä asemanseutujen kehittämiseksi. Asemanseuduksi koetaan alue noin 500-1000 metriä asemasta.

Millaisia asemanseutuja haluamme

Asemanseuduilla on usein käyttämätöntä potentiaalia kaupunkiympäristönä, jonka kunnat haluaisivat ottaa täysmääräisesti käyttöön. Asemanseutujen kehittämiseen liittyy tavoitteita matkustamisen helppoudesta, toimivasta liikennejärjestelmästä, kaupunkien keskustakehittämisestä ja palveluista sekä kestävä liikunnan ja kuljetuksen edistämisestä.

Asemanseutuja kehittämällä voidaan tukea kestävä yhdyskuntarakenteen kehittämistä tuomalla eri kulku- ja kuljetusmuotojen kontaktipisteitä samalle alueelle. Kestävä liikunnan osalta tämä tarkoittaa kävelyn ja pyöräilyn mahdollisuuksien ja etenkin



Anna Saarlo
Liikennevirasto

liityntäpysäköinnin kehittämistä asemanseudulle, jotka toimivat luontevasti monimuotoisen joukkoliikenteen solmupaikkoina. Asemanseudut ovat keskeisiä myös tavarankuljetusten kannalta, ja palvelevat alueen tarpeita. Yhteisellä suunnittelulla myös kuljetusten tarpeet on mahdollista sovittaa toimiville asemanseuduille terminaali- ja paikoiksi esim. tulevaisuuden citylogistiikan tarpeille.

Valtakunnallinen matkaketju palvelee kaikkia käyttäjiä

Valtio osallistuu asemanseuduilla liikenteen ja maankäytön intressien yhteensovittamiseen kaikkien käyttäjien näkökulmasta. Tämä tapahtuu

kehittämällä koko liikennejärjestelmää ja edistämällä sen toimivuutta valtakunnallisesti ja sisältää myös vastuullisen työn ilmastoon ja ympäristön kannalta. Asemanseudulla Liikenneviraston tehtävä konkretisoituu raideliikenteen ja radanpidon suunnittelussa, kunnossapidossa, ylläpidossa ja rakentamisessa sekä rautatieliikenteen tarvitsemien järjestelmien sijoituspaikkojen varmistamisessa. Liikenneviraston tehtävänä on kehittää ja ylläpitää asemanseutuja yhteiskunnan tarpeiden mukaisesti asiakasta kuunnellen ja toteuttaen asemiin liittyvät investoinnit (mm. radat, laiturit, kulkuväylät laiturille ja opastuksen) laadukkaasti,



Asema on luonteva kulkumuotojen kohtaamispaikka

tehokkaasti ja kustannusviisaasti resurssien puitteissa. Tämä tehdään yhteistyössä kuntien kanssa hyödyntämällä parhaalla mahdollisella tavalla toimittajamarkkinoiden osaaminen ja innovaatiot ja kohdistetaan kaikille asiakkaille.

Yhteinen tahtotila rooleistamme huolimatta.

Mitä tekeillä juuri nyt?

Asemanseutujen potentiaalinen konkretisoimiseksi sekä vähähiilisen matka- ja kuljetusketjujen edistämiseksi on käynnistetty kuntien kanssa yhdessä uusia kokeiluja, joissa hankkeen ympärille rakennetaan laaja verkosto keskeisistä toimijoista. Yhteistyöllä voidaan keskittää resursseja, kasvattaa volyymiä ja saada parempia tuloksia asemanseutujen kehittämisessä. Verkosto tarjoaa myös alustan tiedon jakamiseen, kokemusten vaihtoon ja vuoropuheluun kunnan ja muiden tahojen kesken, joilla on intressejä kehittää asemanseutuja. Kokeilut mahdollistavat uusien palvelujen testaamisen ja niiden levittämisen asemaverkostolle. Kaupunkilaisten ja kaikkien asemien käyttäjien tarpeet ovat keskiössä. Vähähiilinen ja älykäs kaupunki on kilpailuetu ja se tarjoaa markkinahyötyä ja referenssikohteita myös kansainvälisesti.

Keväällä 2018 yhteistyöllä järjestettävillä asemaviikoilla nostetaan edellä mainittuja asioita esille. Asemaviikoilla on tarkoitus kokeilla pop-up henkisesti hankkeen tavoitteisiin hyvin sopivia palveluja noin 15:ta asemalla viikon verran. Teemat asemilla liit-

tyvät jakamis- ja kiertotalouteen, liikkumispalveluihin, digitaalisiin palveluihin ja vähähiilisiin matka- ja kuljetusketjuihin. Kokeilut voivat esim. liittyä älykkääseen pyöräpysäköintiin, sähköpyöriin, yhteiskäyttöautoihin, citylogistiikkaan, noutoihin, ja leasing-palveluihin sekä asuinympäristön kehittämiseen. Taustalla on nelivuotinen 2017 käynnistynyt yhteishanke ”Asemanseudut kokeilualustoina –kaupunkikehittäminen ja markkinakokeilut”. Mukana ovat Ympäristöministeriö, Liikennevirasto, Smart and Clean-säätiö, MAL-verkosto, Tekes, HSY ja PKS-kunnat.



Toimiva asemanseutu houkuttelee vähähiiliseen liikkumiseen

Kestävän liikkumisen edistäminen – ilmastonäkökulma

EU:n komissio antoi heinäkuussa 2016 ehdotuksensa EU-maiden taakanjakosektoreiden päästövähennystavoitteiksi vuoteen 2030. Suomen velvoitteeksi on ehdotettu 39 %:n vähennystä hiilidioksidipäästöihin vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tästä merkittävin päästövähennysvelvoite on osoitettu liikennesektorille: Valtionneuvoston selonteko kansallisesta energia ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030 asettaa tavoitteeksi vähentää liikenteen päästöjä 50 % vuoden 2005 tasosta. Päästövähennystoimet kohdistuvat erityisesti tieliikenteeseen, jossa noin 90 % liikenteen päästöistä syntyy. Pitkällä aikavälillä koko liikennejärjestelmästä on tehtävä vähäpäästöinen.

Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan virastoilla on kullakin oma roolinsa päästövähennysten toteuttamisessa. Keskeinen kysymys kuuluu, kuinka taakanjakosektorilla liikenteelle asetettu 50 %:n päästövähennys toteutetaan eri toimijoiden (valtio, kunnat, kotitaloudet) yhteistyönä. Tavoite on erittäin haastava ja sen saavuttamiseksi tullaan todennäköisesti tarvitsemaan kaikki käytettävissä olevat keinot. On myös varmistettava, että valitut toimet tukevat toisiaan. Tämä edellyttää huolellista toimenpiteiden vaikutusten seuranta ja arviointia. Kustannustehokkaimmat ja vaikuttavimmat keinot tulee priorisoida. Käynnissä olevan talouden kasvun vaikutus liikennesuorituksen kasvuun tulee huomioida. Päästöjen hillinnän ohella myös ilmastonmuutokseen sopeutuminen on pidettävä työssä mukana.

Fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla

Energia- ja ilmastostrategian mukaan liikennesektorin energiatehokkuustoimet, biopolttoaineiden korotettu jakeluvelvoite, sähköautojen lisääminen 250 000:een ja kaasuautojen 50 000:een vuoteen 2030 mennessä nostavat uusiutuvan energian käytön osuuden liikenteessä yli 50 %:n. Liikenteen biopolttoaineiden energiasisällön fyysinen osuus kaikesta tieliikenteeseen myydyistä polttoaineista nostetaan 30 %:iin vuoteen 2030 mennessä.

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmassa esitetään varattavaksi vuoden 2018 talousarvioon mm. 3 M€:n määräraha sähköisen liikenteen ja biokaasun liikennekäytön infrastruktuurin edistämiseen ja 1,5 M€ asuinrakennusten sähköisen liikenteen infrastruktuurin edistämiseen. Pohjoismaista yhteistyötä liikenteen päästöjen vähentämiseksi tiivistetään mm. kehittämällä yhteinen tavoitemittaristo liikenteen erilaisiin päästövähennyskokeiluihin. Yhteispohjoismaisen tavoitemittariston liikenteen erilaisista päästövähennyskeinoista on tarkoitus tukea fossiilisten polttoaineiden korvaamista.



Arto Hovi
Liikennevirasto

Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen ja uudet palvelut

Liikennejärjestelmän energiatehokkuuden parantamisella on arvioitu olevan noin 1 Mt:n CO₂ päästövähennyspotentialiaali. Liikennejärjestelmän energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi liikenteen uusia palveluita kehittämällä, kulku- ja kuljetustapoihin vaikuttamalla sekä älyliikenteen keinoja hyödyntämällä. LVM on asettanut Parlamentaarisen liikenneverkon rahoitusta arvioivan työryhmän, jonka tavoitteena on määrittää liikenneverkon ylläpitoon ja kehittämiseen tarvittavat keinot. Parlamentaarinen työryhmä on antanut

väliraportin 30.8.2017, joka koskee liikenteen päästöjen vähentämistä. Työryhmä on todennut, että päästöjen vähentämiseksi tarvitaan laajaa keinovalikoimaa, joka sisältää erilaisia instrumentteja ja jonka vaikutukset kohdistuvat mahdollisimman tasaisesti (elinkeinoelämään, alueille ja eri käyttäjäryhmiin). Työryhmä on esittänyt mm., että liikenteen päästöjä vähennetään:

- 1) Tukemalla vähäpäästöisempää liikennettä (tukijärjestelmää tarkennetaan vuoden 2017 loppuun mennessä, mutta tuki kohdistuisi mm. lataus- ja jakeluinfra rakentamiseen sekä suurten kaupunkiseutujen joukkoliikenteen järjestelmien kehittämiseen)
- 2) Tekemällä vero- ja sääntelymuutoksia (mm. polttoaineveroon ja työmatkakulujen verovähennysoikeuteen)
- 3) Parantamalla joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä ja edistämällä liikenteen palveluistumista suurilla kaupunkiseuduilla.

Liikennevirasto päästöjen vähentäjänä

Liikennevirasto voi omalla toiminnallaan edistää liikenteen päästöjen vähentämistä. Virastolla on käynnissä mm. sisäisten toimintamallien kehittäminen, tavoitteena aiempaa parempi ilmastotoasioiden huomiointi päivittäisessä työssä. Suoraan liikenteeseen kohdistuvat toimet ovat tehokkaimmat, sillä merkittävin osa päästöistä syntyy liikenteestä. Väylänpidossa (suunnittelun, rakentamisen ja kunnossapidon prosessit) voidaan vaikuttaa vain rajallisesti koko liikennesektorin päästöihin. Liikennejärjestelmätason vaikuttavuus liikenteen päästöihin on arvioitu merkittäväksi, mikä korostaa viraston liikennejärjestelmätason suoran ja välillistä merkitystä. Käytettävissä olevia liikennejärjestelmätason ja väylänpidon keinoja ovat mm.:

- 1) Liikennevirasto tukee kuntien ilmastotyötä mm. liikkumisen ohjauksen valtakunnallisen koordinoinnin sekä kävelyn ja pyöräilyn edistämistyön kautta.
- 2) Rautatie- ja vesiliikenteen kuljetuksia edistetään osana kestävän logistiikan kokonaisuuden kehittämistä.

The Roslagsbanan extension to the city-center of Stockholm

The Roslagsbanan light rail line is a narrow-gauge line in the outskirts of Stockholm, Sweden which connects the growing and dynamic outskirts of the Stockholm capital region to the city.

Traditionally, the end point of the line at the eastern station in Stockholm (Stockholms Östra) has been at the border of the city, not reaching directly in to the city center of Stockholm and therefore requiring a change to the metro system in order to reach the city center.

The traffic situation for the municipalities in the north-eastern part of Stockholm has been a discussion for many years, considering improvements on many different means of transportation, and Ramboll has been given the task for a deep preliminary study for the alternatives, the location and the traffic that would result of the different extensions.

This project was developed within the Sverigeförhandlingens national negotiation discussions for the building of dwellings, which aims to increase the number of houses built in the Stockholm area in order to secure the growth of the whole region. As part of those negotiations, the municipalities would get a much faster access into the city center; In return, those municipalities would enable the building of a very significant amount of new dwellings.

The extension of the narrow gauge Railway network into the city-center proved to be the best option from a time gain and



*Christoph Krause
Ramboll Finland Oy*

economical point of view, as this extension would reduce significantly the travel times for the overwhelming majority of commuters in the northern part of Stockholm eliminating the extra change to the metro system.

The study showed that the travelling time to the city center of Stockholm would reduce drastically with up to 10 minutes, considering that an average journey time takes about 35 to 45 minutes. Additionally, further train runs would be implemented, bringing the total amount of trains to 24 trains per hour.

One of the important aspects of that pre-study was also to show that the system of the Roslagsbanan could cope with such an amount of trains.

Designs of the station in the city center have been tested in a Railway simulation tool, and the traffic on the whole system was analyzed in a very detailed way for the whole day and with much focus on the train turnarounds in the stations.

This study resulted in a project with one of the highest cost-benefit factors compared to other Sverigeförhandlingens objects in the Stockholm area, and the municipalities along the Roslagsbanan agreed to enable the building of nearly 30 000 dwellings in locations close to the railway lines until 2035, an increase by 50% compared to today.

3) Julkisten hankintojen kehittäminen vähähiilisempään suuntaan:

- väylänpidon hankintoja ja ohjeistusta kehitetään siten, että CO₂-päästöt huomioidaan mm. väylänpidon teknisissä ohjeissa tai toimittajan soveltuvuusehdoissa
- käynnissä on mm. yhteispohjoismainen työ hankintojen päästövähennystyökalujen kehittämiseksi

4) Biopolttoainetavoitteen edistäminen:

- parannetaan biopolttoaineiden raaka-ainelogistiikassa tarvittavan infran riittävyyttä siten, ettei kasvihuonekaasuja aiheuttava liikenne merkittävästi kasva: esimerkkinä tästä on mm. raideyhteyksien varten sijoittuvien raakapuuterminaalien verkoston kehittäminen

5) Kiertotalouden edistäminen:

- Liikennevirasto osallistuu väylänpidon korvaavien materiaalien käyttöä koskevan lainsäädännön sekä lupa- ja ilmoitusmenettelyn kehittämiseen.
- väylänpidon hankintojen kehitetään antamalla palveluntuottajille mahdollisuuksia tarjota mm. uusiomateriaalien ja teollisuuden sivutuotteiden käyttöä edistäviä ratkaisuja; käynnissä on laaja pilotointityö erityisesti tieverkolla.

6) Otetaan rautateillä käyttöön sääohjattuja vaihteenlämmitysjärjestelmiä

Rautatieliikenteen käyttövoimat

Johdanto

Ratahankkeiden hankearvioinneissa on noussut esille, että rataosien sähköistyksen sijaan voi olla yhteiskuntataloudellisesti perustellumpaa hoidtaa kuljetukset nykyistä tehokkaampia dieselvetureita käyttäen. Sähkövoiman käyttö tuo säästöjä liikennöitsijöille alemmina kuljetuskustannuksina ja ratamaksuina, mutta aiheuttaa monesti aikaansaatuja säästöjä suuremmat investointikustannukset väylänpitäjälle. Toisaalta sähköistyshankkeet on nähty keinona vähentää liikenteen hiilidioksidipäästöjä. Kysymys rautatieliikenteen käyttövoimasta kytkeytyy siten vahvasti ilmastopoliittisiin tavoitteisiin, joihin Suomi on sitoutunut. Samanlaisesti on noussut esille uusia ympäristöystävällisiä käyttövoimia kuten nesteytetty maakaasu (LNG) ja biokaasu (LBG).

Liikenneviraston selvityksen tavoite

Ramboll Finland Oy:ltä tilatun selvitystyön tavoitteena on auttaa muodostamaan kokonaisnäkemys sähköistyshankkeiden yhteiskuntataloudellisesta kannattavuudesta ja ilmastovaikutuksista, kun otetaan huomioon eri käyttövoimia hyödyntävien vetureiden liikennöintikustannukset. Työssä pyritään tarkentamaan Liikenneviraston ratahankkeiden hankearviointiohjeen dieselkäyttöisten veturien yksikkökustannuksia erityisesti energiakustannusten osalta.

Selvitys valmistuu v. 2017 loppuun mennessä. Selvityksen tulokset esitellään RATA 2018 -tapahtumassa.

Selvityksen sisältö

Sähkövetureiden vaihtoehtona arvioidaan ensisijaisesti nykyaikaisia dieselvetureita. Suomen rautatiemarkkinoille on tullut, ja on tulossa, tehokkaampia nykyaikaisia dieselvetureita. Oletettavasti näiden energiankulutus on merkittävästi pienempi kuin vanhoilla vetureilla. Lisäksi inventoidaan ja arvioidaan hybridivetureiden ja uusia polttoaineita (LNG ja LBG) hyödyntävän veturitekniikan kehitystä.



*Taneli Antikainen
Liikennevirasto*

Liikenneviraston hankearviointiohjeen dieselvetureita koskevien kustannusmallien energia-kustannukset perustuvat Suomessa käytettävän keskiraskaan Dv12-dieselveturin (teho 1000 kW) energiankulutusta koskeviin simulointeihin. Dv12-veturien moottoritekniologia on yli 50 vuotta vanhaa. Kansainvälisen kirjallisuuskatsauksen ohella uusien dieselvetureiden energiankulutusta selvitetään työssä yksityiskohtaisesti Fenniarail Oy:n raskaan (1550 kW) dieselveturin (Dr18) kulutustietojen pohjalta. Ratainvestointien arvioinneissa käytettäviä tavarajunien liikennöintikustannusmalleja täydennetään ja päivitetään.

Uusien dieselveturien todellisen energiakulutuksen tunteminen mahdollistaa myös nykyistä tarkemmin liikenteen päästöjen arvioinnin. Työssä arvioidaan uusien veturien aiheuttamia päästöjä Suomessa käytettävään vanhaan kalustoon ja Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmässä (LIPASTO) esitettyihin päästökertoimiin nähden.

Selvitys sisältää seuraavat tehtävät:

- rataverkon sähköistyksen nykytilanne ja esillä olleiden sähköistyshankkeiden hyötyjen analysointi energiakustannusten näkökulmasta
- rautatieliikenteen uusien käyttövoimien inventointi
- Fenniarail Oy:n Dr18-veturin energiakulutustietojen analysointi ja kulutuksen mallintaminen hankearviointeja varten
- dieselveturien yksikkökustannusten ja päästöjen ohjearvojen täydentäminen hankearviointeja varten
- arvioinnit uuden dieselveturikaluston hankinnan vaikutuksista rataverkon jatkosähköistyksen hyötyihin ja kannattavuuteen
- muiden rataverkon jatkosähköistystarpeeseen liittyvien tekijöiden ja tavoitteiden arviointi.

Meluntorjunta ratahankkeessa

Meluntorjunnan säädöspäätösten ratahankkeissa

Ratahankkeiden meluvaikutusten arviointi ja melun torjuntatoimenpiteet perustuvat ratalakiin, jonka mukaan rautatien rakentamisessa on erityisesti otettava huomioon esimerkiksi alueen nykyinen ja suunniteltu maankäyttö sekä ympäristönäkökohdat. Ratalain mukaiseen suunnitelmaan on liitettävä arvio rautatien vaikutuksista sekä esitettävä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen radan rakentamisen tai junaliikenteen haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi.

Jos suunnitteluvaiheen aikaisten vaikutuslaskelmien perusteella ryhdytään rakenteellisiin toimenpiteisiin junaliikenteen haittojen ehkäisemiseksi, on toimenpiteet kuten melu- ja värinäsuojausten rakentaminen, esitettävä ratasuunnitelmassa sekä sijainnin että teknisen toteutuksen osalta. Näin ollen vaikutusarviointien perusteella valittavat meluntorjuntakeinot vaikuttavat olennaisesti hankkeiden aluetarpeisiin ja kustannuksiin.

Melutasoista säädetään puolestaan valtioneuvoston melutason ohjeistoilla antamalla päätöksellä (993/1992), jota sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Ohjeistot eivät ole oikeudellisesti sitovia, mutta ne huomioidaan väyläsuunnittelussa yleisenä lähtökohtana.

Käytännön näkökulma

Meluntorjunnan ja torjuntakustannusten näkökulmasta haasteena ovat erityisesti hankkeet, jotka toteutetaan jo rakennetussa ympäristössä, jossa olemassa olevakin väylän nykyinen melutaso ylittää melutason ohjeistot. Näin ollen ratalain mukainen hanke ei välttämättä lisää meluvaikutusta nykytasoon nähden lainkaan, mutta vaikutukset on kuitenkin ratalain nojalla arvioitava ja niiden perusteella on valittava oikeasuhteiset torjuntakeinot ympäristövaikutusten rajoittamiseksi.

Vaikutusarvioinnin pohjana käytetään mahdollisen väylän nykyisen melutason, eli arvioidaan sitä, mitä hankkeen johdosta tapahtuu suunnitelma-alueen melutasolle nykytilaan verrattuna. Tarkastelussa kiinnitetään huomioita melulle altistuvien määrään nykytilassa sekä hankkeen toteutuksen jälkeisessä ennustetilanteessa ilman meluntorjuntaa sekä suunnitelman mukaisella meluntorjunnalla.



*Maija Salonen
Liikennevirasto*



*Jaakko Knuutila,
Liikennevirasto*

Miten meluntorjuntatoimenpiteiden tasoa tulisi arvioida?

Meluntorjuntatoimenpiteet ja niillä saavutettava suojauksen taso ovat osa ratasuunnitelmaa. Väyläpitäjän velvollisuus korvauskynnyksen ylittävän meluhaitan rahalla korvaamiseen ei poista velvollisuutta vähentää meluhaittaa sellaiselle tasolle, ettei kenellekään aiheudu enempää haittaa kuin tarve vaatii ja että radan ja liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Oikeuskäytännössä on katsottu, että jos meluntorjuntatoimenpiteiden kustannukset paikallisista olosuhteista johtuen olisivat kohtuuttoman suuria suhteessa niillä saavutettavaan hyötyyn, ei meluntorjuntatoimenpiteitä voida edellyttää suunniteltavan ja toteutettavan siten, että valtioneuvoston päätöksen mukaiset melutason ohjeistot koko suunnittelualueella saavutetaan.

Mikäli melutason ohjeistot ylittyvät, on kunkin suunnitelmaan sisältyvän melualueen tai kiinteistön osalta erikseen arvioitava, voidaanko suunnitelmassa esitettyjä meluntorjuntatoimenpiteitä pitää riittävinä. Tässä arvioinnissa voidaan ottaa huomioon myös ne kustannukset, jotka aiheutuisivat valtioneuvoston päätöksen mukaisten melutason ohjeistojen saavuttamisesta melualueella tai

kiinteistöillä (hyöty – kustannusvertailu).

Johtopäätökset

Väyläpitäjän tulee ratalain mukaisten hankkeiden yhteydessä pyrkiä vähentämään meluhaittaa sellaiselle tasolle, ettei kenellekään aiheudu enempää haittaa kuin tarve vaatii ja että radan ja liikenteen ympäristölle aiheuttamat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Käytännössä kuitenkin melutason ohjeistoihin sitoutuminen ilman paikallisten olosuhteiden huomioimista voi vaikuttaa merkittävästi hankkeen kustannuksiin ja siten myös toteutusedellytyksiin.

Ratahankkeiden yhteydessä meluntorjuntatoimenpiteisiin olennaisesti vaikuttavien melutason ohjeistojen soveltaminen onkin tehtävä tapauskohtaisesti ja myös ratalain mukainen kustannusvaikutus sekä yhteiskuntataloudellinen tehokkuus huomioiden.

Junan nopeuden vaikutus tärinään maaperässä

Yksi rautatieliikenteen suurimmista ympäristövaiikutuksista on maaperään siirtyvä värinä. Lähialueen asukkaat voivat kokea värinän häiritseväksi etenkin öisin. Tieliikenteeseen verrattuna rautatieliikennetärinä aiheuttaa ongelmia huomattavasti laajemmalle alueelle, sillä värinä voi kulkeutua maaperässä jopa kilometrin päähän radasta.

Suomen rataverkolla on 18 vain värinästä johtuvaa nopeusrajoitusta. Nopeusrajoituksen asettaminen on tällä hetkellä ainut laajasti käytössä oleva keino puuttua maaperän värinäongelmaan. Nopeusrajoitukset aiheuttavat kuitenkin aina merkittävää haittaa liikennöinnille, ja uusia ratkaisuja ongelmaan kaivataan.

Nopeusrajoitus on todettu useimmissa kohteissa toimivaksi ratkaisuksi värinähaitan pienentämisessä. Usein junan nopeus on laskettu ensin 60 kilometriin tunnissa, ja jos tämä ei ole toiminnut, nopeus lasketaan edelleen 40 kilometriin tunnissa. Kuitenkin joissakin kohteissa junan nopeuden rajoittamisen on havaittu myös kasvattavan ongelmaa, kun nopeus on laskettu 30 kilometriin tunnissa. Näistä lähtökohdista asiaa lähdettiin tutkimaan diplomityön muodossa. Diplomityön tarkoituksena oli selvittää kattavalla aineistolla, miten nopeuden alentaminen vaikuttaa värinätasoon maaperässä. Oletuksena oli, että junan nopeuden laskiessa myös maaperän värinä vähenee.

Työn tulokset yllättävät

Työtä varten mitattiin värinää maaperässä 90–600 metrin etäisyydellä radasta. Mitattavaksi kohteeksi valittiin alue, jolla asukkaat olivat valittaneet värinähaitasta. Alueella on paksuja pehmeikköjä, jotka altistavat värinäongelmille. Työssä keskityttiin raskaisiin tavarajuniin, jotka aiheuttavat alueella suurinta



Pauliina Sutela
Geobotnia Oy

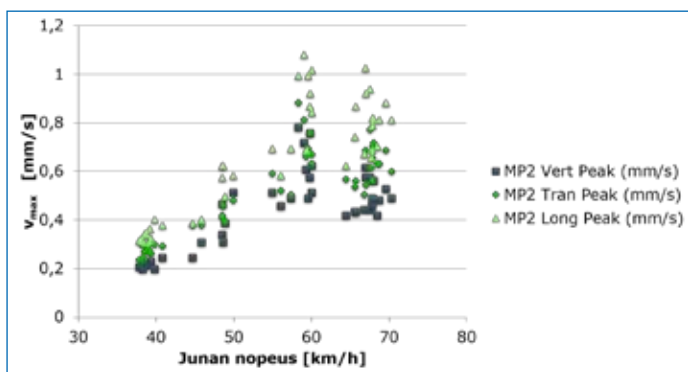
tärinää. Tarkasteluun valittiin mahdollisimman samanpainoisia junia muuttuvien tekijöiden minimoimiseksi. Junat ajoivat kohteen ohi eri nopeuksilla, jotka vaihtelivat välillä 40–70 km/h.

Suurimpia värinäarvoja ei mitattu suurimmilla junanopeuksilla, kuten ennakkoon oli oletettu (kuvat 1 ja 2). Värinätaso kasvoi oletetusti, kun junan nopeus kasvoi 40–58 kilometriin tunnissa. Nopeuksilla 58–60 km/h värinän suuruus kasvoi huomattavasti. Kun junan nopeutta taas kasvatettiin suuremmaksi, värinätaso yllättäen pieneni. Tuloksia tarkastelemalla voidaankin todeta, että värinän suuruus kasvaa suhteellisen tasaisesti pienillä nopeuksilla, mutta kapealla nopeusalueella 58–60 km/h muodostuu hetkellinen värinähuippu.

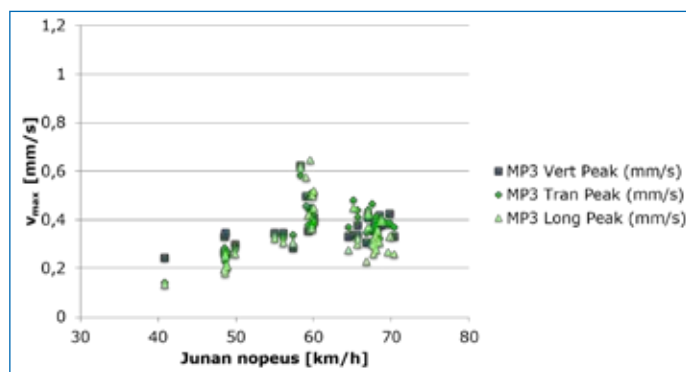
Resonanssi ilmiön selittäjänä?

Ilmiön mahdollinen selitys löytyy maaperästä. Maaperällä on ominaistaajuuteensa, ja jos värinälähteen taajuus osuu lähelle maaperän ominaistaajuutta, voi syntyä resonanssi. Resonanssin vaikutuksesta värinä voi voimistua huomattavasti. Nopeuksilla 58–60 km/h värinän taajuus oli 5,5–5,8 Hz. Taajuus on tyypillinen ominaistaajuus pehmeillä maalajeilla. Maaperän ominaistaajuus vaihtelee kuitenkin maalajin mukaan, eikä tutkimuksen perusteella voida tehdä yleistystä siitä, mikä nopeus aiheuttaa suurinta värinää. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että värinä voi voimistua yllättäen kapealla nopeusalueella huomattavasti.

Diplomityö osoitti, että pienelläkin muutoksella junan nopeudessa voi olla merkitystä. Tämä tulisi tiedostaa nopeusrajoitusta asettaessa. Joissakin tapauksissa jopa junan nopeuden pieni kasvattaminen voisi pienentää värinää maaperässä.



Kuva 1. Junan nopeuden vaikutus rautatieliikenteen aiheuttamaan värinään maaperässä 280 m etäisyydellä radasta.



Kuva 2. Junan nopeuden vaikutus rautatieliikenteen aiheuttamaan värinään maaperässä 400 m etäisyydellä radasta.

Luumäki–Imatra hankkeen isot ratasillat – Saimaankanava ja Mansikkakoski

Lähtökohdat

Luumäki–Imatra hankkeessa tehdään kaksoisraidetta tai varausta kaksoisraiteelle Luumäen ja Imatran tavara-aseman välille. Hankkeessa korvataan monta siltaa uudella, leveämmällä sillalla sekä rakennetaan uusia siltoja vanhojen viereen toista raidetta varten. Hankkeen alueella on kaksi suurta siltaa, Saimaan kanavan ja Mansikkakosken ratasillat. Kummallakin siltapaikalla on päädytty korvaamaan nykyinen silta kokonaan uudella sillalla kaksoisraiteelle.

Nykyinen mansikkakosken ratasilta Imatralla on vuonna 1933 rakennettu teräksinen ristikkosilta, jossa rata kulkee ylhäällä ristikon päällä. Sillan alatasolla kulkee ajoneuvoliikenteen katu ja sillan sivuilla kevyen liikenteen väylät. Silta on käyttökänsä päässä ja kaipaa uusimista.

Nykyinen Saimaan kanavan ratasilta on teräksinen levypalkkisilta. Silta on valmistunut vuonna 1967. Silta kestäisi vielä, mutta sillan muodonmuutokset junakuorman alla ovat suuria, joka aiheuttaa esimerkiksi kiskon kiinnitysten rikkoutumista.

Saimaan kanavan ratasilta

Saimaan kanavan uusi ratasilta tulee olemaan teräksinen kotelo-palkkisilta betonikannella. Sillan mitoituksessa yhdeksi suurimmista haasteista muodostui matala rakennekorkeus suhteessa jännemittaan. Tähän johti halu saada sillan välitukien pilarit siirrettyä pois vedestä kanavan rannoille, jotta välttyttäisi mahdollisilta suurilta törmäyskuormilta. Saimaan kanavan vesiväylän alikulkukorkeusvaatimus pysyy kuitenkin entisellään eikä radan korkeusviivaa ollut mahdollista järkevästi nostaa siltapaikalla.

Pitkästä jännemitasta aiheutuvia ongelmia helpottamaan sekä ulkonäköön erityispiirrettä tuomaan oli ratasuunnitelmavaiheessa päätetty muotoilla keskiaukon välitukien pilarit Y:n muo-



*Tuomas Kaira
Liikennevirasto*

toon. Ratasuunnitelmavaiheen tuotos jätti paljon asioita ratkottavaksi ja toi esille jopa kysymyksen siltaratkaisun toteuttamiskelpoisuudesta.

Mansikkakosken ratasilta

Mansikkakosken ratasillan suunnittelu on tätä kirjoittaessa vielä hyvin vaiheessa. Silta tulee olemaan teräksinen kotelo- tai levypalkkisilta betonikannella. Sillan suunnittelun ja rakentamisen kannalta haastavaa on Vuoksen suuri virtaama, joka tekee telineiden rakentamisesta jokeen hyvin vaikeaa. Jokea halutaan myös padottaa mahdollisimman vähän, mikä johtaa mahdollisimman kevyisiin välitukiin. Ratageometriassa oleva jyrkkä kaarre siltapaikan kohdalla johtaa siihen, ettei sillassa ole mahdollista käyttää kiskoliikuntalaitetta. Jarrukuormien vastaanottamisessa onkin harvittu käytettäväksi iskunvaimentimia silla päässä. Itse vesistösillassa ei ole ongelmaa rakennekorkeuden kanssa, koska joessa ei ole laivaväylää, mutta maasilloilla alikulkukorkeus jää pakostakin matalaksi.



Standardista apua omaisuuden hallintaan – ISO55001

Standardeja pidetään usein teknisinä dokumentteina, joissa määritellään yksityiskohtaisesti vaikkapa jonkin teknisen laitteen rakentamisvaatimukset. Kaikki standardit eivät ole kuitenkaan näin teknisiä – johtamisen standardeissa (management standards) on useita standardeja, joiden tavoitteen on organisaatioiden toimintatapojen kehittäminen. Yksi hyvä esimerkki on ISO 55000 –sarja, omaisuuden hallinta (asset management).

Mitä standardi sisältää?

Tässä kansainvälisessä standardissa määritellään vaatimukset, jotka koskevat omaisuudenhallintajärjestelmää organisaation toimintaympäristössä. Sitä voidaan soveltaa kaiken tyyppiseen omaisuuteen ja kaikenlaisiin organisaatioihin. Standardi on tarkoitettu erityisesti fyysisen omaisuuden hallintaan, mutta sitä voidaan soveltaa myös muun tyyppiseen omaisuuteen. Standardi on laajennus alun perin Britannian Standardisoimisinstituutin vastaavasta PAS55-standardista.

Omaisuuden hallinnan standardi on kolmeosainen: ISO55000:ssa kuvaillaan standardi yleisesti ja määritellään käsitteet ja termit. ISO55001 esittää standardin vaatimukset ja ISO55002 ohjeistaa standardin soveltamista. Suomessa standardista vastaa Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, myös Liikennevirasto osallistuu aktiivisesti standardin kehitystyöhön. Muutamat suomalaiset organisaatiot ovat jo soveltamassa standardia, mm. Fingrid ja Elenia.

Soveltaminen rautatieinfraan

Liikennevirasto on päättänyt ottaa ISO55001-standardin käyttöön soveltuvin osin kaikille väylämuodoille. Päällimmäisenä tavoitteena ei ole noudattaa standardia orjallisesti eikä hakea omaisuuden hallinnalle sertifikaattia. Standardia käytetään väyläomaisuuden hallinnan kehikkona ja sillä varmistetaan yhtenäiset käytännöt yli väylämuotojen.



Vesa Männistö
Liikennevirasto

Jotta standardia voidaan soveltaa rautatieinfraan, tarvitaan alalle sopivat standardin soveltamisohjeet. Kansainvälisen rautatieliiton UIC omaisuudenhallintaryhmä on kehittänyt tällaiset ohjeet (UIC Railway Application Guide, Practical implementation of Asset Management through ISO55001), joita hyödyntämällä on helpompaa soveltaa omaisuuden hallinnan standardi rautatieomaisuuden hallintaan. Ohje on koottu kaksitasoisena: siinä käydään läpi ja ryhmitellään standardin vaatimukset sopiviin kokonaisuuksiin ja esitetään keinoja, millä tavoin organisaatio voi osoittaa, että toimii standardin mukaisesti. Itse dokumentin lisäksi UIC:n omaisuudenhallintaryhmä on kokonaisuudessaan esittänyt parhaista käytännöistä eurooppalaisissa rautatieorganisaatioissa.

Mitä hyötyä standardista on?

Standardiin ja sen pohjalta tehtyihin sovellusohjeisiin on koottu parhaita kansainvälisiä käytäntöjä, mutta itse standardista tai siihen saatavasta sertifioinnista ei sinällään ole kovin paljon hyötyä. Hyödyt saadaan sitten, kun organisaation toimintaa on kehitetty standardin mukaiseksi. Liikennevirastossa standardin soveltaminen aloitettiin vuonna 2016 tekemällä omaisuuden hallinnalle kypsyystesti, joka toi esiin tärkeimmät kehityskohteet. Rautatieinfraan hallinnassa näitä ovat mm. ratatiedon hallinta, omaisuudenhallinnan dokumentointi, elinkaarianalyysit ja kustannustiedon hallinta.

Miten jatkossa?

Omaisuudenhallinnan tuntemuksesta on hyötyä kaikille alalla toimiville tahoille. Suurin hyöty on luonnollisesti omaisuuden haltijoille, mutta kun sidosryhmätkin tuntevat standardin sisällön, niin omaisuuden hallinnan tehostaminen on kokonaisvaltaisempaa. Tilaaajavirastojen, kuten Liikennevirasto, kannattaa vaatia toimittajiltaan standardin mukaista toimintaa, millä parannetaan väylänpidon laatua.

Raidegeometrian määrittely olemassa olevalla radalla

Miksi suunnittelijalta saatu raidegeometria ei toimi työmaalla? Miksi kunnossapidettäväksi saatu raide on kaukana ratarekisterin geometrian määrittelemästä paikasta? Joissakin tapauksissa syynä voivat olla hankaluudet, joita kohdataan yritettäessä määrittellä geometriaa olemassa olevalle, epämääräiseen muotoon päässeelle raiteelle.

Raidegeometrian määrittelyn tarpeet

Raiteen geometria tarkoittaa raiteen keskilinjaa matemaattista kuvaamista siinä koordinaatistossa, jonka radan lähetyksillä olevat kiintopisteet määrittävät – kiintopisteiden laadun sallimalla tarkkuudella. Siksi laadukkaat, valvotut ja kunnossapidetyt kiintopisteistöt ovat raiteen aseman ylläpidon perusta.

Olemassa olevalle raiteelle on määriteltävä geometria suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa varten, jos geometriatietoa ei ennestään ole, jos raiteen asema halutaan esittää eri koordinaatistossa kuin aiemmin tai jos kiintopisteistö uusitaan. Geometrian uudelleenmäärittelyyn saatetaan päätyä myös, jos radan kartoituksessa havaitaan raiteen todellisen aseman poikkeavan merkittävästi suunnitellusta.

Määrittelyn tuloksena pitäisi aina syntyä geometria joka RATO 2:n vähimmäisvaatimusten lisäksi on säännöllistä ja selkeää. Ohjeissa ei kerrota, kuinka kaukana kartoitetut keskilinjapisteet saavat olla määriteltävästä keskilinjasta, mutta jotta-kin suuntaa voi saada esimerkiksi RATO 13:sta: Luvussa 13.8 määritellään sallitut raiteen aseman poikkeamat liikenteen käytössä olevalle raiteelle. Sen perusteella useidenkaan senttimetrien poikkeamat todellisen ja määritellyn keskilinjaa välillä eivät aiheuta laatuongelmia radan kunnossapitäjille.

Geometrian määrittely ratalinjalla

Kun radalle määritellään uusi geometria, olisi yhtenä lähtötietona käytettävä olemassa olevaa geometriatietoa. Jos sähköistä geometriatietoa ei ole, löytyy silti radasta usein jokin vanha piirustus, josta radan geometrian alkuperäinen idea selviää. Vaaka-geometrian suoriksi tarkoitettujen osuuden olisi edelleen syytä pitää suorina. Myös entisiä kaarresäteitä, siirtymäkaarien pituuksia ja



Pasi Hölttä
VR Track Oy

raiteen kallistuksia olisi hyvä noudattaa. Useam-
piraitaisella radalla rinnakkaiset raiteet olisi mää-
riteltävä suorilla osuuksilla yhdensuuntaisiksi ja
tavoiteltava raideväliä, joka olisi jokin tasaluku.

Pystygeometriassa kaltevuustaitteiden lisää-
miselle olisi oltava hyvät perusteet. Geometrian
määrittelyssä pitäisi erottaa toisistaan esimerkiksi
radan pitkät painumat ja suunniteltu radan korke-
uden vaihtelu. Koska geometrian määrittelyssä tar-
vitaan ihmisilmin tehtävää arviointia, pelkällä tie-
tokoneohjelmien automaattitoimintojen käytöllä ei
saavuteta tarkoituksenmukaista geometriaa.

Geometrian määrittely ratapihalla

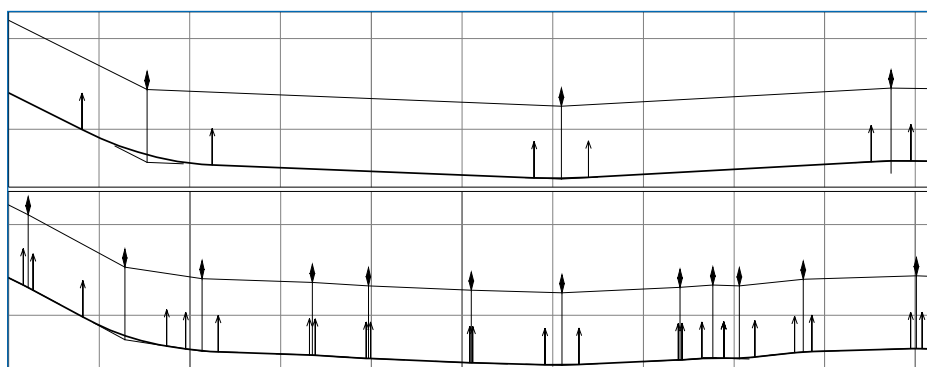
Ratapihageometrian määrittelyn vaikeus juontuu useimmiten vaihteista. Geometrian määrittelyssä vaihteen pituussuuntaista sijaintia olisi syytä kunnioittaa, mutta jos vaihte ei sovi kartoitettuihin jatkosten sijainteihin, on sijoittamiseen järkevää ottaa tukea haarautuvan vaihdekujan suunnasta. Tarkastelu vaatii riittävästi raiteiden kartoitusta koko vaihdekujan matkalla. Vaihdekujat olisi pyrittävä pitämään suorina. Pienten kaarien sijoittaminen vaihteiden väliin pienissä raideväleissä johtaa usein vaikeuksiin myöhemmin.

Suoriksi tarkoitettujen ratapihan raideryhmät olisi edelleen pidettävä suorina ja yhdensuuntaisina. Näin tehdään mahdolliseksi esimerkiksi geometrisesti hyvien vaihdeyhteyksien lisääminen ratapihalle myöhemmin. Vierekkäiset raiteet kannattaa myös suunnitella samalle korkeudelle.

Raidegeometria rakentamisessa ja kunnossapidossa

Valitettavan usein raidegeometria suunnitellaan vain rakentamista varten. Rakentamisgeometria ei välttämättä ole yhteensopivaa radan aiemman geometriatiedon kanssa, jolloin geometria on käyttökeltotonta kunnossapidossa ja mahdotonta yhdistää ratatietovarastoihin.

Eräissä hankkeissa rakennettavat uudet vaihteet sijoitetaan uuden, hyvän geometrian mukaiseen asemaan, ja raiteet suju-
tetaan työmaalla kiinni nykyisiin raiteisiin. Suunnittelijan on



jatkuu

Esimerkki kaltevuustaitteiden aiheuttamasta lisääntymisestä. Yllä alkuperäinen ja alla kartoitukseen sovitettu pystygeometria. Pystyviivojen väli 200 m.)

Rataverkon haltijan kunnossapitovastuu

Rataverkon kunnossapitoa ohjaavaa keskeistä lainsäädäntöä ovat rautatielaki, yhteisenä turvallisuusmenetelmänä annettu asetus turvallisuusluvan vaatimusten noudattamisesta sekä Euroopan unionin infrastruktuuriasajärjestelmä-asetus (INFYTE).

Rataverkon haltijalla on oltava rataverkon hallintaa ja kunnossapitoa varten turvallisuuslupa. Yhtenä turvallisuusluvan myöntämisen edellytyksenä on turvallisuusjohtamisjärjestelmä, jolla osoitetaan yhteisenä turvallisuusmenetelmänä annettun asetuksen vaatimusten noudattaminen. Rataverkon haltijan on myös huomioitava rautatieliikenteen harjoittajien toiminnan vaikutukset rataverkkoon sekä huolehdittava, että rautatieliikenteen harjoittajat voivat toimia yhteentoimivuuden teknisten eritelmien ja kansallisten turvallisuussääntöjen mukaisesti.

Turvallisuusluvan vaatimusten noudattamisesta annetun asetuksen keskeisimpiä rataverkon kunnossapitoon liittyviä kohtia ovat kunnossapitoon ja materiaaliin liittyvä riskienhallinta, kunnossapidon kattavuus ja materiaalien sopivuus rautatiejärjestelmään sekä rataverkon turvallisen liikennöinnin varmistaminen. Säädösten ja määräysten mukainen kunnossapitosuunnitelma on ollut yhtenä turvallisuusluvan myöntämisen ehtona.

Infrastruktuuriasajärjestelmä-asetuksessa on esitetty kunnossapitoa koskevat säännöt, kunnossapitosuunnitelman sisällölle asetetut vaatimukset sekä kunnossapitokansiolle asetetut vaatimukset. Asetuksessa on myös määritelty turvallisen liikennöinnin kannalta keskeisimmät raja-arvot, joita jokaisen rataverkon haltijan tulee noudattaa. Kunnossapitokansion vähimmäisvaatimuksia ovat välittömän toiminnan raja-arvot sekä toteutettavat toimenpiteet raja-arvojen ylittyessä.



Kari Paavilainen
VR Track Oy

Kunnossapitosuunnitelmassa tulee esittää raja-arvot toiminnalle ja huomioinnille sekä välittömän toiminnan raja-arvot. Mikäli raja-arvoja ei ole määritelty infrastruktuuriasajärjestelmä-asetuksessa, on kyseisten raja-arvojen määrittely rataverkon haltijan vastuulla. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmassa tulee esittää toteutettavat toimenpiteet raja-arvojen ylittyessä, säännöllisten tarkastusten tapa ja ajankohta sekä henkilöstön pätevyysvaatimukset ja henkilösuojaimeiden käyttö.

Merkitys

Yksi rataverkon turvallisen liikennöinnin keskeisimpiä edellytyksiä on, että liikennöitävä rataverkko pidetään kunnossa säännöllisillä tarkastuksilla ja kunnossapitotoimenpiteillä. Hyvä suunnittelu ja ennakoiva kunnossapito pienentävät merkittävästi liikennöintiin kohdistuvia riskejä.

Kunnossapitosuunnitelman avulla rataverkon haltija voi hallitusti kohdistaa tarvittavia kunnossapitotekojä oikeisiin kohteisiin ja sitä kautta vaikuttaa rataverkon kuntoon, turvallisuuteen ja käyttökään mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Kunnossapitosuunnitelmalla ja kunnossapitokansiolle on merkittävä rooli rataverkon omaisuuden hallinnassa. Myös kunnossapitotyön valvonta ja seuranta helpottuvat, kun kaikki rataverkon tiedot löytyvät keskitetysti samasta paikasta.

Rataverkon kunnossapito on jatkuva prosessi. Keskeisessä roolissa kunnossapitosuunnitelman lisäksi ovat yhteistyö rataverkon haltijan, kunnossapitäjän, liikennöitsijän sekä viereisten rataverkon haltijoiden kanssa.

jatkuu edelliseltä sivulta

määriteltävä ja merkittävä suunnitelmiin riittävä sujutusmatka, vaikka tarkkaa geometriaa ei sujutusosuudelle määritelläkään. Näin saavutetaan vaihteiden asema, joka ei aiheuta ongelmia myöhemmin kunnossapidossa, sekä geometriatiedon myöhempi käyttökelpoisuus ja yhteensopivuus.

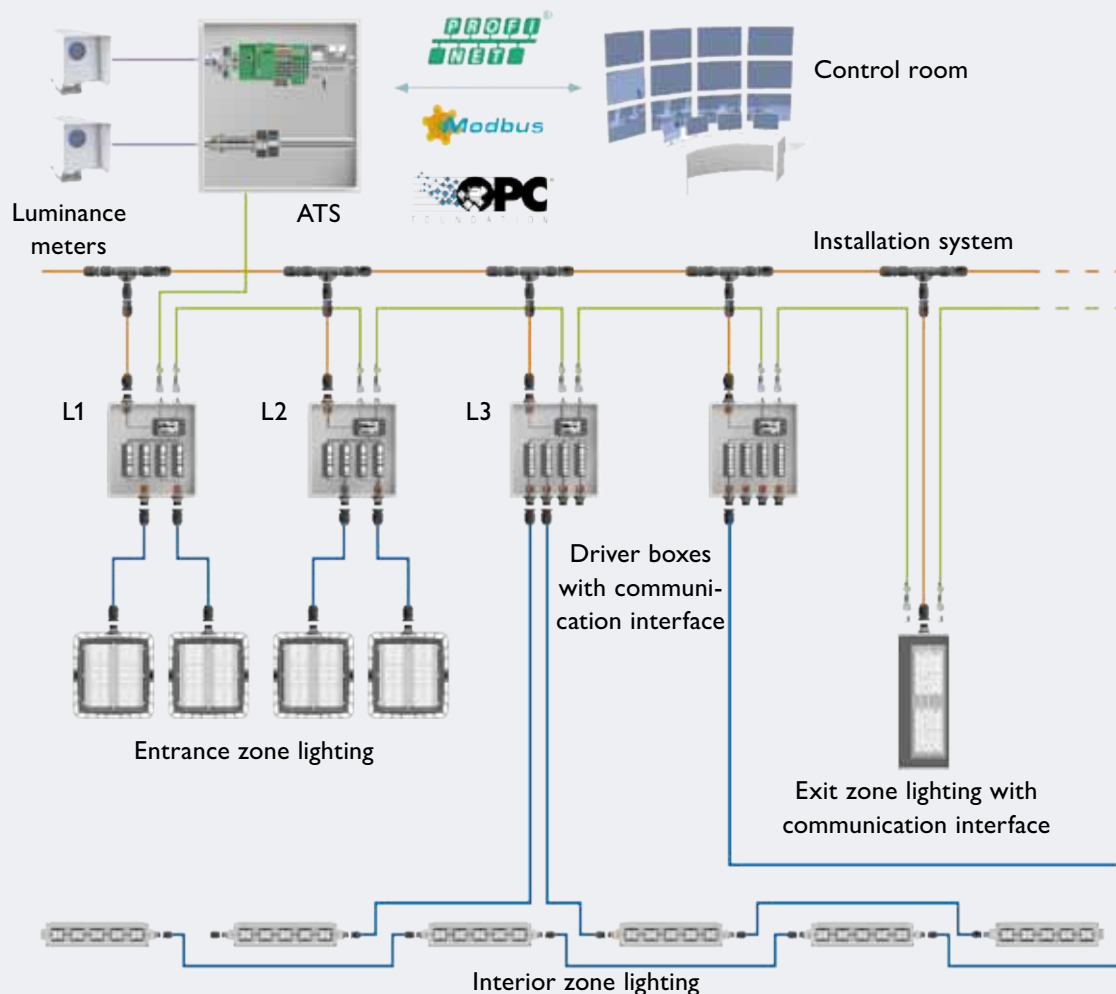
Todellisen ja suunnitellun keskilinjän eroaminen toisistaan on luonnollista, mutta eron on oltava tiedossa ja sitä täytyy seurata. Geometrian uudelleenmäärittely saattaa aiheuttaa jopa aiempaa suurempia poikkeamia todellisen ja suunnitellun keskilinjän välille. Suunnitellun geometrian pitäisi olla kunnossapitäjälle pitkän aikavälin tavoite, jota kohti raidetta siirretään kunnossapitotuntojen yhteydessä, kiskojännitysten, ajojohdon ja muiden tekijöiden sallimissa rajoissa.

Kehitysajatuksia

Raidegeometrian määrittelyyn olemassa olevalla radalla ei ole olemassa laatu- tai tarkkuusvaatimuksia. Suuren tarkkuuden tavoittelu on toisinaan johtanut pienipiirteiseen tai jopa ohjeiden vastaiseen geometriaan. Myös geometrian sujuttamistaito voi olla heikentymässä työmailla, joten sujuttamisen hyvät toimenpiteet olisi syytä kerätä ja jalostaa ne osaksi Liikenneviraston ohjekokonaisuutta. Täsmennykset voisi lisätä ohjeisiin esimerkiksi RATO 2:n seuraavan päivityksen yhteydessä.

Raidegeometrian laadun arviointiin ja tarkastamiseen on suunnitteluhankkeissa toimivat menettelyt. Vastaavia geometrian tarkastusprosesseja ei ole käytössä, kun geometria laaditaan kunnossapitosopimuksen perusteella. Liikennevirastossa on ryhdytty tarkastelemaan ongelmaa ja etsimään ratkaisuja sekä ohjeiston että sopimustekniikan näkökulmista.

Tunnelivalaistuksen automaatio- ja johdotusjärjestelmä



TCS - Tunnel Control System

- Joustava reagointi erilaisiin liikennetilanteisiin ja valoisuusolosuhteisiin
- Plug & play -ominaisuus helpottaa asennusta ja käyttöönottoa
- Laajennettu diagnostiikka ja käyttöaika tehostavat huoltoa
- Vakiovaloajärjestelmä (Constant Light Output) kompensoi vanhenemis- ja likaantumisaikutuksia
- Ei ohjelmointia

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

Soraradan kunnossapito perinteisin menetelmin

Jokioisten Museorautatien 14,2 km pitkää ratalinjaa ylläpidetään pitkälti perinteisin menetelmin. Kokemukset ylläpidosta osoittavat, että näin tehty ylläpitotyö on laadukasta ja yllättäen myös hintatasoltaan kohtuullista. Perinteisten kunnossapitomenetelmien valintaan vaikutti osaltaan myös radan kapea 750 mm raideleveys, joka asettaa työlle omat haasteensa.

Radan rakenne

Rata on pääosin kiskotettu 10 metriä pitkillä K30 kiskoilla, jotka on kiinnitetty aluslevy-naula kiinnityksellä puisiin 170 cm pitkiin ratapölkkyihin, joita 10 metrin matkalla on 15 kappaletta. Radan suurin sallittu nopeus on 50 km/h ja maksimi akselipaino on 9 tonnia. Toki akselipaino voisi olla teknisesti sama kuin leveäraiteisilla K30-radoilla, mutta kapearaidekalusto on selvästi leveäraiteista kevyempää.

Raiteen tukikerros on pääosin raidesoraa, mutta paikoitellen myös hiekkaa. Alusrakenne on hiekkaa ja moreenia. Aina-kin yhdellä suo-osuudella raide on perustettu puisen kapulatien päälle.

Perinteiset kunnossapitomenetelmät

Kunnossapitotyö tehdään täysin käsin, käyttäen työkaluina lapiota, kiskotunkkeja, naulasorkkaa, rautakankea, pölkkyksäksia ja joskus myös tukemishakkua. Lisäksi tarvitaan raidemitta, kela-mitta ja vatupassi. Syynä tähän on se, että Suomessa ei ole 750 mm:n raideleveyden ratatyökoneita.



Radan kunnossapitoa perinteisin menetelmin. Kuvassa näkyy käytetyistä työkaluista mm. lapiota, kiskotunkkeja, sorkkarauta, pöllisakset ja raidevälimitta. Kuva: Teemu Virtanen.



Jussi Tepponen
Jokioisten Museorautatie

Eniten työtä vaativa vaihe on kunnostettavan työalueen ruuhostus, jolloin kaikki soratukikerrosta peittävä kasvillisuus poistetaan lapiolla työskentele-lykohdalla. Tämän jälkeen vaihdettavista pölkkyistä poistetaan sorkkaraudalla naulat. Sen jälkeen vaihdettavat pölkkyt kaivetaan lapiolla irti tukikerroksen sorasta. Tämä voidaan tehdä kahdella eri tavalla.

Mikäli raidetta tarvitsee nostaa, voidaan raidetta tunkata kiskotunkeilla ylös ja kaivaa vaihdettavan pölkyn pää vapaaksi ja vetää vanha pölkky pois pöllisaksilla.

Mikäli raidetta ei nosteta, kaivetaan vaihdettavan pölkyn viereen pölkyn mittainen, mutta hie-man pölkyn paksuutta syvempi kuoppa, johon pölkky väännetään rautakangella ja vedetään sitten pöllisaksilla raiteen alta pois.

Poistetun pölkyn kohdalla kiskojen välistä kaivetaan pois ohut kerros tukisoraa, jotta pölkky ei kannu keskeltä. Tämä on erityisen tärkeää kapearaiteisella radalla, sillä kalusto on leveätä suhteessa raideleveyteen. Tällöin kalusto keinuu helposti kulku-suuntaan nähden sivusuunnassa aiheuttaen keskellä kantavassa ratapölkkyssä keinulautamaisen vipuefektin, joka saa koko raiteen heilumaan. Heilunta painaa tukikerrosta ratapölkyn päistä ja samalla kasvattaa vipuefektia ja pahentaa heiluntaa. Myös leveä-raiteisilla radoilla on tärkeää etteivät ratapölkkyt ole kovalla eli kannu keskeltä.

Uudet pölkkyt sovitetaan paikalleen pöllisaksia ja kankea käyttäen samaa kautta kuin vanha pölkky on vedetty pois. Raiteeseen laitetaan raidemittat raideleveyden varmistamiseksi. Tämän jäl-keen pölkky tuetaan alustavasti ja naulataan lekaa käyttämällä raiteeseen.

Sitten raide nostetaan oikeaan tasoon, rekataan sivusuun-nassa oikeaan paikkaan käyttäen apuna kiskotunkkeja sekä rau-takankea ja säädetään raiteen mahdollinen kallistus. Sivusuun-nassa rekkaamista tarvitaan etenkin jyrkissä mutkissa, joissa raide pyrkii vaeltamaan mutkan sisäreunaa kohden, koska radalla ei ole käytössä kiskoankkureita.

Lopuksi raide tuetaan lapiolla tai tukemishakulla paikalleen. Viimeisenä vielä poistetaan mahdollinen ylimääräinen sora rata-pölkkyjen päältä ja tarpeen vaatiessa lisätään soraa pölkkyjen päähän.

Koska 170 cm pitkät kapearaideratapölkkyt painavat vajaat 25 kg, voi kaikki edellä mainitut työvaiheet tehdä yksi työntekijä. Edesmenneellä Jokioisten rautatiellä pölkynvaihtoa suoritettiin urakalla ja vaihtotyön teki aina yksi mies pölkkyä kohden. Päi-vittäinen pölkynvaihtomäärä oli noin 25 kpl ratapölkkyä miestä kohden.

Kunnossapitotyötä Jokioisten Museorautatiellä on viimei-sen kolmen vuoden aikana tehnyt tilanteesta riippuen 1-3 palkat-tua ratatyöntekijää. Työsuorituskirjausten mukaan työ on eden-nyt siten, että kesällä 2015 vaihdettiin 996 pölkkyä, mikä tekee

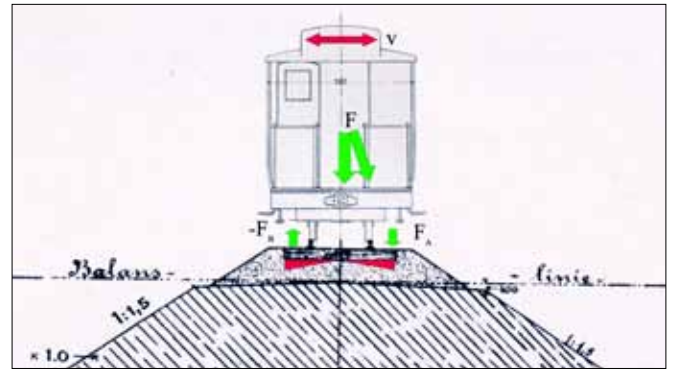
yhteensä 664 ratametriä, kesällä 2016 vaihdettiin 2040 pölkkyä, joka tekee 1260 ratametriä ja kesällä 2017 vaihdettiin 1300 pölkkyä eli 867 ratametriä.

Työn kustannukset

Kesällä 2015 ratatöitä teki yksi palkattu henkilö, kesällä 2016 töissä oli keskimäärin kolme työmiestä ja kesällä 2017 keskimäärin kaksi palkattua ratatyömiestä. Ratatyöt tehtiin sulan maan aikana touko- syyskuussa, jonain vuosina myös hieman lokakuun puolella.

Radan pölkynvaihto on tullut maksamaan 82 500 euroa / perusparannettu km. Kustannus pitää sisällään kaikki omat ja urakoitsijoiden työkustannukset, sekä radan tukemiseen käytettävän soran ja vaihdetut uudet ratapölkkyt. Tätä on mielenkiintoista verrata leveäraiteisten ratojen vastaavaan koneellisen työn vaihtokustannukseen. Liikenneviraston laskelmien mukaan vastaava kustannus konetyöllä 1524 mm:n radalla on 140.000...180.000 euroa/km. Toki tässä on huomattava, että ratapölkkyt ovat metrin pidempiä ja vastaavasti soraakin tarvitaan enemmän. Tämä huomioiden kokonaisuudessaan siis perinteisellä tavalla päästään kilpailukykyiseen hintaan konetyöhön verrattuna. Tässä on erityisen ratkaisevaa kuitenkin työntekijöiden ammattitaito, aivan kuin konetyössäkin.

Hyvien ratatyöntekijöiden löytäminen on ollut haastavaa. Perinteisin menetelmin suoritettu kunnossapito on sekä fyysisesti raskasta että vaatii kykyä työskennellä itsenäisesti. Lisäksi tarvitaan hyvää tietotaitoa ratatekniikasta. Tärkeää on myös yrittää rytmittää työn tekemistä sääolojen mukaan. Jo työturvallisuuden saati sitten työn tuottavuuden takia ei ole järkevää teettää työtä keskellä kuuminta kesäpäivää tai rankassa vesisaatteessa.



Kapearaiteisen rautatien kapea raideleveys suhteessa kaluston leveyteen aiheuttaa helposti raiteen keinulautaeffektin, mikäli tukikerrosta ei kevennetä keskeltä. Kaluston keinunta (v) aiheuttaa sivuttaiskiihtyvyyden johdosta tukivoiman (F) siirtymisen keinunnan suuntaan, jolloin ratapölkky toimii vipuvartena. Toisen puolen pyörä työntää kiskoa ja rataa voimalla F_A kohti tukikerrosta ja samalla vipuna toimiva ratapölkky työntää vastakkaisen puolen kiskoa ja sillä olevaa pyörää voimalla $-F_B$ ylöspäin. Tämä heilunta painaa tukikerrosta punaisten kolmioiden osoittamilta alueilta ratapölkyn alta aiheuttaen entistä suurempaa heiluntaa.

Kokemuksen mukaan hyvä ratatyöntekijä voi viiden kesäkuukauden aikana vaihtaa reilut 1000 ratapölkkyä ja ruohostaa, nostaa, oikoa ja tukea raiteen vajaan kilometrin matkalta. Tähän vaikuttavat osaltaan työmaan vaativuus ja sijainti.

Kiitän Markku Nummelinia ja Jaanus Toria asiantuntijavastauksista artikkelia kirjoittaessani.



Perinteisin menetelmin perusparannettua rataa. Kuva: Jussi Tepponen.

Schweizer ratatyönturvajärjestelmä ensikertaa Suomessa

Liikennevirastolla on ollut toive, että urakoitsijat ottavat käyttöön uusia muualla hyväksi havaittuja, mutta Suomessa ei vielä käytössä olevia turvallisuutta parantavia menettelyjä. Destia Rail Oy on sopinut yhteistyöstä Schweizer Electronic nimisen Sveitsiläisen yrityksen kanssa ja Liikenneviraston kanssa pilotoinnista. Ensimmäinen demo Suomessa laitteilla tehtiin vuonna 2015 Kannuksessa. Vuonna 2016 laitteistosta ja sen käytöstä laadittiin YTM menettelyn mukainen riskien arviointi. Vuonna 2017 järjestelmä dokumentteineen lokalisoi ja laitteet saapuivat kesällä.

Standardi Euroopassa

Monissa Keski-Euroopan maissa ratatyön turvaamisessa pyritään turvalaitteistoin käyttöön aina kun se on mahdollista. Turvamiesmenettely on viimeinen mahdollisuus, jos laitteistoja ei voida käyttää. SIL 4 tasaisen järjestelmän takaama turvallisuustaso on monin kerroin korkeampi, kuin turvamiehen. Laitteistolla ei ole huonoja päiviä, se ei kyllästy ja ilmoittaa automaattisesti, kun ei ole enää toimintakunnossa.

Keski Euroopassa urakoitsijoilla on omia laitteistoja, joilla katetaan pienet ja keskisuuret työmaat. Suuremmille työmaille urakoitsijat tilaavat laitteita vuokraavilta yrityksiltä suunnitelman, pystytyksen, joissain tapauksissa myös laitteiston käytön ja purkamisen. Turvallisuussuunnitelman ja palveluiden ostaminen ulkoa on normaali toimintatapa. Joskus toimitukseen voi kuulua suoja-aitoja tai jopa tilapäisiä puomilaitteistoja työmaan tasoristeuksiin.



Tutka ja tutkaheijastin asennettuna Järvelässä. Kuva: Teijo Saalasti.



*Sami Haikala
TSH Rautatietekninen
Osakeyhtiö*

Järjestelmän kuvaus

Ratatyönturvajärjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi

- Varoittamaan saapuvasta junasta tai muusta yksiköstä työskenneltäessä jalkaisin liikennöidyn raiteen RSU:ssa.
- Ratatyössä silloin, kun on tarpeen varoittaa työkohteessa työskenteleviä henkilöitä tai koneita ohittavasta junasta tai muusta yksiköstä.

Ratatyönturvaamisjärjestelmällä voidaan esimerkiksi.

- Parantaa turvamiehen työskentelyn turvallisuustasoa
- Vähentää turvamiesten määrää esimerkiksi korvaamalla turvamiesketju
- Täysautomaattisen järjestelmän kyseessä ollen jopa korvata turvamies kokonaan työskenneltäessä RSU:n ulkopuolella. Luonnollisesti työmaalla tulee olla laitteiston pääkäyttäjä paikalla, mutta hän saa osallistua työhön.

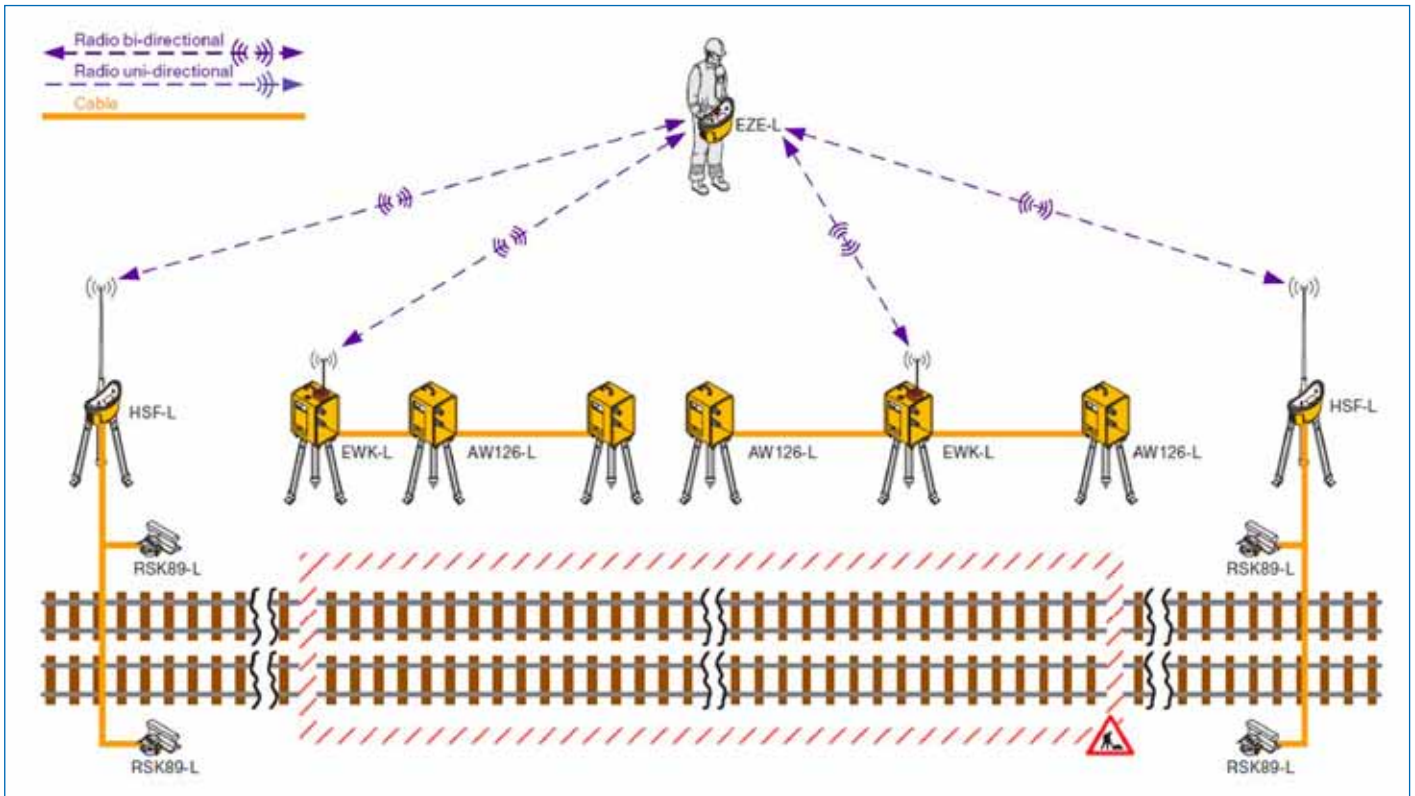
Kokoonpano ja toiminta

Modulaarisen rakenteensa ansiosta Schweizer Electronic ratatyönturvalaitteisto voidaan pystyttää hyvin eritasoisina kokoonpanoina. Tyypillisimpään kokoonpanoon kuuluu junien havaitseminen esimerkiksi tutkalla, keskusyksikkö ja hälytinalitteet. Hälytysaika suunnitellaan välille 15-45 sekuntia. Ratatyönturvalaitteisto on sallittu käytettäväksi aina SN 160km/h asti, koska riittävä hälytysaika on saavutettavissa. Monimutkaisimmissa kokoonpanoissa voi olla useita tulokynnyksiä ja toiminta voidaan automatisoida, jolloin yksiköitä ei tarvitse manuaalisesti laskea pois.

Kokemukset

Destia Rail Oy:n laitteisto koostuu yhdestä keskusyksiköstä, kahdesta hälytyksenantolaitteesta ja yhdestätoista valo-äänihälytyslaitteesta, joista yksi radioyhteydellä. Junan havaitsemiseen Destialla on 2kpl tutkalaitteita. Näillä laitteilla voidaan varustaa noin 0,5km pitkä työmaa puoliautomaattisesti. Tarkoittaen, että pääkäyttäjä voi osallistua työskentelyyn ja suorittaa hälytyksen kuitauksen kun vaara on ohi.

Elokuussa 2017 Destia Rail Oy suoritti kiskon vaihtoa kaarteissa useammassa kohteessa välillä Riihimäki – Lahti. Työmaan pituudet olivat noin 400-450m yössä. Sallittu nopeus liikennöidyllä raiteella oli 140km/h ja tutkalaitteet asennettiin 1750m päähän työmaan alusta kumpaankin suuntaan. Tällöin toteutui 45 sekunnin varoitusaika. Varoitusaika koettiin melko pitkäksi, mutta ainakin kaikille koneille ja työntekijöille saatiin varoitus varmasti ajoissa. Turvamiesmenettelyyn verrattuna tämä näkymltään haastava työmaa saatiin varustettua huomattavasti pienemmällä miehityksellä. Hälytys tuli ajoissa, ääni-valohälyttimien ansiosta näkyvästi ja kuuluvasti.



Puoliautomaattinen kokoonpano sopii hyvin kyseisen kaltaisille jatkuville ja eteneville työmailla ja erityisesti pidempikestoisille työmailla. Lyhyempikestoisempi työmaa voidaan varustaa yksinkertaisemmalla laitteistolla.

Puoliautomaattinen järjestelmä, käyttäjä saa osallistua työskentelyyn. Kuva: Schweizer Electronic.



Juna ohittamassa työmaan Järvelässä. Kuva: Teijo Saalasti.



Hälytinalaitteiden ketju Järvelässä. Kuva: Teijo Saalasti.

Mäkeenjääntien vähentäminen

Rikastetta kuljettava tavarajuna lähestyy Porin liikennepaikkaa. Keulalla on uskollisesti palvellut Dv 12 veturi, jolle kyseinen rataosa on vuosikymmenten saatossa tullut erittäin tutuksi. Edessä on muutaman sadan metrin mittainen mäki, jonka kaltevuus on 12 ‰. Mäki ei yksistään tuota haasteita, mutta tilannetta hieman hankaloittaa mäen päällä oleva lyhyt vaihde. Vaihhteesta mennään poikkeavan raiteen suuntaan, joten suurin sallittu nopeus on 35 km/h. Tässä tapauksessa vaunujen akselipaino onkin 250 kN, joten PT-koodin ohjaamana JKV-järjestelmä valvoo, että junan nopeus on enintään 20 km/h. Onneksi mäki on kuljettajalle tuttu ja se päästään yleensä ylös ilman ongelmia. Tällä kertaa kiskon pinta onkin todella liukas ja veturin pyörät lyövät ympäri. Samalla JKV-järjestelmä tulkitsee ympäriylönnin ylinopeudeksi ja järjestelmä tekee jarrutuksen. Nyt juna seisoo paikallaan mäessä liukkailla kiskoilla eikä eteenpäin liikkuminen onnistu.

Kyseinen tarina kuvastaa hyvin mäkeenjääntien haasteita. Tavarajunien mäkeenjäänti ei johdu vain haastavasta radan pystygeometriasta, vaan ongelma on huomattavasti monisyisempi. Mäkeenjäänteihin vaikuttavat niin kaluston kunto, kaluston kierto, aikataulusuunnittelu, liikenteenohjaus sekä myös radan kunnossapitäjän ja kuljettajan toiminta. Liikenneviraston koollekutsuman yhteistyön tavoitteena on vähentää konkreettisilla toimenpiteillä tavarajunien mäkeenjääntejä. Liikenneviraston lisäksi työssä ovat mukana Destia ja VR Track rataverkon kunnossapitäjän roolissa, Ramboll rataverkon isännöitsijänä, Finrail, VR Yhtymä, VR Transpoint sekä VR Trackin Suunnittelu.

Mäkikortti

Työssä päätettiin keskittyä aluksi vain niihin mäkiin joissa tavarajunien mäkeenjäänti vaikuttaa eniten muiden junien liikennöintiin. Jokainen valittu mäki tarkasteltiin seuraavista näkökulmista: aikataulusuunnittelu, liikenteenohjaus, operointi, radan kunnossapito ja radan infrastruktuuri. Tavoitteena oli löytää jokaisesta näkökulmasta parannuskohteita, joilla mäkeenjääntejä voidaan vähentää. Ratainfrastruktuurin havainnollistamiseksi tehtiin jokaisesta valitusta mäestä mäkikortti. Mäkikortissa yhteen kuvaan on koottu raiteen nopeus, pystygeometria, vaakageometria, vaihteet, radan vieressä oleva puusto sekä turvalaitteet. Tavoitteena on, että ratakankkeita toteutettaessa muistettaisiin tarkistaa myös mäkikorteissa esitetyt radan parannusehdotukset.

Radan kunnossapidon toimenpiteet

Radan kunnossapitäjällä ei ole käytettävissä paljoa aseita taistelussa mäkeenjääntejä vastaan, mutta jotain voi kunnossapitäjäkin tehdä. Radan vierustat tulee pitää puista vapaana ja näin voidaan vähentää lehtien kulkeutumista kiskoille. Itä-Suomessa



Tero Savolainen
VR Track Oy

Kurkimäessä Destia on tehnyt kiskon puhdistamista yksinkertaisella menetelmällä, mutta hyvin tuloksin. Samaa menetelmää aiotaan laajentaa pahimpiin mäkiin. Yleensä mäkeenjääntejä tapahtuu eniten syksyisin, mutta esimerkiksi Kemijärven viereisessä Hanhikosken mäessä ongelmat ajoittuvat lähinnä talveen. Lunta auraamalla kunnossapitäjä voi parantaa liikennöinnin mahdollisuuksia. Toivottavasti jatkossa kunnossapitäjä voisi parantaa kiskon kitkaolosuhteita myös levittämällä kitkageeliä.

Ikääntyvä vetokalusto asettaa haasteita

Kuljettajia haastatellessa kävi nopeasti esille, että heidän työkalunsa (veturit) ovat usein jo parhaat päivänsä nähneitä. Aiemmin tehokkaasti toimineiden vetureiden vetoteho on laskenut eikä suorituskyky tahdo aina riittää. Jopa saman tyyppisten vetureiden vetoteho voi vaihdella suuresti. Välillä haasteita on ollut myös veturikierron suunnittelussa, jotta hiekoituslaatikoiden täyttäminen onnistuisi ajoissa ja hiekoitusjärjestelmä olisi toimintakykyinen. Vetokaluston tilanne on hieman parantumassa veturihankintojen johdosta, mutta samaan aikaan vanha kalusto jatkaa vanhenemistaan. Uusissa Vectron-sähkövetureissa ympäriylönnin estolaitteisto on merkittävästi parempi, sekä hiekoitusjärjestelmän toimintaa on parannettu. Vetotehon lisäksi myös junan painot vaihtelevat. Junan paino tulisi mitoittaa veturityypin keskimääräisen vetotehoon. Tarvittaessa tätä mitoituspainoa tulisi laskea haastavimpien keliolosuhteiden aikaan.

Jokasyksyinen lehtikeli

Vanhan vitsin mukaan junat ovat aikataulussa, elleivät helle, pakkas, lumi tai lehdet menoa estä. Lehtikeli onkin todellinen haaste rautatieliikenteessä ja sillä on merkittäviä vaikutuksia junien liikennöintiin. Lehtikeli tarkoittaa rautatieliikenteessä olosuhteita, jolloin kiskon päälle kulkeutuneet lehdet murskautuvat kaluston pyörän alla ja muodostavan yhdessä veden sekä muiden epäpuhtauksien kanssa öljymäisen kalvon kiskon päälle. Tämä öljymäinen kalvo romahduttaa kiskopyöräkontaktin kitkakertoimen pahimmillaan jopa kymmenysosaan normaaliin tilanteeseen verrattuna. Ilmiö on kuljettajille tuttu aiheuttaen mäkeenjääntien lisäksi haasteita aikataulussa pysymiseen hitaiden kiihdytysten ja pitkien jarrutusmatkojen vuoksi.

Oppia Ruotsista

Oppia mäkeenjäänteihin ja lehtikelin torjuntaan käytiin hakemassa Ruotsista. Ruotsissa on usean vuoden ajan levitetty kiskoille Electra Gel kitkageeliä. Kitkageelin tarkoituksena on kasvattaa kiskopyöräkontaktin kitkakerrointa lehtien liukastamalla kiskolla. Kitkageeli koostuu stabiloidusta savigeelistä, hiekasta ja ruostumattomasta teräksestä. Kitkageeliä levitetään Ruoti-

sisä 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 on mahdollista käyttää käsilevityslaitetta, joka levittää geeliä yhdelle kiskolle. Ruotsissa kitkageeliä on levitetty vuosittain reilut 100000 litraa. Ruotsissa Trafikverketin asiantuntijat määrittelevät rataverkon kohdat, jonne kitkageeliä on järkevä levittää ja levityksen tekee kyseisen rataosan kunnossapitäjä. Kitkageelille on haettu koekäyttölupa neljään märkeen Liikenneviraston hallinnoimalla rataverkolle. Toivottavasti kitkageeliä päästään levittämään pikaisesti ja siten kartuttamaan aineen käyttökokemuksia.

Yhteistyöllä kohti parempia tuloksia

Liikenneviraston vetämä mäkeenjääntien vähentäminen jatkuu vielä alkuvuoteen 2018 jolloin katsotaan yhdessä saavutettuja tuloksia sekä jatkotoimenpiteitä. Mäkeenjäänti johtuu lähes aina usean muuttujan yhteisvaikutuksesta. Yhtä muuttujaa parantamalla ei saada aikaan suuria muutoksia, mutta laajalla ja tiiviillä yhteistyöllä hyviä tuloksia on mahdollista saavuttaa.



Kiskon kulkupinnalle levitettyä kitkageeliä. Kuva VR Track Sweden.



Radan toimintaympäristön digitalisointi

Ratojen kestävän omaisuuden hallinnan uusi sähköinen toimintamalli parantaa kunnossapidon kustannustehokkuutta ja liikenteen turvallisuus sekä täsmällisyys paranevat tältä osin. Tavoitetilassa tietojen syntyminen, ylläpito, laatu, raportointi sekä saatavuus ovat nykyistä helpompaa ja kokonaisjärjestelmä tuottaa säästöjä sekä parantaa laadullisesti ja tehostaa omaisuuden hallintaa.

Digitalisoinnin tavoitteet

Digitalisointi mahdollistaa aiempaa tarkemman kunnossapidon toimenpiteiden suunnittelun ja oikea-aikaisen kohdentamisen. Ratojen kuntoa ylläpitävät tai parantavat toimenpiteet toteutetaan mitattuun tietoon perustuen ja ennen liikenteelle aiheuttavan haitan syntymistä.

Uusilla automatisoiduilla, osin sensoripohjaisilla ja myös jatkuvan tiedonkeruun menetelmillä ratainfra kunnossapitoon ja kunnon seurantaan saadaan lisää tehokkuutta. Tarkemmat inventoinnit ja tarkastukset pystytään kohdistamaan tarpeen mukaan oikeisiin kohtiin.

Hankkeessa käynnistettyjen kokeilujen myötä Liikenneviraston osaaminen uusien tiedontuotantomenetelmien osalta kasvaa. Kokeilut luovat edellytykset toiminnan tehostamiselle uusien teknologioiden myöhemmän käyttöönoton myötä.

Digitalisaatiolla toiminnot tiiviisti yhteen

Digitalisaation avulla radanpidon ja rataliikenteen hallinnan eri toiminnot tuottavat ja hyödyntävät määrämuotoista tietoa ratainfrastruktuurista ja sen kunnosta. Digitalisoimalla prosessit tietoa ei tarvitse syöttää käsin useita kertoja, vaan käytettävissä oleva tieto kerätään toiminnan aikana digitalisoidun ajantasaisen raportoinnin avulla, suunnittelusta syntyvän määrämuotoisen tiedon avulla tai eri järjestelmistä, jotka keräävät tietoa rataverkon tapahtumista.

RAID-e Hankkeen aikataulu

RAID-e on osa Liikenneviraston Digitalisaatiohanketta 2016–2018. RAID-e toteuttaa ratainfrastruktuurien hallintajärjestelmän, jonka keskiössä on kolme uutta sovellusta: RAIKU, RYHTI ja RATKO. Järjestelmän tuotantoversioita on julkaistu kaksi ja seuraavat julkaistaan n. 3–5 kk välein uusien omaisuuslajien käyttöönoton ja toiminallisuuden valmistuttua. Hankkeen kehittäminen etenee ketterällä menetelmällä 10 viikon jaksoissa. Järjestelmä on pilottikäytössä kolmella kunnossapitoalueella ja käyttöä laajennetaan useille alueille vuoden 2018 aikana.

*Sami Mäkinen
Anne Partanen
Jouni Hytönen
Merja Hyvärinen
Henna Uronen
Liikennevirasto*

RAIKU - Ratakohteiden kunnossapidon hallintasovellus

Suomen rataverkkoa pidetään liikennekelpoisena koko ajan. Se edellyttää jatkuvaa kunnossapitoa. Kunnossapito vastaa rataverkon ja sen laitteiden, rakennelmien ja maa-alueiden kunnossapidosta,

rautateihin liittyvien teknisten järjestelmien, telematiikan, turva- ja sähköratalaitteiden kunnossapidosta sekä radanpidon ylläpitotöistä. Kunnossapitoon kuuluvat tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt talvella.

RAIKU on kunnossapidon hallintasovellus Liikenneviraston ja kunnossapidon eri toimijoiden käyttöön. Sovellukseen kirjataan kunnossapidon toteumatietoa yhdenmukaisessa ja analysoitavassa muodossa, jotta tiedot ovat kaikkien sitä tarvitsevien käytettävissä.

Tavoitteena on saada yhtenäinen ratojen kuntotiedon hallintajärjestelmä, niin että järjestelmä ja tiedot ovat Liikenneviraston hallinnassa ja omistuksessa. Näin kunnossapidossa kerättävän tiedon tarkkuustaso on helpompi määritellä yksiselitteisesti kunnossapidon järjestelmään mitä esim. sopimuspapereihin. Tavoitteena on saada rataverkon kuntotieto ajantasaisena yhteen paikkaan laitekohtaisesti.

Kunnossapidon raportointi muutetaan digitaalseksi, mobiiliseksi ja ajantasaiseksi RAIKU-sovelluksen käyttöönoton myötä. Näin kunnossapidon työt osataan kohdentaa oikeisiin paikkoihin oikeaan aikaan turvallisuus, talous ja ratainfra elinkaari huomioiden.

RYHTI - Ratojen ylläpidon hallintasovellus

Rataverkon eri omaisuuslajien ylläpitotöitä teetetään vuosittain suuria määriä eri puolilla rataverkkoa ja työ vaatii paljon yhteistyötä Liikenneviraston, rataisännöinnin, konsulttien ja kunnossapitourakoitsijoiden asiantuntijoiden välillä. Toimenpiteiden lähtötietojen ja tarpeiden kerääminen vaatii nykytilanteessa paljon manuaalista työtä. RYHTI-sovellus tukee rataverkon ylläpidon suunnittelua ja ohjelmointia sekä niihin liittyvää tiedonjakoa eri asiantuntijatahojen välillä.

Alkuvaiheessa sovellukseen kertyy toimenpide-ehdotuksia kunnossapitourakoitsijoiden, rataisännöinnin ja Liikenneviraston asiantuntijoiden yhteistyönä, mutta tulevaisuudessa toimenpide-ehdotuksia voi syntyä myös automaattisesti radantarkastusloksiin tai muihin määräaikaistarkastuksiin perustuen tai kumuloituvien liikennemäärätietojen pohjalta. Lähtötietoina toimivat

Rataverkon kunnossapidon ja ylläpitojärjestelmien kehittämishankkeen (RAID-e) kokonaistavoitteena on lisätä tuotavuutta uudistamalla ratainfra hallinnan keskeiset tietovarastot, tietojärjestelmät sekä digitalisoida keskeiset toimintaprosessit.

myös RAIKU-sovellukseen kirjatut kunnossapidon tapahtumatiedot. Lopullisen päätöksen vuotuisten ohjelmien sisältämistä toimenpiteistä tekee kuitenkin aina Liikenneviraston asiantuntija.

Tavoitteena on, että rataomaisuuden uusimistarpeet ovat tulevaisuudessa helposti tarkasteltavissa RYHTI-sovelluksen kautta ja eri rataosien elinkaarellinen tila olisi kokonaisuutena helpommin hahmotettavissa. Tavoitteena on myös, että sovellukseen kertyvät tiedot toimivat myös suurempien perusparannushankkeiden lähtötietoina ja sovelluksessa voidaan joustavasti ohjata toimenpiteitä eri toteutuskanaviin.

RATKO – Ratakohteiden hallintasovellus

Liikennevirasto on hankkinut valtion rataverkon rekisteritietojen ylläpidon palveluna. Tietojen ajantasaisuus, oikeellisuus ja kattavuus ovat olleet haasteena rekisteritietojen hyödyntämisessä. Nykyisiä tiedon ylläpitoon ja hallintaan liittyviä prosesseja tarkastellaan tietohuollon näkökulmasta ja määritellään prosessit tarvittavilta osin uusiksi, siten että tarpeellista tietoa ei mene hukkaan tiedon elinkaaren eri vaiheissa.

RATKO on ratakohteiden hallintasovellus, jonne viedään alkuvaiheessa nykyisten ratarekistereiden tietosisältöä ja joka tarjoaa jatkossa ratainfra kunnossapidon ja ylläpidon ohjelmoinnin tarpeisiin. Tietosisällölle tehdään laadunparannusta käyttöönnoton yhteydessä ja sen jälkeen.

RATKO tarjoaa rajapintapalvelun rataverkon ja siihen liittyvien rataomaisuustietojen ylläpitoon ja hyödyntämiseen. Tietokantaan toteutetaan ratakilometrijärjestelmä raidekohtaisesti x,y-koordinaatteina. RAIDE-kokonaisuudelle tuotetaan yhteiskäyttöisiä palveluita, kuten karttakomponentti ja viitekehysmuunnin, joka mahdollistaa ratakilometrisijainnin ja x,y-koordinaattisijainnin välisen muunnoksen.

Kunnossapitotoimenpiteiden toteutumien ja ylläpidon ohjelmoinnin kautta saadaan jatkossa muutos- ja ennakkotietoa rataverkon muutoksista. Rakentamisen yhteydessä syntyvää suunnitelma- ja toteumatietoja hyödynnetään tulevaisuudessa ratakohteiden ylläpidossa nykyistä määrämuotoisemmin.

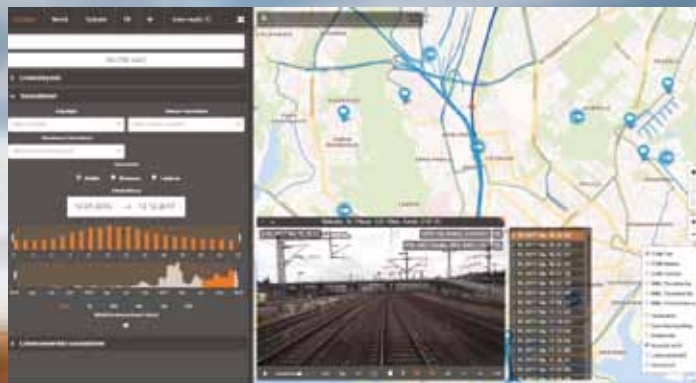
Helpoin tapa hallita visuaalista tietoa ja koota havaintoja rataverkolta

Road AI videoraportointi ja konenäkö työsi tukena

Tuota georeferoidut videot helposti älypuhelimella ja katsele sekä jaa ne tarvitsijoille käyttöliittymästä.

- Laatu – Dokumentointi tukee laadunvarmennusta
- Turvallisuus – Näytä sovelluksen käyttäjät tai ajoneuvot kartalla ja dokumentoi turvallisuusnäkökulmat.
- Helppous – Tuota videot junasta, autosta tai käsivaralta. Kaikki tieto on helposti löydettävissä.

Rautatieympäristössä konenäköä on sovellettu ratamerkkien inventointiin mutta se soveltuu myös muuhun tiedontuotantoon. Ota yhteyttä ja keskustellaan tarpeistanne p. 040-5729367



Kaapeli- ja johtotietojen hallinta älykkäästi rakennushankkeilla

Nykytilanne

Nykyiset kunnossapidon ja rakentamisen toteuttamiset lähtevät siitä, että kaapeleiden näyttö ja kaapeleiden esiinkaivu kuuluvat kilpailutettavien hankintojen urakoitsijoiden toimeksiantoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että urakoitsijat alkavat selvittämään kaapeleiden sijainteja ja johtoreittien käytettävyyttä vasta toteuttamisvaiheessa. Prosessissa suurimman haasteen tekee se, että kaapeli- ja johtotietoja ei ole rataomaisuudessa ylläpidetty digitaalisessa muodossa. Rakentamisvaiheessa tämä tarkoittaa sitä, että rakennettavalla alueella tulee kaapeli- ja johtovaurioita kaivutöiden yhteydessä. Jos ylipäättänsä voidaan puhua kaivutöistä, kun osa kaapeleista on asennettu vuosien ajoissa jopa alle 5 cm syvyyteen.



Kimmo Laatusen
Welado Oy

LEAN:n työkaluilla yhteinen ymmärrys

Rakennushankkeen käynnistymisen valmisteluvaiheessa kannattaa käyttää aikaa selkeiden tavoitteiden määrittelylle. Kaapeli- ja johtotietojen osalta on syytä käydä lävitse tavoitteet siitä, kuinka monta liikennehäiriötä halutaan aiheuttaa rakentamisvaiheessa kaapeli- ja johtovaurioilla. Selkeisiin tavoitteisiin on haettavissa ennakoiivat korjaavat toimenpiteet esim. LEAN:n 5-miksi analyysillä.

Aikaisempien hankkeiden juurisyytä läpikäydessä on noussut esille seuraavat asiat. Kaapeleita ei ole asennettu vanhojen eikä nykyisten ohjeiden mukaisiin sijainteihin, kaapelin näyttäjillä ei ole riittävästi lähtötietoja näyttöjen laadukkaaseen

tekemiseen, kaapeli- ja johtotietojen näyttöjä ei pystytä suorittamaan riittävällä laajuudella rakennushankkeen aikatauluun nähden ja viimeisimpiä näyttötietoja ei saada jaeltua kaikille tarvittaville osapuolille.

BIM:n työkaluilla tiedon jakaminen

Nykyisin rata-alueen kaapelinäyttöjen tilaamiset on ohjeistettu Liikenneviraston ohjeilla ja kaapelinäyttöjen suorittaminen on osana sähkökunnossapidon tehtäviä. Lopputuotteena rakentajille toimitetaan maastoon maalimerkintä ja paperilappu näytetyistä kaapeleista. Ohjeistuksen mukaisesti kenelläkään ei ole velvollisuutta korjata tai täydentää vääriä lähtötietoja kaapeli- tai johtotiedoista. Tänä päivänä usealla toimijalla on käytössään nykyaikaiset kaapelitutkat ja työkoneautomaatiojärjestelmät, joissa kaapelien näyttötiedot pystytään hallitsemaan digitaalisesti suoraan työkoneiden työkoneautomaatiojärjestelmiin ja jopa älypuhelimien karttasovelluksiin. Kokemuksien mukaan kannattaa kaapeli- ja johtotietojen lähtötietomallin tekeminen, ylläpitomallin työstäminen ja kaapeli- ja johtotietojen näytöt sekä vahinkojen dokumentointi tilata erillisellä toimeksiantona ennen rakentamistöiden käynnistämistä, jolloin pystytään tehokkaasti tekemään korjaavia toimenpiteitä.

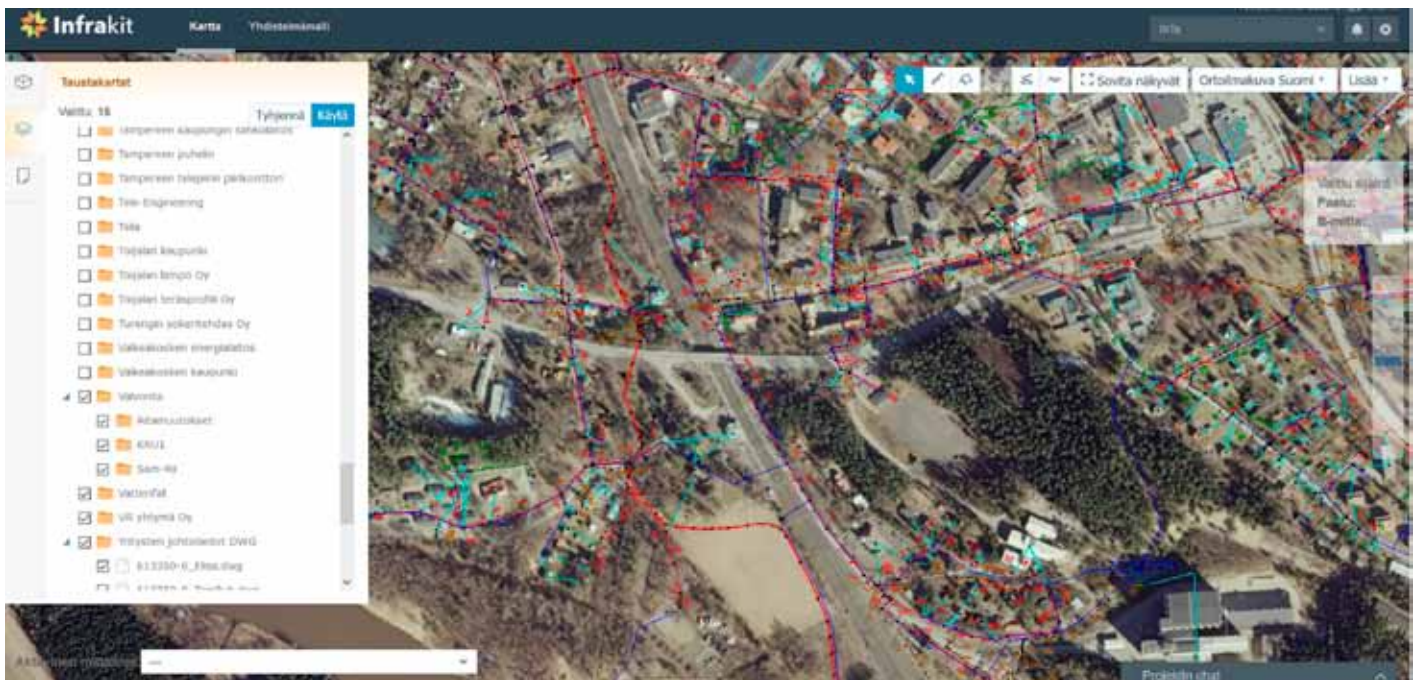
Kokemuksien mukaan kaapeli- ja johtotietojen hallinta toimii parhaiten karttapohjaisella sovelluksella, johon kootaan visuaalisesti tarkasteltavaksi kaikki lähtötiedot siinä muodossa kuin ne ovat saatavissa. Kaapelinäyttöjen yhteydessä päivitetään kaikki oleellinen tieto kaapeli- ja johtotiedoista. Hyvässä järjestelmässä kartoitustiedot ovat suoraan siirrettävissä mittajärjestelmistä suoraan tietojen ylläpitojärjestelmään ja siitä tiedot ovat siirrettävissä suoraan työkoneautomaatiojärjestelmiin.

Prosesseja muuttamalla jatkuva parantaminen käyntiin

Toimivassa prosessissa tiedot tuodaan yhteen sovellukseen nähtävälle siinä parhaassa muodossa kuin ne vain ovat saatavissa. Esim. isännöinnistä saatavat risteämäluvat tuodaan excel-tiedos-



Nykytilanne kaapeleiden asennuksesta, kuvaotos; RITA-projekti Infrakit-sovellus, Liikennevirasto.



Infrakit-sovelluksessa on mahdollista hallinnoida ja jakaa kaapeli- ja johtotiedot reaaliaikaisesti kaikille halutuille osapuolille. Kuva-otos: RITA-projekti Infrakit-sovellus, Liikennevirasto.

tona, joka sitten päivitetään kaapelinäyttöjen yhteydessä ylläpitomalliksi. Maastossa tehtyjen havaintojen mukaan esim. Riihimäki-Tampere rataosalla risteämälupia myönnetty 1900-luvun alusta aina tähän päivään saakka yli 670 kpl ja näistä risteämäluvista yli 260 kpl todettu kaapelinäyttöjen yhteydessä, että ei löydy, purettu tai siirretty muualle.

Hankkeen jälkeen havaitut virheelliset tiedot olisi hyvä saada päivitettyä ja risteämälupien yhteydessä tulisi ottaa käyttöön vaatimus risteämän toteuttamisesta. Tällä tavoin saataisiin jalkaväen laadukkaampaa tietoa käytettäväksi. Puhumattakaan siitä, että kaapelivaurioiden määrä oleellisesti vähenisi Suomen rataverkolla parantaen junaliikenteen täsmällisyyttä.

Kannattaako prosessin muuttaminen?

Riihimäki-Tampere turvalaitteiden uusiminen projektilla tapahtui yli 50 kaapelivauriota vuonna 2017 ja kaapelivauriot aiheuttivat lopputalvesta 2017 useita merkittäviä junien myöhästymisiä. Prosessimuutoksella ja kaapelinäyttöjen erillisellä toimeksiantolla saatiin kaikki kaapelinäyttöihin liittyvät kaapelivauriot lopputalvesta 2017 useita merkittäviä junien myöhästymisiä. Prosessimuutoksella ja kaapelinäyttöjen erillisellä toimeksiantolla saatiin kaikki kaapelinäyttöihin liittyvät kaapelivauriot lopputalvesta 2017 useita merkittäviä junien myöhästymisiä. Prosessimuutoksella ja kaapelinäyttöjen erillisellä toimeksiantolla saatiin kaikki kaapelinäyttöihin liittyvät kaapelivauriot lopputalvesta 2017 useita merkittäviä junien myöhästymisiä.

LUVUN HAKIJA	LIKENSÄPÄÄKÄ	LÖYDÖT	ALKURATKA	LOPPURATKA	YLS	RAE	RATAOSANIN	LUPAPVM	RISTEÄMÄTYYPPI
Pohjois-Oy	Riihimäki-Ryhty	Itä	0075-0060	0075-0010	ei	003	Riihimäki-Tampere	3.9.1979	Sähkölinjat AMKA 3x35 + 50 mm²
Riihimäki-Puhelin Oy	Riihimäki-Ryhty	Ei löydy	0075-0400	0075-0000	ei	003	Riihimäki-Tampere	19.2.1980	Fuhtelintyökalu
Coronet Oy	Tampere-Astori-Ryhty	a	0078-0096	0080-0316	AL	003	Riihimäki-Tampere	8.10.2014	Käsielätyökaluun tehtaalla risteämällä: Ryhty km70-050 - km80-316 Kaapelit: kaapeliputket: 40
Läntinen Maarakkainkäsien Esikunta	Ryhty	Ei löydy	0080-0510	0080-0740	ei	003	Riihimäki-Tampere	24.7.2000	Välikätkäkaapeli
Järvelin kunnan Sähkökeskus	Ryhty-Lappala	Ei löydy	0084-0775	0084-0690	YL	003	Riihimäki-Tampere	13.2.1962	Sähköputki
Järvelin kunnan Sähkökeskus	Ryhty-Lappala	Ei löydy	0086-0740	0086-0310	AL	003	Riihimäki-Tampere	26.11.1962	Sähkökaapeli: 4x150 + 4x16 mm²
Välkkyä Varko Oy	Lappala	Ei löydy	0090-0510	0090-0000	3	Riihimäki-Tampere	15.11.2011	0.4 kV - kaapeliputki 3x150	
Järvelin Vesi	Järvelin	a	0090-0000	0090-0150	3	Riihimäki-Tampere	8.2.2010	Painelaitteen vaurio ja vaurio:	
Coronet Oy	Ryhty-Tampere	a	0097-0000	0097-0420	3	Riihimäki-Tampere	15.11.2007	Välikätkä	
Telkkinen Oy	Lappala	Ei voitu varmistaa	0097-0140	0097-0530	AL	003	Riihimäki-Tampere	27.11.2014	Välikätkä (15m7), oltiin pöytä kello epävarma (kaapeli7) Sovien välikätkä asennus Lappala
Välkkyä Varko Oy	Lappala-Tampere	Tampere kuka	0097-0958	0097-0292	AL	3	Riihimäki-Tampere	30.3.2010	0.4 kV (AK 150) kaapeliputki
Järvelin kunnan Sähkökeskus	Tampere	Itä	0093-0420	0093-0010	YL	003	Riihimäki-Tampere	15.10.1989	Sähkölinjat AMKA 3x16 + 25 mm²
Välkkyä Varko Oy	Tampere	Ei löydy	0093-0780	0093-0540	3	Riihimäki-Tampere	11.5.2009	Käsieläkaapeli	
Hannas Sähkö Oy	Tampere	Ei löydy	0099-0060	0099-0330	ei	003	Riihimäki-Tampere	30.12.1968	Sähkölinjat: 4x150
Finpro Oy	Tampere-Riihimäki	kaapeli	0104-0000	0104-0817	AL	3	Riihimäki-Tampere	30.6.2016	Välikätkä: Käsielä: Liikenneviraston yhteyttäminen: Tehtäville ja jalkaväen käyttöön: rata-alueen kanta
Cine Cloud Oy	Tampere-Riihimäki	kaapeli	0104-0452	0104-0817	AL	3	Riihimäki-Tampere	30.6.2016	Välikätkä: Käsielä: Liikenneviraston yhteyttäminen: Tehtäville ja jalkaväen käyttöön: rata-alueen kanta

Risteämäluettelo Tampere-Riihimäki osalta suurin osa risteämäluettelon mukaisista risteämistä ei ole fyysisesti enää olemassa.

Erikoiskuljetukset rautatien tasoristeyksissä

Tasoristeysten kautta kulkee päivittäin Suomen elinkeinoelämän ja yhteiskunnan ylläpidon kannalta keskeisiä kuljetuksia, joiden liikkumisen mahdollistaminen on monissa tasoristeyksissä välttämätöntä. Toisaalta tasoristeysten turvallisuuden takaaminen on viime aikoina noussut ensisijaisen tärkeäksi, minkä vuoksi Liikennevirasto on ottanut kehitystyön alle tasoristeyksiä koskevat ohjeet ja toimintamallit sekä junaliikenteen ohjaukseen että tieliikenteen toimintaan liittyen.



Kaisu Laitinen
Ramboll Finland Oy

Erikoiskuljetusten tarpeet kulkea tasoristeyksistä

Normaaliliikennettä kookkaampina tai painavam-pina jakamattomien kuormien erikoiskuljetuksina kuljetetaan massiivisia ja arvokkaita raskaan metalliteollisuuden vientituotteita, mutta myös teollisuuslaitosten ja infran ylläpidon sekä rakentamisen kannalta kriittisiä kone- ja elementtikuljetuksia. Tasoristeyksen takana sijaitsevan kohteen tai kuljetuksen koosta johtuvien ulottuma- ja painorajoitteiden takia vaihtoehtoja tasoristeyksen kiertämiselle ei joissain tapauksissa ole. Toisaalta pienemmissä erikoiskuljetuksissa ei ole mahdollista toteuttaa kuljetuskohtaisesti kattavia ennakkotutkimuksia reitillä oleviin tasoristeyksiin, koska se nostaisi näiden päivittäisten kuljetusten kustannuksia ja kuljetusaikaa, mikä puolestaan johtaisi lopulta kestävämmään tilanteeseen maamme kilpailukyvyyn kannalta.

Tiekuljetusten haasteet tasoristeyksissä

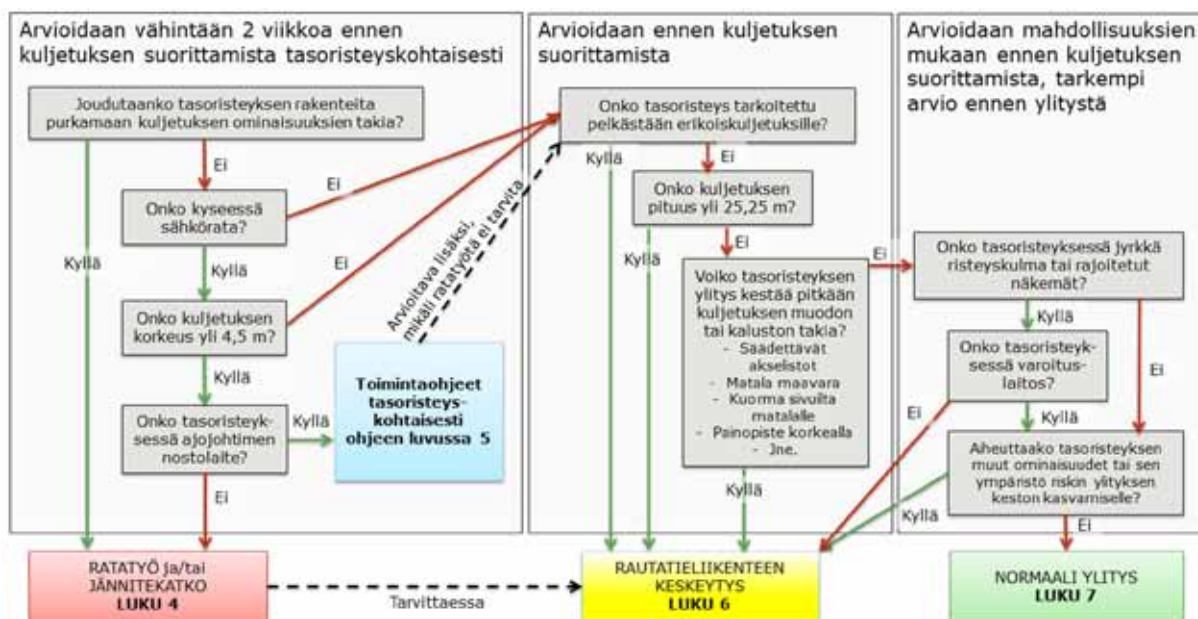
Erikoiskuljetusten koosta ja esimerkiksi kuorman muodosta johtuen niiden eteneminen liikenneverkolla on yleensä hitaampaa ja vaivalloisempaa kuin normaaliliikenteen. Tasoristeyksen ylittämisen erikoiskuljetuksella on usein huomattavasti hitaampaa kuin

normaaliliikenteen tapauksessa. Esimerkiksi tasoristeyksen kupera muoto voi aiheuttaa vaaran erikoiskuljetuksen juuttumiselle. Joissain tapauksissa tasoristeysrakenteita on myös tarpeen tilapäisesti purkaa erikoiskuljetuksen mahdollistamiseksi, jolloin työ suoritetaan ratatyönä. Tasoristeyksissä väylä- ja turvalaiteinfran lisäksi haasteita aiheuttaa yhteensovittaminen rataliikenteen kanssa; junien pysähtyminen on ajoneuvoliikennettä hitaampaa, näkyvyys sekä radan että tien suunnasta voi olla heikko ja tarkkaa tietoa junan sijainnista ja saapumisesta tasoristeykseen ei välttämättä ole saatavilla. Rata- ja tieliikenteen välistä kommunikointia tasoristeyksen ylittämiseen liittyen hankaloittaa

eri liikennemuotokohtaisten osoitejärjestelmien käyttö ja tasoristeysten yksilöintihaasteet, mikä aiheuttaa epävarmuuksia tasoristeyksen paikantamisvarmuuteen.

Toimintamallit ja niiden kehittäminen

Tasoristeysten ylittämisestä on julkaistu erikoiskuljetuksille ohje, jonka toimintamalleja ja sisältöä on parannettu yhteistyössä mm. erikoiskuljetusalan toimijoiden kanssa vuoden 2017 aikana. Erikoiskuljetusten lisäksi toimintaohjeistus tasoristeyksissä on havaittu tarpeelliseksi tieliikenteen kannalta haastavimmissa tasoristeyksissä myös muulle raskaalle liikenteelle, joten ohjeen päivitystyön yhteydessä on tuotettu myös muulle liikenteelle tarkoitettu esite rata- ja tieliikenteen turvallisuuden takaamiseksi tarvittavista toimista. Tapauskohtaisesti tarvittaviin toimenpiteisiin vaikuttavat radan, tasoristeyksen ja kuljetuksen ominaisuudet. Turvallisen ylityksen mahdollistamiseksi voidaan tarvita ratatyö, jännitekatko, ajojohtimien nosto tai rautatieliikenteen muu tilapäinen keskeyttäminen.



ÄÄRIOLOSUHTEISIIN – WAGO XTR



WAGO I/O-SYSTEM 750 XTR

10 hyvää syytä:

- Lämpötilakestoisuus -40 - +70 °C
- Pienet energia- ja ylläpitokustannukset
- Modulaarisuus tuo joustavuutta
- Laaja valikoima I/O-kortteja, leveys vain 12 mm
- CAGE CLAMP® -jousiliitostekniikka
- Ihanteellinen liikkuvaan kalustoon ja rautatiesovelluksiin
- Voidaan käyttää EMC-suojaamattomilla alueilla
- Jatkuva tärinänkestoisuus 5g:n saakka, hetkellisesti jopa 25g
- Saatavilla myös Ex-I/O:ta, toimilaitteet ja anturit 0 ja 1-alueille
- EN 50155, EN 61373 ja EN 45545-standardien mukainen

www.wago.fi





Lännen Alituspalvelu Oy

INTERNATIONAL HORIZONTAL DRILLING SPECIALIST

Alitusporaukset yli 25 vuoden kokemuksella,
kaikilla menetelmillä kaikkiin maalajeihin
savesta kallioon.

Halkaisijat 50–2300 mm ja
asennuspituudet jopa 1500 m.

puh. 02 538 3655 www.lannenalitus.com

RATAKAIVIN OY

Kattavat palvelut rautatie-
rakentamiseen ja rataver-
koston kunnossapitoon.

- Pöllinvaihdot
- Kiskonvaihdot
- Kaivuutyöt
- Lumityöt

GSM 040 531 0042

RATAKAIVIN OY
Hirvimäentie 30-27
39360 Komi

Konenäöllä radan merkkien tunnistaminen

VR Track päättyi käyttämään konenäköä radan merkkien tulkinnassa sattuman kautta. Aloitin kehitysasioissa vuonna 2015 tapaamalla erilaisia yrityksiä, joista yksi kertoi tunnistavansa automaattisesti tieliikenteen merkkejä videoista. Sen jälkeen kollegani alkoivat suunnitella RATO 17 muutosta varten nopeutta osoittavien merkkien inventointia rataverkolta. Kahvipöydästä keskustelu eteni nopeasti pidemmälle ja päädyimme kirjoittamaan kaikki radan merkit konenäöllä vuonna 2015. Tämän pohjalta tehtiin merkkisuunnitelmat vastaamaan muuttunutta ohjeistuksen tilannetta.

Kaksi vuotta ensimmäisten keskustelujen jälkeen olemme tuoneet ”Tilannekuvapalvelun” kaikkien trackiläisten ulottuville. Tilannekuvapalvelu on helppokäyttöinen karttakäyttöliittymä kuva- ja videoaineiston tuottamiseen, katseluun ja havaintojen tekemiseen. Olemme tehneet palvelun sisäistä lanseerausta varten kattavat käyttöohjeet ja panostaneet käyttäjien koulutukseen.

Jo näitä satoja tunteja videoita katsomalla saa hyvän käsityksen useimpiin rautatieympäristön työn suunnittelun kysymyksiin. Videot ovat riittävän tarkkoja monenlaisien havaintojen tekemiseen. Tilannekuvapalvelusta voit linkittää yksiselitteisesti kohdan videosta toiselle käyttäjälle. Käyttäjillämme on mahdollisuus katselun lisäksi myös kuvata uusia videoita tai havaintoja Tilannekuvapalveluun.

Tilannekuvapalvelun toiminta on yksinkertaista

Tilannekuvapalvelussa kaikki käyttäjät voivat osallistua kuvaaineiston tuottamisen lisäksi tiedon rikastamiseen. Perustoiminnoiltaan käyttö on hyvin yksinkertaista, ja sen takia olemme saaneet niin monet työntekijämme houkuteltua käyttäjiksi.



Ilmari Halme
VR Track Oy

1. Työntekijä menee työpuhelimensa kanssa työskentely-ympäristöön ja kuvaa videon tai ottaa kuvan
2. Kuva-aineisto latautuu automaattisesti pilvipalveluun, jossa se on käyttäjien tarkasteltavana lähes reaaliaikaisesti
3. Kuvatut videot ja kuvat näkyvät kartalla ja ne on helppo paikantaa oikealle raiteelle ja ratakilometrille
4. Kuva-aineiston tietoa voi rikastaa Tilannekuvapalvelussa esimerkiksi tekemällä havaintoja videoihin.
5. Liikennemerkit tulkitaan konenäöllä videoilta ja näytetään kartalla

Radan merkkien inventointi

Liikenneviraston ja konenäkökumppanimme Vionice Oy:n kanssa toteutettavassa automaattisen tiedontuotannon kokeilussa pyrimme selvittämään, mitkä radan merkeistä saadaan tunnistettua konenäöllä. Lisäksi selvitämme tunnistuksen luotettavuuden ja tarkkuuden sekä järkevimmän tavan tunnistaa erilaiset merkit. Kokeilun tavoite ei ole siis vielä tuottaa jatkuvaa ja ajantasaista merkkirekisteriä, vaan kertoa, miten se tehtäisiin mahdollisimman järkevästi.

Myös merkin kuntoa pystyy luokitella automaattisesti. Konenäkö osaa tunnistaa, jos merkki on kulunut, vinossa, töhritty tai muuten vahingoittunut. Tämä tieto olisi ohjaava merkkien kunnossapitoon: liian huonokuntoinen merkki osataan vaihtaa automaattisen ilmoituksen perusteella.

Lisäksi tunnistetuista merkeistä pystytään luomaan lähtötilanteen data, jota vastaan voi verrata seuraavalla ajolla tunnis-



Tunnistetut merkit voidaan suodattaa Tilannekuvapalvelussa

Vaihe 1: kuvaaminen älypuhelimella

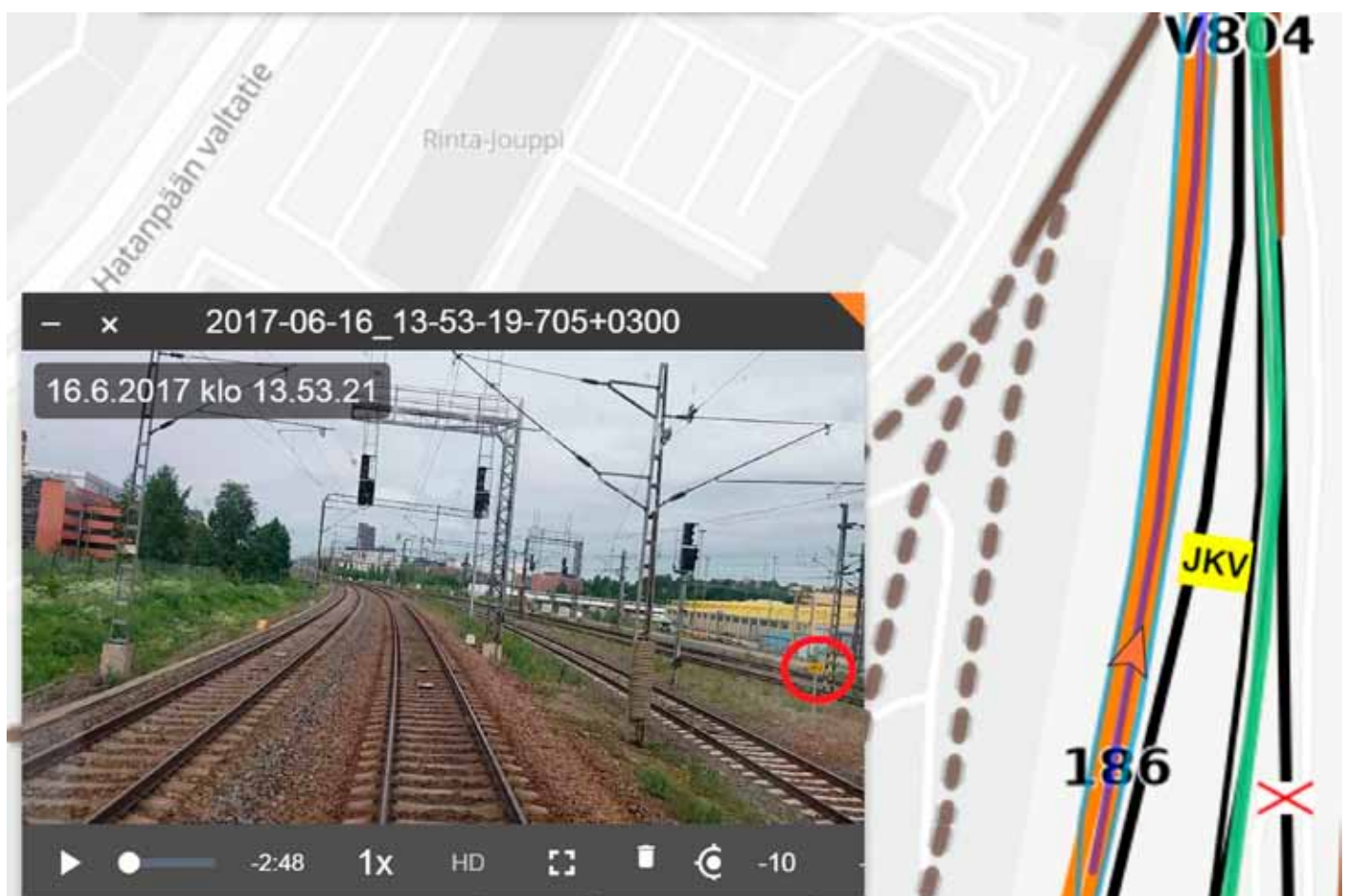
tettuja merkkejä. Mikäli joku merkki puuttuu uudella ajolla, voidaan katsoa tarkemmin, miltä aiempi kohta näyttää, jossa merkki vielä ennen oli. Näin voidaan löytää ilkeivallan tai muun syyn vuoksi kadonneet merkit.

Liikennemerkkien tilannetiedolla voi olla myös muita käyttökohteita. Esittelin konenäön toimintaa Tampereen toimiston kunnossapitäjillemme, jotka kertoivat heidän toimistolleen kulkeutuneen keltaisen JKV-merkin jostain, mutta he eivät tienneet mistä. Pääsin katsomaan muutamassa sekunnissa Tilannekuvapalvelusta, missä näitä merkkejä oli aiemmin ollut ja löysimme merkillle oikean paikan. Työryhmä oli minuuteissa matkalla viemään merkkiä oikeaan paikkaan.

Mitä seuraavaksi?

VR Track on kerännyt paljon kuva-aineistoa ja osaamista sen hyödyntämiseen. Aineistosta voi tehdä erilaisia havaintoja tai käyttää sitä konenäköanalyysien pohjatietona. Toivomme, että näiden kokeilujen pohjalta myös muut rautatieympäristön toimijat voivat käyttää nykyistä tiedonkeruumenetelmäämme standardisoidumpia tapoja saada videoaineistoa.

Olisi mainiota, jos osassa kaupallisesti liikkuvaa kalustoa olisi kamerat kuvaamassa aineistoa yhteisesti käytettäväksi eri rautatieympäristön infratoimijoille. Samaa aineistoa voisi hyödyntää myös liikennöinnin puolella havainnoimaan esimerkiksi radalla olevia esteitä tai luvattomia ylityksiä. Rautatiealallekin suuntautuneita konenäköyrityksiä on, vaikka tieliikenteen automatisaatio onkin saanut suurimman kehityspanoksen. Uskon vahvasti, että tällä kehityssuunnalla saamme moneen ratatyöhön paremmat lähtötiedot ja edellytykset kehittää toimintaa läpinäkyvämmäksi ja tehokkaammaksi.



Löysimme JKV-merkillle oikean paikan Tampereen läheltä.

Uudet myöhästymisten syykoodit ja häiriökirjausprosessin kehittäminen

Usean vuoden kehitystyön jälkeen, myöhästymisten uusi syykoodisto otettiin käyttöön 1.1.2017. Uudistuksen tavoitteena on ollut parantaa syytiedon laatua ja luotettavuutta, ja siten mahdollistaa tiedon seurannan, analysoinnin ja hyödyntämisen kehittäminen. Kattavammalla tiedon hyödyntämisellä kehitetään eri osapuolien (Liikennevirasto, Finrail, liikennöitsijät, kunnossapitäjät ja rakentajat) toimintaa ja prosesseja sekä kohdennetaan liikenteen hallinnan ja radanpidon kehittämistoimenpiteitä kustannustehokkaammin. Uudistus ei koskenut vain syykoodistoa, vaan samalla kehitettiin häiriökirjausprosessia kokonaisuudessaan. Koodiston osalta merkittävin muutos oli sen muuttuminen kaksitasoiseksi. Toinen merkittävä muutos häiriökirjausprosessiin liittyen oli POHA-järjestelmän käyttöönotto (POikkeaminen HALLinta).

Häiriökirjausprosessi

Häiriökirjausprosessin lähtökohtana on, että liikenteenohjaus tekee kaikki myöhästymisyyden ensikirjaukset eri tietolähteistä saamiensa tietojen pohjalta. Uutta syykoodistoa kehitettäessä päädyttiin kuitenkin siihen, että myöhästymisen tarkan syyn kirjaaminen ei voi olla yksinomaan liikenteenohjauksen vastuulla. Tavoitteeksi asetettiin, että tarkan myöhästymisyyden kirjaa se taho, joka sen parhaiten tietää. Koodiston kaksi-



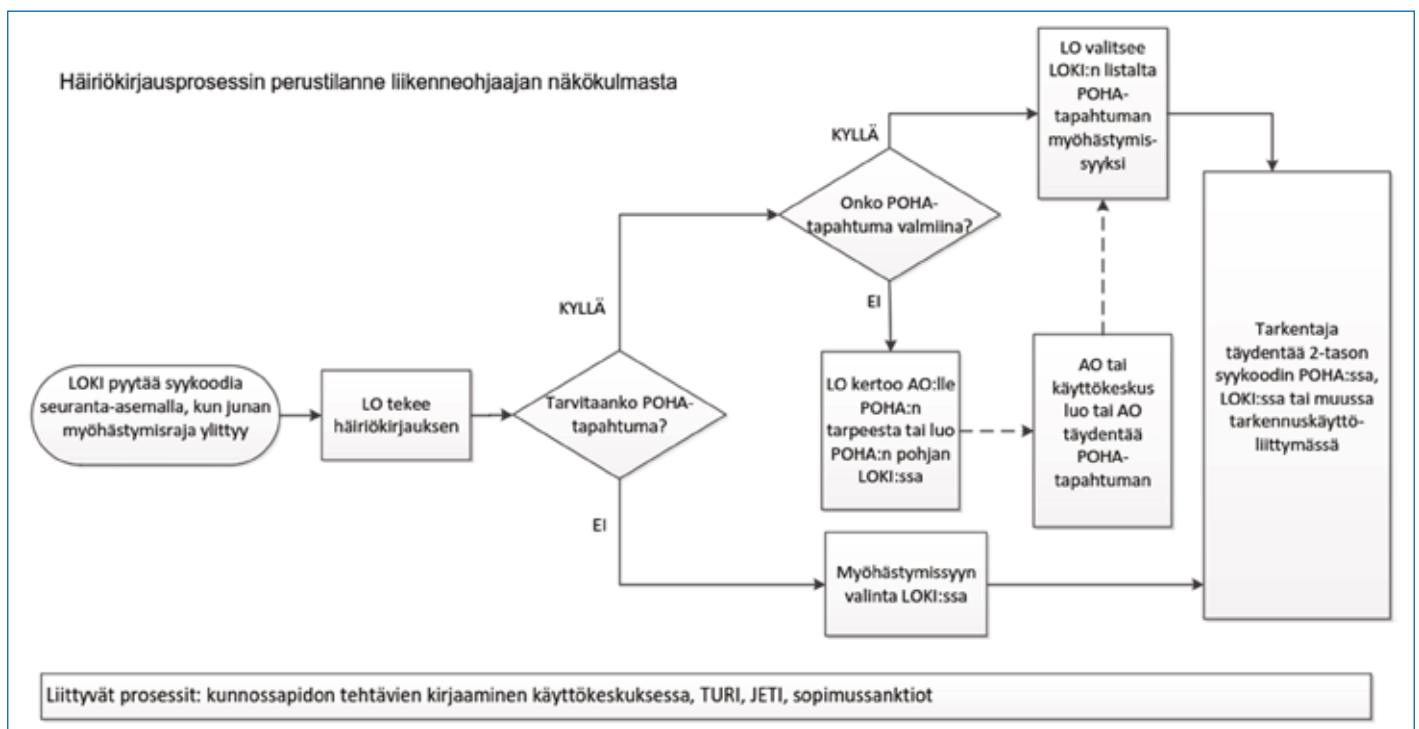
Aki Mankki
Ramboll Finland Oy



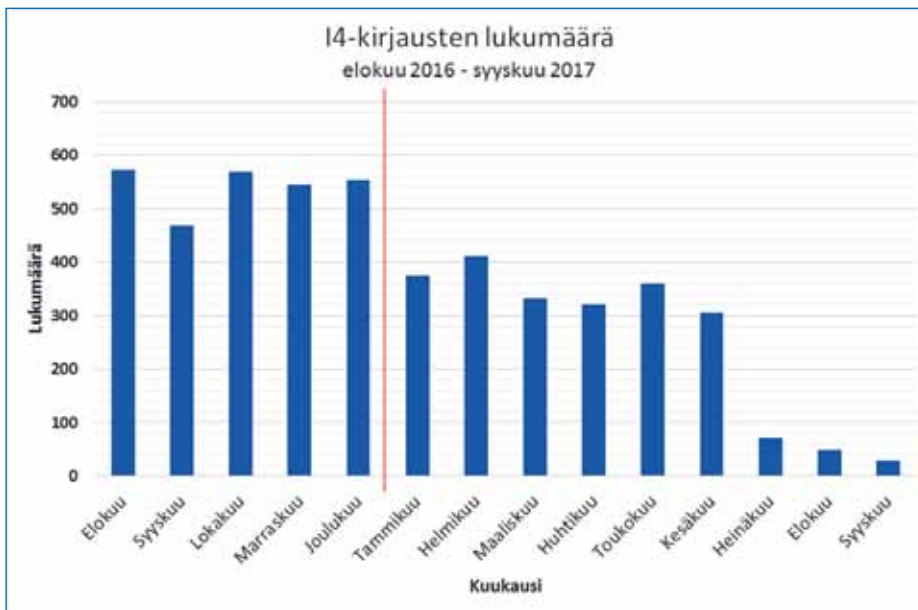
Miika Koivisto
Finrail

tasoisuus tukee tätä toimintamallia. Liikenteenohjaus voi tehdä myöhästymisyyden ensikirjauksen 1-tason koodilla, ja asiasta parhaiten tietävä taho voi tarkentaa syyn 2-tasolla. Tämä 2-tason tarkentaja voi tarvittaessa haastaa 1-tason kirjauksen oikeellisuuden perustellusta syystä neljän tunnin aikaikkunassa ensikirjauksen tekemisestä. Kirjauksen haastaminen välitetään järjestelmätasolla joko alueelliseen liikenteenohjaukseen tai Liikennevirasto Rataliikennekeskukseen. Tämä perusteltu syy voi olla esimerkiksi parempi tieto myöhästymisen syystä tai muuten virheellisen kirjauksen oikaisu.

Yhtä aikaa uuden syykoodiston kanssa kehitettiin POHA-järjestelmää. Kehityshankkeilla oli useita yhtymäkohtia, ja POHA-järjestelmä osoittautuikin oleelliseksi tekijäksi häiriökirjausprosessin kehittämisen kannalta. POHA-järjestelmään kirjataan rataverkolla tapahtuvat poikkeamat, ja hyvin usein nämä poikkeamat aiheuttavat myös myöhästymisiä. POHA-järjestelmään kirjatavien tapahtumien osalta päädyttiinkin ratkaisuun, jossa liikenneohjaaja ei kirjaa myöhästymiselle syykoodia vaan linkittää myöhästymisyyksi POHA-tapahtuman. Näin kaikki tapahtumasta kirjattu tieto linkittyy myöhästymiseen. Häiriökirjausprosessin peruseriaate liikenneohjaajan näkökulmasta on esitetty kuvassa 1.



Kuva1. Häiriökirjausprosessi liikenneohjaajan näkökulmasta (Liikenneviraston julkaisu "Rautatieliikenteen häiriökirjausten syykoodiston käyttökäsikirja").



Kuva 2. I4-syykoodikirjausten lukumäärän kehitys.

Esimerkiksi ratainfraan laitevikojen osalta POHA-tapahtuma muodostuu käyttökeskuksen tekemästä vikailmoituksesta. Näin ollen POHA-tapahtuman kautta päästään käsiksi käyttökeskuksen tekemiin kirjauksiin viasta, sekä kunnossapitäjän vikanumeroon. Tämä on huomattava parannus aiempaan tilanteeseen, jossa liikenneohjaaja valitsi myöhästymissyyn muutamasta koodista ja joutui kysymään kunnossapitäjän vikanumeron erikseen käyttökeskuksesta. Tulevaisuuden tavoitteena on, että myös kunnossapitäjän tekemät kirjaukset vikaan liittyen tuodaan POHA-järjestelmään.

Uuden syykoodiston ja häiriökirjausprosessin käyttöönotto

Uudistuksen käyttöönotto on sujunut hyvin. Näin yhdeksän kuukauden jälkeen voidaan sanoa, että parempaan suuntaan ollaan (kirjausten laadun ja luotettavuuden osalta) koko ajan menossa. Vuoden 2017 ensimmäisten kuukausien aikana eri osapuolet, erityisesti liikenteenohjaus, opettelivat käyttämään uusia syykoodoja sekä haastamaan niitä. Tuo ajanjakso on auttanut kehittämään häiriökirjaus- ja raportointiprosesseja paremmiksi.

Yksi konkreettinen muutos vuoteen 2016 on häiriökirjausten laatukoordinaattoriroolin perustaminen. Häiriökirjausten laatukoordinaattorin tehtävänä on valvoa häiriökirjausten laatua ja luotettavuutta Finrailin osalta, sekä lisäksi opastaa uuden syykoodiston ja häiriökirjausprosessin täytäntöönpanossa sekä Finrailin henkilökuntaa että muita rautatiealan keskeisimpiä toimijoita. Lisäksi hänen kauttaan välitetään muuten kuin järjestelmien kautta tulleet kirjausten oikeellisuuden haastot (esim. työryhmien huomiot tai yksittäiset haastamisaikaikkunan ulkopuolella tulleet haastot), joko alueellisille liikenteenohjauksille tai Rataliikennekeskukselle.

Uudistuksen vaikutuksia

Uuden syykoodiston vaikuttavuutta voidaan kuvata I4-syykoodin (Muut syyt) kautta. Vuoden 2016 lopulla kirjattiin liikenteenohjauksessa yli 550 I4-syykoodikirjausta kuukausittain. Vuoden 2017 alkupuoliskolla, uusien syykoodien tullessa käyttöön,

kuukausittainen lukema laski noin 300–400 kirjaukseen. Heinäkuussa 2017 I4-syykoodien osalta siirrettiin kirjausten oikeellisuuden tarkennusvastuuta liikenteenohjauksen vuoro-esimiehille, jolloin he pystyivät neuvomaan liikenneohjaajia oikean myöhästymisen syykoodin löytämisessä. Tätä prosessimuutosta tuettiin myös pienillä muutoksilla järjestelmätasolla. Tämän jälkeen I4-syykoodikirjausten lukumäärät ovat laskeneet reippaasti. Kyseinen kirjausten lukumäärän kehitys on kuvattu kuvassa 2.

Kirjauksilla on ollut ainakin alkuun liikenteenohjauksen työhön jonkin verran työllistävä vaikutus, koska vuoden alusta voimaan tulleet koodit ovat vaatineet uuden opettelua. Toisaalta voidaan todeta, että myöhästymisten syistä on saatu nyt aiempaa paremmin tietoa, jonka avulla voidaan löytää sekä liikenteen että rautatieinfraan ongelmakohtia. Esimerkiksi junien mäkeenjäännit, mahdolliset junien aikatauluihin liittyvät haasteet ja rautatieliikenteen tietojärjestelmiin liittyvät ongelmat pystytään aiempaa helpommin havaitsemaan uusien syykoodien avulla.

Jatkokehitys

Uuden syykoodiston käyttöä seurataan säännöllisesti. Syksyn 2017 aikana on pyritty kehittämään raportointia yhdessä Solitan kanssa. Tämä raportoinnin kehittäminen on vielä kesken, mutta tarkoitus on saada järjestelmistä aiempaa tarkempaa dataa liittyen häiriökirjauksiin sekä häiriökirjausprosesseihin. Lisäksi liikenteenohjauksen kanssa käydään keskustelua uusista syykoodista ja siitä, miten koodisto voisi paremmin palvella tarpeellisen ja oikean häiriökirjaustiedon löytämisessä. Edellä mainittujen kehittämiskohteiden lisäksi Liikennevirasto on kehittämässä POHA-järjestelmää tilannejohtamisen suuntaan. Tällöin häiriökirjausten (niiden linkittyessä POHA-tapahtumiin) oikeellisuus nousee arvoon arvaamattomaan, koska kirjausten avulla pystytään POHA-järjestelmässä luomaan ja ylläpitämään operatiivisia tilannekuvia liikenteen eritasoisista häiriöistä.

Yhtenä tulevaisuuden tavoitteena on häiriökirjausprosessin kautta saadun tiedon parempi hyödyntäminen. Tähän on hyvät mahdollisuudet näköpiirissä olevien ja jo suunniteltujen kehitysaskeleiden valossa.

”Suomen rautatieliikenne - digitalisaation kärjessä?”

Askeleita kohti digitaalista rautatieliikennettä

Rautatieliikenteessä tietotekniikalla ja sen hyödyntämisellä on sangen pitkä historia verrattuna vaikkapa tieliikenteeseen. Eritasoisia tietotekniikkaa on käytetty jo pitkään, reilusti yli kolmenkymmenen vuoden ajan, esimerkiksi liikenteenohjauksessa - mm. turva- ja asetinlaitteissa sekä kauko-ohjausjärjestelmissä. Lisäksi tietotekniikalla on ollut vahva rooli liikennöinnin prosesseissa, jossa suljetun ja monimutkaisen järjestelmän toimivuus ja tehokkuus on edellyttänyt tietojärjestelmien kykyä tallentaa ja hallinnoida laajaa määrää jatkuvasti syntyvää ja muuttuvaa tietoa. Suurin osa analyyseistä ja päätöksistä on kuitenkin syntynyt ihmisten toimesta ja monin kohdin tieto on kulkenut puheviestinnän ja manuaalisesti jokaisen erikseen tallentaman tiedon kautta. Voidaankin ehkä todeta, että tietotekniikan hyödyntäminen on ottanut monin paikoin vasta ensi askeleita kohti digitalisoituvaa liikennettä. Erityisen paljon se tulee jatkossakin tarjoamaan mahdollisuuksia rautatieliikenteessä.

Digitaalisen rautatieliikenteen monet kasvot

Rataverkon haltijan näkökulmasta rautatieliikenteen digitalisaatiota voidaan tarkastella kykynä kehittää ja tehostaa keskeisiä toimintoja kuten rataverkon omaisuudenhallintaa (suunnittelu,



Virpi Anttila
Liikennevirasto

rakentaminen, ylläpito), rataverkon kunnossapitoa, rataverkon käyttöä, liikenteen ohjausta ja yksittäisen junan kulkua sekä junaliikenteessä tarjottavia palveluita kuten informaatio- ja lippujärjestelmiä.

Toisaalta voidaan tarkastella kyvykkyystämme hyödyntää monipuolisesti digitalisaation eri työkaluja - paikkatietoperusteista tiedon hallintaa ja hyödyntämistä, automaattisesti kerättävää (tila) tietoa, mobiiliteknologiaa ja -käyttöliittymiä, datafuusion ja analytiikan hyödyntämistä sekä valmiutta tuottaa ja hyödyntää avointa dataa. Kaikki tämä edellyttää yhtenäistä paikkatietorekisteriä, modulaarista tietojärjestelmärakennetta ja niiden teknistä yhteentoimivuutta, tiedon arkkitehtuuria

sekä ketteriä ja integraatiokykyisiä teknologiatoteutuksia. Tärkeää on kuitenkin bittienkin alla pitää kirkkaana mielessä tavoitteet - rautatieliikenteen toimivuus, turvallisuus, tehokkuus ja täsmällisyys - asiakasta koskaan unohtamatta!

Suomi rautatieliikenteen digitalisaation kärjessä?

Liikennevirasto on käynnissä kaksi strategista, liikenteen digitalisaatioon liittyvää hankekokonaisuutta. Pioneerihankkeena toimii Liikenteen ohjausjärjestelmien uusimishanke (LOU), joka vuosina 2012-2019 kehittää rautatieliikenteen ohjausta- ja hallintaa yli 30 milj. euron arvosta ja luo pohjan digitaaliselle rataverkon käytölle, ohjaukselle ja tiedonhallinnalle. Hyvänä jatkona on

Rataverkon kapasiteetin hallinta ja optimointi

Tavoitteena: junaliikenteen turvallisuus, täsmällisyys, energiatehokkuus ja avautuminen kilpailulle



Kuva 1. Liikenneviraston strategisen digitalisaatiohankkeen yksi kuudesta kokonaisuudesta, jossa keskitytään rataverkon käytön kehittämiseen reaaliaikaisen tiedon, mobiiliteknologian sekä analytiikan avulla.

käynnissä Digiloikka hanke (2016-2018), jossa rautatiesektorilla laajennetaan digitalisaatiota kahdessa osahankkeessa liittyen mm. omaisuudenhallintaan, mobiiliteknologian sekä analytiikan ja ennusteiden hyödyntämiseen (kuva 1.).

Suomi antaa ehkä muille maille etumatkaa radanvarsilaitteiden korkean iän ja korvausvelan näkökulmasta. Toisaalta raskaan ja merkittäviä investointeja uusimisen yhteydessä tarvitsevan turvalaite- ja kulunvalvontateknologian päälle on pystytty rakentamaan kevyempi liikenteenhallinnan älykerros, jolloin toiminnallisuutta on pystytty kuitenkin kustannustehokkaasti lisäämään. Lisäksi tämä älykerros on mahdollistanut avoimen datan jakelun, jossa Suomen voidaan sanoa olevan yksi johtavista maista liikenne- ja erityisesti rautatieliikenteen sektorilla. Lisäksi se on antanut loistavan pohjan mobiiliteknologian (mm. käyttäjän päätelaitteet) jatkohyödyntämiselle rataverkon turvalliselle ja tehokkaalle käytölle niin ratatöiden, liikenteenohjauksen kuin liikennöinnin energiatehokkuuden näkökulmasta. Tästä hyvänä esimerkkinä toimivat KUPLA/DAS-kehitys, ratatöitä ja niiden paikantamista tukeva RUMA-projekti sekä LIIKE- kapasiteetinhallintajärjestelmän ja sen käyttötapauserusteinen kehittäminen yhä paremmin ajantasaista ja häiriönhallintaa tukevaksi tietojärjestelmäksi ja -kannaksi.

Digitaalisoinnin tulee muuttaa toimintaa

Digitaalisuuteen, kuten kaikkiin rautatieliikenteen toimintoihin, liittyy vahvasti turvallisuus. Samalla kun ammennamme digita-

lisaation hyötyjä, tulee meidän myös muistaa, että sen myötä korostuu erityisesti tarve huolehtia tieto- ja kyberturvallisuudesta, tietojärjestelmien ja -liikenteen toimintavarmuudesta ja varautumisesta sekä henkilöstön kyvykkyydestä käyttää ja hyödyntää nopeasti kehittyvää teknologiaa. Suomella on kansainvälisestikin erittäin vahvaa osaamista mm. kyberturvallisuudessa ja kykymme toimia verkostoissa tiiviissä yhteistyössä mahdollistaa eri osa-alueiden osaamisen hyödyntämisen laajemmin myös liikennesektorilla.

Digitaalisuus muuttaa käsitystä omaisuuden elinkaaresta. Se sekä parantaa pitkän elinkaaren perinteisen rautatieomaisuuden hallintaa, mutta tuo rinnalle myös paljon lyhyemmän aikavälin omaisuuden elinkaarenhallinnan tarpeen. Tämä edellyttää tiivistä yhteistyötä eri toimijoiden ja teknologiaratkaisujen välillä, jotta varmistetaan yhteentoimivuus ja kyky jatkuvasti kehittää ja laajentaa toimintaa eri näkökulmista uusinta teknologiaa ja osaamista hyödyntäen.

Digitaalisen murroksen hyödyntäminen edellyttää vahvaa teknologia- ja rautatieliikenteen osaamista, mutta ennen kaikkea se edellyttää muutos- ja uudistumiskykyä toimintatavoissa ja prosesseissa. Uskon, että tämä ominaisuus ja tahtotila suomalaisissa rautatieliikenteen osaajissa tuo Suomelle eniten kyvykkyyttä näyttäytyä yhtenä johtavana rautatieliikenteen digitalisaatiota hyödyntävänä maana myös jatkossa.



DAS (Driver Advisory System)

DAS-projektissa luodaan järjestelmä ja uusi toimintamalli junien sujuvampaan kuljettamiseen Suomen rataverkolla. Projektin ytimessä on kuljetajapäätteessä Kuplan kanssa toimiva algoritmi, joka laskee veturinkuljettajan ajamalle junalle optimaalisen nopeusprofiilin, jotta juna liikkuu rataverkolla oikeassa ajassa oikeassa paikassa. Järjestelmän ainoa etu ei ole vain sen älykkyys vaan myös olemassa olevan tiedon tehokkaampi välittäminen ja sen hyödyntäminen liikenteessä. Järjestelmä nimittäin saa käyttöönsä tiedot nopeusrajoituksista, ratageometriasta, kaluston ominaisuuksista sekä tavoitepisteet joilla nopeusehdotuksia lasketaan veturinkuljettajalle liikennetilanteesta riippuen.

DAS-järjestelmän käyttöliittymä on integroitu osaksi Kuplaa joten kuljettajan ei tarvitse tarkkailla kahta eri järjestelmää yhtä aikaa. Tämä on turvallisuuskysymyksenä.

Hyödyt vaikuttavat koko rataverkolla

Tavoitepisteiden avulla liikenteen sujuvuus paranee myös poikkeustilanteissa, kun junia kuljetetaan yhteisen suunnitelman mukaisesti ja ennakoitavasti. Junaa ei kannata ajattaa suurinta sallittua nopeutta odottamaan opastimelle vaan kun häiriö on tiedossa etukäteen, kannattaa käyttää kaikkia



*Janne Pusa
VR Transpoint*



*Tehanu Tapola
Liikennevirasto*

käytettävissä oleva aika hyödyksi. Tämä parantaa myös matkustusmukavuutta, sillä opastimella seisova juna vaikuttaa aina olevan jumissa ja myöhässä.

Kun junan ei tarvitse pysähtyä, se säästää energian lisäksi myös ajan, joka kuluu sen liikkeenlähetykseen. Silloin ratakapasiteetti häiriötilanteiden sakin säilyy mahdollisimman korkeana. Tämä vaatii integraatiota Liikenneviraston tulevaan verkon laajuiseen rautatieliikenteen seuranta-, optimointi- ja ennustamisjärjestelmään Enne. Sen avulla voidaan esimerkiksi suunnitella muuttuneet junakohaukset liikenteen hoidon kannalta optimaalisille liikennepaikoille. Tuo tieto välitetään kummankin junan DAS-järjestelmälle junien nopeuden sovitamiseksi niin, että toinen juna pysähtyy sivuraitteelle ajoissa muttei liian aikaisin toisen ohittaessa kohtauspaikan hidastamatta. Vastaavalla tavalla nopeamman junan vauhtia hidastetaan sen lähestyessä edellä kulkevaa hitaampaa junaa, kunnes se lopulta päästetään ohi sopivalla liikennepaikalla.

Hyödyt ovat tietysti suuret paitsi liikenteen sujuvuudessa ja täsmällisyydessä kuin myös energiatehokkuudessa. Projektin odotetaan vähentävän VR:n energian käyttöä Suomen rautatieliikenteessä n. 6,4% kokonaiskulutuksesta, joka mitataavassa vastaa parin-kolmen tuhannen oma-



kotitalon vuosittaista sähkön käyttöä. Hyödyt näkyvät myös koko rataverkolla, kun junien liikkuminen on entistä suunnitelmallisempaa ja ratakapasiteettia vapautuu liikenteelle. Matkustajien kannalta merkittävä hyöty ovat myös paikkansapitävät ennusteet, jotka pystytään tuottamaan entistäkin aikaisemmin.

Henkilöstön näkökulmasta järjestelmä tuo veturinkuljettajan työhön merkittävyyttä, kun kuljettaja saa työhönsä apua nopeuslaskennan kautta ja palautetta ajosuoritusten jälkeen. Palaute on tärkeää, sillä paljon erinomaista työtä on historian saatossa jäänyt huomiotta, koska veturinkuljettajan työ sijoittuu liikkuvaan kalustoon. Oman käden jäljen näkeminen tuo työhön kuin työhön merkittävyyttä.

Järjestelmä parantaa myös vuorovaikutusta kuljettajien ja liikenneohjaajien välillä. Junaa ei tarvitse enää kuljettaa tietämättä siitä, pääseekö eteenpäin tai millä nopeudella kannattaa ajaa. Liikenneohjaajat voivat taas paremmin ennakoita sitä, missä junat tulevat milloinkin olemaan.

Projektia tehdään monitoimijaympäristössä

Energiansäästöä laadittiin jo ennen projektin aloittamista yhteisymmärryspöytäkirja Liikenneviraston ja VR:n välillä. Kummallakin osapuolella on yhteinen tavoite vähentää energiankulutusta rautatieliikenteessä ja yhteistyöllä se onnistuukin parhaiten.

DAS-järjestelmän tarpeisiin esimerkiksi Liikenneviraston infratietokannan korkeus- ja nopeusrajoitustietoja on korjattu ja täydennetty. Tästä on hyötyä myös muille projekteille. VR:n pro-

jektissa tekemää työtä ajoaikalaskenta-algoritmien tarvitsemien, kaluston ominaisuuksia kuvaavien parametrien säätämisessä voidaan puolestaan hyödyntää Enne-projektissa. Yhteistyö hyödyttää rautatieliikennettä Suomessa merkittävällä tavalla ja nostaa sen profilia ympäristöystävällisenä liikennemuotona.

DAS-projektia on tehty yhteistyössä VR:n, Liikenneviraston, Cubris ApS:n (Tanska), Rambollin, Solitan, Goforen ja VR-Trackin kesken. Monitoimijaympäristön projektissa keskiössä on hyvä kommunikaatio, vaikka väärinkäsityksiltäkään ei voi välttyä. Oleellista on, että kaikki osapuolet puhaltavat samaan hiileen. Työvaiheet jakautuvat usein epätasaisesti eri kumppaneille ja paine kasautuu yleensä kriittisellä polulla oleviin yksittäisiin tuotoksiin. Tärkeää onkin aina edetä hyvässä yhteistyössä ja keskinäisellä kunniotuksella, pitäen kiinni sovituista tavoitteista ja merkkipäluista.

Turvaa toiminnot – ei keskeytyksiä

Roxtecin kaapeli-, putki- ja kaapelinsuojaputkien tiivisteet suojaavat rautateiden laitteistoja vesivahingoilta, palolta, savulta, jyräilyltä, tärinältä ja elektromagneettiselta häiriöltä.

- Sertifioidut ja valmiit ratkaisut
- Helppo suunnitella, määritellä, asentaa ja huoltaa
- Lisäkapasiteetti tulevaisuutta varten

roxtec.com

 **Roxtec**

JOUKAHAinen – kohti joustavampaa kapasiteetinhallintaa

Liikenneviraston vuonna 2016 alkaneessa digitalisaatiohankkeessa yhtenä kokonaisuutena on rata-verkon kapasiteetin hallinta ja optimointi. Tähän kokonaisuuteen kuuluu JOUKAHAinen, joustavamman kapasiteetinhallinnan projekti, jossa kehitetään LIIKE-järjestelmää vastaamaan paremmin käyttäjien tarpeita niin Liikennevirastossa, rautatieyrityksissä kuin myös liikenteenohjauksessa. Projektia vetävät Liikennevirastossa Rataverkon käyttö -yksikössä Tiina Purhonen ja Teemu Sirkkiä.



Teemu Sirkkiä
Liikennevirasto

Parannuksia LIIKE-järjestelmään

JOUKAHAinen-projektin yksi tavoite on ollut toteuttaa käyttäjiltä tulleita toiveita ja parannusehdotuksia. Näistä monet ovat liittyneet graafiseen aikatauluun, joka onkin parantunut merkittävästi. Aiemmin lähes mikä hyvänsä toiminto graafisessa aikataulussa aiheutti muutaman sekunnin mittaisen tietojen lataamisen palvelimelta, mutta nyt grafiikassa voi liikkua helposti, zoomata sekä muuttaa myös suoraan aikatauluviivan kulmakeroita - ilman turhia viiveitä. Graafiseen aikatauluun tuodaan tiedot myös rataosan suojastuksesta (asemavälisuojustus tai tiheämpi suojastus) sekä liikennepaikat vähemmän liikennöidyillä rataosilla, jotka vaikuttavat junien ajamiseen peräkkäin. Myös ennakoilmoitustietoja näkee jatkossa helpommin suoraan graafisessa aikataulussa. Näin kapasiteetin hakeminen ja käsittely ovat aiempaa tehokkaampaa, koska kaikki oleellinen informaatio saadaan näkyviin.

Uutta toiminnallisuutta

Projektin aikana LIIKE-järjestelmään on tuotu jo käyttöön raidetyökalun parannuksia, joilla on mahdollista hallita ratapihojen raiteistonkäyttöä varaamalla raiteita kääntyville junille sekä tekemällä muita varauksia esimerkiksi vaunujen lyhytaikaiseen seisottamiseen aikaan ja raiteeseen sidottuna. Raidetyökalun kehitystä jatketaan, jotta sillä voidaan tarkastella jatkossa myös kaluston runkokiertoja sekä suunnitella toimintaa ratapihoilla. LIIKE-järjestelmään on tuotu myös kapasiteetinhakijalle näkyväksi kunkin liikennepaikan palveluajat sekä mahdolliset rajoitteet vaihtotyössä.

Tähän mennessä jokainen kiireellisen kapasiteetin hakemus on pitänyt käsitellä ja hyväksyä yksitellen. Työtä tulee helpottamaan automaattinen käsittelytoiminto niille hakemuksille, jotka ovat toistuneet samanlaisina jo aiemmin tai rataosalla ei ole muuta liikennettä. Näin esimerkiksi vain muutaman liikennepaikkavälin kulkevat päiväyristysjunat, veturisiirrot jne. voidaan useissa tapauksissa hyväksyä automaattisesti.

Täysin uusi aluevaltaus on LIIKE-järjestelmän selaimessa toimiva versio, jota voi käyttää niin pöytäkoneella kuin myös tabletilaitteilla. Tässä vaiheessa selainversioon toteutetaan kiireellisen kapasiteetin hakeminen ja peruutusten tekeminen. Näin esimerkiksi pienoperaattorit voivat hakea kapasiteettia aiempaa helpommin tarvittaessa jopa KUPLA-tabletilla (tai muulla mobiililaitteella) matkan aikana muuttuneita tarpeita vastaavaksi.

Uusia työskentelytapoja

JOUKAHAinen-projektissa on otettu käyttöön uudenlainen toimintamalli LIIKE-järjestelmää kehittävän Solita Oy:n kanssa. Sen sijaan, että toi-

mittajalle kerrotaan toiveita, mitä järjestelmään haluttaisiin, ja odotetaan, että saadaan valmis toteutus jollain aikataululla, Liikennevirasto on ollut aktiivisesti mukana kehityksessä.

Projektin selkeästi rajatut osakokonaisuudet helpottavat kehityksen seuraamista ja priorisointia. Jokainen osakokonaisuus on vielä jaoteltu pienempiin toteutustehtäviin, jolloin aina jo yksittäistä ominaisuutta voidaan testata Liikennevirastossa, antaa siitä palautetta ja tehdä mahdollisesti muutoksia tai korjauksia. Tämä mahdollistaa iteratiivisen toimintamallin, jossa työn tilaajalla on mahdollisuus vaikuttaa työn lopputulokseen merkittävästi aiempaa paremmin. Pieniä osakokonaisuuksia on saatu myös tuotantoon jouhevasti.

Projektissa on pidetty viikoittain tilannepalaveri, jossa käydään läpi, mitä on viikon aikana tehty, mitä tehdään seuraavaksi ja keskustellaan mahdollisista ongelmista. Samalla voidaan myös katsoa eri tehtävien prioriteettia ja järjestellä tehtäviä tarvittaessa uudelleen. Tilannepalaverin lisäksi toimittajan kehittäjäryhmällä ja Liikenneviraston edustajilla on ollut käytössä reaaliaikaisen keskustelun mahdollistava web-pohjainen Slack-palvelu. Näin kehittäjä voi saada tarkennuksia tai vastauksia kehittämisen aikana tulleisiin kysymyksiin hyvinkin nopeasti. Tämä toki edellyttää aktiivisuutta myös Liikenneviraston puolelta, mutta tämä molempipuolinen aktiivisuus on ollut keskeinen osa projektin tähänastista onnistumista.

Toimintatavasta on saatu erittäin hyviä kokemuksia niin toimittajan kuin Liikennevirastonkin näkökulmasta ja vastaavaa menettelyä on tarkoitus ottaa laajemminkin käyttöön LIIKE-järjestelmän kehityksessä.

Mobiliteetti VR:n veturin kuljettajien ja ratapihatyöntekijöiden tukena

2010-luvulla teknologian kehitys on mahdollistanut aivan uudenlaiset toimintamallit ja mobiiliyökalut junaliikenteen kenttätyössä. Tämän on mahdollistanut älypuhelin- ja tablet-teknologian kehitys yhdistettynä langattoman tiedonsiirron parantamiseen. VR-Yhtymä on panostanut voimakkaasti mobiiliyökalujen käyttöönottoon, erityisesti veturin kuljettajien ja ratapihatyöntekijöiden osalta. Kuljettajat saivat vuonna 2014 käyttöönsä tablet-tietokoneet ja älypuhelimet, ratapihoilla tablet-tietokoneet ja langattomat RFID-lukijat otettiin käyttöön vuoden 2016 aikana. Molemmissa tapauksissa teknologia on mahdollistanut mobiiliyökalujen avulla työn tehostamisen ja viestinnän parantumisen junaliikenteen eri osapuolten välillä.

Kuljettajien mobiiliyövälineet

Nykyisin lähi-, kauko- ja tavaraliikenteen kuljettajilla on matkassa mukana kaikki työvuorolla tarvitsemansa työvuorotiedot sähköisenä Kulkuri-mobiilisovelluksen kautta. Paperiversioita ei enää tarvita käytännössä ollenkaan. Noin 1200 kuljettajan työnteon edellytyksiä on parannettu mobiiliyövälineiden ja niissä käytettävien palveluiden kautta. Kuljettajan tablet-PC laite toimii alustana useille kuljettajan päivää helpottaville sovelluksille.

Kuljettajan käytössä oleva Liikenneviraston KUPLA-sovellus mahdollistaa sähköisen tiedon-



*Mikko Vuoristo
VR Group*



*Antti Vuorinen
VR Group*

välityksen kuljettajan ja liikenteenohjauksen sekä liikenteenhallintajärjestelmien välillä. Jatkossa taloudellisen ajotavan ohjeistava DAS-sovellus on osana KUPLA-järjestelmää, jolloin jokaisella kuljettajalla on käytössään ennakoiva ja tarkka suunnitelma tavoitenopeudesta koko junamatkalle. Tätä energiatehokkaan ajotavan Driver Advisory System-järjestelmää VR-Yhtymä kehittää yhdessä Liikenneviraston kanssa ja sen hyötyodotus on useita miljoonia euroja vuodessa.

Itsenäinen verkko-opiskelu on tärkeä osa junan kuljettajien osaamisen kehittämistä. Henkilökohdaisilla tablet-tietokoneilla kuljettajilla on vapaus suorittaa verkkokursseja ajasta ja paikasta riippumatta. Mobiilipalveluiden kautta kuljettajan on myös mahdollista seurata kartalla junaliikennettä reaaliaikaisesti ja viestintä VR:n operaatiokeskuksen ja kuljettajien ja konduktöörin välillä on parantunut.

Mobiiliyövälineet ovat mahdollistaneet toimintatapojen ja kuljettajapalveluiden sekä viestinnän kehittämisen. Tavoitteena on paitsi tehostaa toimintaa, myös parantaa junaliikenteen asiakaskokemusta.

Ratapihatyön digitalisaatio

VR Transpoint on osa kuljettaa asiakkaidensa raaka-aineita ja tuotteita rautateitse noin 36 mil-



Kuva: VR Kuvapankki, Juho Kuva.



Kuva: VR Kuvapankki, Janne Mikkilä.



Kuva: Antti Vuorinen, VR.

joonan tonnin verran vuodessa. Ratapihatyöntekijöiden tehtävä on huolehtia tarvittavista vaihtotöistä, jotta oikeat vaunut saadaan toimitettua ja noudettua oikeaan aikaan.

VR Transpointin noin 900 ratapihatyöntekijää saivat kesän 2016 aikana käyttöönsä tablet-PC:t ja langattomat RFID-lukijat (radio frequency identification). Ratapihoilla käyttöolosuhteet ovat haastavat eli laitteiden on toimittavat niin kirkkaassa aurin-gon paisteessa kuin vesisateessakin tai pakkasella. Laittevaihto-ehtojen sekä käyttöergonomian testaamiseen käytettiinkin runsaasti aikaa, erityisesti VR Transpointin Rauman ja Oulun yksii-den kanssa tehty kenttätestiyhteistyö oli merkittävää käyttöön-oton onnistumiselle.

VR Transpointin ratapihatyössä yhteiskäyttöisiä mobiililyö-kaluja käytetään reaaliaikaiseen vaihtotöiden kirjaamiseen, rata-pihan vaunujen liikkeiden seurantaan, junan kokoonpanojen tunnistamiseen sekä junan matkakuntoisuuden tarkistamiseen. Ratapihasovelluksesta nähdään kerralla kaikki liikennepaikan rai-teet ja vaunutilanteen sekä vaunujen perustiedot. Kun vaunuja liikutetaan, toimenpiteet kirjautuvat järjestelmään. Tablettiin lii-tetyllä langattomalla lukijalaitteella luetaan tavaravaunujen ja veturien RFID-tunnisteet.



Kuva: VR Kuvapankki, Juho Kuva.

Lisäksi mobiililyökalut parantavat viestintää antamalla työn-tekiöille esimerkiksi yhteyden yrityksen Intranettiin ja pääsyn paikkakuntakohtaisille sähköisille ilmoitustauluille.

Laitteet ja langaton tiedonsiirto kehittyvät jatkuvasti tehok-kaammiksi. Seuraava laitesukupolvi onkin mahdollisesti älypu-helimiin liitetty ja laitteet ovat yhteiskäyttöisyyden sijasta henki-lökohtaisia ratapihoillakin. Mobiiliteknologian avulla henkilöstön työskentelyä haastavissakin olosuhteissa on mahdollista kehit-tää. Yhdessä työntekijöiden kanssa suunniteltuna ja huolellisesti testattuna lopputuloksena ovat tehokkaat toimintatavat ja tyyty-väiset työntekijät sekä asiakkaat.

TRANSTECH

A MEMBER OF ŠKODA TRANSPORTATION GROUP

Rautateiden liikenneviestintä: RAILI-palvelu ja RAPLI-sovellus

Rautateiden integroitu liikenneviestintäjärjestelmä RAILI kehittyy RAILI-palveluksi, jota voidaan käyttää RAILI-puhelimien lisäksi sekä VIRVE- että älypuhelimilla. Älypuheliimiin tarvitaan RAILI-palvelua varten RAPLI-sovellus.

Junien ja liikenteenohjauksen välinen puheviestintä siirretään kansalliseen viranomaisten käyttämään VIRVE-verkkoon. Vaihtotyönjohtajien ja liikenteenohjauksen sekä ratatyöstä vastaavien ja liikenteenohjauksen väliseen puheviestintään on luotu edellytykset VIRVEN lisäksi myös kaupallisten verkkojen käyttämiseksi kirjautumista helpottavan sovelluksen (RAPLI) avulla. RAILI-verkon käyttö päättyy vuoden 2018 lopussa, kun viimeinenkin juna on siirtynyt käyttämään VIRVEä.



Tapio Raaska
Liikennevirasto

Neljä kysymystä ja vastausta:

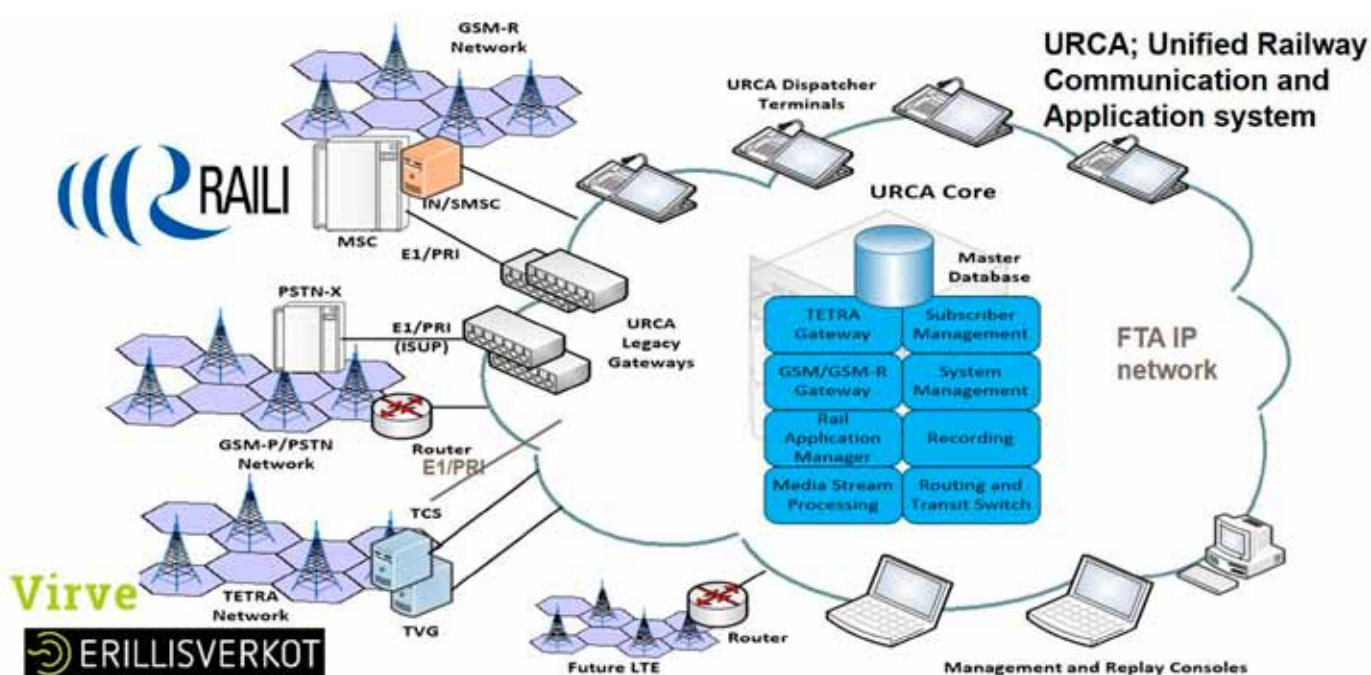
1. Miksi muutos RAILI-verkosta RAILI-palveluun tehdään?
T T T T eli Turvallisuuden, Toiminnallisuuden, Tekniikan ja Talouden vuoksi
2. Milloin RAILI-palvelu otetaan käyttöön?
Lokakuussa 2017 tavoite käyttöönoton alkamiseksi vaiheittain oli 3.12.2017
3. Mitä RAILI-palvelu vaatii junan kuljettajalta, vaihtotyön johtajalta, ratatyöstä vastaavalta? Junaliikenteessä pitää olla VIRVE radiopuhelin + ulkoantenni, vaihtotyössä ja ratatyössä valinnanvapaus, RAPLI tai VIRVE
4. Mitä huomioitavaa muutoksessa on?
Ohjeet rautatiehäätäpuhelun osalta täsmentyneet
Ratatyön yksilöivät tunnuksat muuttuivat pelkiksi numeroiksi
Liikenteenohjauksen yhteystietojen esitystapa uudistui

EU myönsi poikkeuslupan jäsenvaltio Suomelle

Suomen hallituksen talouspoliittinen ministerivaliokunta teki rautateiden operatiivisen puheviestinnän siirtämisestä VIRVEen myönteisen päätöksen 9.1.2015. Sen mukaisesti Liikennevirasto teki (2.3.2015) esityksen Liikenteen turvallisuusvirastolle, joka haki Euroopan unionin komissiolta poikkeuslupaa rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annetun direktiivin 2008/57/EY nojalla. Komissio myönsi Suomelle poikkeuslupan heinäkuussa 2015.

RAILI-palvelun ydin on URCA-järjestelmä

Kaavion keskiössä ovat Liikennevirasto hankkimat URCA palvelimet, joihin on liitetty myös liikenteenohjaajien uudet IP-puhelimet. Palvelimien ja niiden yhdyskäytävien kautta yksilö- ja ryhmäpuhelut puhelut kulkevat viranomaisverkko VIRVEen ja yleisiin verkkoihin nykyisen RAILI-verkon lisäksi. URCan teknisesti haastavin yksityiskohta on rautatiehäätäpuhelu, joka on monipuolinen eri verkot alueellaan yhdistävä superkonferenssipuhelu. Häätäpuhelussa yhdistyvät toiminnallinen numerointi, yksilöpu-



Kaavio 1 Unified Railway Communications and Application System (URCA)

helut ja ryhmäpuhelut, joten se toimii eri verkoissa ja RAPLI-sovelluksessa eri tavoin. Viestintäohje yksinkertaistaa hätäpuhelukäyttötapauksen yksisuuntaiseksi kuulutuspuheluksi, vaikka se ei sellainen teknisesti ole.

RAILI-palvelun tärkeimmät ominaisuudet

- Kirjautuminen toimintanumeroihin eli rooleihin
- Yksilöpuhelut toimintanumeroita käyttäen
- VIRVEN ryhmäpuhelut
- Rautatiehätäpuhelu - hädästä tai onnettomuuden uhasta ilmoittaminen
- Sijaintiin perustuvat ryhmä- ja yksilöpuheluiden ohjaukset liikenteenohjaajille
- Puhelujen tallentaminen tutkintaa ja turvallisuuden seurantaa varten

RAILI-palvelun rajoitukset

RAILI-palvelun käyttö on luvanvaraista, käyttölupia myöntää Liikennevirasto.

RAILI-palvelua saa käyttää vain rautateiden turvallisuuteen liittyvässä viestinnässä (ks. Rautatielaki 84§). RAILI-palvelu on käytettävissä, kun käyttäjä on kirjautunut työtehtävän mukaiseen rooliin eli toimintanumeroon.

Puhelimien paikannus on epätarkkaa.

RAPLI-sovelluksen rajoitukset

RAPLI-sovellus voidaan asentaa Android älypuheliin. RAPLI-sovellus toimii kuten muutkin älypuheliin tehdyt sovellukset. RAPLI:n käyttöön liittyviä erityisiä rajoituksia ei ole tiedossa.

RAPLI-sovelluksen yhteensopivuutta kaikkien Android älypuhelimien kanssa ei taata. Liikennevirasto suosittelee käytettäväksi testattuja ja toimiviksi todettuja Android-puhelinmalleja.

RAPLI-sovellus ei tue ryhmäpuheluita, mutta neuvottelupuheluita voidaan tehdä.

RAPLI-sovelluksessa ei ole paikannusominaisuutta, joten RAPLI älypuhelimien sijainti saadaan selville rautatiehätäpuheluita ja ohjauksen tavoitettavuutta varten seuraavasti:

- Junaliikenteessä ja junan tunnuksella tehtävässä vaihtotyössä yksikön kuljettaja on kirjautunut RAPLI:n lisäksi VIRVELLä tehtäväänsä, RAPLI:n paikannus VIRVEN kautta
- Vaihtotyön tunnuksen sijainti on kiinteästi määritelty RAILI-palveluun (eli tietyllä liikenteenohjauksen vastuualueella käytetään tiettyjä vaihtotyön tunnuksia) tai yksikössä on myös VIRVE, jolla on kirjautettu kuljettajan tehtävään
- Ratatyön tunnuksen sijainti on kiinteästi määritelty RAILI-palveluun eli tietyllä liikenteenohjauksen vastuualueella käytetään tiettyjä ratatyön tunnuksia

Älypuhelin ja sen RAPLI-sovellus toimivat siinä yleisessä verkossa, johon palveluntarjoajalta hankittu puhelinliittymä on liitetty. Yleisen verkon toimivuus ja palvelutaso ovat RAPLI:n käyttäjälle samat kuin kaikille muillekin kyseisen verkon käyttäjille. Esimerkiksi merkittävät yleisötapahtumat tai muut poikkeukselliset tapahtumat voivat aiheuttaa yleisen verkon paikallisen kuormittumisen siten, ettei yhteyttä saada.

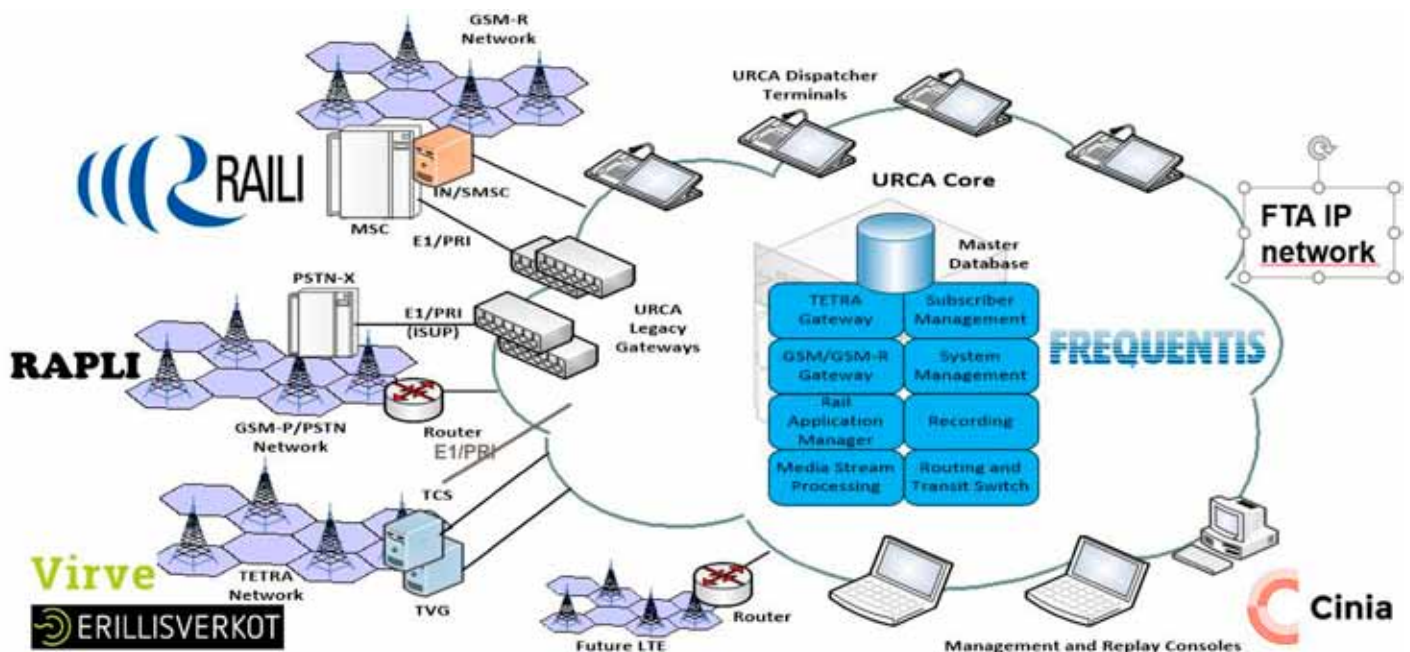
RAILI-palvelu ja VIRVE

VIRVEN käyttöä varten käyttäjäorganisaation pitää tehdä VIRVE-sopimus Suomen Erillisverkot Oy:n kanssa ja hakea käyttö lupa RAILI-palvelua varten Liikennevirastolta.

RAILI-palveluun on luotu VIRVE-ryhmäpuheluita varten eri puheryhmiä käyttötarkoituksen mukaisesti.

VIRVE puheryhmät, joissa on puhetallennus:

- <Tunniste>O on ohjauksen puheryhmä, jossa voidaan pyytää/antaa lupia ja tehdä ilmoituksia ao. ohjaukselle
- JUNAT on alueelliseen tiedottamiseen tarkoitettu puheryhmä
- HÄTÄ on korkean prioriteetin puhelu, joka hälyttää alueellaan kaikissa RAILI-palvelua käytävissä puhelimissa
- OHJAUS_YT<numero> on ohjauksen puheryhmä, jossa ohjaus voi antaa ohjeita tms. valituille, ryhmään kutsumilleen yksiköille



VIRVE puheryhmät, ei puhetallennusta:

- <Tunniste>KUT on vaihtotyöyksiköiden kutsumiseen tarkoitettu puheryhmä
- VT_YT<numero> on vaihtotyöyksiköiden keskinäinen puheryhmä, jossa yksiköt ja heidän yhteistyökumppaninsa voivat kommunikoida keskenään
- RT_YT<numero> on ratatyöyksiköiden keskinäinen puheryhmä, jossa yksiköt ja heidän yh-teistyökumppaninsa voivat kommunikoida keskenään
- <Tunniste>JARRU on jarrujen tarkastukseen tarkoitettu puheryhmä

Rautatiehäätäpuhelu

Rautatiehäätäpuhelu (HÄTÄ) on korkean prioriteetin puhelu, joka hälyttää alueellaan kaikissa RAILI-palvelua käyttävissä puhelimissa.

RAILI-palvelun häätäpuhelu on monipuolinen eri verkot määritellyllä alueella yhdistävä superkonferenssipuhelu, jossa yhdistyy toiminnallinen numerointi, yksilöpuhelut ja ryhmäpuhelut, joten se toimii eri verkoissa ja RAPLI-sovelluksessa eri tavoin. Viestintäohje yksinkertaistaa häätäpuhelun käyttötilanteen yksisuuntaiseksi kuulutuspuheluksi, vaikka se ei sellainen teknisesti ole.

Rautatiehäätäpuhelua on käytettävä vain silloin, kun on kyse välittömästä vaarasta lähialueen liikenteelle. Muutoin on käytettävä yksilöpuhelua liikenteenohjauksella. Rautatiehäätäpuhelu ohjautuu vaara-alueesta vastaavalle liikenteenohjaukselle ja alueella oleville RAILI-palvelua käyttäville puhelimille. Välittö-

mällä vaaralla tarkoitetaan esimerkiksi tilannetta, jossa ratainfra on vaurioitunut tai tukkeutunut siten, että tilanteesta aiheutuu välitön vaara liikennöinnille tai vaarallisten aineiden merkittävät vuodot.

RAILI- ja VIRVE-puhelimista häätäpuhelun voi tehdä, vaikka soittaja ei ole kirjautunut tehtävään eli soittajalla ei ole toiminnallista numeroa. RAPLI-sovellus vaatii kirjautumisen.

Hätätilanteessa on käytettävä opastetta ”Hätäpunainen”. Puhetien avauduttua häätäpuhelun aloittaja ilmoittaa, kuka puhuu (yksikön tunnus), missä on tapahtunut ja mitä on tapahtunut ja arvio tarvittavista avusta ja toimenpiteistä.

Esimerkki hätäilmoituksesta:

”Hätäpunainen, hätäpunainen, hätäpunainen! Tässä junan 123 kuljettaja. Riihimäellä raiteella 821 vuotaa ammoniakkivaunu reilusti. Pysäyttäkää liikenne ja palokunta paikalle heti!”

Häiriöt häihteävät viestintää

Radiopuhelut ovat alttiita erilaisille häiriöille ja katkoksille, joita aiheutuu mm. sääolosuhteista, ulkoisista radiohäiriöistä, laite- ja ohjelmistovioista sekä muutoksista verkossa, puhelimissa ja niiden lisälaitteissa. Radiopuhelimen asento suhteessa tukiasemaan ja käyttäjänsä sekä sisätilat, rakennukset ja rakennelmat, jotka vaimentavat radiosignaaleja, voivat heikentää radioverkon kuuluvuutta. Puhelu saattaa katketa kesken työturvallisuuden kannalta kriittistä työvaihetta.

MIPRO
A PIONEER AND EXPERT
IN RAILWAY SAFETY

FOCUSING ON
INTERNATIONALISATION
GROWTH
DEVELOPMENT
TOGETHER

mipro.fi

MIPRO

Junaliikenteen Häiriöviestinnän uudistaminen – Uusi viestijärjestelmä VR Liito

Ongelmilta junaliikenteessä ei voi välttyä. Häiriöt voivat olla pieniä esim. kuljettaja sairastuu tai mit-tavia koko liikenteen sekoittavia lumimyrskyjä. Var-maa on, että jotain yllättävää tapahtuu joka päivä ja ongelmiin täytyy jatkuvasti varautua. Häiriön yllättäessä on osattava tehdä oikeita ratkaisuja ja minimoitava vaikutukset asiakkaan matkaan. Häi-riötilanteen johtamisessa tärkeä työkalu on teho-kas viestijärjestelmä. Muutokset suunniteltuun lii-kenteeseen on viestittävä nopeasti kaikille eri toi-mijoille rataverkolla. Samoin vaatimukset asiakkaa-den informoimiseen häiriötilanteissa on noussut aivan uudelle tasolle, viesti on saatava nopeasti perille ja useassa eri kanavassa. Näihin haasteisiin VR Operaatiokeskus on kehittänyt uuden modernin VR Liito-Häi-riöviestijärjestelmän

Häiriö asiakkaan matkassa

Kun junan matka jostain syystä viivästyy, aiheuttaa se heti monenlaista toimintaa VR Yhtymän häiriötilanteiden ohjaamiseen erikoistuneessa Operaatiokeskuksessa. Junien operointi on viri-tetty huippuunsa ja jo pienikin myöhästyminen junan kulussa voi aiheuttaa isojakin kerrannaisvaikutuksia. Kalustolla saattaa olla nopea kääntö ja silloin paluujunankin lähtö voi myöhästyä, tai junan veturi on kiinnitetty määräasemalla toiseen junaan ja vaih-dolla on tiukka aikataulu. Myös junan henkilökunnalla voi olla nopea siirtyminen toiseen junaan työvuoroon. Samoin matkusta-jilla voi olla tiukkoja vaihtoyhteyksiä seuraaviin juniin ja kyse voi olla 5 minuutin marginaaleista. Jos vaihtoyhteyshetket odottavat, myöhästymisketjut voivat venyä hyvinkin pitkiksi. Tämä siis vain yksittäisen junan kohdalla, jos kyseessä on esim. sähköratavau-rio ja koko rataosa on poikki, ongelmat monikertaistuvat räjä-hdysmäisesti.



Talvi yllättää, kuva lokakuulta 2017. Kuva: Martti Uusinarkaus.



Martti Uusinarkaus
VR-Yhtymä

Viestintää monimutkaisessa verkostossa

Kaikissa häiriötilanteissa tiedottamisen nopeus ja kohdistus ovat avainasemassa. Jo yhden junan kulkuun liittyy kymmenien eri toimijoiden yhteis-työverkosto. Monimutkainen kokonaisuus sisältää VR Yhtymän sisäisiä rajapintoja lähtien konduk-tööristä, asemien lipunmyyntiin ja aina varikolle viimeiseen jarrujen tarkastajaan asti. Kaikille on saatava nopeasti ajantasaista tietoa poikkeusti-lanteista. Samoin kaikkien rataliikenteessä toimi-vien yhteistyökumppanien esim. Liikenteenohjauk-sen, Rataliikennekeskuksen ja Sähköratakeskuksen on jaettava tietoa keskenään liikenteen muutok-

sista ja arvioitava jatkuvasti häiriöiden kestoja. Yhdessä junassa voi olla helposti 500 matkustajaa, jotka on pidettävä tilanteen tasalla, samoin asemilla saattaa pakkasessa olla laiturit täynnä juna odottavia asiakkaita. Jokainen heistä odottaa, että juna tulee ajallaan ja jos ei tule, niin asiasta on saatava tietoa reaali-ajassa.

Ketterästi uusi järjestelmä

Viestinnän haasteisiin häiriötilanteissa ei enää pelkillä teksti-viesteillä ja sähköposteilla pystytä vastaamaan. Tarvitaan kehit-tyneempiä teknisiä ratkaisuja viestinnän tehostamiseksi. Viime kesänä VR Operaatiokeskus otti käyttöön uuden Liito-Häiriövie-stijärjestelmän. Järjestelmä toteutettiin ketterällä projektimalilla ja samoilla periaatteilla myös ylläpidetään järjestelmän jatkuvaa kehittämistä. Loppukäyttäjät ovat olleet tärkeässä roolissa kehi-tystyössä ja heiltä saa myös parhaat kehitysideat ja realistisim-man palautteen. Samaan aikaan projektin kanssa VR Yhtymässä siirryttiin pilvi-ympäristöön ja sen myötä Devops työkalut mah-dollistivat nopean kehitys-testaus-tuotanto syklin ja myös kivut-tomat tuotantoon viennit.

Tilannekuva pitää ajan tasalla

Liito-järjestelmän yksi uusi ajattelumalli on tuottaa käyttäjille ajantasaista tilannekuvaa mitä liikenteessä tapahtuu. Operaa-tiokeskuksessa järjestelmän käyttäjät hallitsevat häiriötilanteita visuaalisella käyttöliittymällä, joka myös ohjaa käyttäjiä. Tilan-nekuvassa on myös karttanäkymä, mistä saa yhdellä silmäyk-sellä kuvan missä päin tapahtuu. Häiriöön liittyvistä junista jär-jestelmä kertoo kulkutietoa, junan kaluston ja vaihtomat-kustajat, sekä esim. raidemuutokset reaaliajassa. Eri järjestelmistä saatua tietoa hyödynnetään myös viestinnässä.

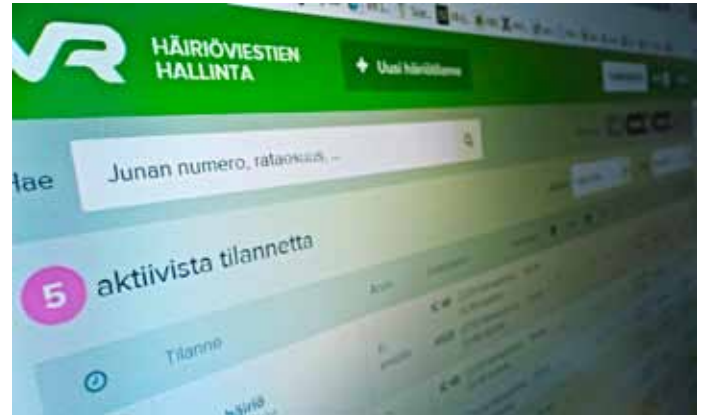
Nopeaa viestintää

Uuden viestin kirjoittaminen ja niiden päivittäminen on tehty käyttäjälle nopeaksi ja helpoksi. Järjestelmä tuottaa mahdolli-simman paljon valmista tietoa viestin kirjoittajalle, ehdottaa vas-

taanottajaryhmiä ja tarjoaa valmiita viestipohjia. Kun juna on myöhässä tietyn minuuttimäärän, järjestelmä kysyy, haluaako käyttäjä lähettää tilanteesta viestin ja myös tekee valmiin pohjan uudelle viestille. Viestit voi myös automatisoida, eli myöhässä kulkevasta junasta tai raidemuutoksesta järjestelmä voi kohdistaa viestin suoraan esim. kyseisen junan konduktöörille ja kuljettajalle. Samoilla periaatteilla myös asiakasviestintä on entistä nopeampaa ja käyttäjän on helppo valita eri kanavia missä tietoa häiriöistä voidaan julkaista. Järjestelmällä voi tuottaa helposti eri some-kanaviin tietoa missä tapahtuu, unohtamatta myöskään esim. vanhaa tuttua teksti-tv:tä. Samalla järjestelmällä viestitään siis sisäisesti, ulkoisille yhteistyökumppaneille ja matkustajarajapintaan.

Mobiili - kaikki tieto yhdessä paikassa

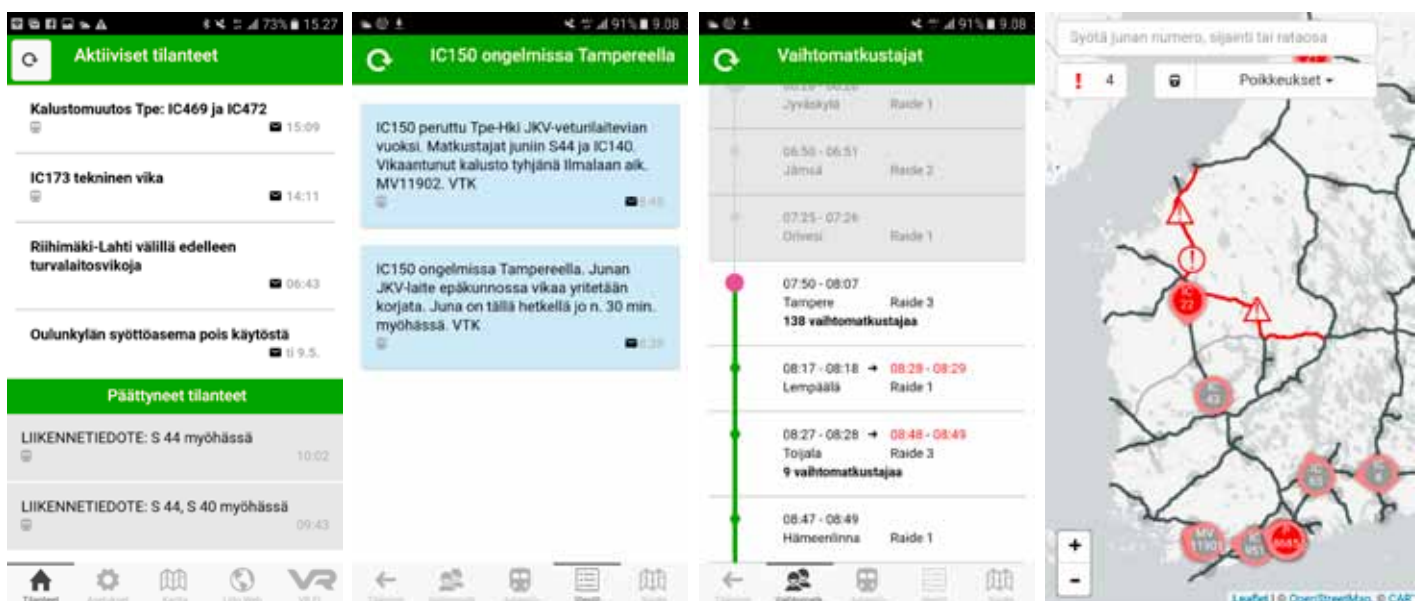
Uusi häiriöviestijärjestelmä tarjoaa VR Yhtymän henkilökunnalle Liito-mobiilisovelluksen, mistä käyttäjät voivat helposti seurata viestinnän tilannekuvaa älypuhelimella. Viestien vastaanottajat muuttuvat pelkistä passiivisista viestien vastaanottajista aktiivisiksi tiedon tutkijoiksi. Mobiili ilmoittaa Push-viestillä kohteelle aina kun tilanteeseen tulee uutta tietoa. Jos ennen vanhaan häiriöviestit tulivat yhtenä pötkönä tekstiviesteinä, niin nykyään viestit kiinnittyvät eri häiriötilanteisiin ja niitä voi tarkastella tilannekohtaisesti, koska tahansa voi käydä katsomassa tuoreimmat tilanteeseen liittyvät tiedot. Eikä kyse ole siis pelkästään viesteistä, vaan laajemmin häiriötilanteisiin liittyvästä juniin ja matkustajiin kohdistuvaa tietoa, mitä järjestelmä hakee useasta eri järjestelmästä.



Liito-järjestelmä ohjaa käyttäjää. Kuva: Martti Uusinarkaus.

Uutta tulevaa

Muutokset raideliikenteessä jatkuvat myös tulevana vuosina ja vauhti tuntuu vain kiihtyvän. Nykyisten ja tulevien toimijoiden on pystyttävä pelaamaan yhteen maaliin ja vaatimukset viestijärjestelmille varmasti kasvavat. Keskinäistä viestintää on kehitettävä ja eri järjestelmien on pystyttävä vaihtamaan tietoa myös keskenään. Myös asiakasrajapinnassa vaatimukset viestinnälle on jatkuvasti muutoksessa. Liito järjestelmässä on otettu huomioon, että huomenna kaivataan jo ehkä jotain uutta ja se vaatii järjestelmältä kykyä joustaa muutoksien mukana. Viestinnän on tuettava vahvasti operatiivista toimintaa junaliikenteessä ja myös vastattava asiakkaiden muuttuviin tiedon tarpeisiin koko heidän matkaketjuna aikana.



Liito mobiili näkymiä. Kuva: Martti Uusinarkaus.

Avoim data ja matkustajainformaation kehittäminen

Avoimen datan tuottaminen

Toimintaympäristön digitalisoituminen on mahdollistanut kokonaan uusien aineistotyyppien avaamisen ja toisaalta myös tehokkaan hyödyntämisen. Kehityksen myötä suuri osa Liikenneviraston tuotannasta ja keräämästä väylä- ja liikennetiedosta on nykyään saatavilla avoimena datana.

Avoimen datan tarjonta laajenee jatkuvasti. Asemilla esitettyä matkustajainformaatiota on pian mahdollista hyödyntää myös avoimen rajapinnan kautta. Tiedon testikäyttöönotto on suunniteltu aloitettavaksi loppuvuodesta 2017. Reaaliaikaiset liikennetiedot julkaistaan Liikenneviraston Digitraffic-palvelun rajapintojen kautta.

Liikennevirasto ja HSL ovat kehittäneet yhdessä avoimeen lähdekoodiin perustuvan Digitransit-palvelualustan, jolla on toteutettu HSL:n uusi Reittiopas, Liikenneviraston Matka.fi -palvelu ja useita paikallisia reittioppaita ympäri Suomen. Lisäksi Liikennevirasto on käynnistänyt lähipaikannukseen liittyviä kokeiluja asema-alueilla yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa. Lähipaikannuslaitteiden tuottamat tiedot ovat kaikkien avoimesti hyödynnettävissä. Lähipaikannuksen avulla on mahdollista mm. tarjota käyttäjille tiettyyn sijaintiin liittyvää informaatiota ja herätteitä mobiilisovellusten avulla.

Myös muut toimijat, kuten eri joukkoliikennekulkumuotojen toimijat sekä operaattorit (mm. HSL, TVV ja kaupungit) ovat avanneet esim. aikataulu- ja kalustotietojaan useamman vuoden ajan kaikkien käytettäväksi. Näin ollen avointa tietoa on valtavasti tarjolla ja hyödyntämismahdollisuuksia vielä paljon käyttämättä.



Heidi Saarinen
Liikennevirasto



Tuomas Lehtinen
Ramboll Finland Oy

Avoimen datan hyödyntäminen

Avoimen tiedon pohjalta on syntynyt runsaasti matkustajainformaatiopalveluita. Myös Liikennevirastossa on alettu pohtia uudenlaisia tiedon hyödyntämismahdollisuuksia mm. matkustajainformaation tarjoamiseen, laadun seurantaan ja toiminnan kehittämiseen liittyen.

Kattavamman matkustajainformaation tarjoaminen

Liikenneviraston vastuulla olevat asemien dynaamiset, vaihtuvaa tietoa esittävät näyttölaitteet ja kuulutukset ovat olleet ainoita tiedonlähteitä matkustajille junaliikenteen tilasta asemaympäristössä. Liikenneviraston tavoitteena on, että informaatio asema-alueella tulee rakentumaan staattisen ja dynaamisen informaation lisäksi ns. virtuaalisesta informaatiosta ja opastuksesta. Nykyistä kattavampaa ja personoidumpaa matkustajainformaatiota voidaan tarjota hyödyntämällä avoimen datan päälle rakennettuja mobiilipalveluja matkustajan sijaintitiedolla parannettuna. Näin voidaan mm. tarjota reaaliaikainformaatiota asemilla, joilla sen tarjoaminen on puutteellista, kerätä palautetta ja ohjata matkustajia häiriötilanteessa hakemaan tietoa vaihtoehtoisista kulkumuodoista. Mobiili-informaatio tarjoaa siis hyvät mahdollisuudet myös matkaketjuihin liittyvien tietotarpeiden tyydyttämiseen.

Mobiili-informaation tarjoaminen on kustannustehokasta. Sen käytöllä voi olla vaikutuksia mm. informaation tuottamisen kustannuksiin, mutta myös informointiperiaatteisiin, esimerkiksi jos erityisryhmien informaatio- ja opastustarpeita palvellaan heille räätälöityjen sovellusten avulla.

Laadun seuranta ja toiminnan kehittäminen

Tähän asti Liikenneviraston vastuulla olevan junaliikenteen matkustajainformaation tuottamisen laadun seuranta on ollut hankalaa, koska osasta nykyisistä järjestelmistä ei ole saatu tietoa ulos. Lähitulevaisuudessa tietoa voidaan tarkastella avoimena datana.

Avoimen datan avulla voidaan esimerkiksi visualisoida erilaisia palveluja ja tilanteita. Visualisointikeinona voidaan käyttää esim. reaaliaikaista karttanäkymää. Tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi matkustajainformaation tarjoamisesta vastaavan henkilön työn tukena, eräänlaisena matkustajainformaation tilannekuvana, jonka avulla henkilö voi katsoa, missä ja millaista informaatiota matkustajille tarjotaan. Tietoja voidaan täydentää myös muiden järjestelmien tai avoimen datan kautta saatavien tietojen avulla (esimerkiksi sääennustetiedot).

- Suomessa on yli 180 matkustajaliikenneasemaa, joista suurimmalla osalla tarjotaan ajantasaista matkustajainformaatiota näyttöjen ja kuulutusten avulla
- Liikennevirasto vastaa matkustajainformaatiosta asemilla. Palvelun tuottaa Finrail Oy
- Matkustajainformaatio muodostetaan useiden rautatieliikenteen tietojärjestelmien avulla ja rikastetaan MIKU-matkustajainformaatiojärjestelmässä
- Markkinoilla on paljon erilaisia Digitrafficin avoimen datan pohjalta rakennettuja mobiilipalveluja, jotka tarjoavat tietoa esimerkiksi junaliikenteen aikatauluista, kokoonpanoista, myöhästymisistä sekä poikkeuksista
- Uusien teknologioiden mahdollisuuksia laadukkaamman matkustajainformaation tarjoamiseksi kehitetään yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa



Kuva 1. Matkustajainformaation virtuaalinen taso. Kuva: Ramboll Finland Oy

Matkustajainformaatiojärjestelmästä saatavia tietoja tarkastelemalla saadaan tarkkaa tietoa siitä, miten, missä ja milloin matkustajia on informoitu poikkeustilanteissa. Yhdistelmällä tietoja muiden järjestelmien tuottamiin tietoihin, voidaan saada nykyistä parempi ymmärrys käytännön toimintamalleista mm. matkustajainformaation tuottamiseen sekä rautatieliikenteen operatiivisten toimijoiden keskinäiseen tiedonvälitykseen ja reaaliaikaisen tilannekuvan muodostamiseen liittyen. Tietoa voidaan hyödyntää mm. matkustajainformaatiopalvelun laadun seurannassa Liikenneviraston ja palvelun tuottajan sekä Liikenneviraston ja järjestelmätoimittajan välillä. Tältä pohjalta voidaan myös kehittää matkustajainformaation tuottamisen toimintamalleja ja laatua.

Myös liikkujien tarjoamaa avointa dataa voidaan hyödyntää matkustajainformaatiopalvelun laadun seurannassa ja kehittämisessä. Esimerkiksi analysoimalla liikkujien tuottamia tietoja sosiaalisessa mediassa, voidaan tarkastella liikkujien reagointia annettuun matkustajainformaatioon tai vastaanottaa esimerkiksi ilmoituksia laitteiden vikaantumisesta.

Liikenteenohjausjärjestelmän tietoturva – Cyberuhkat, onko niitä?

Liikenteenohjausjärjestelmät Suomessa ovat kehittyneet voimakkaasti viime vuosina. Perinteiset rautatieliikenteen kauko-ohjausjärjestelmät ovat liittymässä ja integroitumassa koko rataverkon kattavaksi liikenteenhallintajärjestelmäksi. Turvallisuuteen liittyvät liikenteenohjausprosessit ovat siirtymässä entistä lähemmäksi julkisia verkkoja. Tämä muutos kasvattaa järjestelmään kohdistuvaa riskiä altistua tietoturva-avoittuvaisuudelle ja -uhkille, jotka liittyvät moderneihin tietojärjestelmiin.

Rautatieliikenteenohjaus jakaantuu toiminnallisiin kerroksiin, joissa turvallisuus, käytettävyys ja tietoturvallisuus painottuvat. Turvallisuuskriittisin osuus, asetinlaitejärjestelmä varmistaa junaliikkeiden turvallisen kulun rataverkolla. Suomessa käytössä olevat ns. perinteiset asetinlaitejärjestelmät on hajautettu maantieteellisesti pitkin rataverkkoa. Asetinlaitteet liittyvät infran omistajan tai kaupallisten verkkojen avulla keskitettyihin kauko-ohjausjärjestelmiin. Kauko-ohjausjärjestelmän avulla liikenteenohjaajat ohjaavat junaliikennettä järjestelmän automatiikan avustamana. Alun perin ratakapasiteetin jakoon kehitetty Liike-järjestelmä alijärjestelmineen (liikenteenhallintajärjestelmä) on tänä päivänä tärkeä osa liikenteenohjaajan operatiivista työtä. Liikenteenhallintajärjestelmän avulla hallitaan koko Suomen rataverkkoa muun muassa kaikkien junien aikatauluja. Järjestelmän eri osa-alueita käyttävät lähes kaikki rautatieliikenneprosessin osapuolet. Lisäksi järjestelmä tuottaa tietoa julkisiin rajapintoihin esimerkiksi junien aikataulut.

Liikenteenhallintajärjestelmän rooli kasvaa

Liikenteenohjauksen työ tulee muuttumaan tulevaisuudessa. Viime vuosiin asti liikenteenohjauksen turvallisuuskriittiset pro-



*Sami Hyyryläinen
Mipro Oy*

sessit ovat perustuneet liikenteenohjaajan aktiiviseen rooliin turvallisuuden hallinnassa. Junakulkuteiden asetuksesta vastaa liikenteenohjaaja joko manuaalisilla komennoilla tai kauko-ohjausjärjestelmän junanumeroautomatiikan avulla. Turvallisuuskriittinen viestintä juniin ja radalla toimiviin ratatyöyksiköihin on perustunut suurelta osin puheviestintään ja puolimanuaalisiin prosesseihin.

Tulevaisuudessa ja osittain jo tänä päivänä kauko-ohjausjärjestelmät ja liikenteenhallintajärjestelmät tulevat integroitumaan tiiviimmin yhteen. Liikenteenhallintaympäristön työkalut tulevat osallistumaan entistä aktiivisemmin liikenteen operatiiviseen ohjaukseen. Automaation aste ja

liikenteen automaattinen optimointi tulevat lisääntymään. Liikenteenohjausten keskittyessä yhdellä järjestelmällä ohjataan entistä suurempia alueita. Häiriöt järjestelmien toiminnassa vaikuttavat isompaan määrään junia ja matkustajia. Turvallisuuden kannalta liikenteenhallintajärjestelmä tulee lähemmäksi ja osaksi turvallisuuskriittisiä toimintoja ja prosesseja, näistä esimerkkinä ratatyön suojaus ja kriittiset rajoitteet rataverkon käytössä (liikenteenohjauksen ilmoitukset).

Haasteena laaja ja hajautettu järjestelmien verkko

Kauko-ohjausjärjestelmästä on perinteisesti ollut vain muutamia rajapintoja liikenteenhallintajärjestelmiin. Kauko-ohjausjärjestelmät ovat ohjanneet rajattua aluetta rataverkolta. Järjestelmän tietoturva on nojannut suurelta osin muista järjestelmistä ja Internetistä täysin eristettyyn järjestelmään ja rajattuun käyttäjäjoukkoon. Järjestelmien laajentuessa, rajapintojen lisääntyessä, käyttäjämäärien kasvaessa tietoturvariskit kasvavat. Kauko-ohjausjärjestelmän suurimmat haasteet liittyvät laajaan ja hajautettuun prosessiin, jossa pitkin rataverkkoa hajautettuna sijaitsevat



Kauko-ohjausjärjestelmien tietoturva on nojannut suurelta osin muista järjestelmistä ja Internetistä täysin eristettyyn järjestelmään ja rajattuun käyttäjäjoukkoon sekä liikenteenohjaajan aktiiviseen rooliin turvallisuuden hallinnassa.

On olemassa vain kahdenlaisia yrityksiä. Sellaisia, joihin on hakkeroitu ja sellaisia, joihin tullaan vielä hakkeroimaan (FBI:n johtaja **Robert Mueller**).

asetinlaitteet paikallisine ohjauspisteineen liittyvät kaupallisten tietoverkkojen avulla toisiinsa. Infran haltijan on vaikea hallita koko järjestelmän fyysistä tietoturvallisuutta. Tietoliikenneverkkojen ja järjestelmien tietoturvastuu on hajautettu eri organisaatioiden ja erilaisten sopimusmallien taakse.

Liikenteenohjauksen työkalut (mm. Liike, JETI, Kupla, Ruma) on suunniteltu käytettäväksi hyödyntämään julkisia internet-yhteyksiä ja toimimaan erilaisissa laitekoonpanoissa ja mobiililaitteissa. Käyttäjillä järjestelmillä on useita satoja eri organisaatioissa. Samoilla työasemilla käytetään internetin web-soveluksia ja sähköpostia. Edellä mainituista syistä johtuen järjestelmät ovat luonnostaan alttiimpia tietoturva-uhkille ja haavoittuvuuksille.

Tietoturva-uhkien uudet reitit

Liikenteenohjausjärjestelmän kerroksellisuus, hajauttaminen sekä turvallisuuteen liittyvien prosessien perinteiset (manuaaliset) toimintatavat ovat tähän asti minimoineet julkisten verkkojen kautta tulevien uhkien vaikutuksen. Erityisesti ja suoraan rautatiejärjestelmään kohdistuvista sähköisistä hyökkäyksistä ei Suomessa ole ainakaan julkisuudessa kirjoitettu. Muualta Euroopasta löytyy tunnistettuja murtautumisyhteyksiä rautatiejärjestelmiä vastaan. Vaarallisen vian aiheuttaminen turvallisuustointoihin vaatii rautatiejärjestelmän syvällistä tuntemusta ja fyysistä pääsyä järjestelmään. Todennäköisempää on, että kunnossapito- tai käyttöhenkilöstö kytkee vahingossa järjestelmän tietoverkkoon ”saastuneen” laitteen, esimerkiksi kannettavan tietokoneen. Virus tai haittaohjelma levitessään voi pahimmassa tapauksessa estää tai rajoittaa järjestelmän käyttöä ja sitä kautta aiheuttaa merkittävää pitkäkestoista häiriötä junaliikenteelle.

Järjestelmään rakennetun kerroksellisuuden keveneminen uusien rajapintojen myötä sekä turvallisuuteen liittyvien prosessien siirtyminen liikenteenohjauksijärjestelmään lähemmäksi

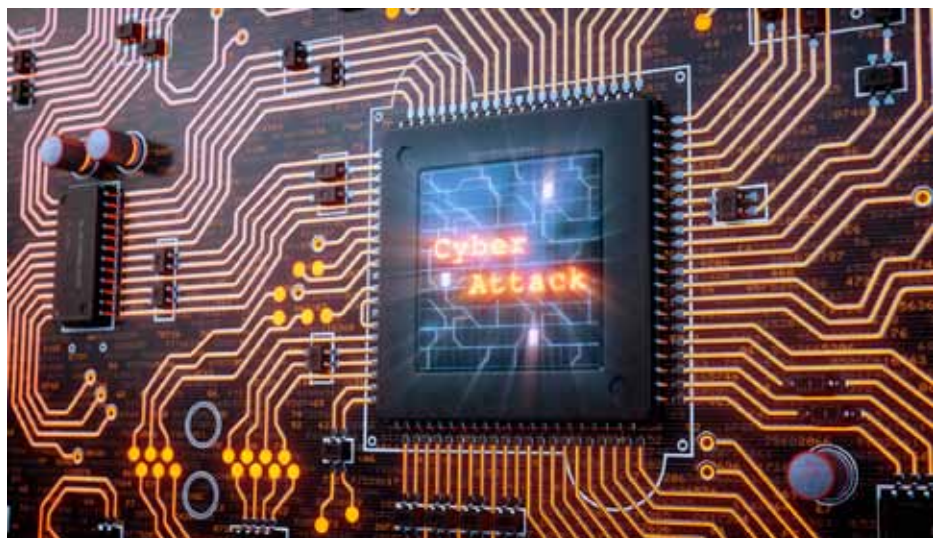
avoimia tietoverkkoja kasvattaa riskiä vakaville ja jopa vaarallille tietoturva-epäilyille. Yhteys julkiseen verkkoon mahdollistaa erityisesti rautatiejärjestelmään kohdistettujen hyökkäysten toteuttamisen. Todennäköisin uhka on julkisen verkon kautta aiheutettu ns. palvelunestohyökkäys, joka lamauttaa järjestelmän toiminnan joltakin osin tai jopa kokonaan.

Euroopassa nopeasti yleistyvän uuden ERTMS/ETCS (Level 2) liikenteenohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä tulee varautua entistä vaarallisempiin uhiin. Järjestelmässä junan turvalliseen kulkuun liittyvää dataa välitetään GSM-R-verkon välityksellä. Tunkeutuminen järjestelmään terroristisessa tarkoituksessa voisi johtaa vakavaan junaturmaan.

Miten uhkia hallitaan

Rautatiejärjestelmät luokitellaan yhteiskunnan kannalta kriittisiin toimintoihin. Vaatimukset kriittisten järjestelmien tietoturvalla periytyvät EU:n NIS-direktiivin (Directive on security of network and information systems) kautta. Kansallinen toimeenpano ja soveltaminen ovat käynnissä mm. Liikennevirastossa. Rautatiejärjestelmien haasteena ovat järjestelmien monimuotoisuus ja osittain järjestelmien pitkät elinkaaret. Vie vuosia ennen kuin direktiivin mukaiset toiminnot on jalkautettu ja viety eri organisaatioiden järjestelmiin ja organisaatioiden toimintaan. Tämä vaatii erilaisia nykyisistä poikkeavia sopimusmalleja ja päivityksiä nykyisiin järjestelmiin. Tärkeintä on luoda tietoturvan hallinnasta jatkuva prosessi, joka mahdollistaa prosessien ja järjestelmien muuttamisen niiden elinkaaren aikana.

Turvallisuuteen liittyvät liikenteenohjausprosessit ovat siirtymässä entistä lähemmäksi julkisia verkkoja, mikä lisää liikenteenohjausjärjestelmään kohdistuvaa riskiä altistua tietoturva-ahavoittuvaisuuksille ja -uhkille.



Raidegeometrian geodeettiset mittaukset osana radan elinkaarta

Raidegeometrian mittaaminen geodeettisin menetelmin on monivaiheinen prosessi, joka sisältää mittausterustan määrittämisen sekä raiteen kartoittamisen mittaukset. Mittausmenetelmien ja -laitteiden nopea kehitys on tehostanut geodeettisia ratamittauksia sekä parantanut niiden tarkkuutta. Mittausten tarkkuus ja luotettavuus eivät kuitenkaan synny itsestään vaan ne ovat mittauslaitteiden ja olosuhteiden jatkuvaa kontrolloimista. Lopulta geodeettisten mittausten avulla kontrolloidaan raidegeometrian absoluuttista asemaa sekä suhteellista asentoa itseensä nähden. Mittauksissa on selkeästi erotettava toisistaan absoluuttinen sekä suhteellinen tarkkuus. Absoluuttisella tarkkuudella tarkoitetaan mittausterustan eli kiintopisteistön tarkkuutta käytettävän vertausjärjestelmän suhteen. Suhteellinen tarkkuus viittaa itse mittausmenetelmän sisäiseen tarkkuuteen, esimerkiksi takymetrimittauksen tarkkuuteen. Lopullinen tarkkuus ja luotettavuus koostuvat kiintopisteistön, mittausterustan, käyttäjän ja olosuhteiden aiheuttamien virheiden kontrolloimisesta.

Mikään ei ole pysyvää

Suunniteltu raidegeometria rakennetaan paikalleen mittausterustan eli kiintopisteiden suhteen. Kiintopisteistö on käytännössä käytettävän vertausjärjestelmän ja korkeusjärjestelmän realisaatio, jonka tasokoordinaatit ja korkeudet tunnetaan luotettavasti. Raidegeometrian asemaa kontrolloidaan näiden kiintopisteiden suhteen. Myös kiintopisteiden sijainti on määritettävä

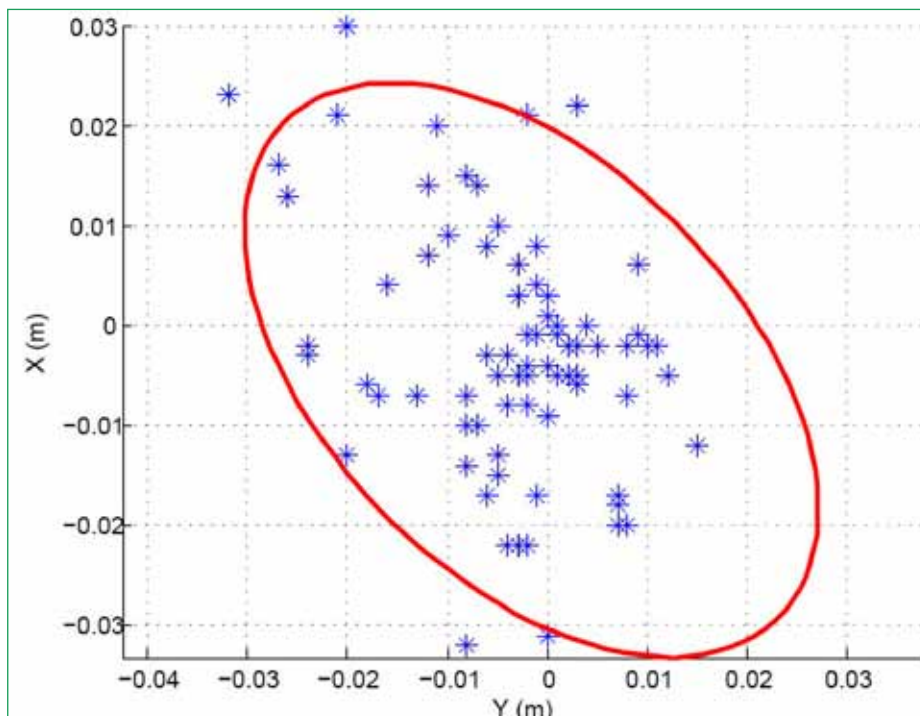


Anton Aronen
VR Track Oy

runkomittauksin ajoittain, koska myös kiintopisteet liikkuvat. Kiintopisteet pyritään aina rakentamaan kiinteisiin liikkumattomiin alustoihin kuten kallioihin, isoihin maakiviin ja betonirakenteisiin. Tämä ei ole kuitenkaan aina mahdollista, jolloin joudutaan turvautumaan pehmeikköasteisiin tai maaputkiin. Erityisesti maaputket tuhoutuvat herkästi maanroutimisen seurauksena, jolloin mittausterusta on uusittava. Myös pysyvässä rakenteissa olevat pisteet muuttuvat vertausjärjestelmän suhteen ajan kuluessa. Suomessa kiintopisteiden sijaintia muuttavat erityisesti korkeussuunnassa jääkauden aiheuttama maannousu. Todellisuudessa maapallon mittakaavassa mannerlaatat liikkuvat suhteessa toisiinsa jatkuvasti ja realistisempi tapa kuvata sijainteja olisivat dynaamiset koordinaatit. Käytännössä tämä olisi kuitenkin mahdotonta. Siksi vertausjärjestelmät sidotaan aina tiettyyn ajankohtaan ja mannerlaattaan, kuten myös Suomessa käytetty vuodel 1989 European Terrestrial Reference Frame 89-realisatio on sidottu.

Reaaliaikainen kinemaattinen satelliittimittaus

Reaaliaikainen kinemaattinen satelliittimittaus (Real Time Kinematic) on yleistynyt rakennusalalla nopeasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Parhaimmillaan hyvissä olosuhteissa tällä mittausmenetelmällä päästään jopa senttimetriluokan mittaustarkkuuksiin. Tosiaikainen kinemaattinen paikantaminen on mahdollistanut koneohjauksen, jossa työkaluilla, kuten kaivinkoneella, voidaan kaivaa suunnitelman mukaisesti ilman mit-



Testimittausten tuloksena saatiin verkko-RTK-mitattujen sijaintien epävarmuusalue esitettynä 95 % virheellisinä. Anton Aronen.

taushenkilöstön jatkuvaa läsnäoloa. Reaaliaikaista kinemaattista satelliittimittausta tulee käyttää vain mittauksissa, joissa sen tarkkuus ja luotettavuus ovat riittävät käyttötarkoitukseen nähden. Raidegeometrian kartoittamiseen sitä ei voi suositella tapauksissa, joissa kartoitusten perusteella kontrolloidaan raidegeometrian asemaa ja asentoa. Paikkatiedon tarpeisiin RTK-mittausten tarkkuus on kuitenkin enemmän kuin riittävä.

Liikenneviraston Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje 18/2017 sallii RTK-mittausten käytön mittausperustojen saneerauksissa sekä mittausperustan määrittämisessä kokonaan pienissä hankkeissa, joissa hanke-alue on alle 500 metriä pitkä. RTK-mittausten luotettavuus on kuitenkin perinteisin menetelmän määritettyihin mittausperustoihin nähden heikko ja mittaus-ten toistettavuus olematon.

Tarkkuutta ja luotettavuutta perinteisin menetelmin

Mittausperustan määrittäminen staattisen satelliittimittauksen, monikulmiojonomittauksen ja jonovaiituksen avulla takaavat tarkimman ja luotettavimman kiintopisteistön raidegeometrian mittauksia varten. Diplomityössäni ”Raidegeometriamittausten laadunvarmistus” tutkin muun muassa verkko-RTK-mittauksien tuotetun mittausperustan ja perinteisen mittausperustan tarkkuutta sekä luotettavuutta käytännön mittausolosuhteissa. Tulosten perusteella voidaan todeta, että perinteinen mittausperusta on huomattavasti tarkempi ja luotettavampi kuin verkko-RTK:lla mitattu mittausperusta.

Raidegeometrian rakentaminen ja kunnossapito ovat yhteistyötä

Raidegeometrian geodeettisia kartoitusmittauksia käytetään radan rakentamisessa ja kunnossapidossa. Rakentamisessa ja kunnossapidossa raiteen siirtäminen kohti tavoitegeometriaa tapahtuu nuotitusmittauksissa määritettyjen siirtoarvojen avulla. Nuotitusmittauksissa raidegeometriaa kartoitetaan mittausperustan suhteen. Lopulta raide siirretään siirtoarvojen mukaiseen asemaansa tukemiskoneella. Raidegeometrian kartoittaminen tapahtuu rasittamattomalle raiteelle, jolloin piilopainumat eivät tule nuotitusmittauksissa huomioituiksi. Siksi on tärkeää, että raide tarkastetaan myös rasitetussa tilassa radantarkastusvaunulla. Piilopainumatkin saadaan poistettua laadukkaalla tukemistyöllä.

Raidegeometrian ja mittausperustan ajantasaisuus

Rakentamisen jälkeen raidegeometria on sidottu mittausperustaan, jonka pisteiden suhteen raidegeometrian asemaa kontrolloidaan. Raidegeometrian kunnossapidossa niin raidegeometria kuin mittausperusta lopulta vanhenevat ja ne tulee päivittää yhdessä. Usein mittausperustoja uusitaan, mutta raidegeometriaa ei suunnitella uudelleen uuden mittausperustan suhteen. Vanha raidegeometria on usein eri vertaus- ja korkeusjärjestelmässä kuin uusittu mittausperusta, jolloin uudet pisteet joudutaan muuntamaan vanhaan järjestelmään, jos kartoitusmittauksia halutaan suorittaa. Koordinaatistomuunnosta varten olemassa olevat parametrit ovat usein heikkolaatuisia tai alueella ei ole enää olemassa vanhaan raidegeometriaan sidottuja kiintopisteitä muunnoksen laskemiseksi. Siksi raidegeometria on aina päivitettävä mittausperustan uudelleen mittaamisen yhteydessä.

Johtavaa rautatie-
diagnostiikkaa
Suomessa ja
maailmalla

ROADSCANNERS www.roadscanners.com



BEYOND
THE
SURFACE

Liikennevirasto inframallintaa

Digitiedon määrä räjähtää

Tiedon määrä kasvaa huimaa vauhtia. Maailmanlaajuisesti tietoa syntyy käsittämätön määrä digitaalisenä. Vuonna 2007 digitaalista tietoa luotiin 0,276 zettabytea (1 zettabyte on 10^{21}) ja vuonna 2015 jo 12 zettabytea. Analogisen tiedon määrä on koko maailmassa 0,019 zettabytea (Lähde Tomi Dahlberg, Turun Yliopisto, 2015).

Vertailuna todettakoon, että ihmiskunta luo joka kuukausi yhtä paljon uutta digitaalista tietoa kuin ajanjaksona 10.000 ennen ajanlaskun alusta vuoden 2003 loppuun. Miten hallitsemme tämän tiedon? Miten käsittelemme ja yhdistelemme tätä tietoa? Mitä mahdollisuuksia tämä tieto antaa?

Liikennevirasto digitalisoi ja mallintaa

Liikenneviraston hankkeissa tämä tiedon räjähtäminen konkreetisoituu. Yhden hankkeen materiaaleissa on valtavasti dokumentteja, tietomalleja, mittausdataa. Enää näitä tietomääriä ei tulos-teta ja levitellä työmaakopin seinille. Ainoa varmasti 10 vuoden kuluttua aukeava tiedostoformaatti on avoin ja ylläpidetty standardiformaatti.

Liikennevirasto on tehnyt systemaattista työtä yhdessä muiden alan toimijoiden jo vuosia. Liikenneviraston uudet hankkeet tehdään mallintamalla ja mallintamisen osaamista ja työkaluja kehitetään jatkuvasti. Liikennevirasto on linjannut muiden isojen infratilaajien kanssa, että inframallintamisen kehityshankkeiden tulokset julkaistaan alan muille toimijoille.

Tavoitteet, nykytila ja välineet

Liikennevirastolla on kaksi tietomallitavoitetta. Hyödynnämme avoimia ja standardoituja tietomuotoja ja rikastamme tietoa läpi



Tarmo Savolainen
Liikennevirasto

elinkaaren pyörän. Suunnitelma rikastuu rakennetuksi omaisuudeksi, jota sitten ylläpidetään ja rikastetaan.

Liikenneviraston ohje Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 12/2017 on julkaistu keväällä 2017 ja sen käyttöönottoon on panostettu koulutuksin. Se antaa tilaajalle, konsultille kuin urakoitsijallekin ohjeen ja apuvälineitä mallipohjaisen hankkeen läpivientiin.

Hankkeissa mallien hallinnalla saadaan joka päivä parempia tuloksia. Työ tehostuu, laatu paranee ja tiedon hukka ja sähläminen vähenevät. On havaittu, että vielä on kehitettävää osaamisessa ja työkaluissa. Kehitystarpeet koskettavat niin tilaajaa, suunnittelijaa, rakennuttajakonsulttia kuin urakoitsijaakin.

Tulevaisuus: Suomi ja maailma kehittyvät

Maailmalla buumi infran standardointiin kiihtyy. Building Smart International on aloittanut IFC Road, Rail, Tunnel ja Bridge kehityksen. Kiinan Rautateiden BIM johtaja totesi kevään 2017 Building Smart Summitissa, että nykyisessä maailmassa Kiina on liian pieni markkina oman rautatiealan standardin kehittämiseen. Siksi he ovat avanneet oman standardinsa kansainvälisen yhteisön kehitettäväksi.

Suomessa tehty tietomallityö ei mene hukkaan maailman kehityksen kehittyessä. Päinvastoin se avaa vain mahdollisuuksia. Suomi on ollut infra-alan BIM kehityksessä kärjessä ja se maailmalla huomataan. BIM kehitys ei ole kuitenkaan pikamatka. Se on pikemminkin maraton. Meistä mennään ohi, jos höl-läämme. Jatketaan siis hyvällä ja tasaisella tahdilla eteenpäin.

TOIMINNALLISEN TURVALLISUUDEN KOULUTUS TOUKOKUUSSA 2018

Kolmastoista Suomessa järjestettävä toiminnallisen turvallisuuden henkilösertifiointiin tähtäävä Functional Safety Certification Course antaa valmiudet ymmärtää ja toimia toiminnallisen turvallisuuden standardien vaatimusten mukaisesti monimutkaistuvassa turvakriittisessä ympäristössä.

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

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

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



Rautatiejärjestelmän ohjauksen ja toiminnallisen turvallisuuden ammattilainen



Työmaan laadunhallinta sekä tietomallipohjainen sähkö- ja turvalaitesuunnittelu

Infra-alalla on tapahtunut viime vuosina merkittävää kehitystä inframallipohjaisessa toiminnassa esimerkiksi suunnittelun ja rakentamisen osalta. Työtä on tehty paljon alan yleisen edun vuoksi, mutta kuitenkin yleisesti suurimmat hyödyt on saavutettu rakentamisessa ja siellä erityisesti koneohjauksen hyödyntämisellä. Muutamissa hankkeissa tietomalleja on hyödynnetty laajemminkin ja on havaittu mitä mallien kokonaisvaltaisella hyödyntämisellä voidaan saavuttaa.

Tilajalla on merkittävä rooli kehityksen edesauttamisessa ja tilaaja voi osoittaa omalla toiminnallaan suuntaa johon ala voisi edetä. Tärkeimpiä keinoja on kehittää hankinta-asiakirjoja ja toimintatapoja sekä osoittaa alalle inframallinnuksen vähimmäisvaatimukset, jotta voidaan taata tasapuolinen kohtelu kaikkia palveluntarjojia kohtaan. On havaittu että nykyiset ohjeet, määräykset ja toimintatavat eivät täysimääräisesti mahdollista inframallipohjaista toimintaa. Tästä syystä Liikennevirasto on aloittanut kaksi kehityshanketta missä vastataan osittain näihin haasteisiin, ensimmäisessä kehitetään turvalaite- ja sähköratasuunnittelun mallinnusta ja toisessa mallipohjaisen rakentamisen laadunvalvontaa.

Turvalaite- ja sähköradanmallinnuksen kehittäminen

Nämä tekniikkalajit vaativat mallintamiseen selkeät ohjeet ja vaatimukset, koska ne puuttuvat alan YIV-ohjeistuksesta. Tämän työn tarkoituksena on muodostaa ensimmäiset toimintatavat, määritellä mallinnukselle tavoitteet, sisältö ja työn toimitustapa. Näin voidaan taata tilaajalle ja palveluntarjoajalla samanlainen näkemys mallintamisesta hankkeen eri vaiheissa.

Tarkoituksena on että inframalli palvelisi hanketta koko elinkaaren ajan, jolloin mallipohjaisen prosessin suurimmat hyödyt



Teppo Rauhala
WSP Finland Oy

saavutetaan. Ideaalitilanteessa tietomallia täydennetään jokaisessa suunnitteluvaiheessa, eikä aloiteta työtä alusta eri suunnitteluvaiheissa. Tällä hetkellä turvalaite- ja sähköratatekniikan suunnittelu tapahtuu vanhoilla menetelmillä ja siihen on yritetty lisätä mallintamisen vaatimuksia. Mutta koska tekniikka-aloille ei ole määritetty yksiselitteistä ohjeistusta ja mallinnusteknologiaa, suunnittelua ei ole voitu toteuttaa sujuvasti mallipohjaisesti. Näin ollen on tarve inframallinnusohjeiden tekemiselle ja teknologian kehittämiseksi näiden tekniikka-alojen osalta.

Mallipohjaisen laadunvalvonnan kehittäminen

Pääsääntöisesti nykyinen laadunvalvonta perustuu yksittäisiin tutkimustuloksiin joiden tulee vastata InfraRYL:n vaatimuksia. Nämä mittaukset tapahtuvat yleensä valmiin rakenteen tai rakennusvaiheen laadun toteamiseen eikä jatkuvaan laadunvalvontaan. Tieto kerätään erilaisiin pöytäkirjoihin, lomakkeisiin ja taulukoihin, jonka johdosta niiden hyödyntäminen on haastavaa. Lisäksi esitystapa aiheuttaa sen, että laaturaportit tuotetaan siinä vaiheessa kun rakenne on jo peitetty tai on kiire jo aloittaa seuraava työvaihe. Tämä aiheuttaa tilaajan valvontaorganisaatiolle haasteita todeta laadun riittävyys.

Työn tavoitteena on kehittää toimintatapoja, jotka edes auttavat rakentamisen tuottavuuden ja laadun kehittymistä sekä antaa pohjan tarvittaville ohjeiden ja määräysten kehittämiseksi. Samalla mahdollistetaan rakentamisen aikaisen työnohjaamisen ja laadunvalvonnan kehittämisen mahdollisimman lähelle työn aikaista suoritusta, eikä seuranta tapahdu vasta työsuorituksen jälkeen. Uudella toimintatavalla luodaan läpinäkyvä menetelmä jonka avulla urakoitsija ja valvoja voivat seurata rakentamisen laadun kehittymistä.

Rautatiejärjestelmän ammattilainen



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

vepe Aluesuojaamisen kokonaispalvelut



vepe.fi

Kokemuksia automaattisen tiedontuotannon kokeiluista

Liikenneviraston automaattisen tiedontuotannon kokeilut ovat toimineet kasvualustana erilaisten teknologioiden kokeilulle ja käyttöönotolle uudella tavalla. Yhteisrahoitusmalli on ollut hyvä tapa kokeilla uusia toimintamalleja käytännössä.

Automaattisen tiedontuotannon tulokset hyödyttävät usein enemmän kuin yhtä asiakasta. Ennen kuin teknologian mahdollistamien uusien toimintatapojen hyödyt on osoitettu, on vaikea saada useita sidosryhmiä yhdessä tekemään muutoksia perinteiseen toimintaan. Olemme kokeineet hyväksi tavaksi yhdessä todentaa kokeilujen potentiaalin. Toivon, että seuraavaksi nämä hyvät kokeilut otetaan laajemmin käyttöön koko alamme edistävinä toimintamalleina.

Edellisen RATA 2016 -seminaarin jälkeen priorisoimme kehitysideoistamme parhaat Liikenneviraston automaattisten tiedontuotannon kokeilujen t&k-hanke-ehdotuksiksi. Olemme yhdessä tehneet neljää erilaista tiedontuotannon kokeilua, jotka kaikki liittyvät loppujen lopuksi kunnossapitoon.



Ilmari Halme
VR Track Oy

Olen ohjannut projektipäälliköitä näissä erilaisissa hankkeissa, joissa kaikissa tavoitellaan uutta tapaa tuottaa tietoa automaattisesti infran kokonaistaloudellisuuden edistämiseksi. Ensimmäisten alustavien tulosten myötä myös kokeilujen muuntaminen radan kunnossapidon hyödyiksi on ollut helpompaa, kun olemme voineet puhua konkreettisista esimerkeistä.

Kokeiluista konkretiaa

Kokeilut jäävät helposti teknisiksi ja eivät vaikuta välttämättä todellisiin ongelmiin. Näissä nyt tehtävissä kokeiluissa on taustalla todellinen kunnossapidon tarve, johon olemme suunnanneet kehityspanoksemme. Kussakin kokeilussa on teknologiaa, mutta vähintään yhtä tärkeää on käydä uuden menetelmän mahdollisuuksia läpi ja esim. palvelumuotoilun keinon selvittää sen todellista potentiaalia.

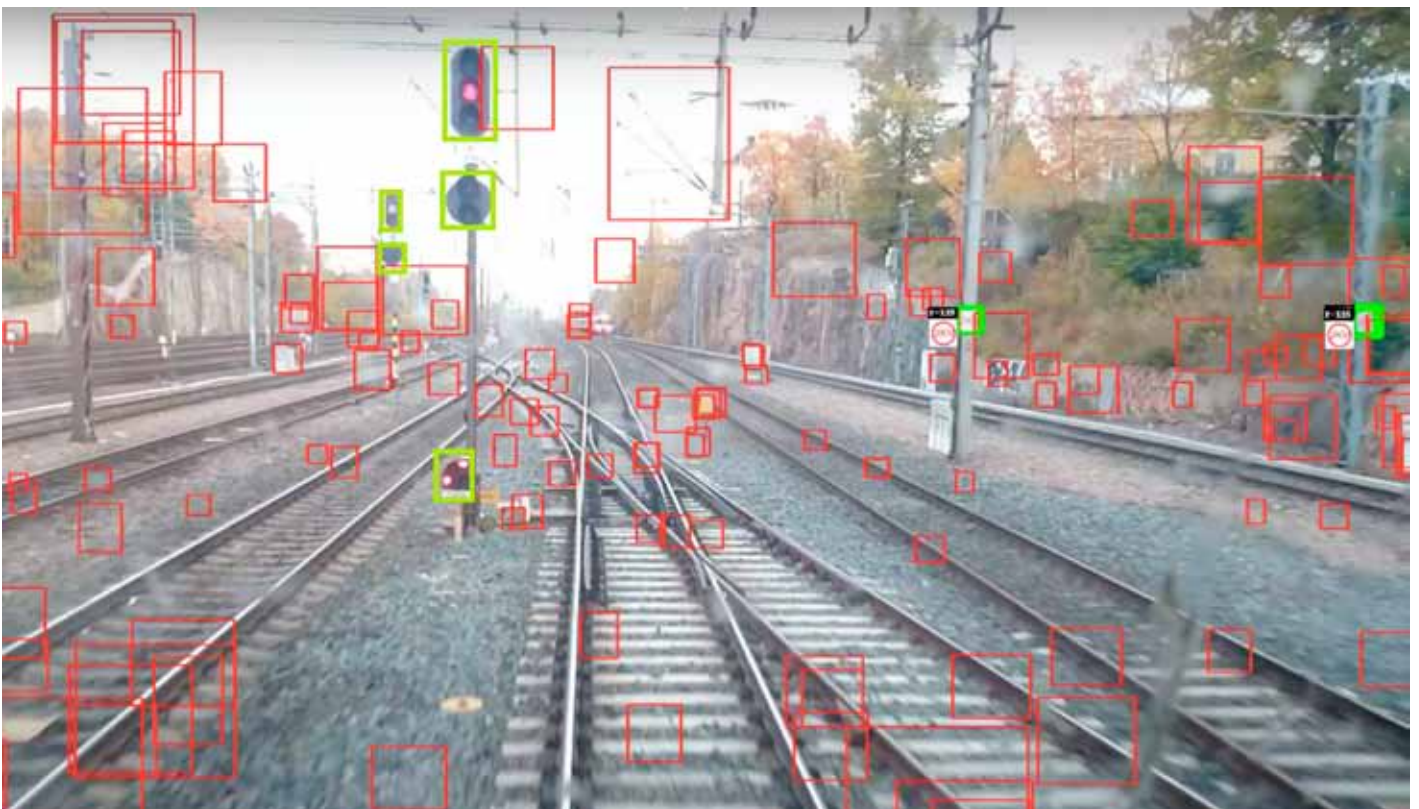
Olemme VR Trackillä vahvasti mukana uusien toimintatapojen kehittämisessä. Suurimmat hyödyt saadaan, kun teemme yhteistyötä laajasti jo kokeiluissa syntyneiden aineistojen hyödyntämiseksi. Näistä kokeiluista syntyvien toimintatapojen vieminen käytäntöön vaatii myös keskustelua siitä, mitä töitä kunnossapidossa vaaditaan toteutettavaksi paikan päällä käymällä, ja mitä voi tehdä automaattisesti.



Vaihdemonitorointi asennettuna ristikolle.

Kokeilun nimi	Teknologia	Kokeilun tavoite	Hyöty kunnossapitoon
Konenäön hyödyntäminen merkkien inventointiin ja kunnan arviointiin	1. Kuvataan radasta videoita 2. Analysoidaan videoilta konenäöllä Radan merkit ja niiden ominaisuudet	Määrittää, mitkä radan merkeistä saadaan tunnistettua nykymenetelmällä: luotettavuus, tarkkuus ja käytetyt oletukset.	Merkkirekisterin merkkien päivitys ja vuosittaisen kunnossapidon merkkikartoitusten toteuttaminen käymättä maastossa.
Tasoristeysten inventointi laserkeilausaineistosta	1. Laserkeilaus liikkuvasta ratakoneesta 2. Tunnistetaan aineistosta tasoristeysten parametrit	Määrittää, mitkä nyt vaadituista tasoristeysten maastossa tehtävistä mittauksista voidaan suorittaa automaattisesti.	Säännöllisten tarkastusten sijaan tasoristeysten inventointi voitaisiin suorittaa ilman maastokäyntejä.
Ratapenkereen monitorointi	1. Asennetaan langattomat lämpötila- ja kosteusanturit routakohteen poikkileikkaukseen 2. Analysoidaan maakerroksen muutosten vaikutukset radalle välittyviin routavaikutuksiin	Kokeilussa testataan ratapoikkileikkauksen monitorointia anturoinnin avulla, jotta saataisiin jatkuvaa tietoa lämpötilan ja kosteuden jakautumisesta ratapenkereen rakennekerroksissa sekä mahdollisesta routanoususta.	Kunnossapidon tarkempi suunnittelu ajantasaisen ja luotettavan routimisen vaikutusten arvioinnin myötä.
Vaihteen ristikon anturointi ja kunnonhallinnan mittausjärjestelmä	1. Asennetaan vaihteeseen optinen ristikon mittaus 2. Määritetään raja-arvot eri kunnossapitotöiden hälytysrajoiksi	Muodostaa malli, jolla voidaan ennakoida sopivat vaihteen ristikon kunnossapitotoimenpiteet.	Mahdollisuus siirtyä reaktiivisesta ristikon kunnossapidosta optimoituun työhön, jossa datalla pystytään myös osoittamaan perustellusti, milloin osa tulee vaihtaa kokonaan.

Taulukko 1. VR Trackin kokeilut avattuna.



Konenäöllä radan merkkien tunnistaminen.

Betonisiltojen lujuusongelmat

Kostamontien alikulkusilta, Kemijärvi

Kemijärvi–Isokylä–Patokankaan parannushankkeen (PATO-hanke) yhteydessä oli päätetty uusia vanha, ruosteinen ja alikulkevan liikenteen korkeutta rajoittava Kostamontien alikulkusilta Kemijärvellä. Sillan rakennustyöt olivat edenneet hyvin aikataulussaan, kunnes raskaan viikon jälkeen perjantai-iltapäivänä 3.6.2016 sain harmittavan ilmoituksen valvojalta: Kostamontien alikulkusillan jännitystyössä ankkurit painuivat betoniin sen verran paljon, että työ on keskeytetty. Silta oli valettu 24.5. ja jännitystyö oli aloitettu 31.5.

Selvisi, että jännitetyt ankkurit olivat painuneet enimmillään 12 mm betoniin sillan molemmissa päädyissä ja betoni ankkureiden viereltä oli halkeillut. Synä ankkureiden liialliseen painumiseen voi olla harvavalu ankkurin taustalla tai betonin riittämätön lujuus. Urakoitsijan mukaan betonin lujuus oli kunnossa, mikä onkin edellytys jännitystyön aloittamiselle. Sään todettiin olevan valun aikaan ja jälkeen normaalia alkukesän keliä, ehkä jopa hieman lämpimämpää kuin normaalisti eli kylmä sää ei heikentänyt lujuutta. Kuitenkaan harvavalua ei huomattu ankkurointialueilla, joten jäi vahva epäily betonin riittävästä lujuudesta.

Jännitystyötä ei voinut jatkaa ennen kuin betonin lujuus olisi luotettavasti selvitetty. Asialla oli kiire, koska silta oli tarkoitus tunkata valmiina paikalleen ja ottaa liikenteelle juhannuskatossa 25.-26.6.2016.

Suunnittelijan tekemän tutkimussuunnitelman mukaan kokenut siltojen erikoistarkastaja kävi jo tiistaina 7.6. eli 14 vrk iässä poraamassa puristuslujuusnäytteet sillasta. Näytteet myös puristettiin samana päivänä. Tulosten mukaan saatu vertailulujuus oli vain 20 MPa. 14 vrk iässä lujuusluokan C40/50 betonilla pitäisi olla jo reilusti yli 40 MPa kuutiolujuus. Suunnitelman mukainen lujuusvaatimus jännitystyölle oli 40 MPa. Myös betonin tiheys mitattiin koekappaleista ja keskiarvo 2052 kg/m³ on huomattavasti normaalia siltabetonia (~2300kg/m³) alhaisempi.

Koesarjan perusteella suunnittelija arvioi sillan kantavuuden alenemaa ja totesi sen olevan murtorajatilassa noin 30 %



Jani Meriläinen
Liikennevirasto

ja myös halkeilurajojen ja käyttörajatilan jännitysten ylittyvän, mikä laskisi sillan käyttöikä. Jouduimme 10.6. toteamaan urakoitsijalle, että sillasta ei voida ottaa vastaan, koska betoni ei tule täyttämään suunnitelman ja InfraRYL:n mukaisia lujuus- ja säilyvyysominaisuuksia ja sillan kantavuuden alenema tulee olemaan suurempi kuin SAP:n 1/ sallima 10 %.

Totesimme myös, että sillan korjaaminen tulee olemaan teknisesti erittäin haastavaa ja silti jää epävarmuus siitä saavutetaanko alkuperäistä suunnitelmaa vastaavat kantavuus-, säilyvyys- ja ulkonäkövaatimukset. Urakoitsija päätti 13.6. luopua sillan tunkkauksesta juhannuskatossa, joten

saatiin paremmin aikaa tutkia tapahtumia lisäkokein ja laatudokumenttien avulla ennen sillan lopullisen kohtalon päättämistä.

Urakoitsija tai betoniasema teetti sillasta 2 erillistä lisäsarjan poranäytteitä. Myös Liikennevirasto tilasi vielä yhden näytesarjan. Samalla otimme sillasta myös näytteitä ilmamäärää, huokosjakoa ja vesi-sementtisuhteen arvioimista varten. Eli kaikkiin sillasta porattiin 4 eri kertaa rakennekoekappaleita. Testien perusteella lasketut vertailulujuudet (Kk) ja tiheyksien keskiarvot olivat seuraavat:

- 14 vrk: Kk = 20,1 MPa, tiheys 2052 kg/m³.
- 30 vrk: Kk = 20,9 MPa, tiheys 2084 kg/m³.
- 34 vrk: Kk = 21,6 MPa, tiheys 2122 kg/m³.
- 37 vrk: Kk = 23,4 MPa, tiheys 2072 kg/m³.

Eri testisarjojen tulokset olivat lähellä toisiaan, joten tuloksia voidaan pitää varsin luotettavina. Betonin vertailulujuuden täytyy vaatimusten mukaan 28 vuorokauden iässä olla yli 85 % suunnittelulujuudesta. Kostamontien alikulkusillassa minimivaatimus vertailulujuudelle oli siis 0,85*50 MPa = 42,5 MPa. Sillan betoni tosiaan saavutti vain noin puolet vaaditusta.

5.7.2016 urakoitsija lopulta teki päätöksen sillan purkamisesta ja uudelleen valamisesta. Tilajalle tämä ei aiheuttanut lisäkustannuksia ja lopullinen kustannusten maksaja jäi lopulta epäselväksi.

Betonin lujuuteen vaikuttavat asiat

Aloimme tarkemmin selvittämään syitä Kostamontien alikulkusillan betonin huonoon lujuuteen. Mahdollisia syitä uuden betonin huonoon lujuuteen voi olla:

- Sementin laatu poikkeamat.
- Annosteluvirhe eli toimitettu erä on toteutettu väärällä suhteituksella.
- Hienojen kiviaineksien kosteusvaihteluista johtuvat vesimäärä vaihtelut.
- Huokostetun betonin ilmapitoisuuden kasvu kuljetuksen ja valun aikana.
- Betonin lisänotkistaminen työmaalla.
- Työvirhe tiivistyksessä ja jälkihoidossa.

Kostamontien alikulkusilta, Kemijärvi

Tunnus:	L-2480
Rataosa:	Kemijärvi-Kelloselkä
Rataosoite:	km1062+433
Siltatyyppi:	Jännitetty betoninen ulokekaualopalkkisilta
Valmistumisvuosi:	2016
Kokonaispituus:	35,0 m
Jännemitat:	1,75 m + 26,0 m + 1,75 m
Kokonaisleveys:	8,70 m
Suunnittelukuorma:	LM71-35 (35 tonnin akselipaino)



Kostamontien alikulkusillalla käytettiin yleisesti käytössä olevaa sementtiä, joka oli testattu sementtitehtaan laatujärjestelmän mukaisesti eikä testeissä tai betoniasemalla havaittu poikkeamia käytetyssä sementissä.

Myöskään annosteluvirhe ei ole todennäköinen, koska valmisbetonitehtaan omat tehtaalla todetut puristuslujuustulokset ovat varsin lähellä tavoitetasoa.

Betonin toimittajan ilmoituksen mukaan betonimassaa ei ole lisänotkistettu työmaalla. Myöskään valvoja ei ole raportoinut valun aikaisista työvirheistä.

Selvitettäväksi jäivät liian kostea hiekan aiheuttama vesisementtisuhteen muutos ja liiallinen ilmamäärä.

Vesisementtisuhteen merkitys lujuuteen

Vesisementtisuhte korreloi voimakkaasti betonin lujuuden ja säilyvyyden kanssa. Voidaankin ajatella, että lujuuden mittauksella mitataan samalla myös vesisementtisuhdetta eli betonin käyttöikä. /2/

Kirjallisuuden perusteella vesisementtisuhte on kääntäen verrannollinen lujuuteen. Karkeasti voidaan arvioida, että 1 yksikön muutos sementtivesisuhteessa eli vesisementtisuhteen käänteisluvussa aiheuttaa 30-kertaisen saman suuntaisen muutoksen lujuudessa. /3/

Kapillaarisen vedenimeytyskokeen perusteella voidaan arvioida betonin vesisementtisuhdetta, kun sideainemäärä tunnetaan. Kostamontien alikulkusillan betonin vesisementtisuhteeksi oli ilmoitettu 0,46. Kokeneen asiantuntijan testien perusteella tekemä arvio oli, että vesisementtisuhte on 0,50–0,52. Tästä erosta voidaan arvioida lujuuden alenemaksi noin $(1/0,51 - 1/0,46) \cdot 30 \text{ MPa} = 6 \text{ MPa}$. Vesisementtisuhteen kasvu saatua johtua vaihtelusta hienon kiviaineksen kosteudessa. Betonin valmistaja ilmoitti hienon kiviaineksen kosteuspitoisuudeksi 3,5 %, joka on varsin alhainen ottaen huomioon määrittysajan toukokuun lopussa. Kiviainesten kosteus on yleensä keväällä varsin suuri johtuen lumien sulamisesta. Jo 1 %-yksikön kasvu hienon kiviaineksen kosteudessa nostaa tehollista vesisementtisuhdetta arvosta 0,46 arvoon 0,49.

Ankkurikappale on painunut ja halkaissut samalla betonia jännitystyön aikana. Kuva: Santeri Kinnunen.

Vanha huonokuntoinen Kostamontien alikulkusilta. Kuva: Matti Åman.

Ilmamäärän merkitys lujuuteen

Pitkään on tiedetty, että 1 %-yksikön nousu ilmamäärässä laskee betonin puristuslujuutta noin 5 %. Tämän korrelaation paikkaansa pitävyyttä tutkittiin Liikenneviraston tilaamalla kirjallisuustutkimuksella sekä koekappaleiden avulla loppuvuona 2016. Tutkielman perusteella vanha oletamus pitää aika hyvin paikkansa myös nykyään Suomessa silloissa käytettävissä betoneissa. /4/

Jo ensimmäisten Kostamontien alikulkusillan koetulosten jälkeen suurimmaksi syyksi lujuuskatoon epäiltiin liian suurta ilmamäärää, koska tiheydet olivat niin pieniä. Liikenneviraston teettämässä tutkimuksessa ohuthieiden perusteella ilmamäärien keskiarvoksi saatiin 10,6 % ja tarkemmalla kapillaarisen vedenimeytyskokeen perusteella keskiarvoksi saatiin jopa 14,0 %. Suhteutustietojen mukaan ilmamääränä oli käytetty 5 % ja tehtaalla mitattujen ilmamäärien keskiarvo oli 5,1 %. Työmaalla mitattujen ilmamäärien keskiarvo oli 6,1 %. Kostamontien alikulkusillalla ilmamäärän nousun (5 % → 14 %) vaikutus betonin lujuuteen voidaan arvioida olevan raportin /4/ perusteella noin 18 MPa.



Kostamontien alikulkusillan lujuuden alituksen syyt

Yhdessä vesisementtisuhteen ja ilmamäärän nousun vaikutus betonin puristuslujuuteen Kostamontien alikulkusillalla oli noin 6 MPa + 18 MPa = 24 MPa eli rakennekokeista mitattu lujuus pitäisi analyysin perusteella olla noin 26 MPa. Kun suoraan rakennekoekappaleiden perusteella mitattu vertailulujuus oli 21-23 MPa, voidaan olettaa työmaaolosuhteiden vaikuttaneen lujuuden alenemaan noin 4 MPa (+ betoniaseman varmuusmarginaali). Ohjeiden mukaan sallitaan, että työmaalla valetun betonin loppulujuus saa olla 15 % (tässä siis sallitaan 7,5 MPa alempaa) pienempi kuin suunniteltu ja betoniasemalla laboratorioolosuhteissa saavutettu lujuus.

Kostamontien alikulkusillan lujuuskadon pääasialliseksi syyksi voidaan nimetä betonin liiallinen ilmamäärä. Ilmamäärän nousua oli havaittu myös muutamissa muissa kohteissa (lujuudet oli näissä riittävät) ja siksi ilmamäärän nousun syiden selvittämiseksi ja ilmiön estämiseksi käynnistimme alan toimijoiden kanssa Aalto-yliopistossa Robust Air -tutkimuksen /5/. Tutkimustulosten perusteella voidaan Kostamontien alikulkusillan ilmamäärän nousun arvioida johtuvan kuljetuksen aikaisesta sekoituksesta massalle, jolla oli vielä aseman lyhyen sekoitusajan jälkeen jäljellä reilusti ilmamääräpotentiaalia. Käytetty huokos-

timen ja notkistimen yhdistelmä on pitkän matkan aikana (~2 h) välttämättömän sekoituksen aikana aina lisännyt massan ilmamäärää. Miksi tämä ei näkynyt työmaan ilmamittauksissa jäänee mysteeriksi.

Viitteet

- /1/ Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014, Liikenneviraston ohjeita 34/2014.
- /2/ Siltabetonin puristuslujuuden osoittaminen, Raportti 3.12.2005, Jouni Punkki, Betoniviidakko.
- /3/ Properties of Concrete, 5th ed., A.M. Neville, ISBN 978-0-273-75580-7
- /4/ Selvitys betonin ilmamäärän ja puristuslujuuden välisestä riippuvuudesta, Raportti 10.12.2016, Jouni Punkki, Betoniviidakko.
- /5/ Securing the stable protective pore system of concrete, Report for "Robust Air" Research Project, 2017, Fahim Al-Neshawy, Jouni Punkki, Aalto University publication series SCIENCE + TECHNOLOGY 10/2017.



Uudelleen valettu ja liikenteelle otettu Kostamontien alikulkusilta. Kuva: Juhan Tyrväinen.

Maadoitukset ovat osa sähköratajärjestelmän toimintaa ja turvallisuutta

Sähköratajärjestelmän sähköturvallisuus perustuu neljään pääkohtaan: jännitteisten osien riittävään eristykseen, virtapiirin eheyteen, suojalaitteiden oikeaan asetteluun ja jännitteelle alttiiden osien suojamaadoittamiseen.

Sähköradan sähköturvallisuudesta keskusteltaessa nousee ensimmäisenä esille ratajohdon 25 000 V jännite ja ajojohtimeen liittyvät suojaetäisyydet. Yleisesti suojaetäisyydet ovat hyvin tiedossa ja ne esitetään monessa Liikenneviraston ohjeessa.

Sähköratajärjestelmän sähköturvallisuuden muita periaatteita yhdistävät maadoitukset ja niiden eheys. Maadoituksilla ja paluuvirtapiirinehyydellä on merkittävä vaikutus koko järjestelmän toimintaan ja sähköturvallisuuteen.

Sähköratajärjestelmän maadoituksista tulee esille epäselvyyksiä ja epätietoisuutta lähes kaikissa hankkeissa, urakoissa ja vastaavissa ratatöissä. Esimerkiksi rataympäristöön tehdyissä varmennustarkastuksissa nousee lähes aina esille maadoitukseen liittyviä puutteita.

Miksi sähköratajärjestelmään asennetaan ja tehdään maadoituksia, jotka työmaakeskusteluissa ovat aina tiellä ja väärin.

Sähköratajärjestelmässä on kahdenlaisia maadoituksia: käyttömaadoituksia ja suojamaadoituksia. Käyttömaadoituksella tarkoitetaan paluuvirtakiskoon tehtäviä liitoksia, joiden kautta ratajohdon kuormitusvirta ohjataan paluujohtimiin tai vastajohtimeen. Paluuvirtakisko ja käyttömaadoitukset ovat siis ratajohtojärjestelmän toiminnan kannalta välttämätön osa.



*Mikko Korpela
VR Track Oy*

Suojamaadoituksilla tarkoitetaan ratajohdon läheisyydessä olevien metallisten rakenteiden yhdistämistä paluuvirtapiiriin. Niiden tarkoitus on ohjata esimerkiksi vikatilanteessa syntyvä vikavirta ratajohdon paluuvirtatiehen, jolloin ratajohdon suojalaitteet havaitsevat vian ja katkaisevat ratajohdon sähkönsyötön, eli niin sanotusti ”polttavat sulakkeen”. Vikatilanne voi syntyä esimerkiksi ajojohtimen katkeamisesta ja putoamisesta metalliseen aitaan.

Paluuvirtapiiri ja -kisko

Ratajohtojärjestelmän maadoituksissa on ensisijaisen tärkeää ymmärtää paluuvirtakiskon ja sähköradan päävirtapiirin toiminta. Sähkökaluston ottama sähköteho kulkee ajolangasta virroittimen kautta kalustoon ja pyörien kautta paluuvirtakiskoon. Paluuvirtakisko, eli radan toinen tai molemmat kiskot, on 25 000 V sähköjärjestelmän johdin. Vaikka paluuvirta ohjataan paluuvirtajohtimiin tai vastajohtimeen, kulkee aina paluuvirta osan matkaa kiskossa.

Paluuvirtakiskon rakenne ja vaatimukset on kerrottu Liikenneviraston ohjeessa

RATO 5 ja parhaan kuvan sen merkityksestä antaa Liikenneviraston ohje 7/2016, Sähkörataohjeet, liitteissä 4 ja 5. Paluuvirtapiiri määritetään myös hyvin liikenneviraston ohjeessa 13/2010. Kuitenkaan päällysrakenteen ohjeissa, kuten RATO 3 tai RATO 11, ei mainita sanaa ”paluuvirta” tai ”maadoitus” eikä niissä kuvata paluuvirtakiskon merkitystä sähköratajärjestelmälle.



Juna kytkeytyy virroittimen kautta ajojohtimeen ja pyörien kautta paluuvirtakiskoon. Kuvassa on SR3-tyyppinen veturi.

Yksi epätietoisuutta selittävä tekijä on, että radan päällysrakenteen ohjeissa ei tuoda esille, että kisko on yksi sähköratajärjestelmän johtimista. Tämä on varmasti konkareiden tiedossa, mutta uudet tekijät eivät välttämättä osaa huomioida asiaa. Jos paluuvirtakiskon merkitystä ja sähköratajärjestelmän perustointia ei ymmärrä, on varmasti vaikea ymmärtää maadoitusten merkitystä.

Sähköratajärjestelmän käyttömaadoitukset, eli kohdat missä syöttöasema liitetään sähkörataan ja paluujohtimet tai säästömuuntajat liitetään paluuvirtakiskoon, ovat sähköradan toiminnalle välttämättömiä. Niiden määrään tai paikkaan ei pystytän juurikaan vaikuttamaan. Näiden liitoksien kautta kulkee myös sähköradan paluuvirta, joten niiden katkeamisella tai katkaisemisella on suora vaikutus järjestelmän sähköturvallisuuteen.

Suojamaadoitukset

Suojamaadoitukset määritetään parhaiten liikenneviraston ohjeissa 13/2010: "Virtapiiriin kuulumattoman, tavallisesti jännitteelle alttiin kosketeltavan osan tai maadoittamista edellyttävällä alueella olevan rakenteen maadoittaminen (esim. ratajohtopylväs, opastin, silta, kaide)." Liikennevirasto, LO 13/2010, luku 2/

Määritelmän mukaan suojamaadoitus vaaditaan, jos sähköä johtavia rakenteita, kuten metallisia kaiteita, on maadoitusta edellyttävällä alueella. Lähtökohtaisesti suojamaadoitukset eivät ole sähköratajärjestelmän virtapiirin osa.

Suojamaadoitusten osalta on kuitenkin huomioitava, että väärin suunnitellut kiskoyhdistykset voivat johtaa tilanteeseen, jossa esimerkiksi teräksinen aita muodostaa paluuvirtakiskolle rinnakkaisen reitin. Tällöin osa sähköratajärjestelmän paluuvirrasta kulkee aitaa pitkin. Vielä vakavamman tilanteen aiheuttaa tilanne, jossa suojamaadoitusjohdin on vioittunut tai esimerkiksi johdin on varastettu. Teoriassa näissä tilanteissa ajojohtimen katkeaminen voi johtaa tilanteeseen, jossa aidasta tulee jännitteinen, mutta ratajohdon suojalaitteet eivät havaitse vikaa.

Sähkörataympäristön suunnittelussa tulisi aina huomioida sähköradan maadoitusalue ja minimoida suojamaadoitusta tarvitsevat rakenteet. Esimerkiksi aidan sijoittaminen maadoitusalueen ulkopuolelle poistaa suojamaadoitustarpeen. Kun maadoitustarve poistuu, ei kiskoon tarvitse tehdä liitosta, eikä maastoon tarvitse asentaa maadoitusjohdinta joka vioittuu tai varastetaan.

Sähköratajärjestelmän maadoitukset ovat välttämätön osa järjestelmää ja sen sähköturvallisuutta. Jos asia huomioidaan kaikissa radan suunnittelun ja rakentamisen vaiheissa, voidaan niiden määrää vähentää ja sitä kautta pienentää niistä aiheutuvia ongelmia ja epätietoisuutta. Samaan aikaan tulisi sähköratajärjestelmän ja varsinkin paluuvirtakiskon merkitystä korostaa.



Rakennamme pohjan tulevaisuuden toiminta- ja elinympäristöille.

Olemme vaativan infrarakentamisen moniosaaja. Joustava ja skaalautuva toimintamallimme takaa tehokkaan ja kannattavan urakoinnin. Ota yhteyttä. www.srv.fi/infrarakentaminen

SRV

Sähköradan ohjaus- ja valvontaratkaisut käyttökeskuksissa

Käyttökeskukset toimivat hermokeskuksina Suomen sähköistettyjen rataosuuksien ohjaamisessa ja valvonnassa. Käyttökeskuksissa on myös monia muita vastuualueita erilaisten kiinteistöjen ja myös taseuristeysten laitteiden toiminnan seurantaan vikatilanteissa.

SRKK

Yhtenä keskeisimmistä käyttökeskuksien järjestelmistä toimii sähköradan kaukokäyttöjärjestelmä, josta alan asiantuntijoiden keskuudessa käytetään lyhennettä SRKK. Järjestelmän kautta käyttökeskukset hallitsevat sähköasemia, jotka syöttävät radalle sähköä ja ratajohdolla sijaitsevia kauko-ohjattavia erottimia. Myös ratajohdon käsikäyttöisten erottimien tilatiedot päivitetään järjestelmään operaattorin toimesta, jotta ajantasainen kytkentätilanne on käyttökeskuksessa tiedossa.

Digitaalisuus

Toteutetut ratkaisut ovat muuttuneet vuosikymmenien mukana. Tällä hetkellä kaikki uudet ratkaisut toteutetaan vahvasti digitalisoituneilla tekniikoilla. Esimerkiksi syöttöasemilla ratkaisut ovat muuttuneet ja keventyneet siten, että suuret kaapelointimäärät ja painonapit ovat jo osittain korvautuneet tietoliikennekaapeleilla ja paikallisyhteyksillä. Digitaalinen syöttöasema on todellisuutta lähitulevaisuudessa.



Lasse Autio
ABB Oy

Sähköradan kaukokäyttöjärjestelmien tietoliikenne sadoille ala-asemille ympäri Suomen on jo vahvasti digitaalista. Langattomat tiedonsiirtoratkaisut ovat yleistymässä ja tuomassa uusia valvontakohteita järjestelmiin. Uusilla sähköistettävillä rataosuuksilla on ollut havaittavissa, että langaton tiedonsiirtoratkaisu on todennäköinen toteutustapa, jos vaihtoehtona on useiden kilometrien kuitukaapelointi.

Uudet mahdollisuudet - case vaihteenlämmitys

Käyttökeskus on hallinnut muutamilla rataosuuksilla jo pitkään vaihteenlämmitystä. Päävastuu

vaihteenlämmityksen ohjaamisesta ja valvonnasta on kuitenkin ollut liikenteenohjauksella. ABB on viime vuosina kehittänyt ja toimittanut uutta innovatiivista ratkaisua vaihteiden lämmityksen ohjaamiseen käyttökeskuksista. Tavoitteena on ollut minimoida lämmityksen energiankulutus kuitenkin raideliikennettä häiritsemättä.

Optimoitunakin vaihteenlämmitys tarvitsee Suomessa paljon energiaa. Vaihteenlämmityksen kuormat sopivat mainiosti myös kysynnänjouston markkinoille virtuaalivoimaloiksi, kun nopeasti kasvavat tuuli- ja aurinkoenergian tuotantomuodot tarvitsevat säätövoimaa. Käyttökeskukset järjestelmineen pystyvät olemaan tässä muutoksessa mukana turvaten osaltaan häiriötöntä ja turvallista raideliikennettä.

Koko Suomen sähkörataverkko, kaikkiaan yli 3250 sähköistä raidekilometriä on Suomen ABB Oy:n ohjaus- ja valvontateknologian piirissä vuoden 2018 lopussa, kun Tampereen käyttökeskusalueen järjestelmätoimitus valmistuu. Sähköradan ohjaus ja valvonta toteutetaan Suomessa ABB MicroSCADA Pro -järjestelmällä. Keskusjärjestelmiä on tällä hetkellä Suomessa neljä ja niihin on liitetty yli 500 tiedonkeruuta ja ohjauksia välittävää ABB RTU-tuotepereheen ala-asemaa. ABB Oy toimittaa lisäksi järjestelmien kunnossapitoon ja viankorjaukseen liittyvät palvelut Liikennevirastolle.

Radan päällysrakenteen, turvalaitteiden ja sähköradan huomiointi sillan korjaustöissä

Rautateillä siltojen kunnostustöiden toteuttaminen edellyttää usein ratarakenteiden purkamista kunnostustöiden ajaksi. Radan nykyinen geometria sekä siltarakenteen kunto voivat nykytilassa aiheuttaa nopeusrajoituksia liikenteelle. Lisäksi kunnostustöissä tarvittavat telineet voivat aiheuttaa väliaikaisia rajoituksia aukean tilan ulottumaan. Näiden tekijöiden ja työvaiheiden kattava huomiointi suunnitteluvaiheessa mahdollistaa kunnostustöiden toteuttamisen suunnitellusti, vähentää yllätyksiä korjaustöiden aikana työmaalla sekä mahdollistaa rautatieliikenteen luotettavamman ja nopean liikenteen korjaustöiden jälkeen.



*Niko Tunninen
VR Track Oy*

nykyisten kiskonliikuntalaitteiden poistomahdollisuus. Mikäli mahdollista, korvataan kiskonliikuntalaitteet jatkuvaksi hitsatulla kiskotuksella ja raitteen kiinnityksen päällysrakennerratkaisulla. Tällöin kiskotus on kiinnitetty ns. liukuvalla kiskonkiinnitysjärjestelmällä sekä riittävällä ankuroinnilla sillan päädyissä.

Muutostöistä laaditaan erillinen kiskotussuunnitelma, joita laatimisen jälkeen säilytetään Liikenneviraston ratatiedon extranet-sivustolla raitteen kunnossapitoa varten. Yhteensä näitä suunnitelmia on nähtävillä yli 90 tiivistelmän kirjoittamisen aikaan.

Radan päällysrakenne silloilla

Radan päällysrakenne on betonisilloilla pääsääntöisesti linjaraidetta vastaava tukikerroksellinen rata. Teräsristikosilloilla taas raide on pääsääntöisesti linjaraidetta tiheimmällä puupölkkytyksellä eli ns. puupelkalla, joka on kiinnitetty suoraan sillan teräsrakenteisiin. Joillakin terässilloilla kiskotus on kiinnitetty suoraan teräsrakenteisiin, josta moderni esimerkki on vuonna 2009 kunnostettu Paimionjoen ratasilta (kuva 1).

Tyypillinen terässillan korjauskohde sisältää sillan liitososien kunnostusta, maalausta sekä puupelkkojen uusimista. Lähtökohtana on aina kiskonjatkosten ja hitsien minimointi sillan alueella ja lähellä sillan päätyjä. Pidemmillä silloilla tutkitaan

Siltojen päädyt

Rautatiesiltojen kunnostustyöt on ulotettava ratarakenteen osalta kymmeniä metrejä sillan ulkopuolelle. Työalueen laajuus riippuu mm. asennettavasta suojakiskotuksesta sekä siihen liittyvästä erikoispölkkytyksestä, sillan siirtymärakenteen kunnosta sekä esim. alkavasta kaarrealueesta, tasoristeyksistä, vaihteista tai kiskopainojen muutoskohdista. Kun kiskonliikuntalaitte poistetaan, voi ankurointipituus siltojen päädyissä ulottua jopa 50 metrin päähän. Tällä alueella päällysrakenteen tulee olla ankuroinnin mahdollistavalla tasolla ja jos esimerkiksi alueella on tasoristeys tai muu rakenne, vaatii tämä aina erillistä tarkastelua toteutuksen suhteen.



Paimionjoen ratasilta

Sillan päädyissä on syytä kiinnittää huomiota laadukkaaseen päällysrakennusratkaisuun, jotta sillan ja radan välinen siirtymä on mahdollisimman tasalaatuinen. Lähtökohtana on, että raiteeseen asennetaan betonipölkkyt sillan päihin asti, mikäli linjalla muutoin on vastaava pölkkytys. Tukikerroksessa on syytä käyttää hyvälaatuista sepeliä ja rakenteet suunnitellaan muutoinkin normaalia korkeampaan laatutasoon rakennettavaksi.

Sähköradan ja turvalaitteiden huomiointi

Teräsristikkosilloilla tulee huomioida alhaisempi ajolangan korkeus sekä muut sähköradan erikoisrakenteet. Esimerkkinä kuvassa 2 on esitetty Oulunjoen ratasilta, jonka läheisyydessä on sähköradan erotusjakso. Sillan päätyrakenteita uusittaessa on siis tärkeää huomioida erikoisrakenteiden aiheuttama vaikutus, jotka voivat heijastua mm. jännitekatkoalueen laajuuteen, töiden vaiheistukseen sekä rakentamisessa tarvittaviin materiaaleihin.

Turvalaitteisiin liittyen yleisimpiä ratasiltojen korjaustöissä huomioitavia rakenteita ovat esimerkiksi akselinlaskijat, raidevir-tapiireihin liittyvät eristykset, baliisit ja opastimet. Lähtökohtana on, että kunnostustöiden jälkeen turvalaite-elementit palaute-taan rataa nykytilannetta vastaavaan tasoon.

Kehitettävää ja tulevaisuuden näkymiä

Teräsristikkosilloja on kunnostettu hyvällä tahdilla viime vuosina mutta tehtävää edelleen riittää. Lisäksi myös betonisiltojen kor-jauksiin liittyen on toisinaan tarve purkaa raide kunnostustöiden

ajaksi. Siltakohteet ovat aina yksilöitä ja näin ollen kaikki suunnitelmataratkaisut on valittava kohteen ja tarpeen mukaisesti. Aina on tarpeen tutkia radan nykyinen nopeustaso ja radan geometria sillan ympäristössä sekä mahdollisuudet parantaa rautatiejärjes-telmän toiminnallisuutta.

Tulevissa kunnostuskohteissa voi kyseeseen tulla esimer-kiksi puupölkkyjen korvaaminen erikoispölkkyillä, joiden elin-ikä on huomattavasti pidempi, vaikka ne jäykkyydeltään ovat saman tasoisia puupölkkyjen kanssa. Tällaista ratkaisua tutkit-tiin vuonna 2016 Rapakosken ratasillalla (Kouvola–Kuusankoski), mutta tässä kohteessa suunnitellun rakenteen hinta muodostui liian korkeaksi suhteessa puupelkalla toteutettuun ratkaisuun. Lisäksi kehityskohteena tulisi olla sillan ja radan välisten siirty-märakenteiden kehittäminen. Nykyiset ratkaisut ovat toimivia, mutta kunnossapitotarve sillan päissä lisääntyy usein nopeasti kunnostuksen jälkeen.



Oulunjoen ratasilta

Liikennevirasto kehittää suunnitelmätiedon hallintaa

Liikenneviraston digitalisaatiahankkeessa toteutetaan tierekisterin perustavanlaatuinen uudistaminen. Tierekisterin uudistamisen, teiden ennakoivan kunnonhallinnan ja tiestötiedon kehittämisen lisäksi tässä allianssimallilla toteutettavassa ”Tiestötietojärjestelmä ja palvelut” -hankkeessa kehitetään myös kaikkia väylämuotoja palveleva suunnitelma- ja toteumatietovarasto.

Suunnitelma- ja toteumatietovarastoksi ainaikin toistaiseksi nimetty järjestelmäkokonaisuus tulee mahdollistamaan keskitetyn suunnitelmatiedonhallinnan läpi koko väylähankkeen elinkaaren. Keskeisenä ajatuksena on purkaa hankevaihekohtaisia tiedon siiloja ja siten lisätä digitaalisen suunnitelma- ja toteuma-aineiston hyödyntämistä, etenkin elinkaaren vaiheesta toiseen siirryttäessä, mutta myös kunkin vaiheen sisällä.

Inframallintamisen yleistymisen ja kehittymisen myötä on mahdollista tehostaa tiedonkulkua sidosryhmältä toiselle väylän suunnittelun sekä rakentamisen toimeksiantojen aikana. Samalla tiedetään, että mallintaminen myös mahdollistaa tiedon tehokkaampaa hyödyntämistä omaisuudenhallinnan sekä hoidon ja korjauksen näkökulmasta. Ongelmana onkin ollut, ettei tieto ole helposti saatavilla näihin tarpeisiin.

Yllämainittujen lisäksi Liikenneviraston tulee myös huomioida suunnitelma- ja toteumatiedon hallinnassa hankintalain asettamat vaatimukset sähköiselle tietojenvaihdolle sekä arkitolain vaatimukset digitaalisen suunnitelma-aineiston arkistoinnille. Molemmat asettavat erittäin tärkeitä reunaehdoja järjestelmän toiminnollisuuksille.



Joel Paananen
Liikennevirasto

Tämän ensimmäisen julkisenhallinnon ICT-allianssijärjestelmän toteuttajaksi valittiin Solita Oy:n, Sito Oy:n, sekä Ramboll Finland Oy:n muodostama Tietäjä-ryhmittymä. Lokakuussa 2017 alkaneessa allianssijärjestelmässä eletään vielä allianssin kehitysvaihetta, jonka aikana laaditaan hankesuunnitelma, vaatimusmäärittely sekä sovitaan hankkeen tavoitteet, mittarit ja tavoitekustannus.

Tilaaaja on asettanut yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi käyttäjälähtöisyyden, joten kehitysvaiheen sekä hankesuunnittelun aikana allianssi tunnistaa ja haastattelee käyttäjiä sekä sidosryhmiä. Liikennevirastolle on alusta asti ollut hyvin selvää, että kysymyksessä ei ole pelkkä järjestelmäohjelmointi,

joten allianssin kilpailutuksessa kunkin ehdokaskonsortion tuli nimetä asiantuntijat myös väylän suunnittelun ja rakentamisen kyvykkyyden osalta. Allianssin projektitiimin haasteena onkin hahmottaa väylän elinkaari, siihen liittyvät keskeiset prosessit ja tiedon virtaus vaiheesta toiseen sekä osapuolelta toiselle. (Väylän elinkaaren hahmottaminen : Joel Paananen) Allianssista.jpg

Hankkeen kokonaiskestoksi on arvioitu noin kolme vuotta. Toteutusvaiheeseen siirrytään alkuvuodesta 2018 ja tavoitteena on saada järjestelmän ensimmäisiä osia tuotantokäyttöön saman vuoden aikana. Tätä tiivistelmää kirjoitettaessa on kehitysvaihe vasta alkanut, joten hankkeen osaprojektien sisältöä tai aikataulua ei ole vielä laadittu. Uskon erittäin vahvasti allianssin kykyyn tunnistaa parhaat mahdolliset ratkaisut järjestelmän toteuttamiseksi sekä prosessien kehittämiseksi.



RUSNAKONE OY

**Junaratojen rakennus-,
korjaus ja huoltotyöt
vuosien kokemuksella**

www.rusnakone.fi puh. 044 7711 900



RADANRAKENNUS ○ RATOJEN KUNNOSSAPITO ○ KISKONVAIHDOT ○ KONERUSNAUS ○ NOSTURIAUTO

Ratakohteet rajattomasti rajapinnasta

Osana Liikenneviraston laajaa Digitalisaatiohanketta kehitetään rataverkon kunnonhallintaa ja ylläpitojärjestelmiä (RAID-e -hanke). Dimenteq Oy vastaa yhtenä kolmesta toimittajasta rataverkon kunnonhallinnan ja ylläpitojärjestelmien sovelluskehityksen (Ratko) asiantuntija- ja konsultointipalveluista.

Kohti nykyaikaista rataverkon kunnonhallintaa

Kokonaisuudessaan RAID-e -hanke tähtää kustannustehokkaaseen ja moderniin rataverkon kunnonhallintaan ja siihen liittyvän tiedon ylläpitoon. Uudet järjestelmät mahdollistavat tehokkaamman ja automatisoidun tietojen keruun, käsittelyn sekä analysoinnin.

Jatkossa kunnossapidon toimenpiteet voidaan suunnitella ja kohdentaa mitattuun tietoon perustuen tarkemmin jo ennen liikenteelle aiheutuvan mahdollisen haitan syntymistä.

Tieto ratakohteista keskitetysti yhteen paikkaan

Kehitystyön keskeiset päämäärät ovat ratakohteita koskevan tiedon kerääminen keskitetysti saataville yhteen paikkaan sekä karttakäyttöliittymän toteuttaminen tiedon esittämistä ja hallinnointia varten.

Ratakohteita ovat esimerkiksi vaihteet, tasoristeykset, kiskot ja pölkyt. RAID-e -hankkeessa on toteutettu geneerinen tietomalli, jonka myötä ratakohteita ja niiden ominaisuustietoja voidaan muokata tarpeen mukaan. Ratakohteita voi lisätä ja poistaa muuttamatta tietomallia.



Ville Rindell
Dimenteq Oy

Tiedonjakelu vaivattomasti rajapintapalveluilla

Rajapintapalveluilla ratakohdetieto siirtyy helposti hyödynnettäväksi erilaisiin sovelluksiin ja käyttötarkoituksiin. Tietoa pystytään täten aiempaa ketterämmin hyödyntämään eri toimialoilla.

Kaikki tieto ratakohteista on käyttöoikeuksien puitteissa saatavilla rajapintapalveluiden kautta. Tietoa voi lukea, lisätä ja muokata.

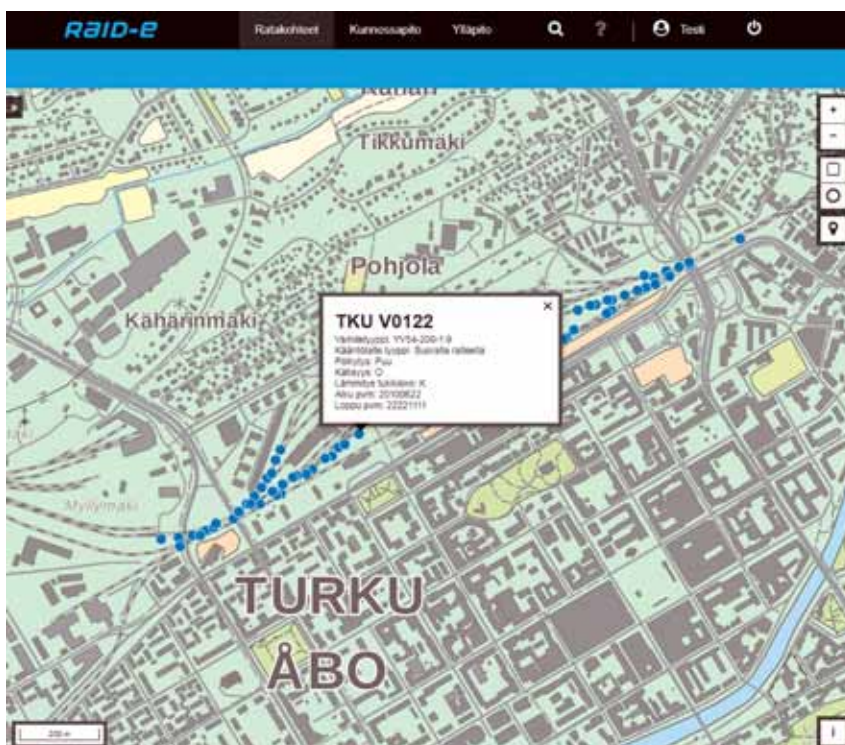
RAID-e -hankkeessa kehitettävät ylläpidon ja kunnossapidon sovellukset Ryhti ja Raiku hyödyntävät jo nyt ratakohdetiedon rajapintaa.

Tiedon hallintaa helposti selaimen kautta

Ratakohteiden hallintaan kehitetty selainkäyttöliittymä mahdollistaa esimerkiksi ratakohteisiin navigoinnin kartan avulla sekä kohteiden tietojen päivittämisen. RAID-e -hankkeessa on kehitetty karttakäyttöliittymä, jota kaikki hankkeessa tuotetut sovellukset voivat hyödyntää.

Karttakäyttöliittymää on mahdollista käyttää myös mobiilisti. Tästä on suuri hyöty esimerkiksi kenttätyöskentelyssä.

Ratakohdetiedon haasteita ovat aiemmin olleet tiedon pirstaleisuus, tiedon laadun suuri vaihtelevuus sekä toimialan kompleksisuus. RAID-e -hankkeen myötä näihin haasteisiin kehitetään kestäviä ja kokonaisvaltaisia ratkaisuja, joilla tiedonhallinta tehostuu ja yhdenmukaistuu.



Esimerkkikuvassa tarkastelussa ovat vaihteiden sijainnit. Jokaiseen vaihteeseen liittyy ominaisuustietoja, joita voi helposti tarkastella karttakäyttöliittymässä. Taustakartta Maanmittauslaitos 2017.

Muutoksessa kohti tietomallipohjaista tuotantoa

Tietomallinnus on ollut pitkään kuuma puheenaihe infra-alalla ja olemmehan me Suomessa maailman kärkijoukkoa tietomallinnuksen hyödyntämisessä koko rakennetussa ympäristössä. Ratamaailman tietomallikehitystä pääsin itsekin seuraamaan aitiopaikalta jo opiskeluaikani Oulun yliopistossa ja Liekki rata-allianssin koneohjatulla työmaalla Ervelässä kesällä 2011. ”Kepitön työmaa” oli itselleni jo silloin täysin arkipäiväinen käsite. Tällä hetkellä tarkastelen tietomallinnuksen kokonaisuutta kehityskonsultin silmin infrahankkeen koko elinkaaren aikaisia palveluita tarjoavassa yrityksessä.



*Eija Prittinen
VR Track Oy*

heessa teollisuuden asennustehtävissä ja laadunvarmistuksessa – ehkä pian myös infrahankkeissa suojalasien pinnalle heijastetaan tarkasteltavan kohteen suunnitelmat ja tiedot.

Ylimääräistä hömpötystä?

Olemassa oleva teknologia tarjoaa siis jo lähes rajoittamattomat mahdollisuudet tietomallipohjaisen toiminnan hyödyntämiseen, mutta miksi silti osassa infrakohteen elinkaaren aikaisissa toiminnoissa BIM koetaan ylimääräisenä hömpötyksenä, eikä sille tarjota mahdollisuutta näyttää kynsiään tuotannon tehostamisessa täysimääräisesti?

Kohdattua muutosvastarintaa selitellään usein infra-alan työntekijöiden ikäjakaumalla sekä syvään juurtuneilla työtapoilla: ”Ainahan tämä on näin tehty”. Toinen yhtä usein keskusteluun nouseva aihe on ymmärtämättömyys – ei yksinkertaisesti tiedetä, mitä eri termit tarkoittavat ja hyvin usein kokonaiskuva tietomallinnuksesta jää silloin hämäräksi koulutusten määrästä riippumatta. Kolmas muutosvastarintaan vaikuttava syy kumpuaa infra-alan kausivaihteluista ja hankkeiden hektisyydestä. Uuden teknologian ja työtapojen testaukseen ja käyttöönottoon tarvitaan aina aikaa ja rahaa, joita hankkeilla hyvin harvoin on ylimääräistä. Kokeilut ovat harvoin myöskään täysin riskittömiä – pilotit voivat myös epäonnistua ja silloin panostetut resurssit valuvat hukkaan.

Kun kokonaiskuva on hämärä eikä tiedostettua tarvetta toiminnan kehittämiseksi ole, koetaan usein, että tietomallinnus ei

Tietomallintamisen kova buumi

Infra-alalla ymmärrys tietomallinnuksen tarjoamiin huimiin mahdollisuuksiin 3D-suunnitelmien ja työkonetehojauksen lisäksi on kasvanut merkittävästi viimeisen parin vuoden aikana. Hyötyjä ja tehokkuutta etsitään tällä hetkellä koko infran elinkaaresta aina kohteen hankesuunnittelusta sen käyttö – ja kunnossapitovaiheisiin. Suunnittelujärjestelmät mahdollistavat entistä tarkemman ja täydellisemmän 3D-suunnittelun, mutta myös uudet, peliteollisuudesta tutut, teknologiat avaavat lähes rajattomasti uusia mahdollisuuksia tietomallipohjaisen toiminnan kehittymiselle.

Tampereen Raitiotieallianssin havainnekuvia tiirailtiin VR-lasien läpi asiakastilaisuuksissa ja suunnitelmamalleja tutkailtiin BIG Roomin 3D-cavessa isommalla joukolla. Myöskin AR ja MR (Augmented reality ja Mixed reality) -sovellukset ovat jo testivai-



Kuva 1. Tampereen raitiotieallianssissa hyödynnetään VR-teknologiaa havainnekuvienv katseluun. Kuva: Raitiotieallianssi/Viasys VDC.



Kuva 2. Koulutuksissa löydettiin toimintatavan käyttöönoton haasteita. Kuva: Jenni Vuorio.

kosketa eikä liity omiin työtehtäviin. Esimerkiksi radanrakennushankkeilla hyvin usein on se tilanne, että tietomallit ja työkonemaatio koskettavat suoraan vain murto-osaa koko projektin henkilöstöstä. Tämä tarkoittaa sitä, että pääasiassa vain suunnittelijat, mittaus ja koneenkuljettajat työskentelevät tietomallien parissa – työnjohto tukeutuu edelleen perinteisiin 2D-suunnitelmiin ja aineistoihin.

Markkinointia ja viestintää

VR Trackillä tietomallinnus ja työkonemaatio ovat olleet vahvasti mukana toiminnassa jo 2000-luvun alusta alkaen. Vuoden

2016 syksyllä käynnistettiin infrakohteen koko elinkaaren aikaisen toiminnan huomioiva strateginen BIM-kehityshanke, jossa liiketoimintojen BIM-vastaavista koostuva BIM Gang on tehnyt aktiivisesti töitä mm. tietomallipohjaisen tuotantotapojen käyttöönoton muutosvistarinnan murtamiseksi ja saavuttanut siinä hyviä tuloksia. Ensimmäiseksi tavoitteeksi BIM Gang määritteli koko yrityksen henkilöstön BIM-tietoisuuden lisäämisen koulutuksilla, tiedotteilla ja BIM-aiheisen keskustelun nostoilla sisäiseen viestintäkanavaan. BIM-tietoisuuden lisäämisellä koulutuksin ja tietoisuuden saimme luotua koko yritykselle yhteisen BIM-kielen sekä perustan, jolle oli mahdollista lähteä kehittämään suoraan tuotantoa tehostavia pieniä pilottiprojekteja.

Hyvin tekniikkapainotteisen BIM Gangin korvaamattomiksi osaksi muodostui yhtiön viestintätiimi ja heidän osaamisensa markkinoinnin saralla. Tietomallikehitys on ollut hyvin teknologiapainotteista ja uusia työkaluja on viety suoraan tuotantoon – on siirrytty käyttämään uusia 3D-suunnitteluohjelmistoja, on otettu käyttöön työkonemaatiojärjestelmiä ja työnjohtolle on tuputettu käyttöön tabletteja ja kännykkäsovelluksia. Onhan tekniikka kivaa, mutta entä se työntekijä ja hänen todelliset tarpeensa?

On opittu, että parempia tuloksia saavutetaan, kun keskitytään ensin kertomaan ja antamaan henkilöstölle avoimesti tietoa ja mielikuvia niistä hyödyistä, joita kyseinen henkilö pystyy uudella menetelmällä saavuttamaan. Markkinoinnin avulla pystytään herättelemään henkilöitä analysoimaan omaa toimintaansa ja saadaan selvitettyä todelliset tarpeet toiminnan kehittämiseksi. Yhdessä asiantuntijoiden ja henkilöstön kanssa etsitään sitten ne keinot, joilla saavutetaan parempaa arvoa henkilön ajalle ja sitä kautta myös enemmän arvoa rahalle. Pysyvä muutos on mahdollista vasta, kun kehitys vastaa todettuihin tarpeisiin – pakottamalla ja tuputtamalla vahvistetaan vain entisestään muutostavastarinnan muuria.



Kuva 3. Koulutuksissa hyödynsimme sananselitystä BIM-termistön läpikäymisessä. Kuva: Jenni Vuorio.

ERTMS/ETCS-järjestelmä tulee Suomeen – miksi?

Rautatieliikkeen turvallisuus, täsmällisyys, taloudellisuus ja tuottavuus ovat rataverkon haltijan tärkeitä päämääriä. Rautatieturvallustekniikassa junakulutiet turvaavien asetinlaiteiden lisäksi tarvitaan junien kulunvalvontajärjestelmä, joka valvoo junien suurinta sallittua nopeutta. Junien kulunvalvontajärjestelmät ovat olleet Euroopassa kansallisesti eriytyneitä ja ne muodostavat markkinoille tulon kynnyksiä rautatieyritysten toiminnalle yhteisellä eurooppalaisella rautatiealueella. ERTMS/ETCS-järjestelmä aikanaan kokonaan korvaa nykyisen JKV-järjestelmän myös Suomessa osaltaan madaltaen rautatiemarkkinoille tuloa.



Aki Härkönen
Liikennevirasto

tai parannusta nykyiseen JKV-järjestelmään nähden. Uuteen järjestelmään siirytään, koska vain se täyttää pitkäjännitteisen elinkaarenhallinnan edellytykset toimitusvarmoille usean toimittajan veturi- ja ratalaitteiden markkinoille pitkälle 2020–30-luvuille. Sekä ratainfrastruktuurin haltijan että rautatieyritysten on huolehdittava järjestelmän elinkaaresta suunnitelmallisesti siirtymäkaudella. ERTMS/ETCS-ratalaiterakentaminen alkaa 2020-luvun puolivälissä.

Pohjoisesta etelään, ERTMS/ETCS tason 1 ratkaisulla

Liikenne- ja viestintäministeriö on toimittanut

Euroopan komissioon Suomen ERTMS-täytäntöönpanosuunnitelman v. 2017. Suomessa ERTMS/ETCS-ratalaiterakentaminen aloitetaan 2020-luvun puolivälissä Pohjois-Suomesta ja rakentaminen jatkuu kohti etelää, huomioiden myös tulevat matkustajaliikenteen käyttöoikeussopimusalueet.

Tekniikkana hyödynnetään pistemäistä junien kulunvalvontaa ERTMS/ETCS tason 1 ratkaisulla. Tällöin vältetään kalliilta investoinneilta rautatieradiodataverkkoon ja asetinlaitteisiin liitettävien radiosuojastuskeskuksiin sekä säästytään ennenaikaisilta asetinlaiteuusimisilta, jotka olisi toteutettava jatkuvatoimisen junien kulunvalvonnan, ERTMS/ETCS tason 2 ratkaisuisa.

Yhtenäinen eurooppalainen rautatieliikennealue

Ihmiset ja tavarat liikkuvat rajojen yli vapaasti Euroopassa, mutta rautateillä rajat ylittävässä liikenteessä on teknisiä esteitä. Junien kulunvalvontajärjestelmien osalta näitä esteitä murtaa ns. eurooppalainen rautatieliikenteen hallintajärjestelmä (engl. the European Rail Traffic Management System, ERTMS) ja sen eurooppalainen junien kulunvalvonta (engl. the European Train Control System, ETCS). ERTMS/ETCS-järjestelmän käyttöönotto on välttämätöntä, jotta liikennepoliittinen tavoite yhtenäisestä eurooppalaisesta liikennealueesta voidaan saavuttaa. Järjestelmää on kehitetty neljännesvuosisata, mutta sen käyttöönotto on ollut äärimmäisen hidasta. Vuoden 2016 lopun tilastojen mukaan sillä on varustettu vasta vain 4100 km rataa eli vähemmän kuin 2 % EU:n rataverkosta. ERTMS/ETCS-tekniikalla pyritään rautatiekuljetusten markkinaosuuden kasvattamiseen teknisiä esteitä raivaamalla.

Junien kulunvalvonta, palvelu rautatieyrityksille

Junien kulunvalvonta (JKV) on palvelu, jonka rataverkon haltija tarjoaa rautatieyrityksille. Suomessa jo käytössä oleva JKV-järjestelmä perustuu 1980-luvulla kehitettyyn tekniikkaan. Laitteita toimittava rautatieautomaatioteollisuus ei tue vanhoja tuoteperheitään loputtomasti. Koska JKV-järjestelmän elinkaari on päättymässä 2020-luvulla, on ERTMS/ETCS-järjestelmään siirryttävä, vaikkei sen hyödyntäminen tuo huomattavaa edistystä



JKV-järjestelmän poistamisaikataulu, kun ERTMS-ETCS on rakennettu ja otettu käyttöön.

JKV-baliisit radassa. Eurobaliisit ovat samankaltaisia. Kuva Aki Härkönen.



ERTMS/ETCS - järjestelmä siis tulee – kokemuksia Oikoradalta

Projektin perustiedot

Liikennevirasto tilasi Thales Transportation Finland Rrs Oy:n EKAL1.B3 avaimet käteen -toimituksena sisältäen käyttötuen, ST-projektina vuoden 2015 huhtikuussa. Projektin tarkoitus oli jatkaa jo aiemmin vuonna 2009 käyttöönotettua ETCS-koe-rataa Mäntsälä–Henna-rataosuudella siten, että ETCS-tason 1 ratalaitteilla varustetaan Haarajoki–Mäntsälä-rataosuus sekä koko Haarajoki–Hennavälillä sijaitseva ETCS-testiradan ohjelmistoversio päivitetään uusimpaan ETCS Baseline 3:een. Lisäksi Liikennevirasto tilasi Thalesilta ETCS-ratalaitteisiin liittyvää teknistä käyttötukea sekä ETCS-varaosia viideksi vuodeksi projektin valmistumisesta eteenpäin. Thalesin projektipäällikkönä toimi Frank-Peter Sterna.

VR Track Oy teki Thalesin kanssa alihankintasopimuksen, johon sisältyi mm. ETCS-ratalaitteiden kaapelointi ja asentaminen, tekninen konsultointi, riskienhallinta sekä käyttöönotto ja tarkastus. Lisäksi VR Track:n osuuteen kuului kunnossapitäjien perehdyttäminen sekä viranomaisyhteistyö Trafín, ISA:n (Ramboll CM) ja NoBo:n (VTT Service Expert) kanssa. VR Track:n projektipäällikkönä toimi Jouni Lehmusto.

Projektin aloitus ja FRS-asiat

EKAL1.B3-projekti alkoi vauhdikkaasti ja ensimmäisenä tehtävänä olikin kansallisten ETCS-parametrien sekä muiden kansallisten arvojen toimittaminen Thalesille. Näiden tiimoilta pidettiin useita Skype-palavereita Itävaltaan ja Saksaan. Palavereissa ratkottiin ETCS:n konfigurointiongelmia. Heti alussa havaittiin, että vaikka EUAR (European Union Agency of Railway) olikin julkaissut kattavat tekniset spesifikaatiot ETCS:n Baseline 3 toiminnallisuudesta, ne eivät määritelleet maakohtaista sovitustyötä. Niinpä sovitustyössä käytettiin apuna myös VR Group:n ERTMS-asiantuntijoita. Sovitustyössä kuitenkin päädyttiin kompromisseihin, sillä tietotaitoa tai ymmärrystä kaikista ETCS-toiminnoista ja niiden soveltamisesta ei ollut saatavilla. Thalesin kanssa todettiin yhdessä, että kansallinen ETCS FRS (Functional Requirements Specification, toiminnalliset vaatimukset) olisi tullut tarpeeseen jo tässä vaiheessa.

Mitä nähtiin maastossa?

Kesällä 2015 aloitettiin LEU-ratalaitetekoodainten (Lineside Electronic Unit) kiinnitustukien asentaminen ja kaapelointi Mäntsälä–Haarajoki välillä. Tässä työssä haasteeksi osoittautui Oikoradan jyrkät penkereet sekä kalliioleikkaukset, joiden kohdilla turvalaitekaappien viereen asennettaville LEU-koodainkaapeille oli hyvin vähän tilaa tai mahdollisuutta ylipäättään tukea niiden maajalkoja. Tätä varten maajalat suunniteltiin Suomessa LEU-ratalaitetekoodaimille yhteensopiviksi sekä riittävän tukeviksi. Mekaaniset asennus- ja kaapelointityöt saatiin päätökseen elokuussa 2015.



Toni Jukuri
VR Track Oy

Haasteita HW:ssa

Laitetoimitukset siirtyivät ”perinteisesti” projektin aikana ja toimitukset saapuivat Suomeen vasta myöhään syksyllä 2015. Heti aluksi havaittiin, että eurobaliiseihin kiinnitettävien ”hantäkaapelien” liittimet olivat vääränlaisia. Thales oli alihankkinut uudet eurobaliisit Ansaldo STS:ltä (Hitachi Group) ja eurobaliisien hantäkaapelit olivat yhteensopivia erityyppisten eurobaliisien kanssa. Tuli kiire. Hantäkaapelit lähetettiin Tukholmaan, jossa Ansaldo vaihtoi liittimet uudenlaisiin. Ja kun kiireellä tehdään, niin laatukin on sen mukaista. Ansaldo unohti asentaa hantäkaapeleihin vedonpoiston, josta seurasi ongelmia projektin myöhemmissä vaiheissa.

Suomalaista insinöörityötä parhaimmillaan

LEU-ratalaitetekoodaimet saapuivat Suomeen lokakuussa 2015. Koko toimitus oli osina. VR Track:n ETCS-asiantuntijat tarttuivat toimeen allekirjoittaja ja projektipäällikkö mukaan lukien ja Hyvinkään VR Track:n yläkerta sai eloa syksyiseen viikonloppuun. Perustettiin paikallinen ”LEU-tehdas”, jossa insinöörimäisellä tarkkuudella suoritettiin kokoonpanoa ja testausta. Onneksi myös saksalainen tarkkuus oli huippuluokkaa eikä tärkeitä osia puuttunut toimituksesta. Tosin tässäkin vaiheessa oli katastrofi lähellä, kun LEU-ratalaitetekoodainten ohjelmointiohjelma ei toiminutkaan kuten piti. Thalesin projektipäällikkö hälytettiin hätiin sunnuntaiamupäivällä, ja ongelmaa ratkottiin koko päivä. Ohjelmaversioita ladattiin puhelimitse ja kokeiltiin useita kertoja. Lopulta ongelma ratkesi yksinkertaisesti datasiirtonopeuden rajoittamisella. Uusi Thalesin toimittama ohjelma oli liian vauhdikas COM-portin vastaanottamaan tietomäärään näh-



Kuluneen eurobaliisin ohjelmointia. Kuva: Jouni Lehmusto.

den. Lisäksi testausvaiheessa havahduttiin siihen, etteivät LEU-koodainten PIN-asetukset olleet oikein. Oli siis kaivettava esiin pinsetit ja muutettava emolevyjen PIN-asetukset kohta kohdalta. Kohtia oli valtavasti, ja PIN:t olivat kynnen kärjen kokoisia. Lopulta kaikki LEU-koodaimet saatiin kasattua ja ohjelmoitua kolmessa päivässä. Eurobaliisien ohjelmointikaan ”ei mennyt kuin Strömsössä”. Vanha, vuonna 2009 käytetty eurobaliisien ohjelmointiohjelma ei tahtonut toimia uudessa kämmentietokoneessa, mutta tästäkin ongelmasta selvitettiin. Kaikki uudet eurobaliisit saatiin ohjelmoitua ja testattua seuraavalla viikolla.

Asennus- ja käyttöönottovaihe sekä ikävä yllätys

Tässä vaiheessa projektia siirryttiin jo Oikoradalle. VR Trackin asennustiimi teki loistavaa työtä yhtä aikaa käyttöönottootiimin kanssa, johon osallistuivat kaikki – projektipäälliköitä myöten. Asennustiimi teki sähkönsyöttömuutoksia sekä asensi LEU-ratalaitekoodaimia paikoilleen. Käyttöönottoitiimi aloitti Kai Kiihtelyksen johdolla opastintarkastukset turvalaitekytkentöjen jälkeen, ja työ sujui kuin rasvattu salama – uudella Mäntsälä–Haarajoki-osuudella. Vanhalla Mäntsälä–Henna-osuudella todellisuus iski kuitenkin rajusti vastaan. Viisi vuotta käytössä olleet LEU-ratalaitekoodainten elektroniikkakortit olivat noin 75-prosenttisesti rikki! Aikaisemmin kesällä ja edellisenä keväänä oli tehty vanhan osuuden katselmointeja, ja tätä vastaiskua ei kukaan osannut ymmärtää. Tarkempien tutkimusten jälkeen paljastui, että LEU-ratalaitekoodainten lamppuvirtapiirikortit (PAB) olivat palaneet – kirjaimellisesti. Näiden toiminta ei kuitenkaan ollut vaikuttanut opastinjärjestelmän toimivuuteen, eikä aikaisemmin tehtyjen tarkastusten aikana oltu irrotettu lamppuvirtapiirikortteja,

jottei liikenne olisi häiriintynyt. Tästä opimme, että kaikki tarkastukset tulee aina tehdä perusteellisesti ja öisin ratatyönä, vaikka insinööri tahtoisikin mieluummin nukkua yönsä lämpimässä sängyssä.

Rankka käyttöönotto

Käyttöönotto eteni hyvää vauhtia, vaikka asennus- ja käyttöönottoitiimit olivat aivan puhki työskennellyään kolme viikkoa öisin pimeässä vesi- ja räntäsateessa. Sairaslomiltakaan ei välttytty. Suurin huoli oli kuitenkin Liikenneviraston tilaukseen sisältyneiden varaosien riittävyys. LEU-ratalaitekoodainten elektroniikkakortteja kannettiin auton takakontti täyteen sekä Tka7-ratatyökoneen hytti pullolleen. Lähes kaikki kulutettiin vanhan osuuden korjauksissa ja käyttöönotossa. Käyttöönototestaus saatiin valmiiksi 18.12.2015 juuri ajallaan kuten asiakkaalle Liikennevirastolle oli luvattu. Joululoman vietto aloitettiin hyvillä mielin, mutta musta tammikuu oli vasta edessä...

Tulokset ensimmäisistä Sr3:n ETCS-koeajoista

Tammikuun 2016 alussa tehtiin alustava EKAL1.B3-koeradan testiajo uudella Sr3-veturilla. Tulos oli hirvittävän huono. Jarrutuksia jarrutusten perään ja vikailmoituksia aivan jatkuvasti. Onneksemme koeajoista vastasi VR Group:n pitkänlinjan ERTMS/JKV-asiantuntija Ari Julku. Saimme arvokkaita tietoja vioista välittömästi koeajojen jälkeen. Kokoon kutsuttiin kriisikokous VR Track:n ja Thalesin kanssa. Osa vioista tunnistettiin selvästi ratalaitevioiksi, joita ihmeteltiin kovasti, mutta osa vioista jäi epäselviksi. Tuntui uskomattomalta aloittaa juuri käyttöönotetun EKAL1.B3-koeradan korjaustyöt. Löysimme jälleen palaneita



LEU-tehdas toiminnassa Hyvinkäällä konepajalla kuvassa vasemmalta Toni Jukuri, Kai Kiihtelys, Frank Sterna. Kuva: Jouni Lehmusto.

lamppuvirtapiirikortteja vanhalta osuudelta. Asiaa pohdittiin niin Thalesin kuin VR Track:n puolella kuumeisesti. Lopulta pääsylliseksi tarkentui LEU-ratalaitekoodainten maadoitus. Vanhan osuuden maadoitus oli tehty vuonna 2009 silloisten määräysten mukaisesti, eikä kukaan ollut käynyt vuosiin testaamassa tai tarkastamassa ETCS-ratalaitteiden rikkoutumisia. Käyttöönottovaiheessa tämä laitettiin käyttämättömyyden piikkiin, mutta uusituissa LEU-ratalaitekoodaimissa se ei ollut mahdollista. Niinpä aloitettiin maadoitusten parantaminen. Vanhan osuuden LEU-ratalaitekoodainten maadoitusta parannettiin turvalaitekaapeilla sekä itse LEU-ratalaitekoodaimella.

Ongelmien selvittämistä

Seuraava ETCS-koeajo helmikuussa 2016 toi lisää pettymyksiä. Sr3 jarrutteli yhä yhdeksässä eri pisteessä, sekä koeradnan rajoilla. Eurobaliisien koodauksissa oli ongelmia, sillä aiemmin mainitun ETCS:n toiminnallisuuden määrittely paljastui ongelmaksi. Lisäksi yhden eurobaliisin paikka oli esitetty väärin ratalaitekuviissa. Vain muutaman kymmenen metrin heitto eurobaliisin sijainnista aiheuttaa jo ongelman. Joten taas ”päästiin” radalle maastoon tekemään päivityksiä. ETCS-sanomien päivitysrumba saatiin päätökseen vuoden 2016 keväällä.

Hyväksyntäprosessit ja Trafin käyttöönottolupa

Hyväksyntäprosessit jäivät lapsenkenkiin projektin vauhdikkaissa käänteissä. Trafin käyttöönottolupa edellytti riskienhallinta-asetusten, teknisen yhteentoimivuuden ja kansallisten vaatimusten noudattamisen osoittamista. Vain riskienhallintaosuus ja ISA-osuus oli saatu hoidettua asianmukaisesti ja ajoissa. NoBo/DeBo-asioiden ruotiminen aloitettiin myöhässä vuoden 2016 syksyllä yhteistyössä VTT Expert Servicen, VR Trackin ja Thalesin kanssa Liikenneviraston tuella. Onneksi kaikki ETCS-koeajoista sekä käyttöönotto oli hyvin dokumentoitu. Lisäksi Liikennevirasto julkaisi joulukuussa 2016 ensimmäisen kansallisen ETCS FRS-eritelmän, jonka avulla päästiin arvioimaan kansallisia vaatimuksia. Hyväksyntäprosessit sekä EKAL1.B3-projekti päättyivät Liikenteen turvallisuusvirasto Trafin myöntämään käyttöönottolupaan 28.6.2017.

Mitä opittiin ETCS:stä?

Ensinnäkin lähtötiedot on aina tarkastettava kahteen kertaan – ETCS-ratalaitekoodaus ei tunne sanaa toleranssi. Yksiselitteiset ETCS FRS-vaatimukset tulisivat olla kaikkien ERTMS-projektien kulmakivenä – tässä riittää työtä pitkälle tulevaisuudessa. Hyvin valmisteltu on puoliksi tehty – LEU-ratalaitekoodainten kokoaminen ja ohjelmointi maasto-olosuhteissa ei onnistu. Myös mekaaniset asiat voivat vääntää projektin kiskoilta – kaikki mekaniikka ETCS-maailmassakaan ei toimi yhteen. Maadoitusasiat ovat ykkösasioita – uusi ETCS-elektroniikka on selvästi JKV-elektroniikka herkempää. On myös muistettava, että ETCS:ään liittyviä hyväksyntäprosesseja ei tule jättää viimeiseksi hoidettavaksi asiaksi – käyttöönottolupa tarviataan hurjasti dokumentointityötä ja ETCS:ää koskevat YTE:t sisällyttävät SUBSET-eritelmiä,



LEU-ratalaitekoodaimen ohjelmointia. Kuva: Jouni Lehmusto.

joita on tuhansia sivuja. Lopuksi projektissa opittiin, että ETCS-veturilaite ei toimi kuten JKV – uudella järjestelmällä kuljettaja ei saa eurobaliisivikojen sijaintitietoja, joka vaikeuttaa kunnossapitotoimia ratkaisevasti. Tulevaisuudessa kannattaa huomioida, että ETCS- ja JKV-järjestelmät voivat aiheuttaa ristikkäisvikoja – järjestelmät vikaantuessaan voivat häiritä toisiaan.

Kiitokset jutun viimeistelystä osoitan Jouni Lehmustolle, Ari Julkulle, Kai Kiihtelykselle sekä Lassi Matikaiselle!

EULYNX-projekti, taustaa

Euroopan rautatieinfran haltijoilla on ollut jo pitkään tavoitteena yhtenäiset eurooppalaiset asetinlaitevaatimukset. Ensimmäinen vakava yritys oli vuonna 1999, kun UIC lanseerasi Euro-Interlocking-projektin. Aikanaan Ratahallintokeskuksella oli siinä aktiivinen rooli, ja Suomesta oli yksi työntekijäkin ns. "Core-teamissa". Suomen asetinlaitevaatimukset kirjattiin ja mallinnettiin Euro-Interlocking muotoon projektin aikana.

Euro-Interlocking-projektin loputtua ja jo myös sen viimeisinä vuosina komissio käynnisti uuden yhteiseurooppalaisen asetinlaitevaatimusprojektin nimeltään INESS. Se alkoi varsinaisesti vuonna 2009, ja alkuperäinen kesto oli 3 vuotta, mutta projekti viivästyi noin 6 kuukautta. Komissio rahoitti toimintaa, ja UIC koordinoi sitä. Mukana oli tavalla tai toisella lähes kaikki Euroopan infrahaltijat sekä teollisuus. INESS päättyi vuonna 2012, ja tarkoitus oli jatkaa vaatimusten työstöä INESS II-projektilla, mutta siihen ei enää tullut komissiolta rahoitusta.

DB Netzin aktiivisuudesta alkoi EULYNX-projekti vuonna 2013. Siihen pyydettiin mukaan kiinnostuneita ratainfran haltijoita, ja Liikennevirasto päätti lähteä siihen mukaan. EULYNX:in rahoitus tulee suoraan osallistuvilta infran haltijoilta, eli EU-rahaa ei projektiin ole saatu ollenkaan.

Projektiin osallistui alun perin 10 infran haltijaa, ja lisäksi mukaan on tullut myöhemmin kolme lisää. Alkuperäiset osanottajat ovat; DB Netz, Network Rail, Prorail, Infrabel, SNCF, CFL, BaneNor, Trafikverket, SZ ja Liikennevirasto. Myöhemmin myös SBB on liittynyt mukaan. RFI ja PKP ovat harkinneet liittymistä vakavasti mutta kirjoitushetkellä sopimusta ei ole vielä tehty.

EULYNX-projektin tavoite

EULYNX-projektin lähtökohta oli kehittää asetinlaitteiden eri osien väliin standardirajapintoja. Toiminnalliset vaatimukset pysyvät eri maissa kuitenkin ennallaan. Lähtötietoina on käytetty Euro-Interlocking ja INESS-aineistoa. Myös DB Netzin Neupro- ja Planpro-projekteista on otettu kokonaisuuksia mukaan.

Laitetoimittajat on jätetty tietoisesti sivuun, ja tarkoitus on ottaa asetinlaitetekniikan ja rajapintojen kehityksessä veto-vastuu infran haltijoille sekä tarkasti määriteltujen rajapintojen avulla mahdollistaa eri toimittajien laitteiden yhdistäminen ja saada aitoa kilpailua markkinoille.



Veli-Matti Kantamaa
Liikennevirasto

EULYNX-työ

Varsinainen EULYNX-työ on jaettu 10 alaprojektiin, klusteriin. Aluksi kaikki osallistujat saivat valita mihin klusteriin haluavat aktiivisesti osallistua. Liikennevirasto on osallistunut viiteen eri klusteriin aktiivisesti; Data Preparation (asetinlaitteen digitaalinen perussuunnittelu), IXL-IXL (kahden asetinlaitteen välinen rajapinta), CC (kauko-ohjauksen ja asetinlaitteen rajapinta), LS/LEU (valo-opastimen ja ETCS-koodaimen rajapinta), digitaalinen I/O (vapaakytkentäinen liityntärajapinta).

LS/LEU-klusterissa on myös määritelty keskitehty ETCS-koodaimen eli LEU:n liittäminen asetinlaitteeseen. Tässä työssä on vetovastuu ollut Liikennevirastolla.

Klusterit oli jaoteltu kolmeen eri prioriteettiryhmään resursien kuormituksen tasaamiseksi. Kaikkien klustereiden tulokset ovat kuitenkin osallistujien kesken käytettävissä vapaasti, vaikka aktiivista roolia niissä ei olisi itsellä ollut.

Jatkotoimenpiteet

EULYNX-projekti tuottaa uutta aineistoa asetinlaitteiden eri rajapintoihin. Tämän myötä on todettu myös asetinlaitevaatimuksissa ja RATO 6:ssa ja 10:ssä virheitä, puutteita ja ristiriitaisuuksia. Muun muassa kauko-ohjausrajapinnan ja asetinlaitteiden välisen rajapinnan määrittelyt sisältävät paljon puutteita ja vajavaisuuksia. Komennot- ja ilmaisut-osuus vaatii myös päivittämistä ristiriitaisuuksien eliminoinemiseksi.

Asetinlaitevaatimukset sekä RATO 6 ja 10 tullaan päivittämään tietyiltä osin, mutta kokonaan niitä ei tarvitse uudelleen kirjoittaa, koska EULYNX ei puutu asetinlaitteen ytimeen eikä sisäisiin toimintoihin. Ulkolaitteita koskevaan osuuteen on suurin vaikutus.

EULYNX-dokumentaation Baseline 1 valmistui kesällä 2017 ja meneillään on määrittelyjen Baseline 2 valmiiksi saattaminen. Kehitysprojektina EULYNX on valmis ja lopetettu, mutta nyt on siirrytty ylläpitovaiheeseen, joka jatkuu tulevaisuudessa rautatieinfran haltijoiden keskinäisellä sopimuksella.

Uuden ja vanhan asetinlaitteen yhteensovittaminen, testaus ja käyttöönotto

Mipro Oy toimittaa uudet elektroniset asetinlaitteet Niiralan, Kotkan Kotolahti-Mussalon sekä Vainikkalan ratapihoille Rautateiden turvalaitejärjestelmien uusiminen osahankinta 1 -hankkeessa (jatkossa korjausvelkahanke). Toimitukseen sisältyy rajapinnat usean toimittajan eri aikakausina rakentamiin asetinlaitteisiin:

- Niiralassa rajapinta rakennetaan Venäjälle puolialautomaattiseen suojustukseen sekä Mipron omaan vanhemman sukupolven elektroniseen asetinlaitteen suojustukseen.
- Kotolahti-Mussalossa asetinlaiterajapinta rakennetaan VR76-releasetinlaitteeseen sekä kulku- että vaihtokulkuteille.
- Vainikkalassa tehdään rajapinta Venäjälle puolialautomaattiseen suojustukseen sekä suojustusliityntä Siemensin elektroniseen SIMIS-C-asetinlaitteeseen.

Junaliikenteen kannalta rajapinnoissa on aina oleellista, että rajapinta toimii saumattomasti ja luotettavasti sekä käytettävyyden että turvallisuuden näkökulmasta. Rajapinta ei saa aiheuttaa turhaa häiriötä junaliikenteelle. Toisaalta liikenteenohjauksen näkökulmasta rajapinnan tulisi olla automaattinen eli esimerkiksi ylimääräisiä komentoja ei tulisi joutua antamaan ja kauko-ohjausjärjestelmän junanumeroautomaatiikan tulee pystyä toimimaan. Turvallisuus ei saa missään tilanteessa heikentyä rajapinnassa: juna ei voi esimerkiksi kadota, opastin ei voi näyttää väärää opastetta, suojustuksen pitää pystyä turvaamaan junan kulku. Kun kyseessä on eri aikakausien järjestelmien yhdistäminen toisiinsa, haastetta kaikkien edellä mainittujen osa-alueiden täyttämässä on paljon. Erityisesti turvallisuuden osalta yhtään kompromissia ei saa hyväksyä.

Vaatimukset rajapinnoille

Asetinlaitevaatimuksina käytetään Liikenneviraston Suomen asetinlaitevaatimuksia (FIR) ja RATO6:tta. Näistä FIRin ulkolaitevaatimuksista löytyy FIR-QR516-REQ..FIR-QR519-REQ vaatimukset, joissa esitetään vaatimukset uudelle asetinlaitteelle ja sen mahdollisuudelle tarjota rajapinta erityyppisiin asetinlaitteisiin: keskinäisten riippuvuuksien huomioiminen, ohjaukset, luvanpyynnöt, luvanannot ja vaatimukset. Vaatimuksissa ei juurikaan oteta kantaa, miten rajapinta suunnitellaan ja mitä asioita tulisi huomioida. Liikenneviraston julkaisu ”Suojustusrajapinnat – sovellusohje” antaa konkreettisia suunnitteluperusteita ja työkaluja rajapintojen suunnitteluun. Myös Mipron korjausvelkahankkeessa ratapihoille sovellusohjetta on sovellettu mahdollisimman paljon.

Liikenneviraston ohjeiden lisäksi suunnittelua ohjaavat Cenelec-standardit 50126 (yleiset RAMS-vaatimukset) ja 50128 (turvakriittisten ohjelmistojen toteutus). Näiden standardien mukaan suunnittelun, toteutuksen ja todentamisen tulee seurata tarkoin määritettyjä työkaluja, menetelmiä ja prosessia.



Suvi Hyyryläinen
Mipro Oy

Standardien mukaisesti vaatimukset tulee arvioida riittäviksi ja yksiselitteisiksi sekä jakaa eri osajärjestelmille. Jotta vaatimukset voidaan jakaa, tulee tuntee hyvin myös osajärjestelmien rajoitteet, joita kutsutaan turvallisuuteen liittyviksi rajoitteiksi (safety related application conditions, SRAC) sekä osajärjestelmän toiminnallisuus rajapinnassa. Tämä on haastavaa erityisesti vanhempien aikakausien asetinlaitteiden osalta, joista ei ole kattavia toiminnallisia kuvauksia ja kytkentäkuvatkin voivat olla päivittymättömiä. Korjausvelkahankkeen osan rajapintojen osalta asiantuntijoita on enää muutamia ja kuvauksia on vähän. Liikenneviraston erinomaisella tuella kaikki mahdolliset

lähötiedot on kuitenkin saatu kerättyä.

Turvallisuuden todentaminen

Asetinlaitteiden tärkein ominaisuus on turvata junan turvallinen liike, minkä tulee olla tärkein suunnittelukriteeri rajapintojen suunnittelussa. Turvallisuus varmistetaan turvallisten menetelmien lisäksi suunnittelun, toteutuksen ja testauksen eri vaiheissa verifiointi- ja validointimenetelmillä. Menetelmiä ovat mm. erillaiset katselmoinnit, tarkastukset ja testaukset. Turvallisuuden todentamisen todiste on safety case. Koska vanhoista järjestelmistä on vähän tietoa, on vaikeaa todentaa dokumentein, miten muun muassa vanha järjestelmä toimii, mitkä ovat järjestelmien rajoitteet, miten siihen voidaan liittyä. Periaatteessa Cenelec-standardien mukaisesti jo käytössä olevistakin järjestelmistä tulisi tehdä toiminnallinen kuvaus, mutta käytännössä mikäli kuvausta ei ole, se kuvataan rajapintojen suunnitteluvaiheessa osaksi rajapinnan kuvausta. Koska hyviä ja kattavia kuvauksia ei ole, tulee riskien tunnistamiseen panostaa.

Riskianalyysit ovat iso osa turvallisuuden varmistamista. Turvallisuus tulee taattua sitä paremmin mitä laajempi ja asiantuntevampi tiimi suunnittelee ja todentaa turvallisuutta.

Suunnittelu ja toteutus

Korjausvelkahankkeen rajapintojen suunnittelua ohjasi Liikenneviraston tahtotila siitä, että olemassa oleviin järjestelmiin tehdään mahdollisimman vähän muutoksia. Tätä tavoitetta noudattaen ja olemassa olevien järjestelmien dokumenttien (mm. käyttöohjeiden) sekä erityisesti asiantuntijoiden avustuksella Mipro on toteuttanut rajapintojen suunnitelmat siten, että mahdollisimman paljon nykyvaatimuksista voidaan täyttää. Kaikkia vaatimuksia ei ole pystytty toteuttamaan, sillä vanhoissa liitettävissä järjestelmissä ei ole kyseisiä ominaisuuksia olemassa. Suunnitelmia tukevat myös aiemmista hankkeista hyviksi todetut riskianalyysit (hazop-analyysit), jotta myös mahdolliset riskit rajapinnoista on tiedossa. Tämän hetkisen tiedon mukaan käytettävyyttä ei ole voitu saada parhaalle mahdolliselle tasolle.

Kuten vaatimuksetkin myös suunnittelu on tarkastettava. Mipron suunnittelun tarkastaa kokenut suunnittelija ja koska korjausvelkahankkeessa päädyttiin siihen, että vanhoja järjestelmiä ei juurikaan muuteta, tarkastuksen tuleekin keskittyä Mipron suunnitteluun. Hankkeissa, joissa vanhoja asetinlaitteita muutetaan paljon, olisi syytä tarkastukseen nimittää suunnittelija, joka arvioi rajapinnan toimivuuden kokonaisuutena.

Suunnittelun onnistuminen vaikuttaa toteutuksen onnistumiseen. Mitä paremmin suunnittelu on onnistunut, sitä paremmin rajapintojen muutokset eri osapuolten tekeminä kohtaavat. Koska rajapintoja toteuttavat eri toimittajat, jotka myös testaavat ja todentavat omat osuutensa suunnittelua vasten, nähdään kokonaisuuden toimiminen vasta integrointitestauksessa.

Integrointitestaus

Integrointitestauksella tarkoitetaan järjestelmän testaamista kokonaisuutena, jotta varmistutaan, että eri osat ja eri osapuolten toteuttamat järjestelmät toimivat yhdessä täydellisenä kokonaisuutena. Aiemmissa hankkeissa testaus on tehty vasta juuri ennen järjestelmien käyttöönottoa tai käyttöönoton yhteydessä. Tässä on suuret riskit, että joko rajapintoja muutetaan käyttöönoton aikana, jolloin vikojen todennäköisyys kasvaa, tai rajapintaan jää puutteita tai rajapintaa ei voida ottaa käyttöön ollenkaan. Kuten aina testeissä, on haastavaa arvioida, mikä on riittävä testaus, mitä kaikkea tulee testata, jotta voidaan olla varmoja, että rajapinta toimii odotetusti kaikissa tilanteissa.

Korjausvelkahankkeessa Niiralan ja Vainikkalan osalta Venäjän suunnan rajapintaa on testattu ja testataan jo paljon ennen käyttöönottoa vanhan järjestelmän rinnalle rakennetun rajapinnan avulla. Tämä lisää varmuutta rajapinnan toimivuudesta ja toisaalta auttaa myös suunnittelemaan rajapinnan käyttöönotossa tehtävät toimet paremmin. Lisäksi yllätykset vähenevät. Myös muut rajapinnat pyritään testaamaan hyvissä ajoin ennen käyttöönottoa siten, että uusi järjestelmä kytketään vanhaan

ja palautetaan testien jälkeen testejä edeltävään tilanteeseen. Hyvissä ajoin ja rauhassa tehty testaus lisää sen todennäköisyyttä, että testit ovat riittävät ja rajapinnan toimivuus erilaisissa tilanteissa on varmistettu.

Käyttöönotto

Usein rajapinnat ovat olleet suurimpia riskejä käyttöönotossa viimehetkeen, juuri ennen käyttöönottoa tai käyttöönottoon jääneen testauksen vuoksi. Tähän tilanteeseen on johtanut se, että jo käytössä oleviin järjestelmiin on jouduttu tekemään paljon muutoksia ja toisaalta samanlaista ajatusta uuden rajapinnan rakentamisesta rinnalle kuten Niiralassa ja Vainikkalassa ei ole käyty.

Korjausvelkahankkeen huolellinen suunnittelu, selkeät linjaukset Liikenneviraston tahtotilasta ja vaatimuksista sekä hyvin tehtyt testaukset, vähentävät riskiä paljon ja tulevat käyttöönotot on voitu suunnitella hyvin ja rajapintojen toimivuus on varmistettu jo hyvissä ajoin etukäteen.

Kohti parempia rajapintoja

Jo käytössä olevan järjestelmän ja erityisesti vuosikymmeniä sitten rakennetun asetinlaitteen ja nykyvaatimukset täyttävän asetinlaitteen yhdistäminen ei ole koskaan helppoa. Hyvällä suunnittelulla, erityisesti vanhojen järjestelmien asiantuntemuksella ja selkeillä vaatimuksilla, pystytään toteuttamaan toimivia ja erityisesti turvallisia rajapintoja. Suunnittelu on kehittynyt hankkeelta ja uusista käytäntöistä ja työkaluista on otettu käyttöön. Suojastusrajapintojen sovellusohje on hyvä alku ja sitä on käytetty rajallisesti, muun muassa riskianalyysejä ja rajapintasignaalin suunnittelua on pyritty soveltamaan ohjeen mukaisesti erityisesti uusien asetinlaitteiden osalta. Erityisen tärkeää on testauksen mahdollistaminen ennen käyttöönottoa ja sitä kautta myös käyttöönoton parempi suunnittelu.



Vuosikymmeniä sitten rakennetun ja nykyvaatimukset täyttävän asetinlaitteen yhdistäminen sisältää haasteita. Niiralan ratapihalla Mipro rakentaa rajapinnat Venäjälle puoliautomaattiseen suojastukseen sekä Mipron omaan vanhemman sukupolven elektroniseen asetinlaitteen suojastukseen.

Rautatieohjeet uudistuvat

Liikenneviraston rautatiealan ohjeita päivitetään vuosittain parikymmentä. Menneenä vuotena suurimmat muutokset ovat kohdistuneet liikennöinti- ja turvallisuusohjeisiin. Päivitetyt liikennöinti- ja turvallisuusohjeet tulivat voimaan 1.6.2017. Ratainfraassa puolestaan 2018 valmistellaan radantarkastusjärjestelmän uusimista liittyen uuden radantarkastusvaunun käyttöönottoon. Nämä ohjeet otetaan käyttöön 2019 alussa, mutta koulutus aloitetaan jo syksyllä 2018.

Voimaantulopäivät yhtenäistetään

Jatkossa rautateiden ohjeiden muutokset pyritään saamaan voimaan samanaikaisesti vuosittain. Parhaalle keskitetylle voimaantuloajankohdalle on ollut muutama vaihtoehto. Rautatieliikenteen ohjeistuksen kannalta parhaimmaksi ajankohdaksi on katsottu kesäkuun alku, hankintavuosisopimusten kannalta tammikuun alku ja rakennuskauden kannalta huhtikuun alku. Viimeisimmässä vaihtoehdossa ne olisivat voimassa ennen alkavaa rakennuskautta, varsinkin ennen kauden laajempien töiden alkua. Voimaantuloajasta riippumatta ohjeet pyritään saamaan valmiiksi kahdesta kolmeen kuukautta ennen voimaantuloa, jotta perehdytykselle ja koulutukselle jää riittävästi aikaa.

Ohjetoimikunnat

Tärkeimmille ohjeille perustetaan ohjetoimikunnat. Niissä ohjeiden kehitysehdotuksia kootaan toimikunnan jäseniltä ja muista lähteistä. Liikennevirasto ylläpitää myös ohjepäivityssuunnitelmaa, vaikkakin esim. lakimuutokset edellyttävät ajoittain joidenkin ohjeiden päivityksen nopeuttamista muiden ohi. Ensimmäisiä toimikuntia on muodostettu liikennöintiohjeille sekä TUROlle eli Radanpidon turvallisuusohjeille. RATOille eli Ratateknisille ohjeille muodostetaan myös toimikunta.

Kokonaisuutta ohjaamaan Liikennevirastossa on valittu ohjetyön koordinaattori. Hänen tehtävänä on edistää ohjetyön laadunhallintaa, ajantasaisuutta, yhtenäisyyttä ja kokonaisrakennetta. Tehtävää hoitaa Kari Honkanen.

Jt tuli takaisin

Perinteinen liikennöintisääntöjen termi Jt otettiin jälleen käyttöön 1.6.2017 alkaen. Jt:hän on ollut menneinä vuosikymmeninä rautatieliikenteen ”Raamattu”. Sen uusi täydellinen nimi on Junaliikenteen ja vaihtotyön turvallisuussäännöt (Jt). Julkaisuun on keskitetty tekstejä useasta aikaisemmasta erillisestä ohjeesta.

Päivitetyt ohjeet rajaliikenteelle

Liikennöintiin liittyvät ohjeet venäläiselle rautatiehenkilöstölle on päivitetty 4.12.2017. Ajankohta liittyi Niiralan uusien turvalaitteiden käyttöönottoon. Luonnollisesti myös suomalaisen liikenteenohjauksen on tunnettava nämä ohjeet. Oleellimmat



Markku Nummelin
Liikennevirasto

muutokset koskevat Niiralaa, missä luvat Venäjän suuntaan ja suunnasta annetaan uusilla opastimilla. Tärkeä muutos on myös, että kaikilla rajanylityspaikoilla opaste aja 35 sallii tavarajunille nopeuden 20 km/h, mutta henkilöjunille, kuten Allegro, nopeuden 35 km/h.

TUROn päivitys

TUROn seuraava päivitys tulee voimaan keväällä 2018. Siinä nousevat esille erityisesti viestiliikenneasiat eli RAILI-palvelun, Raplin ja VIRVE-verkon käyttöönottojen aiheuttamat muutokset viestinnän käytäntöihin. Mukana on myös RUMA-sovelluksen käyttöönotto ja sen vaikutus ratatyön dokumen-

tointiin, prosessiin ja menettelyihin. RUMA on ratatöiden (ja osin myös muiden yksiköiden) paikantamiseen kehitetty mobiilisovelluslusalusta. Lisäksi TUROa selkeytetään muutoinkin. TUROn ohjetoimikunta myös nostaa esiin päivitettäviä asioita.

Ratainfra ohjeet

Ratateknisiä ohjeita eli RATOja päivitetään varsin paljon 2018 aikana. Ehkäpä tärkein on RATO 1:n eli Yleisen osan kirjoittaminen kokonaan uudelleen. Siihen sisällytetään koko RATO-sarjan poikki meneviä periaatteita.

Merkittävä suuri ohjemuutosryppä toteutuu radantarkastusjärjestelmän muutoksen myötä. Uusi MEERI-radantarkastusvaunu otetaan käyttöön 2019 alussa. Se tuo mukanaan muutoksia niin radan, vaihteiden kuin sähköradan tarkastuksiin ja sitä kautta vastaaviin RATO-osiin. Nämä ohjeet on tarkoitus saada valmiiksi kesällä 2018, niin että syksy 2018 varataan uuden tarkastusjärjestelmän koulutuksille. Näillä näkymin 2018 loppupuolella Ratateknisessä oppimiskeskuksessa eli ROK:ssa koulutetaan kaikki jotenkin radantarkastuksen ja niiden tulosten käsittelyn kanssa tekemisessä olevat henkilöt uusiin käytäntöihin.

PRM-YTE eli Saavutettavuus-YTE koskee nyt koko rataverkkoa. Tästäkin syystä RATO 16 eli Väylät ja laiturit on nyt päivitetty. RATO 16 tuli voimaan 1.1.2018. Ohjeesta on mm. järjestetty vammaisjärjestöjen ja Trafín kanssa omat keskustelutilaisuudet. Kirjoitustyön aikana erityisesti lastenvaunuluiskat herättivät paljon keskustelua. Lastenvaunuluiskat voidaan rakentaa tai peruskorjausten yhteydessä säilyttää, kun luiskat täyttävät RATO:n mitoitussuoritusvaatimukset. Iso muutos on käsijohteen pakollinen asentaminen luiskan ja portaiden väliin. Luiskissa suositellaan kumitusta ja vesivanerin käyttö on kielletty.

InfraRYL

Myös InfraRYL:ssä on paljon tietoa ratarakenteista. InfraRYL otetaan käyttöön hankekohtaisesti suunnittelua ja rakentamista koskevien sopimusasiakirjojen kautta. Viittaamalla suunnitelmaasiakirjoissa InfraRYLin yksilöityyn kohtaan saadaan sen mää-

räykset voimaan hankkeessa. Se määrittää hyvää rakennustapaa myös silloin, kun hankkeen osapuolet ovat siitä eri mieltä.

InfraRYLin ensimmäiset osat julkaistiin syyskuussa 2006. Sitä ennen julkisen hallinnon aloilla laadittiin ja ylläpidettiin omia, erillisiä nimikkeistöjärjestelmiä ja laatuvaatimuksia, joiden sisällöt ja esitystavat poikkesivat toisistaan. Esimerkiksi Ratahallintokeskuksella oli RMYTL. InfraRYLin julkaisee Rakennustietosäätiö; Liikennevirasto on vahvasti mukana niiden laadintatyössä.

Uusi hyväksyntäprosessi

Liikenneviraston ohjeiden sähköiset allekirjoitukset on otettu aktiivikäyttöön; ne näkyvät ohjeen viimeisellä sivulla. Sähköisesti allekirjoitetun asiakirjan todistusvoima on nimenomaan sen sähköisessä versiossa. Järjestelmä on turvallinen, nopea, helppo ja paperiton.

Liikenneviraston tekniset ja turvallisuusohjeet allekirjoittavat nyt kunkin ohjeen vastuuhenkilö sekä tekninen johtaja; lisätietoja voi antaa vastuuhenkilö tai joku muu ohjeen asiantuntija. Samat tahot tekevät myös poikkeuslupapäätökset rautatieohjeista.

Tulevaisuuden uusi ohjerakenne

Ohjeiden tulee olla ajantasaisia, ristiriidattomia, jäljitettäviä, versioituja sekä helposti löydettäviä ja käytettäviä. Käytännössä tämä on välillä sängen haasteellista.

Ohjetyössä siirrytäänkin jatkossa rakenteisen tiedon tuottamiseen, pois tiukoista dokumenteista. Samalla siirrytään online-maailmaan. Ohjeista muodostetaan moduulit ja niille nimetään vastuuhenkilöt. Ohjeita voidaan jatkossa katsoa myös taaksepäin minkä tahansa päivämäärän mukaan. Viimeksi muuttuneet kohdat ovat myös näkyvillä. Muutos on aloitettu pilottiohjeilla. Kaikkien ohjeiden siirto uuteen malliin vie työn laajuuden takia kuitenkin muutaman vuoden.

Toistaiseksi ohjeita haetaan vielä hetken aikaa perinteisellä mallilla. Ohjeet tulee aina hakea osoitteesta www.liikennevirasto.fi/ohjeluetelo. Ohjeita ei kannata hakea hakukoneiden kautta. Sieltä kärkeen nousee eniten ladattu ohje, joka on hyvin usein kuitenkin vanhentunut! Latauksia sille on kieltämättä tullut enemmän kuin juuri ilmestyneelle päivitetylle ohjeelle.

Ohjelueteloon on myös merkitty selkeästi uudet tai äskettäin päivitetty ohjeet; luetteloa kannattaakin käydä kastomassa säännöllisesti.

Yksityisraiteilla omat ohjeensa

Edellä esitelty ohjeet koskevat siis junaliikennettä, vaihtotöitä, ratatöitä ja ratainfraa valtion rataverkolla. Yksityisten rataverkonhaltijoiden tulee laatia omat ohjeensa, elleivät sitten päättää noudattaa Liikenneviraston ohjeita.



Säästä energiaa ja ylläpito
kustannuksia

Suojaa ratavaihteasi
Osbornin vaihdeharjalla

osborn

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

C.E. LINDGREN

www.celindgren.fi

Voimanmittauksen mahdollisuuksia kunnossapitoon ja valvontaan

Junan pyöriin voi syntyä käytössä paikallisia vikoja, tai pyörät voivat kulua epätasaisesti. Kun pyörän säde ei vian takia ole vakio, pyörän ja kiskon välinen voima ei myöskään säily vakiona. Vikojen takia pyörän ja kiskon välinen voima voi kasvaa hetkellisesti moninkertaiseksi staattiseen voimaan nähden. Tämä lisää huomattavasti radan ja vaunujen kulumista. Tykyttävä kuormitus saa rakenteet väsymään, ja jos vikaa ei havaita ajoissa, se voi aiheuttaa lopullisen murtuman esimerkiksi pyörissä ja laakereissa, mikä voi johtaa taloudellisten haittojen lisäksi vakaviin onnettomuuksiin. Vakavimmillaan pyörävika voi siis johtaa koko junan suistumiseen kiskoilta, jolloin koko juna ja pitkä matka rataa tuhoutuvat. Vakavien vaurioiden lisäksi pyöräviat lisäävät kiskojen pinnan kovettumista, mikä lyhentää kiskojen huoltovälejä. Pyörän epätasainen kosketus aiheuttaa myös voimakasta ääntä ja lisää maan tärinää radan ympäristössä.

Jos pyöriä käytetään vioista huolimatta, pyörävioista kasvaa säröjä kohti akselia. Pyöräviat voidaan usein havaita ennen kuin ne ylittävät rataverkon haltijan asettamat rajat. Jos vikojen annetaan kasvaa yli hälytysrajan, pyöristä täytyy sorvata kunnossuoksessa paljon enemmän materiaalia pois. Tämä lyhentää pyörän elinikää. Pyörät, joissa on ollut suuria vaurioita, vaurioituvat todennäköisemmin uudestaan, koska vaurioista lähtee usein hyvin syvälle ulottuvia säröjä. Myös niiden riski tuhoutua kokonaan on vähemmän vaurioituneita pyöriä suurempi.

Onkin kaikkien etu, että vialliset pyörät saadaan liikenteestä pois mahdollisimman nopeasti. Automaattisesti tapahtuva voimanmittaus mahdollistaa viallisten pyörien tunnistamisen lisäksi paljon muutakin arvokasta tietoa kunnossapidon ja valvonnan käyttöön.

Pyörä-kiskokontakti

Pyörä on kosketuksissa kiskon kanssa yhden tai kahden pisteen kautta. Kaikki pyörän ja radan väliset pysty- tai vaakasuuntaiset voimat välittyvät näiden kontaktipisteiden kautta. Tällä pyörän ja kiskon välisellä kontaktilla on avainrooli radan ja kaluston vaurioitumisen kannalta. Ongelmat toisessa osapuolella lisäävät molempien osapuolien ylläpitokustannuksia.

Kiskoon kohdistuva staattinen pyöräkuorma määräytyy pyörän kannatteleman painosta. Junan liikkuessa pyöräkuorman suuruuteen vaikuttavien tekijöiden määrä lisääntyy. Tavallisimmin junan aiheuttamat hetkelliset kuormituslisäykset johtuvat pyörä-kiskokontaktin epätasaisuudesta, joka voi aiheutua esimerkiksi lovipyörästä tai kiskon eristysjatkoksesta. Junan kulku aiheuttaa rataa pystysuuntaisten kuormien lisäksi myös vaakasuuntaisia kuormia. Vaakasuuntaiset kuormat kasvavat ongelmallisiksi yleensä joko kaarreaajossa tai vaunun ylittäessä sille ominaisen kriittisen nopeuden, jolloin sen epästabiili liike alkaa.



Tuomas Jussila
Tamtron Oy

Voimanmittaus ja voimakuvaaja

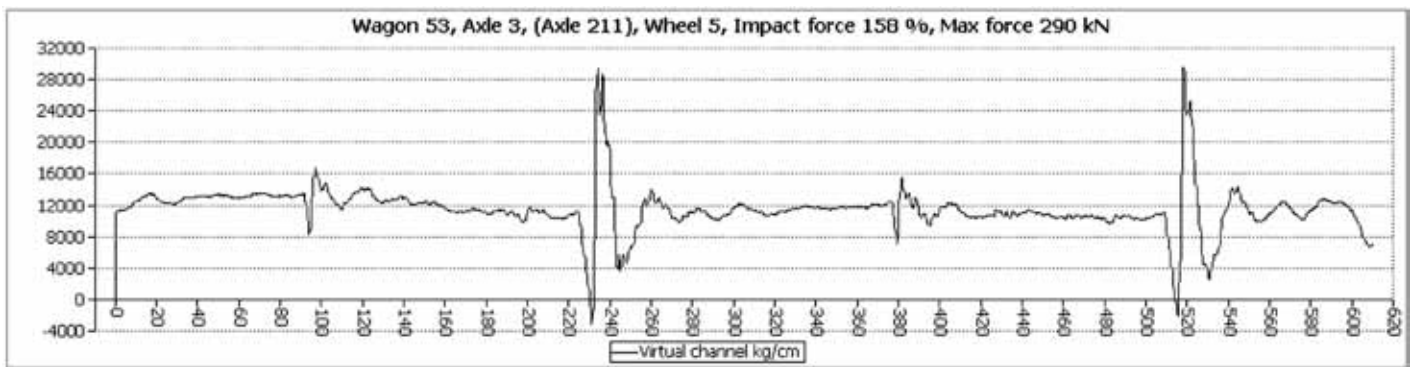
Pyörävoimailmaisin on radalle asennettava mittalaitteisto, joka havaitsee ohittavan junan pyörien aiheuttamat kuormitukset automaattisesti täydessä ajonopeudessa (20-250 km/h). Vikojen havainnointi perustuu kiskon ja pyörän välisen voiman mittaamiseen suurella näytteenottotaajuuksella. Voima voidaan mitata kiskon ja pölkyn väliin sijoitetuilla vaakaelementeillä tai epäsuorasti mittaamalla kiskon taipumaa tai kiihtyvyyttä. Pyörävoimailmaisimista käytetään englanninkielistä lyhennettä WILD (Wheel Impact Load Detector). Pyörävoimailmaisin muodostaa ohi ajavasta pyörästä voimakuvaajan, josta on nähtävissä pyörä-

voima sekä pyörän kunto. Pyörän vikatyypin tunnistetaan voimakuvaajan muodosta ja vian suuruus voimavaihtelun suuruudesta.

Pyörä-kiskokontaktin toinen osapuoli, eli kisko voidaan mitata instrumentoidulla pyörällä. Instrumentoitu pyörä on mitauslaitteisto, jolla voidaan mitata pyörän ja kiskon välisiä voimia niin vaaka- kuin pystysuunnassa ja siten selvittää radan kunto.



Kuva 1. Tamtron Scalex WILD pyörävoimailmaisin.



Kuva 2. Esimerkki voimakuvaajasta ja sitä vastaava lovi.



Voimakuvaajan tulkintaa

Pyörävoimailmaisimella voidaan havaita useita erilaisia pyörävikoja. Helpoiten havaittavia vikoja ovat lovet, jotka aiheuttavat suuria dynaamisia lisäkuormituksia. Rosopyörät eivät välttämättä aiheuta yhtä suuria voimia kuin lovipyörät, mutta dynaamiset lisäkuormitukset ovat havaittavissa koko pyörän kehän matkalta. Epäpyöreys voidaan myös havaita voimanmittauksella. Pyörävoimailmaisimella saadaan ohi ajavasta junasta myös tarkat painot pyörälle, akselille, telille, vaunulle ja kokonaiselle junalle. Tämä mahdollistaa ylikuormien sekä kuormausvirheiden ja lastin siirtymisen tunnistamisen. Voimanmittauksen perusteella tunnetaan myös nopeudet ja kiihtyvyydet.

Edellä mainitut havainnot perustuvat pyörävoimien pysäytysuuntaiseen mittaamiseen. Vaakasuuntaisten pyörävoimien mittaamisella voidaan tunnistaa virheellinen laippakosketus ja saada viitteitä pyörän profilin kulumisesta.

Mittalaitteiston havaitsemien poikkeamien perusteella voidaan tehdä välittömiä ilmoituksia asianomaisille tahoille. Juna voidaan pysäyttää seuraavaan sopivaan paikkaan tai sen nopeutta voidaan alentaa, jolloin vältetään lisävahinkojen syntyminen. Pyörässä havaituista hälytysrajat alittavista vioista voidaan myös informoida asianomaisia, jolloin he voivat suunnitella korjaukset sopivaan ajankohtaan.

Voimanmittauksen etuja

Tärkein voimanmittauksen etu kaikille osapuolille on turvallisuuden parantaminen vaarallisten pyörien, ylikuormien, kuormausvirheiden tai kuorman liikkumisen tunnistamisen kautta. Muuten kaluston kunnan seurannasta saatavat hyödyt jakautuvat niin rataverkon haltijan kuin liikennöijän kesken. Rataverkon haltijan näkökulmasta rataa lisääntyneitä kuormituksia aiheuttavien kalustotekijöiden karsiminen pienentää radan ylläpitokustannuksia ja lisää sen elinikää. Kaluston kunnan seurannasta on myös hyötyä liikennöijälle, koska kaluston kunnan aiheuttamat lisäkuormitukset lyhentävät myös kaluston käyttöikää ja niiden havainnointi muulla tapaa vaatii resursseja.

Nykyinen määräaikaishuolto perustuu komponenttien arvioitun käyttöikään, minkä vuoksi komponentti huolletaan yleensä ennen arvioitua käyttöiän saavuttamista. Komponenttien huolto on täten usein ennen aikaista, mutta myös erinäisistä satunnais-tekijöistä johtuen komponentti on voinut kulua tai rikkoutua jo ennen arvioitua käyttöikää. Kaluston kunnan seurannan myötä komponenttien kunnan seuranta on tehokkaampaa ja niiden huoltoa on mittaustulosten perusteella mahdollista aikatauluttaa. Myös komponenttien keskimääräisen käyttöiän lisääminen voi olla mahdollista.

Huoltotoiminnan suunnittelijoille tulisi esittää pyörien kulumishistoriaan perustuva ennuste pyörien seuraavasta huollon ajankohdasta. Epäpyöreän pyörän ja rosopyörän virhe kasvaa hitaasti. Kulumisen kehittymisen perusteella pyörille voisi ennustaa sopivan huoltoajan. Tämä olisi oleellinen palvelu kaluston omistajille. Oletettavasti se vähentäisi myös huonoilla pyörillä liikennöintiä radoilla, jolloin siitä olisi hyötyä myös rataverkon haltijalle.

Lovipyörät ja muut selkeitä voimapiikkejä aiheuttavat pyöräriavat lisäävät selkeästi ympäristön tärinää. Tunnistamalla ja poistamalla tärinää aiheuttavat pyörät liikenteestä saadaan juna-liikenteen aiheuttamaa melua ja alustan tärinää vähennettyä.

Voimanmittauksen avulla rataverkon haltija pystyy seuraamaan todellisia radalla kuljetettuja tonneja. Tämän tiedon pohjalta rataverkon haltija pystyy arvioimaan radan kunnossapitotarvetta sekä mahdollisesti jopa laskuttamaan liikennöijää radan käytöstä kuljetettujen tonnien mukaan.

Voimanmittaus tarjoaa rataverkon haltijalle ja liikennöijälle mahdollisuuksia, joita ei vielä kaikkia ole tunnistettu. Oleellinen etu nykyisissä ja tulevaisuudessa mahdollisuuksissa on, että mitaustieto syntyy normaalin liikennöinnin aikana, eikä se tarvitse erityisjärjestelyjä. Voimanmittauksen avulla päästään käsiksi myös pyörän koko kulkukehään, josta suuri osa on piilossa junan ollessa pysähdyksissä.

Tilanne Suomessa

Tamtron on toimittanut 16 WILD pyörävoimailmaisinta Liikennevirastolle vuodesta 2010 lähtien. Liikenneviraston tekninen valvomo seuraa, arvioi ja välittää edelleen tiedoksi laitteistojen tunnistamia kalustovikoja ja -häiriöitä. Laitteistojen käytöllä ja toiminnan organisoinnilla pyörien kuntoa on saatu parannettua ja vaarallisia pyöriä poistettua liikenteestä.

Pyörävoimailmaisimien hyödyntämistä voisi kehittää edelleen yhteistyössä Liikenneviraston, VR:n ja muiden toimijoiden kanssa, jotta saaisimme rakennettua saumattoman, kaikkia tahoja hyödyttävän, koko maan kattavan mittausjärjestelmäverkoston.



**RATOJEN RAKENNUTTAMISTA
AMMATTIYLPEYDELLÄ JA
20 VUODEN KOKEMUKSELLA**

SWECO 

Suomen raideliikenteen ja rataverkon kunnon akustinen valvonta kuituoptiikan avulla

Viimeisen viiden vuoden aikana eri toimijat ovat kiinnostuneet kuituoptisen anturitekniikan mahdollisuuksista rautatiesovelluksissa. Erityistä mielenkiintoa on herättänyt akustisten ilmiöiden havainnointiin ja tunnistamiseen perustuva Distributed Acoustic Sensing eli DAS-teknologia. Tekniikasta käytetään yleisesti myös toista nimeä: Fiber Optic Sensing eli FOS.

DAS-teknologialla on mahdollista havaita junan kulkua, kisko- ja kalustovikoja, radalle pudonneita esteitä, luvaton kulkemista radalla, rakenteiden runkomelua- ja tärinää sekä muita ääneen perustuvia ilmiöitä. DAS-järjestelmä voi hyödyntää radan varteen tai rakenteisiin jo vedettyä tavallista tietoliikennekäyttöön tarkoitettua valokuitukaapelia käyttämällä kaapelin yhtä kuitua anturina. Teknologia on kehittyvässä kohti rautatieturvallisuussovelluksia, ja sillä on potentiaalia korvata tai laajentaa monia nykyisiä rautatielaitejärjestelmiä.

Liikennevirasto on kehityksessä mukana, ja se on teettänyt diplomityön tekniikan käyttömahdollisuuksista. Työn kirjoittaja on Matias Tuohino VR Trackilta.

Distributed Acoustic Sensing (DAS)

DAS-järjestelmä koostuu yksinkertaisimmillaan ilmaisinalaitteesta ja hajautettuna anturina toimivasta valokuitukaapelista. Kaapelina voidaan soveltaa tavallista tietoliikennesovelluksissa käytettyä yksimuotokuitukaapelia, josta DAS-järjestelmän käyttöön otetaan yksi kuitu ja muut kuidut voidaan säilyttää tietoliikenteen siirtoon. Ilmaisinalaitteessa on integroitu valonlähde (LASER), joka lähettää valopulssin kuituun.

Kuidun läheisyydessä sijaitsevasta äänilähteestä (esim. radalla kulkeva juna, putoava kivi tai kävelevä henkilö) ilman tai maan välityksellä kuidulle kulkeutuvat ääniaallot aiheuttavat kuidussa mikrotaipumista kuidun ytimen materiaalissa. Mikrotaipumakohdassa tapahtuu laserpulssin osittainen takaisineijastuminen, jonka ilmaisinalaite havaitsee.



Lassi Matikainen
VR Track Oy



Matias Tuohino
VR Track Oy

Takaisineijastuneen pulssin amplitudi- ja taajuussisällöstä voidaan tunnistaa äänilähteen laatu lähettämällä kuidusta tuleva raakadata prosessorille. Erilaisten tapahtumien tunnistaminen tapahtuu käyttämällä algoritmista hahmontunnistusta. Jokaisella tapahtumalla (ohiajava juna, kiven putoaminen, askelääni, lovipyörän kolahdus jne.) on omanlainen akustinen signaalisältö, josta voidaan muodostaa malleja automaattiselle tunnistamiselle.

Yhdellä kuidulla on tämänhetkellä teknologialla mahdollista monitoroida 40-50 km matkaa. Pidemmällä kuidulla vaimennus kasvaa liian suureksi, ja takaisineijastunut signaali ei ole helposti tunnistettavissa. Myös järjestelmän näytteenotto-taajuus on 40 km kuidulla rajoitettu 2500 Hz taajuuteen, mikä tarkoittaa, että järjestelmällä on mahdollista havaita äänitaajuuksia 1250 Hz asti. Näytteenottotaajuutta rajoittaa kuidun pituus, koska pulssin täytyy ehtiä palata takaisin ilmaisiin ennen uuden lähettämistä. Käytetystä pulssinleveydestä riippuen paikannuksen tarkkuus kuidulla on n. 10 m.

Sovellukset

DAS-teknologiaan perustuvia kuituoptisia antureita on aikaisemmin hyödynnetty mm. öljy- ja kaasuteollisuudessa, rajavalvonnassa ja puolustustekniikassa. Osa sovelluksista on muokattu suoraan rautateille sopiviksi sovelluksiksi esimerkiksi luvattoman radalla kulkemisen ja kuparikaapelivarkauksien ehkäisyssä.

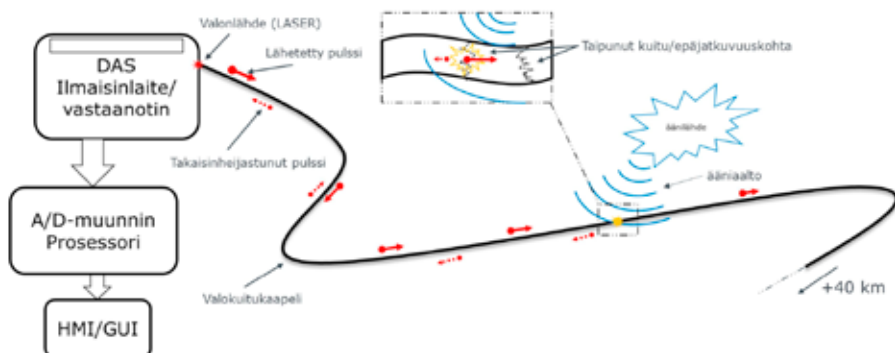
Rautatiesovellusten luonteen ja yhteensopivuuden vaatimusten takia olemassa olevia sovelluksia useimmilta muilta teollisuuden aloilta ei voida kuitenkaan suoraan ottaa käyttöön rautateillä.

DB Netze on asentanut ensimmäisen DAS-testijärjestelmän Euroopassa Saksan rataverkolle vuoden 2014 alussa ja ajaa nyt kolmea pilottihanketta eri puolilla Saksaa teknologian kehittämiseksi reaaliaikaisessa junapaikannuksessa, kivi- ja maanvyöryjen sekä kaapelivarkauksien havaitsemisessa. Lisäksi tutkimus- ja kehitystyötä on ollut useiden vuosien ajan USA:ssa TTIC:n testiradalla kisko-, pyöry- ja kalustovikojen tunnistamisessa. Pienempiä kehityshankkeita on ollut myös Iso-Britanniassa, Itävallassa, Sveitsissä sekä Japanissa.

Reaaliaikainen junapaikannus on todettu toimivaksi sovellukseksi DAS-jär-

jestelmän avulla.

Kuva 1: DAS-järjestelmän toimintaperiaate. Kuva: Matias Tuohino.



Kuva 2: DAS-teknologian mahdollisia sovelluskohteita. Kuva: Max Schubert, DB Netz AG.

jestelmälle DB:n testeissä ja muiden toimijoiden tutkimuksissa. Liikkuvan junan paikan ja nopeuden määrittäminen onnistuu radan varressa kulkevalla kuidulla jopa nykyisiä GPS-järjestelmiä tarkemmin. Akselien/telienlaskentasovelluksista on myös alustavia onnistuneita testikäyttöjä, mutta tekniikan tarkkuuden rajallisuus rajoittaa teknologian käyttöä suoraan akselinlaskentasovelluksissa.

Ratojen ja kaluston kunnossapidon tarpeen valvonnassa ollaan pisimmällä Pohjois-Amerikassa, jossa kaluston ja ratojen kunnossapito on DAS-teknologian pääkehityskohteita. Kaikkea ylimääräistä melua aiheuttavia vikoja kuten lovipyöriä, kiskomurtumia ja viallisia laakereita voidaan tunnistaa ja havaita ajoissa tehostaen näin kunnossapitotoimia. Ratojen alusrakenteen ja rautatiesiltojen värinän mittaamisella voidaan mahdollisesti monitoroida radan rakenteiden muutoksia. Itävallassa on tutkittu myös sähköradan ratajohdon oikosulkujen havaitsemista ja paikantamista.

Ratojen turvallisuuden ja esteettömyyden valvonnassa DAS soveltuu kivi- ja maanvyöryjen sekä radalle kaatuneiden puiden tunnistamiseen. Ongelmana on tunnistuksen automatisointi ja hälytyksen tekeminen radalla olevasta esteestä. Muita turvallisuussovelluksia ovat radalla kulkevien henkilöiden ja eläimien havaitseminen sekä kaapelivarkauksien ehkäisy.

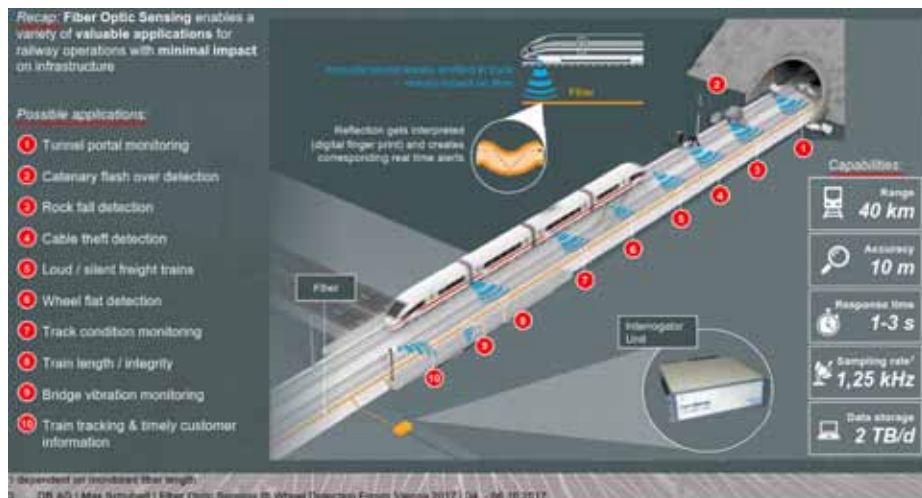
Tekniikan rajoitukset ja kehitystyö

DAS tallentaa paljon informaatiota radalla ja sen ympäristössä tapahtuvista ilmiöistä, joten hyötysignaalin tunnistaminen suuren datamäärän ja taustamelun seasta vaatii tarkkaa signaalinkäsittelyä ja prosessointia. Algoritmien tehostaminen ja informaation muokkaaminen käyttäjäystävälliseen muotoon on jatkuva kehityskohde DAS-järjestelmille.

DAS on käytännössä yksiulotteinen anturi, eli se havaitsee vain suoraan kuituun kohdistuvia akustisia tapahtumia. Kohti-suoraa etäisyyttä äänilähteestä kuituun on vaikea määrittää, joten esimerkiksi junan kulkeman raiteen määrittäminen moniraiteisilla osuuksilla ja ratapihoilla on vielä lähes mahdotonta, jos käytetään yhtä kuitua yhdellä puolen rataa.

Tunnistukseen liittyvä epätarkkuus ja ympäristötekijöistä johtuvat epävarmuu-

Kuva 3: Monitorikuva viiden junan kulusta 40 km pituisen kuidun osuudella. Vaaka-akseli kuvaa paikkaa kuidulla ja pystyakseli aikaa. Kuva: M. Rosenberger, G. Lancaster, "Real-time track monitoring for sustainable maintenance strategies", ETR Int. Ed., 1/2017

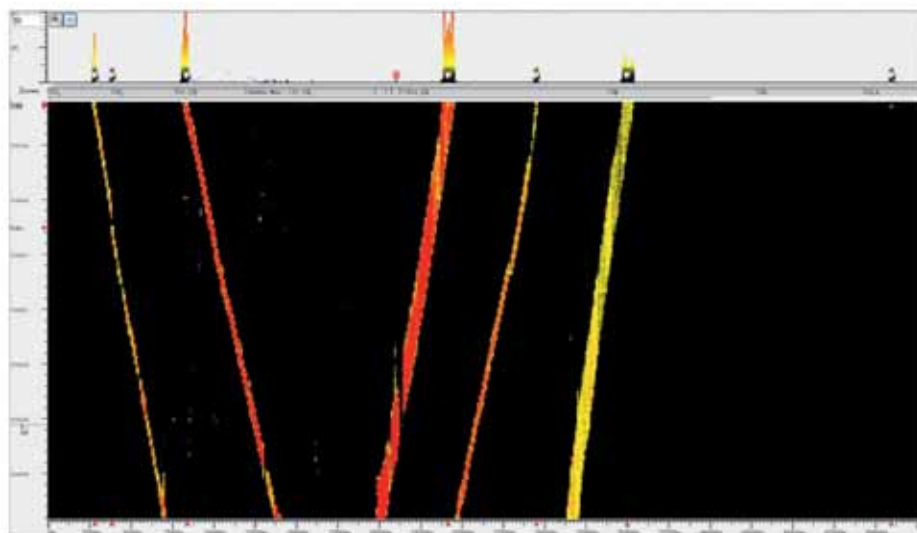


det estävät vielä DAS-tekniikan käytön turvalaitesovelluksissa ja vikaturvallisten sovellusten kehittämisen. Erilaisia ratkaisuja on kuitenkin kehitteillä SIL-vaatimukset täyttävien järjestelmien tuottamiseen. Näitä ovat mm. perinteisten ratalaitteiden kuten akselinlaskijoiden yhdistäminen DAS-järjestelmään, GPS- ja satelliittitietojen käyttö, sekä signaalinkäsittelyn automaation ja tekoälyn kehittäminen.

Teknologia on hyvin uutta rautateillä, ja kehitystyö on nopeaa. DAS on herättänyt kiinnostusta viime vuosina yhä useammassa maassa, joten yhteistyö ja tiedonvaihto eri toimijoiden ja yhtiöiden välillä tulee vauhdittamaan teknologian kehitystä ja sovelluksien käyttöönottoa. Seuraavien viiden vuoden aikana tul- laan todennäköisesti kehittämään rautateiden turvallisuusvaati- mukset ja yhteensopivuuden määräykset täyttävä järjestelmä.

Viitteet:

- /1/ M. Schubert und E. Bauer. Fiber Optic Sensing im Eisenbahn- sektor. Signal+Draht, nro. 9, s. 42–46, 2015.
- /2/ M. Schubert, Fiber Optic Sensing at DB, Wheel Detection Forum 2017.
- /3/ M. Rosenberger und A. Hall. Distributed Acoustic Sensing als Basistechnologie für Anwendungen im Bahnbereich. Signal+Draht, nro. 9, s. 73–84, 2016.
- /4/ K. Sutton and M. Holcomb, FOAD Technology in North American Railroads, Wheel Detection Forum 2017.



Miten liikkuvan kaluston valvontaa hyödynnetään?

Rautateiden liikkuvaa kalustoa seurataan sen kulkiessa. Seuranta ei ole pelkästään junien ja vaihtotöiden ohjausta ja valvontaa, vaan nykyisin yhä enemmän myös liikkuvan kaluston teknisen kunnan tosiaikaista tarkkailua rataa asennetuilla laitteilla. Laitteet toimivat automaattisesti tuottaen kalustoyksilökohtaista mittaustietoa esimerkiksi kunnossapidon ja kuormausten seurannan tarpeisiin. Liikkuvan kaluston automaattinen valvonta halutaan ulottaa koko rataverkon tarpeita palvelevaksi.

Suomen valtion rataverkolla liikkuvan kaluston automaattisen valvonnan järjestelmällinen kehittäminen aloitettiin vuonna 2006. Ensisijaisena tavoitteena oli löytää kalustossa esiintyviä kriittisiä vikoja ja puuttua niihin reaaliaikaisesti. Projektin käynnistämistä tukivat useat Onnettomuustutkimuskeskuksen raporttien suositukset, joita toteuttamalla toivottiin voitavan vähentää kaluston suistumisia ja muita onnettomuuksia: erilaisten pyöriin ja pyöräkertoihin liittyvien vikojen arvioitiin olleen osasyynä useassa suistumisessa. Suosituksissa kehoitettiin varustautumaan ensisijaisesti laitteilla, jotka löytävät vialliset tai vikaantumassa olevat pyörät sekä pohtimaan keinoja kulkuominaisuuksiltaan huonojen pyöräkertojen ja telien löytämiseksi.

Sähköistettyä rataverkkoa vaivasivat tuolloin toistuvat ajolankavauriot, joiden syistä eikä siten myöskään korjauskustannusten jakautumisesta aina päästy yksimielisyyteen. Tämän vuoksi Ratahallintokeskus rataverkon haltijana selvitti, miten virroittimien kuntoa valvotaan ratainfraan asennetuilla laitteilla.

Laitekannan kehitys 2000-luvun alusta

Vuonna 2006 valvontalaitteiden projektin käynnistyessä Suomessa valvottiin automaattisesti ainoastaan liikkuvan kaluston pyöräkertojen laakereiden lämpötiloja. Käytössä oli kaksi eri laitetyyppiä ja yhteensä 75 laitetta.

Virroittimien seurauksen aloittamiseksi otettiin käyttöön aluksi yksi virroittimivalvontakamera (APMS), jonka soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin alettiin seurata vuodesta 2009 alkaen. Kameroita on vuoden 2017 lopussa käytössä kaikkiaan 12.

Nykyisiä pyörävoimailmaisimia hankittaessa rataverkolle haluttiin lovipyöriä tunnistavia mittalaitteita. Jo koekäytön aikana kävi pian ilmi, että laitteet havainnoivat paljon muutakin kuin pelkkiä lovia. Sekä vaunu- että akselikohtaisia kuormia alettiin seurata ainakin suunta-antavalla tarkkuudella. Uutena asiiana havaittiin lisäksi eräitä pyörien muotovirheitä. Nyt laitteita on käytössä kaikkiaan 16.

Odotukset

Liikkuvan kaluston viat aiheuttavat sekä liikennehäiriöitä, mutta myös radan ja sen laitteiden vaurioitumista tai pahimmillaan jopa junan suistumisen. Pyörän lovi tai lohkeama iskee kiskoon



Seppo Mäkitupa
Liikennevirasto

noin kolmen metrin välein. Kuormaus, ulkolämpötila ja nopeus muodostavat sopivina yhdistelminä raiteen vaurioitumiselle otolliset olosuhteet. Pyöräviat ja kuormausvirheet tuntuvat radan ympäristössä lisääntyneenä kulkumeluna ja maaperän tärinänä. Pyöräkerran laakeroinnin käyntihäiriöt ja kuumeneminen yleensä pysäyttävät junan tarkastusta varten. Myöskään aukean tilan ulottuman yläreunan rajapinta ei aina säästy kolhuilta: sähkökäyttöisen kaluston virroittimiin voi sopivasti lohjetaan repiä ajolankaa alas pitkältä matkalta.

Turvallisuuden lisäksi myös edellä kerrottujen vikojen välttäminen kiinnostaa rataverkon haltijaa: tavoitteena on radan kunnossapitokustannusten aleneminen ja ratakapasiteetin käytettävyys. Turvallisuuden parantamista tavoittelevien Onnettomuustutkimuskeskuksen suositusten lisäksi näitä tekijöitä käytettiin laitehankintojen yhtenä perusteena.

Kalustovikojen vaikutus

Pyöräkerran laakeroinnin voitelun häiriintyessä alkaa laakerin lämpötila kohota. Lopulta vierintä lakkaa kokonaan ja vioittuneen laakerin sisällä oleva akselinpää katkeaa pyörän jatkaessa pyörimistään. Tämän tapahduttua pyöräkerran tuenta katoaa, jolloin vaunu suistuu helposti esimerkiksi vaihteeseen ajettaessa.

Pyörän kulkukehän epätasaisuudet kuormittavat pyöräkertaa ja rasittavat siten laakerointia. Tällaisen lovi- tai rosopyörän aiheuttama tärinä saattaa myös olla osatekijänä jousituksen vaurioitumiseen. Vuonna 1999 todettiin 15 vaunun suistumisen aiheuttuneen vikaantumisen pyörän tärinän vaurioittamasta laakerista, mikä lopulta oli puolestaan katkaissut akselin. Suistuman kustannukset olivat tuolloin lähes 1 M€.

Telien puutteelliset kulkuominaisuudet erityisesti vaihteissa ovat olleet syynä useissa ratapihoilla tapahtuneissa suistumisissa. Venäläisten tavaravaunujen telikeskiöt edellyttävät hyvin toimiakseen huolellista kunnossapitoa säännöllisine voiteluineen. Laiminlyönti voi jäykistää telikeskiön siten, että teli ei kaarteissa joko seuraa raidetta tai ei oikene kaarteiden jälkeen. Molemmat ilmiöt lisäävät telin johtoakselin kohtauskulmaa raiteeseen nähden, jolloin pyöräkerta voi kiivetä laippansa varassa kiskon päälle ja suistaa vaunun. Onnettomuustutkimuskeskus on kirjannut tutkintaselostuksiinsa suosituksia sellaisten menettelyjen lisäämiseksi, joilla telikeskiöiden toimintaa voidaan parantaa. Eräiden 1990-luvun ja 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana telin käyttäytymisen aiheuttamien suistumisten yhteenlasketut kustannukset ovat olleet noin 1,5 M€.

Valvonnan vaikutus

Ennen järjestelmällisen liikkuvan kaluston valvonnan aloittamista Suomen valtion rataverkolla tapahtui ajoittain akselinkatkeamisen aiheuttamia suistumisia. Näistä ei ole käytettävissä

tarkkaa tilastointia, mutta vuosittain pääasiassa ratapihoilla sattuneita tapauksia on ollut muutamia. Tultaessa 2000-luvulle ja laakereiden kuumakäynti-ilmaisverkoston laajetessa laakereiden voiteluhäiriöt eivät ole enää johtaneet raportoituihin akselin katkeamisiin.

Pyörävoimien valvonta aloitettiin pitkällä koekäyttö- ja seurantaajaksolla, jonka aikana pyrittiin saamaan käsitys, millaisia voimia erilaisesta kalustosta raiteeseen kohdistuu. Aluksi käytössä ei ollut raja-arvoja, vaan keskityttiin keräämään pelkästään mittaustietoja. Noin 5 miljoonan akselin mittauksen jälkeen päädyttiin määrittämään raja-arvot siten, että radalle ja kalustolle kaikkein haitallisimmat pyöräviat saataisiin pois. Laitemäärän lisääntyttä ja aineiston kertymisen myötä pyörien kunto on raja-arvoja noudattamalla saatu paranemaan ja uudet, aiempaa alhaisemmat raja-arvot on voitu ottaa käyttöön.

Ajolankavaurioiden syy on usein hiukan epäselvä eikä kaikissa tapauksissa ole helppoa osoittaa, johtuiko vaurio viallisesta virroittimesta vai rikkoiko ajojohtimessa ollut vika virroittimen. Tämän vuoksi tarkkojen tilastojen esittäminen ei ole oikeudenmukaista. Pahojen ajolankavaurioiden väheneminen on kuitenkin yhdistettävissä virroitinvalvonnan laajenemiseen: selvät virroitinkelkan viat ja lohjenneet hiilet ovat valvonnalla paljastuneet ajoissa.

Teknisen valvomon rooli

Liikenneviraston vuonna 2015 aloittanut tekninen valvomo seuraa, arvioi ja välittää edelleen tiedoksi valvontalaitteiden havaitsemat kalustoviat ja -häiriöt. Valvomon toiminnan olennaisena osana on liikkuvan kaluston merkintä radiotaajuus- eli RFID-tunnistein. Ilman näiden pienten, passiivisten komponenttien apua olisi käytännössä mahdotonta selvittää, miten vialliseksi ilmoitettu pyöräkerta tai sen laakeri on käyttäytynyt edellisessä mitauspoisteessa, tai edes sitä milloin tämä oli tapahtunut. RFID:n avulla voidaan jokaisen vaunun, pyöräkerran ja jopa pyörän kulkuhistoria saada kätevästi selville ja samalla seurata, miten vaikka nopeus, kuormaus tai ympäristön lämpötila vaikuttavat seurattavan kohteen ominaisuuksiin. Kaluston kunnossapidosta vastaava taho saa käyttöönsä arvokasta tietoa, jolla ennakoivaa kunnossapitoa ohjaamalla voidaan säästää huomattaviakin summia: esimerkiksi sorvaus heti pienen loven ilmettyä voi lisätä pyöräkerran käyttöikää merkittävästi verrattuna tilanteeseen, jossa loven annetaan kehittyä laajaksi vaurioksi, jonka korjaamiseksi pyörän materiaalista on poistettava paksu kerros.

Tekninen valvomo on toiminnallaan ja sen jatkuvalla parantamisella saanut vähennettyä alan toimijoiden keskuudessa ”aiheettomina” pidetyt kuumakäynti-ilmaisimisen hälytykset muutamassa vuodessa huomattavasti alle neljännekseen. Uudet valvontalaitteet ja niiden tuottaman mittaustiedon järkevä hyödyntäminen eivät enää automaattisesti johda jokaisen hälytysilmaisun jälkeen junan pysäyttämiseen, sillä järjestelmän antamasta aineistosta voidaan seuloa jo ensi vaiheessa pois ne ilmai-

sut, joiden syynä on jokin muu tekijä muin kuumentunut laakeri tai laahaava jarru.

Valvonnan täydentämistarpeita

Valvontalaitteverkostoa edelleen kehitettäessä on voitava parantaa akselipainojen seurantaa, muotovirheisten pyörien havainnointia sekä kuormausten massan ja muodon vaatimustenmukaisuutta. Valvontalaitteiden määrällä ja sijoittamisella voidaan myös vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen paljonkin, sillä joissakin tapauksissa nykyistä suurempi ja oikeista paikoista kerätty data-määrä parantaa mittausten tarkkuutta ja siten helpottaa mittaustietoja seuravan henkilökunnan työtä ja päätöksentekoa. Laitteikannan oikealla sijoittelulla sallitaan myös junien pysäyttäminen vikailmaisujen jälkeen paikkoihin, joissa vian aiheuttamat jatkotoimenpiteet voidaan hoitaa turvallisesti ja muuta liikennettä häiritsemättä.

Uudentyyppisten laitteiden soveltuvuus on voitava testata riittävänä pitkällä koekäyttöajaksilla. Liikennevirastolla on parhaillaan kokeiltavana sekä pyöräprofileita seuraava että telien kulkuominaisuuksia valvova optinen laitteisto. Näistä toistaiseksi yksittäisistä järjestelmistä kerättävän datan avulla voidaan määrittää laitteille ja niiden kautta kulkevalle kalustolle soveltuvat raja-arvot, joiden ylittyessä kalustolle on voitava asettaa rajoitteita. Sopivat toimenpiteet määritetään yhdessä liikennöijän kanssa.

Rataverkolla liikkuvaa kalustoa ja sen kuntoa on selkeästi voitava jatkossakin valvoa automaattisin laittein ja järjestelmin. Tässä digitalisaatio voi kiistatta tuoda hyötyjä sekä radanpitäjälle että liikennöijälle.

Turvallisuusisännöitsijän pilotin toteutus Länsi-Suomen rataisännöintialueella

Liikennevirastolla on rataverkon haltijana lainsäädännöllinen vastuu turvallisen toiminnan varmistamisesta hallinnoimallaan alueella. Tällä alueella toimii useita eri osapuolia eri tehtävissä, mikä luo haasteita yhteistoiminnalle ja turvallisuudelle. Liikennevirasto haluaa kehittää alueellista turvallisuustoimintaa sekä parantaa eri toimijoiden välistä yhteistoimintaa. Näistä lähtökohdista nousi tarve alueellisen turvallisuusisännöitsijän pilotille.

Turvallisuusisännöitsijän pilotti toteutettiin Länsi-Suomen rataisännöintialueella vuoden 2017 aikana. Pilotin keskeisimpänä tavoitteena oli arvioida, olisiko alueelliselle turvallisuusisännöitsijälle tarvetta, mihin organisaatorakenteeseen tehtävä sijoittuisi ja mikä olisi turvallisuusisännöitsijöiden määrä koko rataverkolla. Pilotin tavoitteena oli myös tarkastella esiselvitysvaiheessa asetettujen tehtävien soveltuvuutta turvallisuusisännöitsijälle sekä tehtävien kautta saatavaa turvallisuusvaikutusta. Pilotin tuloksien perusteella Liikennevirasto tulee arviomaan turvallisuusisännöitsijän sijoituksen ja tarpeen.

Esiselvityksestä aloitettiin

Turvallisuusisännöitsijän pilotin lähtökohdat juontavat alkunsa vuoteen 2014, jolloin Liikennevirastossa tunnistettiin tarve alueelliselle turvallisuushenkilölle edistämään eri osapuolten välistä turvallisuustoimintaa. Vuoden 2016 aikana laadittiin esiselvitys, jossa määritettiin alustava turvallisuusisännöitsijän toimintamalli, tavoitteet ja tehtäväkuvaus sekä luotiin valmiudet turvallisuusisännöinnin pilotin alkamiselle. Esiselvitysvaiheessa päätettiin, että turvallisuusisännöinnin pilotti toteutetaan Länsi-Suomen rataisännöintialueella vuoden 2017 aikana.

Perehdytyksestä toteutukseen

Turvallisuusisännöitsijäksi valittiin esiselvitysvaiheessa mukana ollut Mari Ranttila, Ramboll CM Oy:n turvallisuus- ja riskienhallintayksiköstä. Pilotin aluksi sovittiin perehdytyksen, ohjauksen, seurannan ja tiedotuksen käytännöt. Työn ohjaajiksi valittiin Liikennevirastosta rautatietojen turvallisuuspäällikkö Marko Tuominen ja työturvallisuuspäällikkö Risto Lappalainen. Pilotin toteutusta käsiteltiin seurantaryhmän kokouksissa. Pilotista tiedotettiin Liikenneviraston sivuilla sekä alueellisissa tilaisuuksissa ja kokouksissa.

Turvallisuusisännöitsijän tehtävät

Pilotin alkuvaiheessa päätettiin, että kehitystyötä vaativia tehtäviä ei pilotin aikana toteuteta, vaan ne huomioidaan erillisinä kehitysprojekteina. Pilotin yhdeksi tavoitteeksi asetettiin alueellisten turvallisuutta parantavien kehityskohteiden esille tuominen.

Pilotin aikana keskityttiin tarkastelemaan, miten esiselvitysvaiheessa asetettuja tehtäviä voitaisiin turvallisuusisännöitsijän tehtävissä käytännössä toteuttaa, ja soveltuvatko tehtävät tur-



*Mari Ranttila
Ramboll CM Oy*

vallisuusisännöitsijälle vai ei. Lisäksi tarkasteltiin, mitä muita tehtäviä turvallisuusisännöitsijän tulisi hoitaa. Turvallisuusisännöitsijälle asetettiin esiselvitysvaiheessa tehtäviä koskien mm. yhteistoiminnan ja tiedonvälittämisen edistämistä, turvallisuusvalvonnassa ja raportoinnissa avustamista sekä toiminnan ohjaamista ja kehittämistä.

Alueellisen yhteistoiminnan ja tiedonvälittämisen osalta todettiin, että alueellisten turvallisuusasioiden käsittelemiseksi ei ole säännöllisesti kokoontuvaa toimikuntaa, johon eri osapuolien turvallisuusvastuuhenkilöt osallistuisivat. Alueellisen yhteistoiminnan ja tiedonvälittämisen edistäminen vaatii nykyisten toimintatapojen kehittä-

mistä yhdessä Liikenneviraston kanssa. Turvallisuusisännöitsijä voisi toimia osana kehityshankkeita tuoden alueellista näkökantaa kehitystyöhön, toimia mahdollisesti alueellisen yhteistoimintaforumin vetäjänä sekä välittää Liikenneviraston kautta saatavaa tietoa alueella.

Turvallisuusisännöitsijä osallistui pilotin aikana pistokoelun- teisesti tarkastuksiin, valvontakäynteihin ja turvallisuusdokumenttien tarkasteluun. Valvonnan ja raportoinnin avustamistehtävien osalta turvallisuusisännöitsijän tehtävien painopiste olisi Liikenneviraston mukaisen turvallisuuskulttuurin mukaisen toiminnan noudattamisessa alueella. Turvallisuusisännöitsijä olisi keskeisessä asemassa tarkastushavaintojen tiedottamisessa yli organisaatio- ja aluerajojen vastaavien tapauksien ennaltaehkäisemiseksi. Turvallisuuspoikkeamien osalta tehtävien painopiste olisi hyvä keskittää juurisyiden tutkimiseen.

Pilotin aikana tarkasteltiin, miten toiminnan ohjaukseen ja kehittämiseen painottuvat tehtävät soveltuisivat turvallisuusisännöitsijälle. Havaittiin, että kehityshankkeista ei kulkeudu riittävästi tietoa alueen eri osapuolille, eivätkä hankkeet huomioi kattavasti eri osapuolia kuten rataisännöinti- ja kunnossapitotoimintoja. Turvallisuusisännöitsijällä olisi tärkeä tehtävä tuoda alueelle tietoa käynnissä olevista kehityshankkeista sekä osallistua hankkeisiin alueellisena asiantuntijana.

Pilotin aikana turvallisuusisännöitsijän tehtäviin kuuluvina tarkasteltiin mm. varautumisen ja pelastussuunnitelmien alueellisena yhteyshenkilönä toimimista. Turvallisuusisännöitsijän olisi hyvä osallistua alueellisena asiantuntijana valmiussuunnitteluun ja ratapihojen pelastusharjoituksiin sekä valvoa osaltaan toimenpiteiden toteutusta ja raportoinnin ajantasaisuutta.

Turvallisuusisännöitsijän tehtävät on kuvattu tarkemmin pilotin tuloksena laaditussa loppuraportissa. Tehtävien lopullinen määrittely tarkentuu vasta pilotin jälkeen, jos turvallisuusisännöitsijän valintaan päädytään.

Osana tulevaisuuden turvallisuusorganisaatiota

Turvallisuusisännöitsijän tarvetta ja sijoitusta arvioitiin pilotin aikana. Pilotin perusteella voidaan todeta, että alueelliselle tur-

Liikenneviraston tasoristeys- turvallisuuden toimenpideohjelma

vallisuusisännöitsijälle olisi tarvetta. Pilotin aikana nousi esille ns. turvallisuustoiminnan katvealueita, joihin ei nykyiset toimin-
tatavat, vastuut tai tehtäväkuvaukset ole riittävät. Turvallisuus-
isännöitsijän vastuissa ja tehtäväkuvauksessa tulisi huomioida
nämä tarpeet. Turvallisuusisännöitsijä toimisi erityisesti alueelli-
sena yhteyshenkilönä kehityshankkeiden suuntaan, turvallisuus-
tiedon välittäjänä, turvallisuustason valvojana sekä turvallisuus-
yhteistoiminnan edistäjänä. Turvallisuusisännöitsijän toiminnan
tulisi ulottua alueellisesti yli organisaatorakenteiden ja henki-
öllä tulisi olla riittävät valtuudet toimia tehtävässään.

Turvallisuusisännöitsijän toiminnasta ei nähty pilotin aikana
uhkia, vaan enemmänkin mahdollisuuksia. Jos alueelliset turval-
lisuustehtävät vastuutetaan selkeästi ja turvallisuusisännöitsijälle
annetaan riittävät työkalut toimia tehtävässään, niin turvallisuus-
toiminnan tasoa saadaan parannettua. Turvallisuusisännöitsijän
toimintaa tulisi ohjata tehokkaasti Liikenneviraston toimesta.

Liikennevirasto on vuonna 2016 julkaissut tasoristeysturvallisuus-
den toimintalinjat nimisen strategisen asiakirjan. Toimintalin-
joissa kootaan yhteen viraston tavoitteet tasoristeysturvallisuus-
den edistämiseksi. Kyseisten toimintalinjausten jatkotyönä teh-
dään toimenpideohjelma, joka pitää sisällään ehdotuksen pitkän
linjan ohjelmoinniksi liittyen tasoristeysten poistoihin ja paranta-
misiin. Tarkoituksena on löytää malli siihen miten tasoristeyskiin
käytetyt määrärahat parhaiten hyödyntävät haluttua lopputu-
lost eli liikenne- ja rautatieturvallisuuden edistämistä. Rata 2018
päivillä pidettävä esitys pitäisi sisällään lyhyen nykytilankuvauk-
sen ja sen jälkeen kaavailtujen ohjelmamallien esittelyn.

Jarmo Koistinen



TEKNIKUM
Flexible technology



Teknicross®
Kumitasoristeys

Polymeeri-
teknologian
asiantuntija

- Teollisuusletkut, asennelmat ja liittimet
- Tekniset polymeerituotteet
- Kulutuksen ja korroosion suojaus
- Asiakastuotteet teknisistä polymeereistä



Teknikum Oy • PL 13 • 38211 Sastamala
www.teknikum.com



- absorboivat melu-
esteet
- erikoiskaiteet
- terässillat
- CE-merkityt teräs-
rakenteet

Urakointiasennus M. Rautio Oy

Vierivainiontie 5
FI-85100 KALAJOKI, FINLAND
Tel. +358 8 462 412
www.mrautio.fi

Ratatöiden mobiilialusta RUMA

RUMA -järjestelmän eli rataurakoitsijoiden mobiilialustan tavoitteena on parantaa ratatöiden turvallisuutta ratatyöryhmien paikantamisella sekä digitalisoimalla nykyisiä paperilomakkeita (kuten Rt-ilmoitus ja Lr-ilmoitus), jolloin liikenneohjaajalla ja ratatyöstä vastaavalla on aina samat tiedot käytettävissä ratatyöstä. Lisäksi tavoitteena on kehittää ”liikenteen ehdoilla” tehtävien töiden prosessia kevyemmäksi ja samalla ratatöiden kapasiteettinhallintaa.

RUMA -järjestelmä tulee käyttöön Liikenneviraston liikenteenohjauksen lupaa vaativissa ratatöissä kesällä 2018.



Jari-Pekka Kitinoja
Liikennevirasto

Käyttäjäryhmät

RUMA:n pääasiallisia käyttäjiä ovat liikenteenohjaus sekä radanpidon yritykset (Rt-ilmoitusten laatijat, ratatyöstä vastaavat, työryhmien yhteyshenkilöt, koneenkuljettajat).

Liikenteenohjaus käyttää RUMA -järjestelmää LOKI (liikenteenohjauksen kirjaukset) -järjestelmänsä kautta, johon kirjataan myös kaikki ratatyölupiin liittyvät luvat. Ratatyöryhmien sijaintitiedot liikenteenohjauksen on tarvittaessa mahdollista nähdä YKÄ karttakäyttöliittymän kautta.

Rt-ilmoituksia voi laatia sekä Web-käyttöliittymällä että ”kentältä” mobiili-sovelluksella ratatyöstä vastaavan toimesta.

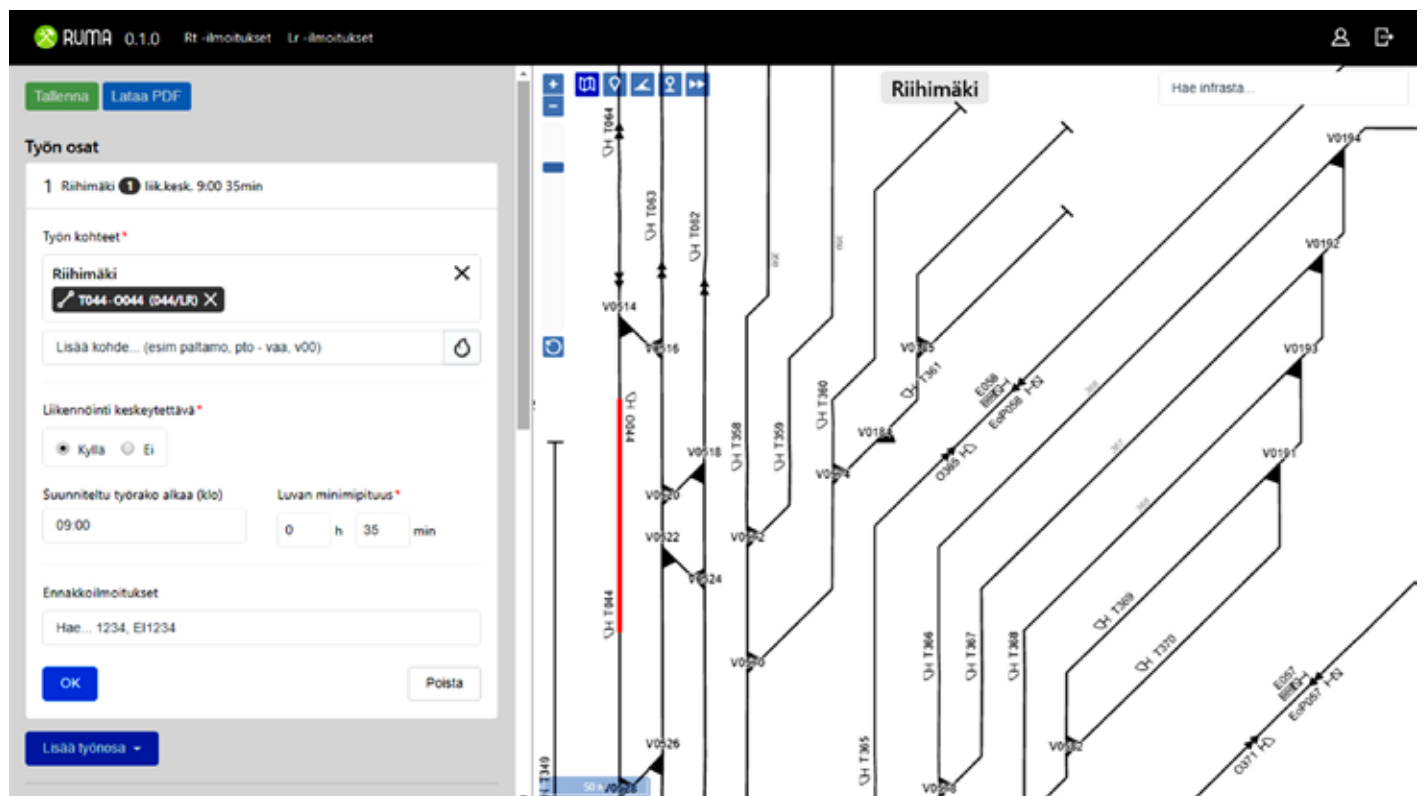
Ratatöissä RUMA:n mobiili-sovellus tulee olla ratatyöstä vastaavalla, työryhmien yhteyshenkilöillä ja koneen kuljettajilla. Ratatyöstä vastaavan rooli on keskeisin ja tämän vuoksi sovelluksessa on myös enemmän toimintoja kyseisellä roolilla. Työryhmien yhteyshenkilöiden ja koneen kuljettajien tehtävä on tuottaa paikkatietoa ratatyöstä vastaavalle ja pitää mukanaan mobiilisovelluksessa olevaa Rt-ilmoitusta.

Ratatyöntekijöiden mobiilisovellus

Sovellus tulee ladattavaksi Google App Storeen ja ratatyöstä vastaavat kirjautuvat sovellukseen Liikenneviraston myöntämällä tunnuksilla. Työryh-

mien yhteyshenkilöiden ja koneenkuljettajien rooliin liittyvät tunnukset annetaan yritysten itsensä toimesta.

Android -päätelaitteen käyttöjärjestelmä tulee olla 5.0. tai uudempi. Käytännössä suurin osa markkinoilla olevista puhelimista riittää RUMA käyttöön. Radanpidon yrityksillä on mahdollista saada synergiaetua siitä, että samassa päätelaitteessa voi olla samanaikaisesti asennettuna sekä RAPLI- että RUMA-sovellus.



Ratatyöstä vastaavan mobiili -sovellus.

Keskeiset muutokset ratatyö -prosessiin

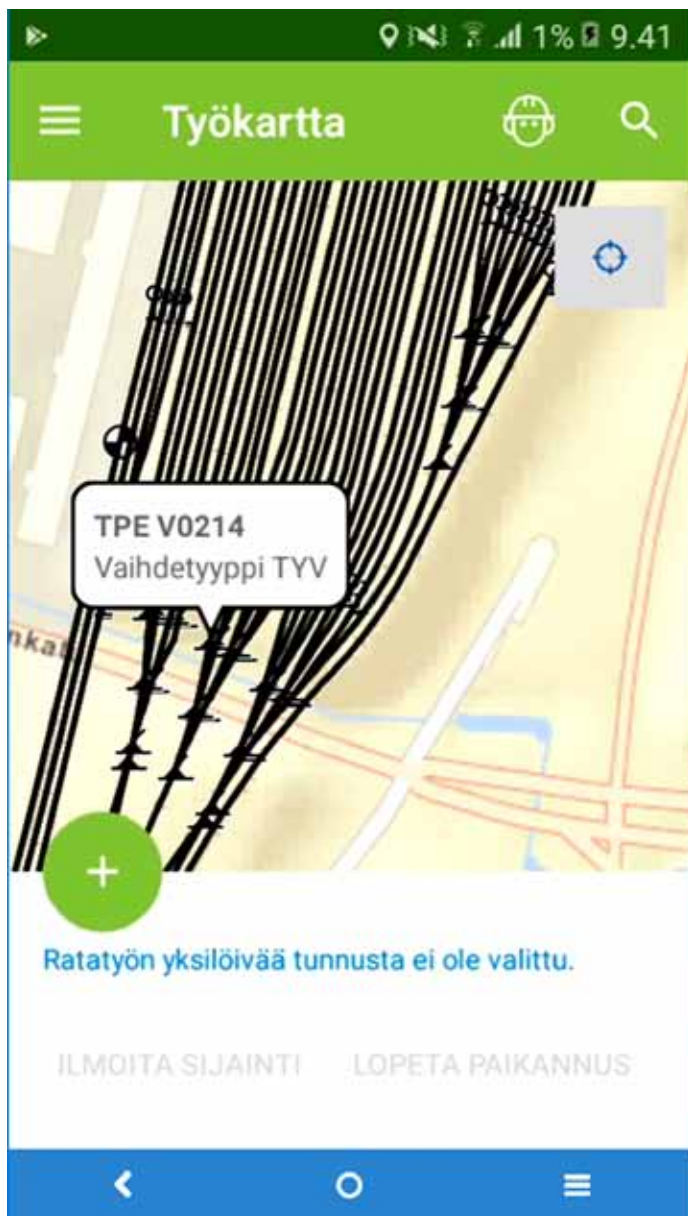
Rt-ilmoitus ja kaikki Lr-ilmoitukset tehdään RUMA:ssa joko web-tai mobiilisovelluksella ja erillistä kaaviota ratatyöalueesta ei tarvita, koska ratatyöalue on nähtävissä RUMA:ssa.

Työn aikaiset tulityöt ja tulityön vaara-alueet ilmoitetaan osana Rt-ilmoitusta eikä erillisiä ilmoituksia niistä tarvita.

"Liikenteen ehdoilla" tehtävistä töistä ei enää vaadita JETI ennakkosuunnitelmaa, riittää RUMA:ssa tehty Rt-ilmoitus.

Rt-ilmoitus muodostuu 1-n kpl työnosista ja ratatyöstä vastaava voi halutessaan lähettää kapasiteettikyselyn liikenteenohjaukselle. Kapasiteettikyselyn tarkoitus on korvata puhelimella liikenneohjaajalle tehtävät tiedustelut mahdollisista työraoista.

Ratatyöryhmiä paikannetaan sekä luvankysymyshetkellä ja jatkuvalla paikannuksella. Tämä mahdollistaa esim. ratatyöstä vastaavalle tarkistusmahdollisuuden ratatöiden oikean sijainnin varmistamiseksi.



Rt-ilmoituksen tekeminen Web-käyttöliittymällä.

Ratateknisen oppimiskeskuksen työpätevyyksien kurssitoiminta ja oppimisympäristö

Suomesta on puuttunut rautatiealan koulutukseen suunniteltu harjoitteluympäristö. Liikennevirasto on rakennuttanut uuden ratateknisen oppimiskeskuksen Kouvolaan. Ratateknisen oppimiskeskuksen (ROK) tavoitteena on varmentaa ja parantaa erityisesti kunnossapidon osaamista monitoimijaympäristössä.

Oppimiskeskuksen alueelle on rakennettu ainutlaatuinen kokonaisuus, joka mahdollistaa vaativien ratatöiden harjoittelun turvallisessa ympäristössä ja tuo myös infranhaltijan turvallisuuskuultuuria tutuksi rataverkolla töitä tekeville.

Alueella on rakennettu suuri halli, joka pitää sisällään turvalaitteita ja kaksi kokonaista sähkökäyttöistä vaihdetta kääntölaitteineen. Hitsaus- ja hiontahallin, sekä ulkorata-alueen, josta löytyvät sekä sähköradan että päällysrakenteen koulutukseen rakennetut radat. Samassa yhteydessä 1950-luvulla rakennettu toimistorakennus korjattiin, siten että se täyttää myös esteettömyysvaatimukset.

Infranhaltija edellyttää työpätevyyksiä vaativissa rataverkon työtehtävissä

Aikaisemmin työpätevyyksissä edellytetty suunnattu koulutus on ollut hyvin teoriapainotteista ja yritykset ovat myöntäneet työpätevyydet omalle henkilökunnalleen. Liikennevirasto uusi työpätevyyksien koulutusjärjestelmän ratateknisen oppimisympäristön myötä. Tavoitteena on, että osaaminen varmistetaan näyttökokein ja harjoittelemalla eri kunnossapidon työtehtäviä. Uusi oppimisympäristö tarjoaa mahdollisuuden käytännön taitojen harjoitteluun ja varmentamiseen turvallisessa ympäristössä. Myös Liikenneviraston ja tulevan väyläviraston rooli rataverkon osaamiskehittämisessä kasvaa.

Kouvola tarjosi loistavan sijainnin ja valmiin koulutusrakennuksen oppimiskeskukselle

Paikaksi valikoitui Kouvolan ratapihalla oleva vanha kunnossapidon tukikohta, jonka ympäristössä oli riittävästi tilaa suunnitelluille ulkorata-alueelle, uusille rakennuksille sekä koulutustoiminnan vaatimille luokkatiloille. Kustannustehokkuutta haettiin käyttämällä kierrätysmateriaaleja ja turvalaitteet hankittiin Seinäjoki-Oulu uudishankkeelta poistetuilta turvalaitteilla. Uudisrakennuksilla tavoiteltiin koulutusalueelle näyttävyyttä ja käytännön toiminnallisuutta. Esimerkiksi pukuhuonetiloista rakennettiin suora yhteys turvalaittehalliin.

Mitä oppimiskeskus tarjoaa?

Oppimiskeskus tarjoaa uudentyyppisen oppimisympäristön Liikenneviraston omille työpätevyyškoulutuksille, mutta mahdollistaa myös rautatiealan osaamisen kehittämistä laajemminkin.

Oppimiskeskuksen toiminta ei keskity pelkästään koulutuksiin, vaan tilat soveltuvat myös monipuolisesti esimerkiksi uusien tek-



*Miia Asikainen,
Ratatekninen
oppimiskeskus*

niikoiden ja laitteiden testausympäristöksi sekä tutkimus- ja tuotekehityskäyttöön. Rok on vuokratavissa kaikille rautatiealan toimijoille.

Koulutusten tavoitteet?

Liikenneviraston pätevyyskoulutusten tavoitteena on valtion rataverkolla työskentelevien ammattilaisten osaamisen kasvattaminen ja tätä kautta rautatieturvallisuuden paraneminen. Tavoitteena on myös mahdollistaa uusien osaajien pääsy ratatyömarkkinoille ja tätä kautta vastata osaajien ikääntymiseen ja poistumiseen työmarkkinoilta liittyvään haasteeseen.

ROK:in koulutustoiminta käynnistyy

Liikenneviraston koulutustoiminta käynnistyy kevään 2018 aikana pilot-koulutusten avulla. Pilot-koulutusten avulla uudentyyppisten koulutusohjelmien sisällöt muokataan lopulliseen muotoon. Pilotien jälkeen koulutustoiminnan kilpailutus monitoimijaympäristöön tullaan toteuttamaan uudella dynaamisella hankintamenettelyllä. Dynaaminen hankintamenettely mahdollistaa aidon monitoimijaympäristön rakentamisen sekä uusien toimijoiden mukaantulon koulutusmarkkinoille.

Uusi sähköinen oppimisympäristö (Eerokki) ja oma pätevyysrekisteri ovat myös osa uutta koulutusmallia. Liikennevirasto omistaa kaikki tilat, laitteet sekä opetusmateriaalit ja kilpailuttaa koulutusyritykset kouluttamaan koulutussisällön. Liikennevirasto vastaa opetuksen laadusta ja koulutuksen kehittämisestä. Vuoden 2017-2018 koulutuksilla pilotoidaan uutta koulutusmallia sekä kehitetään opetussisältöjä, siten että aluetta voidaan mahdollisimman tehokkaasti hyödyntää opetuksissa.

Toimikunta ohjaamaan Rok:in toimintaa

Toimikunta avuksi ohjaamaan koulutustoiminnan kehittämistä. Oppimiskeskuksen toiminnanjohtajan avuksi perustetaan toimikunta, jonka avulla voidaan koulutustoimintaa kehittää ja saada toimijoilta palautetta ja kehittämisohjeita koulutuksen parantamiseksi. Toimikunnan tehtäviin kuuluu myös ROK:in riippumattomuuden ja puolueettomuuden varmistaminen. Toimikunta on aloittanut toimintansa joulukuussa 2017.

Uusi laki lisää Liikenneviraston vastuuta liikenneturvallisuustehtävissä toimivien henkilöiden koulutuksessa ja osaamisen varmistamisessa

Uusi laki liikenteen palveluista sisältää vain veturinkuljettaja koskevat pätevyys- ja terveydentilavaatimukset, kaikki muut turvallisuuskriittiset työpätevyydet jäävät rataverkon haltijan vastuulle. Infranhaltijan tulee kuvata turvallisuuskriittiset tehtävät omassa turvallisuusjohtamisjärjestelmässään, sekä laatia koulutusohjelmat ja osaamisen varmentaminen kyseisissä työtehtävissä.

Lisäksi myös terveydentilavaatimukset muuttuvat tehtäväkohtaisiksi. Trafi laatii terveydentilaan liittyvän ohjeistuksen, jota tullaan sitten edellyttämään työterveyshuollon lääkäreiltä.

Liikennevirasto on työpätevyysien uusimisen lisäksi nyt kuvaamassa myös muiden turvallisuustehtävien kuten ratatyöstä vastaavan koulutusohjelmaa ja osaamisen varmistamista. Työ jatkuu siten, että 1.7.2018 olisi uusi erillinen ohje rataverkon työpätevyysien ja turvallisuuskriittisten tehtävien koulutusohjelmista ja uudesta koulutusrakenteesta.

Radan asiantuntija.



DESTIA
TOIMIVAMPI MAAILMA

Onnettomuustutkinnasta kehittämiseen raideliikenteessä - inhimilliset tekijät turvallisuukskulttuurin uudistamisessa

Inhimillisten tekijöiden hallinta osana turvallisuusjohtamista on pitkään ollut esillä erityisesti turvallisuuskriittisillä alueilla. Ilmailu on ollut pioneeriala, josta se on levinnyt muillekin aloille, kuten merenkulkuun, ydinvoimaan ja terveydenhuoltoon. Näissä työympäristöissä on tavallista enemmän riskiä joutua vaaratilanteisiin mm. toiminnan monimutkaisuuden ja muuttuvien olosuhteiden vuoksi. Toisaalta ei olisi varaa epäonnistua, sillä matkustajat, itse henkilöstö sekä suuri yleisö luottavat palveluun ja haluavat sitä käyttäessään säilyttää hyvinvointinsa ja turvallisuutensa. Tässä jutussa kerrotaan, miten inhimillisten tekijöiden osaamista on kehitetty suomalaisessa raideliikenteessä vuosina 2015-2017. Tapausesimerkinä kerrotaan VR-Yhtymän oy:n tarina siitä, miten onnettomuustutkinta tuki turvallisuuskulttuurin uudistamista, inhimillisten tekijöiden näkökulmasta.



Anna-Maria Teperi
Työterveyslaitos

den avulla työn tapahtumien syy-seuraussuhteita ymmärretään entistä monipuolisemmin. Ihmisen toimintaa paremmin ymmärtämällä tuetaan yksilöitä ja organisaatioita onnistumaan omassa työssään – hyvinvointi säilyttäen.

Oheisessa artikkelissa käsittelen inhimillisten tekijöiden aihealuetta, jota olen vienyt eteenpäin Finavia Oyj:llä lennonvarmistuksessa vuosina 2000-2011 sekä Helsingin kaupungilla vuosina 2011-2014. Nykyään työ jatkuu Työterveyslaitoksessa eri alueilla, kuten ydinvoimassa, merenkulussa, ilmailun huollossa ja raideliikenteessä.

Raideliikenteessä on viime vuosina tehty määrätietoista työtä aihealueen haltuun ottamiseksi.

Suomalaisena pioneerina on ollut VR-Yhtymä ja siellä primus motorina työturvallisuuspäällikkö Anna Melleri sekä turvallisuusjohtaja Jari Hankala.

Inhimillisten tekijöiden hallinta raideliikenteen tietoisuuteen

Inhimillisillä tekijöillä (HF, human factors) tarkoitetaan niitä yksilössä, työssä, ryhmän ja organisaation toiminnassa vaikuttavia tekijöitä, joilla on vaikutusta työn turvallisuuteen ja sujuvuuteen. HF ei ole vain teoriaa, vaan periaatteita, malleja ja työkaluja, joi-

Havahtuminen uuden näkökulman tarpeeseen - HF-ohjelma VR-Yhtymässä

Inhimillisten tekijöiden aihealue nostettiin voimakkaasti esille Onnettomuustutkintakeskuksen (Otkes) tekemässä ylinopeustapauksen tutkinnassa keväällä 2015. Tutkintasuositus velvoitti raideliikenteen toimijat ottamaan aihealueen huomioon turval-



Inhimillinen tekijä –analyysityökalu syventämään poikkeamien tutkintaa

Yksilön toiminta ja piirteet

1. Ammattitaito, työn hallinnan taso
2. Tilannetietoisuus
3. Ohjeiden ja sovitujen toimintatapojen noudattaminen
4. Kokonaisuuden/ kokonaistilanteen ymmärtäminen
5. Tilanteiden ennakointi; oletukset ja varmistaminen
6. Yli- tai alikuormitus ja niiden hallintakeinot
7. Vireystila, väsymysoireet
8. Elämäntilanne, huolet, yleinen stressitaso
9. Ikä, työkokemuksen määrä ja laatu
10. Yleinen terveydentila
11. Motivaatio, asenteet
12. Tunnereaktiot, mieliala
13. Tietojärjestelmät ja laitteet
14. Fysiologiset tekijät, kokemukset

Organisaatiotason tekijät

40. Johtamistapa ja -järjestelmät
41. Organisaatio-/toimintakulttuuri
42. Eri organisaatiotasojen ja -tahojen välinen yhteistyö ja luottamus
43. Kokonaishallinta, turvallisuuden ymmärtäminen
44. Organisaation päätöksenteko
45. Muutosten hallinta
46. Yhteistyö eri toimijoiden kesken
47. Konsernipalveluiden tuki liiketoiminnoille

Työtoiminta ja työn piirteet

20. Työn laatu ja sisältö; työtilanteen vaativuus
21. Työn määrä, aikapaine, kiire
22. Työnjako, tehtäväkuvaukset, töiden organisointi
23. Laittejärjestelmien/tekniikan toimivuus ja käytettävyyttä
24. Työmenetelmät ja ohjeet
25. Vaikutusmahdollisuudet omaan työhön ja työoloihin
26. Työstä saatu palaute
27. Mahdollisuus/ kyky arvioida ja kehittää omia työprosesseja
28. Koulutus: sisältö, vaikuttavuus, mahdollisuudet osallistua
29. Fyysinen työympäristö, työolosuhteet, työhygieeniset tekijät

Ryhmätason tekijät

30. Yhteinen kuva tilanteesta kaikilla tapahtuman osallisilla
31. Tapahtuman kaikkien osallisten tietämyksen hyödyntäminen
32. Väärinkäsitykset, -tulkinnat, -kuulemiset sekä näiden korjaaminen
33. Ryhmän rakenne ja kiinteytys, muu ryhmädynamiikka
34. Kommunikointi eri yhteistyötahojen kesken
35. Tiedonkulkukäytännöt
36. Päätöksenteko ryhmässä
37. Turvallisuukskulttuuri
38. Esimieheni tukee turvallisuuden toteutumista ja työtäni

Asiakaskokemus *

50. Yleinen ennakkoiva turvallisuusviestintä
51. Tilannetietoisuus ja kirjallinen ohjeistus
52. Henkilökunnan antama ohjeistus tilanteessa
53. Matkustajan oma arvio toimintakyvystä ja työntekijän arvio matkustajan toimintakyvystä
54. Kokenut/kokematon matkustaja
55. Olosuhteiden vaikutus
56. Edeltävien tapahtumien vaikutus
57. Yhteydenotto junahenkilökuntaan
58. Tilanteen jälkihoito
59. Tilanteen ennaltaehkäisy

Tunnistetaan tilanteeseen vaikuttaneet + ja - inhimilliset tekijät



VR:n inhimillinen tekijä –analyysityökalu perustuen Teperi (2012) väitöskirjaan *

lisuusjohtamisjärjestelmissään sekä alan koulutuksessa. Suosituksen linjaamana VR-Yhtymä käynnisti systemaattisen prosessin allekirjoittaneen ohjaamana joulukuussa 2015; yhteistyö jatkuu edelleen.

Periaatteena alusta asti oli, että Finavian oppeihin nojaten HF-ajattelu on leivottava toiminnan rakenteisiin ja eri johtotasoille; HF:ssä tulee olla työtä ylimmästä johdosta viimeiseen työntekijään asti. Keskeinen idea oli, että inhimilliset tekijät eivät ole yksilöiden tekemiä virheitä, vaan ihmisen toimintaa on tarkasteltava syvällisemmin – on ymmärrettävä työn eri tekijöiden, ryhmän ja organisaation luomat edellytykset ihmiselle onnistua työssään. Oli tärkeä tunnistaa, että yksilö- ja virhelähtöisestä ajattelusta on siirryttävä kehittämis-, onnistumis- ja organisaatioasiat huomioivaan, syvällisempään työtilanteiden ymmärtämiseen. Inhimillisten tekijöiden ajattelu otettiin keinoksi luoda entistä avoimempaa turvallisuuskulttuuria, jossa epäkohdista voidaan puhua avoimesti ilman syyllistämisen tai rangaistuksen pelkoa.

Viitekehikseksi kehittämistyössä otettiin käyttöön alun perin lennonvarmistukseen kehitetty HF-tool (Teperi, 2012), joka muokattiin projektin alussa raideliikenteelle ja VR:lle sopivaksi. Sitä on käytetty sekä inhimillisten tekijöiden koulutuksissa että tapaustutkinnassa eri tekijöiden tunnistamiseksi (kuva, vihreä neliapila alle). Työkalu on havahduttanut löytämään tutkittavista tapauksista muutakin kuin tekniikkaan tai ohjeistuksiin liittyviä kehittämiskohteita.

VR-Yhtymässä on ohjelman aikana pidetty kymmeniä tapauksia, koulutuksia ja alustuksia, joihin kaikki organisaatiotasot ovat osallistuneet konsernijohtoryhmästä operatiiviseen henki-

löstöön asti. VR:lle valmistuu tänä vuonna n. 40 omaa HF-koulutajaa, jotka kouluttavat HF:ää sisäisesti omalle henkilöstölleen. Kuten kaikki kulttuurinmuutostyö, HF-työkin vie aikaa, ja tuottaa hedelmää ajan kanssa.

Muut raideliikenteen toimijat mukaan

Myös muut raideliikenteen toimijat ovat havahtuneet OTKES:n suositukseseen, jota nykyisin edellyttää myös Euroopan raideliikenteen järjestö (European Railway Agency, ERA). Kouvolan raideliikenteen oppilaitos KRAO on järjestänyt henkilöstölleen koulutusta, tavoitteena lisätä tietoisuutta rautatiealan peruskoulutuksessa. Trafi on käynnistänyt HF-verkoston raideliikenteeseen.

Opit – miten tästä eteenpäin?

Raideliikennettä haastavat lähitulevaisuudessa kilpailun avautuminen ja viranomaisnormien purkaminen; eri toimijoiden tulee itsenäisesti vahvistaa omia keinojaan uudistaa turvallisuustyötä. HF on tarjonnut uudistamistyölle hyvän keinon, ymmärtää tapahtumien syy- seuraussuhteita ja ihmisen toimintaa. Inhimillisten tekijöiden huomiointi on tulevaisuudessa osa raideliikenteen ammattimaista toimintaa.

* Teperi, A.-M., 2012. Improving the mastery of human factors in a safety critical ATM organization Cognitive Science, Institute of Behavioural Sciences, Faculty of Behavioural Sciences, University of Helsinki, Finland. Doctoral dissertation.

**Heinrich Krug**
rails • track material turnouts • crane rails

TRACK MATERIAL
CRANE RAILS
TURNOUTS  **RAILS**
FASTENING SYSTEMS 

**WWW.KRUG-WEICHENBAU.DE**



Inhimillisten tekijöiden huomiointi rautatierakentamisessa

Liikenneviraston toimeksiannosta tehtiin vuosina 2015–2017 tutkimus ”Inhimillinen tekijä rautatierakentamisessa ja turvallisuuskulttuurin vaikutus yksilön toimintaan”. Työn tavoitteena oli löytää toimintatapoja turvallisuuskulttuurin kehittämiseen. Tässä esityksessä keskitytään tulosten kannalta kahteen merkittävimpään havaintoon inhimillisen tekijän vaikutuksesta –viestinnän epäonnistumiseen ja kiireeseen.

Inhimilliset tekijät poikkeamien taustalla

Tutkimuksen lähtökohtana selvitettiin, onko rautatieturvallisuuspoikkeamia tutkittaessa otettu huomioon inhimillisiä tekijöitä ja turvallisuuskulttuurin vaikutusta yksilöllisellä, toiminnallisella ja organisatorisella tasolla sekä toiminnallisten tekijöiden kautta. Tutkimuksessa läpikäytiin vuosilta 2014–2016 30 kpl merkittävää poikkeamaa, joista analysoitiin poikkeamaan johtaneet juurisyyt ja inhimillisen tekijän vaikutus. Analyysin perusteella merkittävin yksittäinen inhimillinen tekijä poikkeamien taustalla on erilaiset viestinnän ongelmat.

Viestinnän epäonnistuminen suurin tekijä poikkeamien taustalla

Poikkeamien selvityksissä juurisyyksi on useassa tapauksessa nimetty puutteet viestinnässä ja sen määrämuotoisuudessa. Poikkeamien selvityksissä ei ollut pureuduttu syvemmin arvioimaan, mistä syistä viestintä epäonnistuu ja mistä syystä se ei ole määrämuotoista.

Tarkkaavaisuus hajoaa usein tilanteessa, jossa yritetään suorittaa useaa asiaa yhtäaikaista (Koechlin/Hyafil, 2007). Ihmisillä ei ole kykyä samanaikaisesti keskittyä moneen vaativaan asiaan, ihminen ei kykene hyvin moniajoon. Lienee varmaa, että ihminen suoriutuu tehokkaammin keskittyessään vain yhteen asiaan kerrallaan, jolloin koko aivokapasiteetti on käytettävissä jakamattomasti.

Poikkeamaselvitysten tarkastelussa todettiin viestinnän keskeiseksi haasteeksi se, että keskustelijat eivät tunnu keskittyvän itse viestintätilanteeseen, kuuntelemiseen ja kertomiseen. Useassa tapauksessa ratatyöstä vastaava henkilö ja liikenteenohjaaja ovat puhuneet keskenään täysin ristiin niin, ettei kumpikaan ole huomannut virheitä. Keskustelijoiden ajatukset ja tarkkaavaisuus tuntuvat olevan suuntautuneet keskustelun ulkopuolelle, kuten seuraavaan työvaiheeseen. Keskustelijat tekevät keskustelun aikana muita toimenpiteitä, ratatyöstä vastaava henkilö



*Arja Toola
Liikennevirasto*



*Eeva Rantanen
Ramboll CM Oy*



*Katri Sjöholm
Welado*

esimerkiksi samalla liikkuu puhuessaan ympäristöä tarkkaillen ja vaihteita kääntäen.

Ns. päälle puhuminen on viestinnässä ratatyöstä vastaavan ja liikenteenohjauksen välillä yleistä. Osasyynä tähän voi olla liikenteenohjaukseen tulevien puheluiden määrä ja siitä aiheutuva kiireen tunne. Finraililta saadun tiedon mukaan Suomessa liikenteenohjaukseen tulee vuosittain 150 000 puhelua koskien luvan antamista ratatyöhön. Tämä tuo mukaan kiireen tai ainakin sen tunnun. Keskusteluissa ilmenee runsaasti ”ääneen miettimistä”, jota on todella vaikeaa tulkita. Tämä on hyvin helposti tulkittavissa virheellisesti.

Tilanteissa, joissa liikenteenohjaus joutuu lupaa ratatyöhön antaessaan rajaamaan pyydettyä aluetta pienemmäksi, on lupaa pyytäneen jostain syystä hyvin vaikeaa sisäistää ja ymmärtää muutoksen. Tätä ei ole huomioitu ohjeistuksessa, eikä näin ollen ole koulutettu riittävästi.

Kehitystyötä yrityksissä ja työryhmissä

Tutkimukseen osallistuneiden yritysten henkilöstölle tehtiin turvallisuusilmapiriä kartoittava kysely, jossa kuormituksen taso nousi esiin koko toimialalla. Yritysten kanssa käydyssä työryhmytyöskentelyssä täsmennettiin kehittämisen painopisteitä yrityskohtaisten tulosten mukaisesti. Useassa yrityksessä kehittämiskohteiksi tunnistettiin kuormituksen lisäksi vuorovaikutuksen sekä työnopastuksen kehittäminen.

Esimerkkinä laadituista työkaluista esitellään seuraavaksi yksi, jolla pyrittiin vähentämään työmaalla koettua kuormituksen tasoa ja kiireen tunnetta.

Kuormitusta vähentämään

Rautatierakentamiselle on tunnusomaista työskentely ajallisesti rajatuissa työraoissa. Lisäksi samastakin yrityksestä voi työhön osallistua eri asiantuntijaryhmiä toistensa rinnalla tai peräkkäin. Tunnistettiin, että työnaikaiset muutokset ja poikkeustilanteet aiheuttavat kiirettä. Muutoksia ja poikkeustilanteita päätettiin ehkäistä kehittämällä työn ennakosuunnittelua.

Työn ennakosuunnittelua kehitettiin laatimalla työkonaisuuteen yhteensovitusmuistilista, johon kirjattiin kaikki työn sujuvan toteutuksen kannalta tärkeät muistettavat asiat, joihin kuuluivat: 1) työtä varten laaditut suunnitelmat, 2) työhön liittyvät työvaiheet (valmistelevat työt, ennen katkoa työmaalla tehtävät työt, katkon aikaiset työt, jälkityöt), 3) aikatauluun sekä työn saumattomaan läpivientiin liittyvät asiat, 4) materiaalien riittä-

vyöden ja resurssien varmistaminen, 5) toimintamallin määrittely poikkeustilanteisiin, 6) työhön liittyvä dokumentointi sekä 7) vastuuhenkilöt selvitettävälle asioille. Muistilista käydään läpi yhteensovituskokouksessa ennen töiden aloitusta.

Tutkimuksessa havaittiin, että yksittäisillä toimintatavoilla voidaan vaikuttaa inhimillisten tekijöiden nelikentässä (Teperi et al., 2015) laajalti eri osa-alueisiin. Oheisessa kuvassa 1 on esitetty, mihin inhimillisten tekijöiden osa-alueisiin tällä kiireen hallintaan kehitetyllä yhteensovitusmuistilistalla voidaan muun muassa vaikuttaa.

Lähteet:

- [Koechlin/Hyafil, 2007] Koechlin, E., Hyafil, A., 2007. Anterior prefrontal function and the limits of human decision-making. *Science*, 318, 594-598.
- [Teperi et al., 2015] Teperi, A.-M., Leppänen, A., Norros, L., 2015. Application of the HF tool in the air traffic management organization. *Saf. Sci.* 73, 23–33.
- [Liikennevirasto, 2017] Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 30/2017. Vesa Korpi, Eeva Rantanen, Katri Sjöholm, Anniina Peni-Nyman, Emma-Liisa Tanska. 2017. Inhimillinen tekijä ja turvallisuuskulttuurin vaikutus yksilön toimintaan rautatierakentamisessa. 102 s.



Kuva 1. Kiireen hallinnan työkalun vaikutusalueita Inhimillisten tekijöiden nelikentässä.

Inhimilliset tekijät muutoksissa – case Mussalo

Rautatiejärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus, jossa pienikin muutos voi olla merkityksellinen. Muutosten todellisten vaikutusten arviointi voi joskus olla etukäteen vaikeaa ja aina vaikutukset eivät edes tule välittömästi esiin. Kotkassa sattui lokakuussa 2016 vakava vaaratilanne, jossa VAK-juna oli törmätä vaihtotyössä liian pitkälle liikkuneeseen veturiin. Osaltaan tähän tapahtumaan vaikutti aiemmin järjestelmään tehty muutos radan merkeissä.

Tapahtumien kulku

Kotkassa eräänä lokakuuisena päivänä 2016 veturinkuljettaja oli siirtymässä vaihtotyönä pelkällä veturilla Mussalosta Kotka asemalle. Kuljettaja sai ensin vaihtotyöluvan siirtymiseen raiteelle 720, josta hän saisi myöhemmin uuden luvan eteenpäin. Valitettavasti kyseinen raide ei ollut tälle kuljettajalle entuudestaan kovin tuttu, eikä hän tarkalleen hahmottanut missä kohdassa raide on. Hän erehtyi raiteen sijainnista ja tuli liikkuneeksi veturilla liian pitkälle, sillä seurauksella, että veturi ajoi yhden vaihteen auki ja tuli vastaantulevan VAK-junan kulkutielle. Onneksi junan kuljettaja oli erittäin hyvin tilanteen tasalla ja ehti reagoida ajoissa siten, että törmäystä ei tapahtunut. Edes hätäjarrutusta ei lopulta tarvittu. Tapahtumien kulku raiteistokaavioon piirrettynä on esitetty kuvassa 1.

Tutkinta ja keskeiset havainnot

Tapahtuman jälkeen tapaus selvitettiin VR:n poikkeamanhallintaprosessin mukaisesti siten, että juurisyiden selvittämisessä hyödynnettiin myös uutta inhimillisten tekijöiden tutkintamallia. Tutkintamallin kehittäminen on osa VR:n inhimillisten tekijöiden ohjelmaa, joka on toteutettu yhteistyössä Työterveyslaitoksen Anna-Maria Teperin kanssa. Tutkintamallin tavoitteena on tuoda entistä kattavammin, mutta ei syylistävästi, esille tapahtuma-



*Tomi Kangas
VR Group Oy*

kulun taustalla olevat ihmisen toimintaan liittyvät onnistumiset ja kehitettävät asiat.

Analyysin lopputuloksena syntynyt tapahtuma-kaavio on esitetty kuvassa 2. Kuvan yläosassa on tunnistetut vahvuudet, jotka auttoivat, että tilanteesta ei käynyt pahemmin. Kuvan alaosaan on koottu tapahtumaketjuun keskeisesti liittyvät tekijät, joista tulee ottaa opiksi. On selvää, että kuljettaja ei ole toiminut riittävän huolellisesti ollessaan tilanteessa vaihtotyönjohtajana. Epävarmuutta tuntiessaan hänen olisi tullut pysäyttää liike ja kysyä lisätietoja liikenteenohjauksesta tai tarkistaa sijaintinsa raiteistokaaviosta.

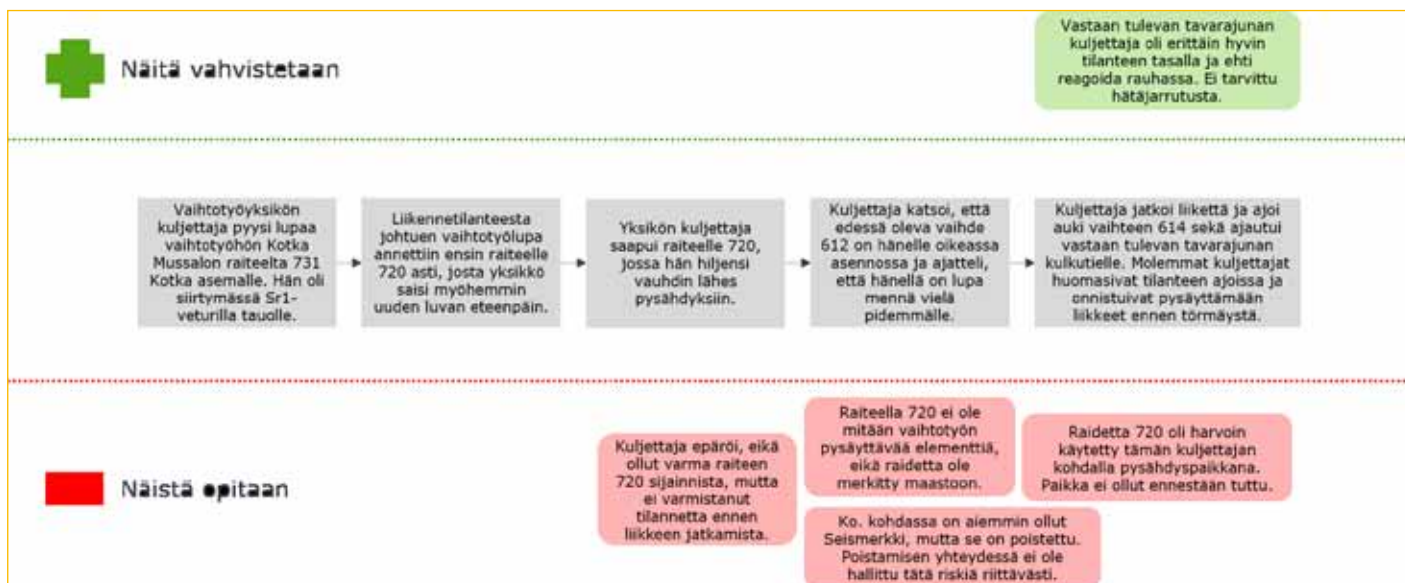
Toisaalta, kun tarkastellaan tapahtumapaikan ympäristöä tarkemmin, havaitaan, että itse asiassa raiteella 720 ei ollut tapahtuma-aikaan mitään vaihtotyön pysäyttävää elementtiä tai merkkiä eikä raiteen numeroa ollut merkitty maastoon. Tietääkseen oikean pysähtymispaikan kuljettajan olisi tullut tuntea alue huomattavasti paremmin tai tarkistaa asia raiteistokaaviosta. Voidaankin pohtia, onko ylipäätään järkevää myöntää vaihtotyöluva päättymään kohtaan, jota ei ole mitenkään merkitty maastoon, etenkin kun tiedetään, että kyseisen kohdan takana oli junalle turvattu kulkutie.

Seismerkin poistaminen – hallittu muutos?

Tapahtumapaikassa on aiemmin ollut Seismerkki (kuva 3). Seismerkki on käytöstä poistuva merkki, jolla osoitetaan kohta, jota ei saa ohittaa ilman liikenteenohjauksen lupaa. Liikenneviraston RATO 17 mukaisesti uutta Seismerkkiä ei saa asentaa ja olemassa olevat merkit olisi pitänyt poistaa 1.1.2017 mennessä. Mikäli tapahtuma-aikaan Seismerkki olisi edelleen ollut kyseisessä paikassa, se olisi saattanut estää vaaratilanteen syntymisen. Toisaalta päätökseen Seismerkin käytön lopettamisesta on ollut selkeät perustelut, ainakin valtakunnallisesti tarkastellen,



Kuva 1. Tapahtumien kulku raiteistokaavioon piirrettynä.



Kuva 2. Inhimillisten tekijöiden tapahtumakaavio.

koska merkki on usein aiheuttanut käytännössä enemmän haittaa kuin hyötyä.

Tärkeää on kuitenkin kiinnittää huomiota siihen, miten Seismerkin poistaminen Kotka Mussalossa on toteutettu ja miten on arvioitu poistamisen vaikutukset paikallisesti. On helppo arvioida valtakunnallisesti, että merkin käytön jatkamiselle ei ole enää perusteita ja että järjestelmä toimii paremmin ilman niitä (kun tietyt edellytykset täyttyvät). Toisaalta on myös helppoa tarkastella valtakunnallisella tasolla tehtyä päätöstä paikallisesta näkökulmasta ja todeta, että poistetaan merkki, koska ne on ohjeistettu poistettavaksi. Ilmeisesti merkin poistamisen yhteydessä ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota siihen, että asian vaikutuksia olisi ollut syytä tarkastella laajemminkin myös paikallisesti. Oliko poistamisella pitänyt olla vaikutuksia vaikkapa paikallisiin luvantokäytäntöihin tai ratainfraan muuhun varusteluun? Selvä on se, että tähän vakavaan vaaratilanteeseen johtanutta riskiä ei onnistuttu hallitsemaan tässä pienessä muutoksessa riittävästi.

Mitä tästä voidaan oppia?

Tehtäessä pieniltäkin vaikuttavia muutoksia rautatiejärjestelmään on syytä arvioida muutoksia joka tasolla aina myös järjestelmän käyttäjien näkökulmasta. Jos riskien arvioinnissa oletetaan aina, että kaikissa tilanteissa noudatetaan ohjeita, voi olennaisia riskejä jäädä tunnistamatta. Riskienhallintaan olisi löydettävä keinoja ja työkaluja, joilla tunnistetaan tehokkaasti myös inhimillisiin tekijöihin liittyviä riskejä. Yhtenä konkreettisenä keinona voisi olla esimerkiksi turvallisuuspoikkeamista saatavien oppien laajempi jakaminen alan toimijoiden kesken.

Yhteisenä tavoitteena tulee olla rautatiejärjestelmä, jossa käyttäjien on helppo toimia oikein ja turvallisesti.

Radan merkit turvallisuuden osana

JKV-järjestelmä – hyvä renki, huono isäntä

Rataverkollemme rakennettiin noin kaksikymmentä vuotta sitten junien kulunvalvontajärjestelmä, eli JKV, jota ennen liikennöinti tapahtui vain näkyvien opasteiden ja merkkien mukaan. Tällöin junan kuljettajan tuli pystyä havaitsemaan opastimen opaste tai radan merkki hyvissä ajoin ja ilman tulkinnanvaikeutta, joten esimerkiksi esiopastimen tai Nopeusmerkin etumerkin selkeä havaitseminen oli keskeistä turvallisuuden kannalta. Nykyään JKV-järjestelmän ansiosta junien nopeuksia on voitu nostaa niin suuriksi, ettei normaalissa tilanteessa opastetta tai merkkiä usein edes pysty eikä toisaalta tarvitsekaan havaita ennen edessä olevan tilanteen vaatimaa reagointia. JKV-järjestelmä kertoo kuljettajalle tarvittavat tiedot jopa useita kilometrejä ennen kuin hän pystyy rajoitusta maastosta havaitsemaan ja pystyy tekemään tarvittaessa käyttö- tai hätäjarrituksen, jos kuljettaja arvioisi jostain syystä ajotilanteen väärin. JKV-järjestelmä on näin ollen junaturvallisuuden kannalta varsin erinomainen keksintö. Väittäisin, että jopa niin erinomainen, että yllättäen se saattaa jopa murentaa rautatie-turvallisuusajattelua joiltakin osin. Perustelen väittämää siten, että pahimmillaan sokea luottaminen JKV-järjestelmän kaikki-voipaisuuteen voi ohjata turvallisuuskulttuuriamme liian kapea-alaiseen ajatteluun ja asenteiden löystymiseen junan turvallisen kulun varmistamisen osalta muilla osa-alueilla. Muistutan tästä myös meitä kaikkia veturinkuljettajia. JKV on parhaimmillaankin vain erinomainen renki, isännäksi siitä ei koskaan ole, sillä siinä-



*Tuomo Jacobsson
VR Group Oy*

kin on omat puutteensa ja junien turvallinen kulku tulee varmistaa moninkertaisesti aina kaikissa tilanteissa.

Radan merkit tärkeitä edelleen

Yksi junan turvalliseen kulkuun vaikuttava tekijä on liikennöintiin, etenkin nopeuksiin, vaikuttavat radan merkit. Haluaisin nostaa keskusteluun niiden asennusten jopa turvallisuutta vaarantavan tason tällä hetkellä, joka näkyy veturinkuljettajan työssä järjestään rataosasta riippumatta. Tämä huolestuttava trendi on ollut havaittavissa jo jonkin aikaa, enkä ole oman 12 vuotisen kuljettajaurani aikana nähnyt vastaavaa negatiivista suunta-

usta missään muussa turvallisuuteen vaikuttavassa asiassa. Toki moni merkeistä on asennettu oikeinkin, mutta etenkin tilapäisissä nopeusrajoituksissa, eli suoraan junien nopeuksiin vaikuttavissa merkeissä, asennusvirheitä esiintyy huomattavan paljon. Tilapäisissä rajoituksissa junan kuljettajalla ei yleensä ole edes kokemusperäistä tietoa ajamansa raiteen nopeusrajoituksesta, joka saattaisi olla joskus se viimeinen varjeleva tekijä muiden järjestelmien ollessa kykenemättömiä estämään vaaratilanteen. Siksi toivoisin ryhtiliikettä erityisesti tilapäisten nopeusrajoitusten merkkien asentamiseen.

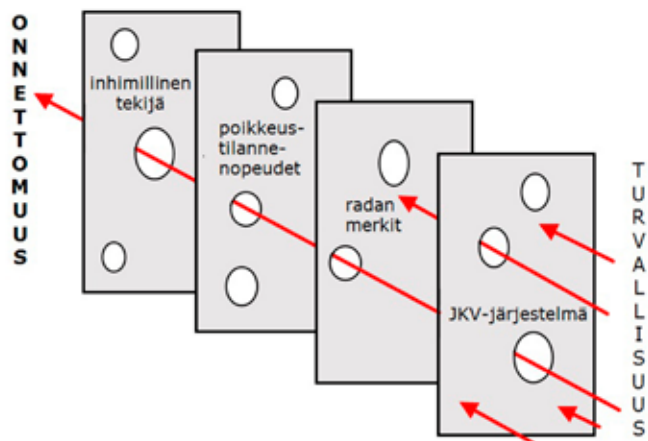
Toinen epäkohta on kokonaan puuttuvien merkkien saaminen maastoon tai puutteellisten merkkien korjaus ohjeistusten mukaiseksi. Esimerkkinä voisin mainita erään rataosan useiden erotusjaksojen kaikkien merkkien puuttumisen, jolloin kuljettaja voi vain kantapään kautta oppia erotusjakson olemassaolon, joka teknisten ongelmien lisäksi välittyy matkustajajunassa myös matkustusmukavuuteen. Asiasta on ilmoitettu eteenpäin jo aikaa sitten, mutta mitään ei maastossa tapahdu. Toisena esimerkkinä mainittakoon eräällä liikennepaikalla ratatöistä johtuva 30 km/h nopeusrajoitus, joka päättyy jo sinänsä ohjeiden vastaisesti nopeusmerkkiin ”8”. Suurempi ongelma on sen kohdalta alkavan raiteen suurin sallittu nopeus 60 km/h, jonka voi havaita vain raiteistokaaviosta. Tästäkin tapauksesta on ilmoitettu eteenpäin usean kuljettajan toimesta jo parin kuukauden ajan, mutta ilman mitään tulosta. Tyypillistä on, että kaikissa tapauksissa liikenteenohjaus kyllä kuuntelee asian kärsivällisesti ja kirjaa sen ylös, mutta jonnekin matkalle ilmoitus melkein järjestään jää. Täytyy myöntää, että tilanne on ilmoittajalle todella turhauttava ja pelkonani on, ettei pian merkkien asennusvirheistä enää viitsitä ilmoitella ollenkaan eteenpäin. Silloin on syöksykierre valmis ja Liikenneviraston Rato 17:n voi raahata työpöydän roskakoriin.

Reikäjuustomalli

Rautatiejärjestelmän turvallisuus perustuu monikerroksiseen varmistamiseen, jota kuvaamaan sopii erinomaisesti englantilaisen turvallisuusjohtajan James Reasonin kehittämä tunnettu reikäjuustomalli.



Mikä mahtaa olla merkin informaatio ja onkohan raideopastimen opaste hyvin nähtävissä merkin takaa?



Reikäjuustomalli.

Reikäjuustomallissa jokaista juustoviipaletta kuvaa yksi onnettomuutta estävä elementti, mutta niilläkin on jokin heikko kohtansa, kuten aina parhaimmissakin järjestelmissä on. Reiät viipaleissa kuvaavat puutteita järjestelmän suojauksessa. Mikäli sopivissa olosuhteissa kaikkien reikiä aseman toisiinsa nähden osuvat kohdalleen, niin mikään ei ole enää estämässä onnettomuuden syntyä. Radan merkit ovat myös kuin yksi reikäjuuston viipale ja näin ollen tärkeänä osana liikennöinnin kokonaisturvallisuutta.

Turvallisuus on monen tekijän summa

Oli radan merkkien asennuspuutteisiin syy mikä tahansa, niin ainakin vaikuttaa kuin kokonaiskuva niiden merkityksestä osana rautatiejärjestelmän turvallisuutta olisi päässyt hämärtymään. Siitä olen huolissani. Radan merkeillä, erityisesti nopeuksiin vaikuttavilla merkeillä, on kuitenkin edelleen oma tärkeä tehtävänsä rautatieturvallisuuden osana, sillä kaikesta huolimatta JKV-järjestelmä ei aina valvo junan kulkua linjalla. Syitä siihen voi olla useita, kuten JKV-rakennusalueet, ratalaiteviat, baliisiviit ja JKV-veturilaitteviat. Näitä kaikkia on mahdotonta etukäteen ennu-



Nopeusmerkin tulisi olla aina yksiselitteinen, mutta sitä se ei aina ole.

taa, joten radan merkkien tulisi olla oikein jokaisella ratakilometrillä aina Hangosta Kolariin saakka. Jos esimerkiksi Nopeusmerkki osoittaa väärää raidetta tai se on sähköratapylvään painon takana näkymättömissä, niin se voi johtaa vaaratilanteeseen. En myöskään halua aiheen esiin nostamisella osoitella mitään yksittäistä rautateillä työskentelevää ammattiryhmää tai radan kunnossapidosta vastaavaa yritystä, sillä meillä kaikilla on oma haasteellinen osuutemme rautatieturvallisuuden varmistamisessa. Kuitenkin vetoan eri toimijoihin radan merkkien oikean asentamisen puolesta siten kuin Ratatekniset ohjeet (RATO 17) niistä yksiselitteisesti määrää. Ohjeen maininnat merkin havaitavuuden tai oikean raiteen kohdentamiseksi ohjeistetaan siinä hyvin selkeästi, joten pienellä ryhtiliikkeellä tilanne saataisiin kuntoon. Se vaatii vain tahotilan.



Mikähän mahtaa olla merkkien jälkeen? Kuva: Nikolas Lintulaakso.

Keski-Pasilan hankkeiden turvallisuuskoordinointi

Lähtökohdat ja tavoitteet

Keski-Pasilan hankkeiden turvallisuuskoordinoinnin lähtökohdaksi on, että Liikennevirasto saa rautatiealueen infran haltijana jatkuvasti ja oikea-aikaisesti tietoa Keski-Pasilassa toimivista hankkeista, joilla on ja voi olla vaikutusta rautatieturvallisuuteen. Turvallisuuskoordinointi on aloitettu syksyllä 2015 ja se jatkuu ainakin vuoden 2020 syksyyn asti, jolloin viimeiset rata-alueella rakennettavat hankkeet valmistuvat. Pasilan alue on sijainniltaan vaativa, sillä Pasilan juna-asema on yksi Suomen vilkkaimmista juna-asemista ja alueella tehdään samanaikaisesti useita eri rataa ja katuun liittyviä urakoita.

Kaikki Keski-Pasilan hankkeet toteutetaan junaliikenteen ehdoilla, jotta matkustajien ja junien turvallisuus ei vaarannu rakentamisen aikana. Tavoitteena on varmistaa, että kaikissa Keski-Pasilan hankkeissa noudatetaan voimassa olevia määräyksiä ja vaatimuksia, turvallisuus varmistetaan rakentamisen jokaisessa työvaiheessa ja käytön aikana, ja että hankkeiden eri työvaiheet ja toimenpiteet yhteen sovitetaan. Osalle hankkeiden urakoitsijoista työskentely rautatieympäristössä on uutta ja erilaista. Turvallisuuskoordinoinnin avulla pyritään varmistamaan,



Janica Solehmainen
Sitowise Oy

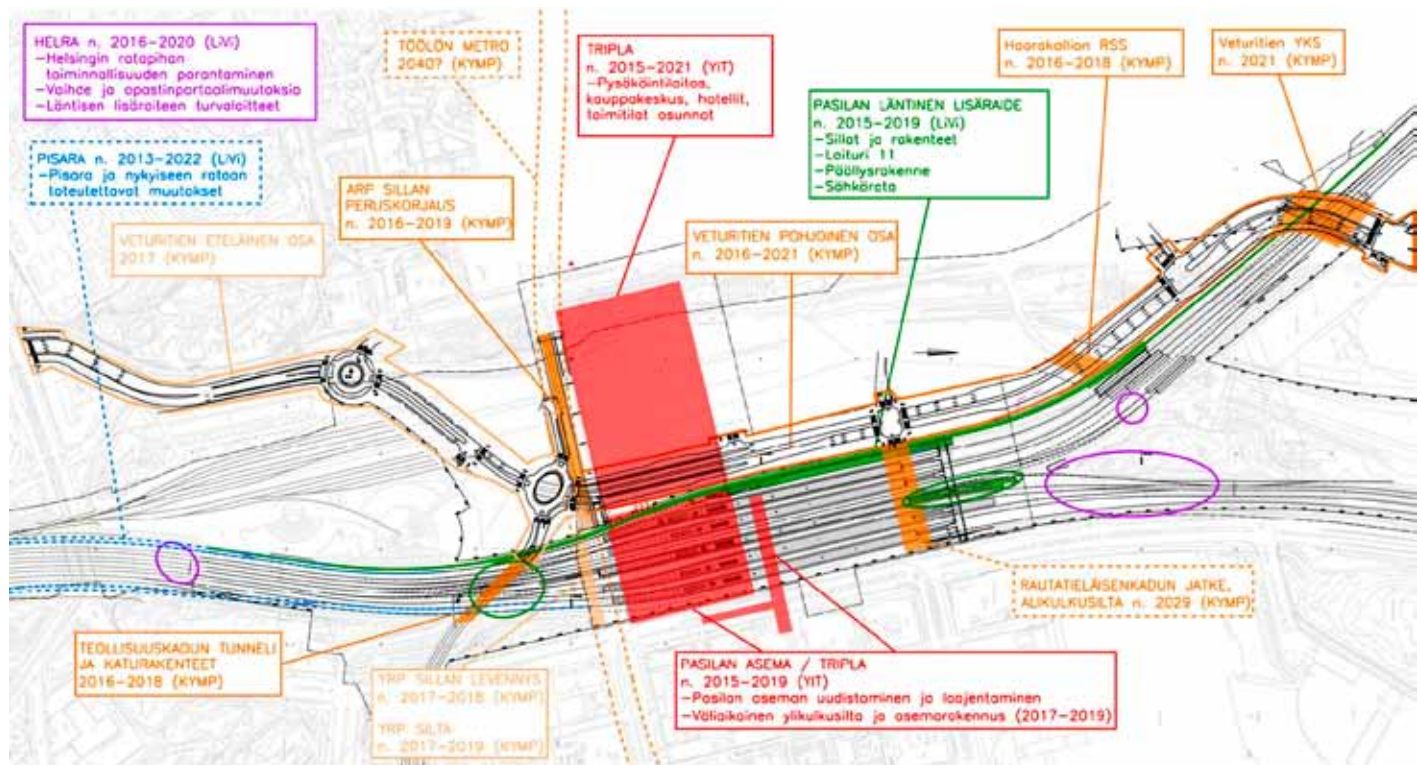
että kaikilla Keski-Pasilan alueella toimivilla urakoitsijoilla on tarvittavat tiedot ja ymmärrys toimia rata-alueella sekä sen läheisyydessä.

Keski-Pasilan hankkeet

Keski-Pasila termillä tarkoitetaan yleisesti Pasilan alueelle sijoittuvia hankkeita, joita tehdään rata-alueella ja sen läheisyydessä. Keski-Pasila ei ole itsessään erillinen hanke. Keski-Pasilassa toimivat hankkeet on esitetty kuvassa 1. Suurimpina ja pisimpään jatkuvina hankkeina toimivat Liikenneviraston Pasilan läntinen lisäraide-hanke ja YIT Rakennus Oy:n TRIPLA-hanke, johon sisältyy Pasilan asemarakennuksen uusiminen. Lisäksi alueella

on jatkuvasti käynnissä Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön katuhankeita.

Edellä mainitut kolme hanketta nivoutuvat yhteen Keski-Pasilassa, missä hankkeiden urakoita tehdään saman aikaisesti vierekkäin olevilla työmaa-alueilla. Liikenneviraston ja Helsingin kaupungin hankkeet ovat jaettu pienimpiin urakoihin, joista osa toteutetaan yhteisurakoissa. Tämä sujuvoittaa esimerkiksi Veturien pohjoisosan ja Pasilan läntisen lisäraiteen siltojen sekä muiden rakentamista tiiviillä alueella.



Kuva 1. Keski-Pasilan hankkeet.

Turvallisuuskoordinoinnin toteutus

Keski-Pasilan hankkeiden turvallisuuskoordinoinnin käytännön toteutus tapahtuu kuukausittain järjestettävissä palaverissa, joiden tarkoituksena on toimita keskustelufoorumina eri hankkeiden välillä. Palaverissa on vakio kokousmuistio pohja, jonka avulla käydään läpi hankkeiden ajankohtaiset asiat liittyen turvallisuuteen, tuleviin työvaiheisiin ja yhteensovitusasioihin. Jatkuvat hankkeet kuten TRIPLA ja Pasilan läntinen lisäraide esittävät palaverissa tilannekatsaukset liittyen rautatieturvallisuuteen ja poikkeamiin. Palaverissa käydään alueittain läpi tulevia työvaiheita yhteensovituksen ja tiedotuksen kannalta. Alueita ovat esimerkiksi laiturialue, Pasilan asema ja rautatiealueen vieressä tehtävät työt. Palaverissa sovitaan tarpeellisista jatkotoimenpiteistä, joiden toteutumista seurataan seuraavassa palaverissa. Hankkeet ovat vastuussa jatkotoimenpiteiden toteuttamisesta. Jatkotoimenpiteinä on esimerkiksi suunnitelmien lähettämistä tiedoksi Liikenneviraston asiantuntijoille, katselmuksien järjestäminen hankkeiden ja urakoitsijoiden kesken sekä tarvittavien lupien hakeminen Liikennevirastolta.

Turvallisuuskoordinoinnin palaveriinhin osallistuu jokaisesta alueella toimivasta hankkeesta tai hankkeen osaurakasta edustaja, joka on tietoinen hankkeen tai urakan rautatieturvallisuuden liittyvistä asioista sekä tulevista työvaiheista. Palaveria on joulukuuhun 2017 mennessä pidetty yhteensä 21 kappaletta. Näiden palaverien aikana palaveriinhin osallistujat ovat pysyneet lähes tulkoon samoina. Jatkossa palaveriinhin osallistuu enemmän hankkeiden ja urakoitsijoiden edustajia, koska Helsingin kaupungin urakoita on alkanut syksyn 2018 aikana.

Turvallisuuspoikkeamat

Turvallisuuskoordinoinnin palaverissa keskitytään rautatieturvallisuuteen ja turvallisuuspoikkeamiin. Palaverissa seurataan, syntyykö turvallisuuspoikkeamia tietyllä alueella tai tietyllä urakoitsijalla. Eri hankkeiden kanssa pyritään löytämään juurisyyt turvallisuuspoikkeamien syntymiselle ja yhdessä mietitään, miten jatkossa voidaan välttää samanlaisilta poikkeamilta. Kaikki rautatieturvallisuuteen liittyvät poikkeamat viedään Liikenneviraston TURI-järjestelmään. Vakavista vaaratilanteista ja poikkeamista laaditaan vielä erilliset selvitykset Liikennevirastolle.

Eniten turvallisuuspoikkeamia on syntynyt TRIPLA-hankkeella Pasilan asemarakennuksen uusimisen töiden yhteydessä, koska hanke on ainut, joka tekee päivittäin ja öittäin rautatiealueella. Muut Keski-Pasilassa toimivat hankkeet ovat tehneet töitä rautatiealueen vieressä tai läheisyydessä. Alla on esitetty pari turvallisuuspoikkeamaa Keski-Pasilan alueella.

- Aliurakoitsijan työntekijä on meinannut jäädä kiskopyöräkai-vinkoneen alle, kun hän käveli keskellä raidetta selkä koneeseen päin. Kaivinkonekusi löi jarrut lukkoon heti, kun huomasi, että raiteella on joku. Kone ei kuitenkaan pysähtynyt vaan liukumalla jatkoi matkaa eteenpäin. Raiteet olivat jässä ja kumipyörät ovat vain nimellisesti kiinni kiskoissa. Toisen aliurakoitsijan työntekijä näki tilanteen ajoissa, huusi ja huuto raiteella kävelevälle työntekijälle, että siirtyy pois raiteelta, koska työkonetta on tulossa häntä kohti. Työntekijä ehti työkonetta alta pois pari metriä ennen kuin kone oli hänen kohdallaan hyppäämällä sivuun.
- Kurottaja on lähtenyt nostamaan työmiestä ylöspäin raiteella ilman liikenteenohjauksen lupaa. Raiteella on ollut jännitteet päällä ja jännitekatkoa oltiin työstämässä samaan aikaan.
- Pasilan asemakannen nykyisestä liikuntasaumasta on valunut vettä ja sen mukana pieniä palasia betonia alta ajavan junan päälle.

Haasteet ja yhteensovitus

Keski-Pasilan hankkeiden turvallisuuskoordinointi on toteutunut suunnitelmien mukaisesti. Haasteita kohdataan eri hankkeiden turvallisuuspoikkeamien ja yhteensovituksen kautta. Hankkeilla on haasteita aliurakoitsijoiden kanssa, jotka eivät ole aiemmin työskennelleet rata-alueella. Vaikka ratatyötyöturvallisuuspätevyys on hankittu, ei radalla työskentely silti ole aina sujunut Liikenneviraston vaatimuksien ja ohjeistuksen mukaan. Raiteita on ylitetty ja töitä on aloitettu ilman turvamiehen tai liikenteenohjauksen lupaa. Hankkeiden työnjohto pyrkii jatkuvasti korostamaan aliurakoitsijoilleen radalla työskentelyn tärkeyttä, jotta vaaratilanteilta ja turvallisuuspoikkeamilta vältetään. Hankkeiden välinen yhteensovitus sujuu hyvin, kun hankkeilla ja urakoitsijoilla on tiedossa tulevat muutokset työmailla ja rata-alueella tapahtuvat työvaiheet. Rata-alueella työskentelyä varten on laadittu Helsingin ja Pasilan alueen päätoteuttajakaavio, jota ylläpidetään jatkuvasti kun päätoteuttaja vaihtuvat tai työmaa-alueet muuttuvat. Päätoteuttaja-alueet sovitaan yhdessä alueella toimivien päätoteuttajien kanssa.

Äänekosken ratahankkeen turvallisuuskäytännöt

Turvallisuus on yhteistyötä ja siksi Äänekosken ratahankkeen turvallisuuskäytännöt luotiin yhdessä osaksi päivittäistä toimintaa. Turvallisuuskäytännöt rakennettiin hankkeen parhaaksi Turvallisuus- ja riskienhallintaryhmän (TRR) voimin, unohtamatta määräysten ja lupamenettelyjen asettamia reunaehtoja, miksi myös käyttöönottolupamenettelyt kytkettiin osaksi ryhmän vastuuta ja tehtäviä. Prosessien vieminen maaliin tiukassa aikataulussa turvallisuus huomioiden edellytti ihmisiltä dynaamista yhteishenkeä. Hankkeen valmistuminen päivälleen aikataulussa oli osoitus siitä, että yhdessä sitoutumalla onnistumme. Turvallisuus hankkeessa käsitti rautatie-, työ- ja järjestelmäturvallisuuden (YTM).

Turvallisuus- ja riskienhallintaorganisaatio

Turvallisuus- ja riskienhallintaryhmä (TRR) vastasi hankkeen turvallisuusjohtamisesta, laadunhallinnasta ja käyttöönottolupamenettelyistä. TRR:n organisaatioon valittiin ryhmä alan ammattilaisia turvallisuuden, riskienhallinnan, rakennuttamisen, projektinjohton sekä käyttöönottolupamenettelyjen saralta. TRR sisälsi neljä pientyöryhmää (turvallisuus, käyttöönotto ja laadunhallinta, riskit ja innovaatiot sekä kunnossapito ja rataverkon omistaja -työryhmät).

Turvallisuustavoitteet ja prosessit

Turvallisuustyöryhmä määrittä hankkeelle turvallisuustavoitteet, joille asetettiin rajat onnistumisesta epäonnistumiseen. Osa turvallisuustavoitteista kiinnitettiin allianssisopimuksen avaintulosalueisiin. Nämä tavoitteet hyväksyttiin yhdessä ja niitä seurattiin koko hankkeen ajan. Ryhmän tehtävistä tunnistettiin kolme selkeää prosessia, joita olivat Turvallisuus, Riskienhallinta ja Käyttöönottolupamenettelyt. Prosessit laadittiin konkreettiseksi prosessikaavioksi, joilla kirkastettiin tehtävien, vastuiden ja vastuuhenkilöiden yhteyttä kokonaisuuksiin.

Päätöksenteko

Päätöksenteko allianssissa tehtiin allianssisopimuksen mukaisesti asteittain ryhmien esityksistä. Turvallisuuteen, riskienhallintaan, käyttöönottoon ja laadunvarmistukseen liittyvät päätettävät asiat käsiteltiin TRR:n voimin. Päätettävistä asioista muodostettiin ryhmässä paras yhteinen näkemys, joka vietiin tarvittaessa allianssin projektiryhmän (APR) päätettäväksi. Päätettäviä



Kimmo Väisänen
Sweco PM Oy



Juha Jalamaa
VR Track Oy

asioita olivat mm. hankkeen turvallisuustavoitteisiin liittyvät poikkeamat, tapaturmat tai muut turvallisuusjohtamiseen liittyvät tehtävät sekä toimenpiteet hankkeen aikana. Turvallisuuteen liittyvä päätöksenteko oli hankkeen aikana ajantasaista ja nopeaa.

Turvallisuusasenne ja yhteistyö

Turvallisuuteen suhtauduttiin vakavasti ja turvallisuus näkyi hankkeella joka päivä. Turvallisuusjohtamisessa oli selkeä yhteys työmaan ja projektinjohton välillä. Avainhenkilöiden sitoutuminen TRR:ään ja pientyöryhmiin varmisti tiedonkulun aina päätöksenteosta työmaalle ja toisinpäin. Hankkeen päätoteuttajan vastuuhenkilö varmisti perehdytyksissä, että jokaisella työntekijällä oli riittävät pätevyudet ja tiedot hankkeesta, jolloin työmaalle oli turvallista mennä. Turvallisuus varmistettiin viikoittain pidettävissä viikotarkastuksissa. Viikotarkastuksia kalibroitiin turvallisuuskoordinaattorin ja erikseen sovitun kalibrointiryhmän toimesta. Töiden yhteensovittaminen hoidettiin viikoittain ratatyöpalavereissa. Hankkeessa huomioitiin myös rataanfran kunnossapitäjä ja Äänekosken tehdas, joiden kanssa kokoonnuttiin määräajoin yhteistyöpalavereihin.



Turvallisuus on yhteistyötä. Kuva: Yhteistyö, Juha Jalamaa.

Organisaation turvallisuusvelvoitteet - Mitä lainsäädäntö ja sopimukset edellyttävät?

Organisaation turvallisuus koostuu useasta osa-alueesta, kuten tietoturvallisuudesta, kiinteistö- ja toimitilaturvallisuudesta, varautumisesta, pelastusturvallisuudesta, henkilöstöturvallisuudesta sekä työturvallisuudesta. Näitä kaikkia säätelevät useat lait ja vaatimuksia turvallisuuskysymyksiin tulee myös sopimusten kautta. Rautatiejärjestelmässä toimijoiden monimuotoistuesssa ja tehtävien siirtyessä viranomaisilta yksityisille on erityisen tärkeää huomioida turvallisuusvelvoitteiden toteutuminen.



Veera Jämsén
Finrail Oy

Tunnistatko toimintaa ohjaavan turvallisuuslainsäädännön?

Turvallisuuden osa-alueita säätelevät kymmenet eri säädökset, kuten EU:n tietosuoja-asetus, laki yksityisyyden suojasta työelämässä, pelastuslaki, työturvallisuuslaki sekä valmiuslaki. Lisäksi on huomioitava toimialakohtainen erityislainsäädäntö, jonka kautta voi tulla velvoitteita turvallisuuteen. Muun muassa rautatielain 79 §:n mukaan rautatieliikenteen harjoittajan ja rataverkon haltijan on riittävällä tavalla varauduttava rautateitä uhkaavan vaaran tai onnettomuuden varalta. Vastaavasti 81 §:n mukaan Liikenteen turvallisuusviraston, Liikenneviraston ja muiden rataverkon haltijoiden sekä rautatieliikenteen harjoittajien on varautumisen avulla huolehdittava siitä, että niiden toiminta jatkuu mahdollisimman häiriöttömästi myös valmiuslaissa (1080/1991) tarkoitetuissa poikkeusoloissa. Liikenteen turvallisuusviraston ja Liikenneviraston on oman toimintansa varmistamisen lisäksi varmistettava rataverkon liikennöitävyys myös erilaisissa poikkeusoloissa ja häiriötilanteissa.

Jokaisen organisaation on tunnistettava turvallisuutta ohjaava lainsäädäntö, joka velvoittaa omaa toimintaa. Samalla on arvioitava, velvoittaako lainsäädäntö yhtä lailla alihankkijoita, palveluntarjoajia tai yksityisiä toimijoita, joille viranomainen siirtää tehtäviä. Lainsäädännön lisäksi on huomioitava, mitä turvallisuusvelvoitteita organisaatiolle tulee sopimusperusteisesti.

Tutkielma yrityksen turvallisuusvelvoitteista

Keväällä 2017 on valmistunut allekirjoittaneen Pro Gradu -tutkielma julkista hallintotehtävää hoitavan yrityksen turvallisuusvelvoitteista osana hallinto-oikeuden opintoja. Perustuslain 124 §:n mukaan julkinen hallintotehtävä voidaan antaa muulle kuin viranomaiselle lailla tai lain nojalla. Tutkielman tarkoituksena oli selvittää, mitkä turvallisuusvelvoitteet tulevat julkista hallintotehtävää hoitavalle yritykselle suoraan laeista ja mistä on sovittava viranomaisen ja yksityisen välisin sopimuksin.

Tutkielmassa on otettu kantaa siihen, mikä on lainsäädännöstä ja sopimuksista tulevien turvallisuusvelvoitteiden suhde turvallisuuden osa-alueisiin. Laeista tulevat turvallisuusvelvoitteet tulevat hallinnon yleislakien kautta ja turvallisuuden osa-alueista ne koskevat tietoturvallisuutta sekä varautumista. Tiettyjen turvallisuusvelvoitteiden toteutumisesta viranomaisen on huolehdittava sopimuksin, kun julkisen hallintotehtävän hoitaminen siirretään yritykselle. Näitä ovat etenkin tietosuoja, varautuminen sekä huoltovarmuuden turvaaminen. Vaikka julkinen hallintotehtävä annetaan yksityisen yrityksen hoidettavaksi, on viranomaisen velvollinen huolehtimaan järjestämisvastuulleen olevien tehtävien hoitamiseen liittyvistä vastuista ja velvollisuuksista.

Positiivista vaikutusta turvallisuuskulttuuriin

Niin viranomaisten kuin yksityisten toimijoiden on huolehdittava siitä, että turvallisuusvelvoitteista ollaan tietoisia ja niitä noudatetaan. Jokaisen organisaation tulisi tarkastella turvallisuutta kokonaisvaltaisesti ja ymmärtää, mitä velvoitteita lainsäädäntö tai sopimukset asettavat turvallisuuden näkökulmasta. Tämä vaatii myös hankinta- ja sopimusosaamista, jotta turvallisuusvelvoitteiden toteutuminen varmistetaan muun muassa toimintoja ulkoistettaessa.

Turvallisuusvelvoitteiden toteutumisesta huolehtimisella on positiivinen vaikutus organisaation turvallisuuskulttuuriin. Turvallisuuskulttuurin kehittäminen edellyttää muun muassa johdon ja henkilöstön sitoutumista, turvallisten toimintatapojen luomista, yhteisen käsityksen muodostamista turvallisuuden merkityksestä sekä turvallisuuden kytkemistä osaksi kaikkea toimintaa. Huolehtimalla turvallisuusvelvoitteista voidaan päästä lähemmäksi näitä pyrkimyksiä. Lisäksi turvallisuusvelvoitteiden toteutumisesta huolehtiminen viestii vastuullisesta toiminnasta, saattaa kuntoon epäkohtia sekä osoittaa henkilöstölle, että turvallisuus on tärkeä arvo – ja sitä sen etenkin rautatieympäristössä on oltava!

Lue Pro gradu -tutkielma julkista hallintotehtävää hoitavan yrityksen turvallisuusvelvoitteista Itä-Suomen yliopiston sähköisestä julkaisupalvelusta epublications.uef.fi.

Turvallisuusjohtamisjärjestelmien arvioinnin kehitys EU-lainsäädännössä

4. rautatiepaketin teknisen osan tuomien muutosten myötä myös turvallisuusjohtamisjärjestelmien arviointikriteerejä sekä turvallisuustodistusten ja -lupien hakemiseen ja valvontaan liittyviä prosesseja päätettiin tarkistaa Euroopan unionin rautatieviraston (jatkossa ERA) vetämän työryhmän voimin. Tarkistukselle nähtiin tarvetta, koska eri maiden arviointi- ja valvontakäytännöissä on huomattu eroja ja osittain epäselviä ja päällekkäisiä vaatimuksia haluttiin selvittää. Lisäksi 16.6.2019 alkaen hakija voi hakea turvallisuustodistusta myös ERA:lta, joten tämänkin osalta säädökset tuli päivittää vastaamaan tulevaa.

ERA:n työryhmän suositusten perusteella tehtyjen muutoksien ja komission käsittelyn jälkeen turvallisuusjohtamisjärjestelmien arviointikriteerit löytyvät jatkossa niin turvallisuuslupien kuin -todistusten osalta yhdestä ja samasta asetuksesta. Arviointiprosessiin ja hakemiseen liittyviin käytännön järjestelyihin liittyvät asiat löytyvät sen sijaan turvallisuustodistusten osalta täytäntöönpanosäädöksestä ja turvallisuuslupien osalta komission suosituksesta. Asetus, täytäntöönpanosäädös ja komission suositus on tarkoitus hyväksyä vuoden 2017 loppuun mennessä ja julkaista vuoden 2018 ensimmäisellä neljänneksellä. Säädökset tulevat voimaan 16.6.2019.

Suurimmat muutokset liittyen turvallisuusjohtamisjärjestelmäkriteereihin ovat kriteerien uudelleenjärjestely, inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden sekä turvallisuuskulttuurin huomioiminen arviointikriteereissä. Trafin näkökulmasta arviointiprosessiin ei tehty suurempia muutoksia, jollei sellaiseksi lueta tulevien yhtenäisten turvallisuustodistusten hakemista ERA:n ylläpitämän yhteisen palvelupisteen kautta. Kuitenkin käytännön tasolla turvallisuustodistusten (ja -lupien) käsittelyprosessi hoituu suurelta osin samalla kaavalla kuin ennenkin riippumatta siitä, mitä kautta lupaa haetaan.

Yksi merkittävä lisäys hakemisprosessiin on se, että jo ennen hakemuksen jättämistä pyritään järjestämään esiselvitys, jossa hakija tavataan, tilanne kartoitetaan ja sovitaan käytännön järjestelyistä liittyen hakemuksen sisältöön ja käsittelyyn. Esiselvitys ei kuitenkaan ole pakollinen vaihe, joten hakija voi itse valita haluaako se käydä läpi esiselvityksen vai ei. Kaikkien toimijoiden, mutta etenkin täysin uusien hakijoiden, kohdalla suositeltavaa olisi, että esiselvitysvaihe järjestettäisiin, sillä se voi nopeuttaa itse hakemusprosessia huomattavasti, kun epäselvät asiat saadaan taklattia jo etukäteen. Muuten sekä turvallisuustodistuksien että turvallisuuslupien arviointiprosessi säilyy pääpiirteittäin samana. Pieniä tarkennuksia prosessiin on toki tehty.

Lähtökohtana turvallisuusjohtamisjärjestelmäkriteerien päivittämiselle oli, että ehdotettu kriteerien uudelleenjärjestäminen ei johtaisi muutoksiin rautatietojärjestelmien turvallisuusjohtamisjärjestelmissä vaan toisi lisää selkeyttä ja johdonmukaisuutta ensinnäkin viranomaisille, jotka arvioivat järjestelmiä, mutta toisaalta



Antti Kesälahti
Trafi

myös hakijoille, jotka kehittävät ja toteuttavat järjestelmiään. Vaikka kriteerit on suunnattu arvioijille, niin tarkoituksena on myös auttaa hakijoita integroimaan turvallisuusjohtamisjärjestelmiään muihin omissa käytössä oleviin johtamisjärjestelmiin. Tämän vuoksi arviointikriteerien rakennetta muutettiin otsikkotasolla vastaamaan standardien mukaista yleisen johtamisjärjestelmän mallia (ISO High Level Structure). Tällä pyritään edistämään sitä, että turvallisuusjohtamisjärjestelmä on aidosti osa yrityksen toimintaa kaikessa mitä yritys tekee, eikä sitä nähtäisi vain paperina, jolla täytetään viranomaisten vaatimukset, sillä tähän ei ole turvallisuusjohtamisjärjestelmän tarkoitus.

Turvallisuudirektiivin 9 artiklan mukaan toimijan turvallisuusjohtamisjärjestelmän tulisi varmistaa, että inhimilliset tekijät ja turvallisuuskulttuuri otetaan toiminnassa huomioon. Toimijat ovat varmasti huomioineet jo nyt inhimillisiä tekijöitä ja mahdollisesti turvallisuuskulttuuriin liittyviä yksittäisiä asioita, vaikka eivät välttämättä ole tiedostaneet, että juuri näistä on kyse. Inhimillisiä ja organisatorisia tekijöitä on pyritty ottamaan esille sopivissa kohdissa läpi koko päivitetyn kriteeristön, mutta mukaan otettiin myös ylemmän tason vaatimus, jolla varmistetaan, että asioita katsotaan kokonaisuutena. Samanlainen ylemmän tason kriteeri löytyy koskien turvallisuuskulttuuria.

Inhimillisten tekijöiden ja turvallisuuskulttuurin huomioiminen turvallisuusjohtamisjärjestelmässä on varmasti suurimmalle osalle toimijoista uutta asiaa ja niin se on osin myös viranomaisille. Tämän vuoksi on tärkeää järjestää koulutusta, vaihtaa tietoa ja luoda hyvät ja selkeät ohjeet kaikille asiaankuuluville osapuolille. ERA:n vetämissä työpajoissa on vielä vuoden 2018 aikana tarkoitus hioa luonnosvaiheessa olevia ohjeita kuntoon. Nämä ohjeet tullaan kääntämään myös suomeksi. Trafi pyrkii omalta osaltaan jakamaan toimijoille tietoa tulevista muutoksista ja edistämään inhimillisten ja organisatoristen tekijöiden sekä turvallisuuskulttuurin tuntemusta.



Inhimillisen suorituskyyyn ulottuvuudet. Kuva: ERA.



Vossloh Cogifer Finland Oy

Vaihteet ja vaihteiden teräsosat

Teijo-Kaipiainen-Pieksämäki

www.vossloh.com



Vossloh Rail Services Finland Oy

Kiskot ja kiskotuotteet

Kaipiaisten kiskohitsaamo

www.vossloh.com

LUJAT-RATATEKNISET TUOTTEET



LUJAA OSAAMISTA RATARAKENTAMISEEN

Lujabetonin vahvasta betonitietämyksestä on hyötyä tilaajalle ja rakentajalle. Asiakkaiden käytössä on tekninen tukemme, logistiikan kokonaispalvelu sekä tarkka raportointi.

Tuotevalikoimaan kuuluvat ratapölkkyt, tasoristeuselementit, paalut, sähkörataperustukset, kaapelikourut ja -kannet, laiturielementit ja tukimuurit.

Kannattaa ottaa yhteyttä vahvimpaan betoniosaaajaan. Kysy myös muita infrarakentamisen tuotteitamme!

Myynti:

Ratapölkkyt: Sampsa Lehmusoka 044 585 2021

Muut ratatekniset tuotteet: Tuomo Eilola 044 585 2407

p. 020 789 5500

Lujabetoni
VAHVIN BETONIOSAAJA

www.lujabetoni.fi

Rautatiekilpailun avaaminen hyödyttää kansalaisia ja koko yhteiskuntaa

Tavoitteena yhteiskunnalliset hyödyt

Liikennejärjestelmän toimivuus on välttämätön osa sekä suomalaisten arkea että Suomen kilpailukykyä. Koko liikennejärjestelmä on parhaillaan murroksessa – niin myös rautatiet keskeisenä liikennejärjestelmän osana.

Rautateiden henkilöliikenteen kilpailun avaaminen on ollut esillä jo pitkään niin Suomessa kuin EU-tasollakin. Kilpailun avaamisessa on kyse yhteiskunnallisten tarpeiden huomioon ottamisesta sekä yhteiskunnan kannalta parhaaseen tulokseen pääsemisestä. Uudistuksessa asiakas-tarpeet ovat keskiössä. Tavoitteena on, että rautatieliikennepalvelujen tarjonta lisääntyy ja monipuolistuu ja että rautatieliikenne on entistä saumattomammin osa eri liikennemuodot kattavia matkaketjuja. Samalla saadaan parempaa läpinäkyvyyttä rautatieliikenteeseen käytetyille tukirahoille.

Rautatiejärjestelmän ja rautateiden kulkutapaosuuden kehittäminen on välttämätöntä myös kunnianhimoisten päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi. Liikenteen päästöt on puolitettava vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tähän päästäksemme tarvitaan monenlaisia keinoja. Yksi niistä on ratkaisut, joilla raideliikennettä saadaan lisääntymään ja tehtyä siitä aito vaihtoehto yhä useammalle suomalaiselle.

Kansainvälisistä kokemuksista oppia

EU:n neljäs rautatiepaketti asettaa tiettyjä velvoitteita kilpailun avaamisen suhteen ja ne on huomioitu myös Suomen kilpailun avaamisen mallissa. Kilpailun avaaminen on lähtökohta myös EU-tasolla, koska sen on arvioitu tuovan paremmat palvelut junamatkustajille ja hyödyttävän koko yhteiskuntaa. Yksinoikeuksiin ja suorahankintoihin perustuva järjestelmä on arvioitu tehottomaksi.

Suomen mallia valmisteltaessa on otettu oppia muiden maiden hyvistä ja huonoista kokemuksista. Kansainväliset kokemukset osoittavat, että kilpailun avaamisesta hyötyvät nimenomaan matkustajat. Parempien palvelujen ja laskeneiden hintojen tuoma hyöty näkyy junamatkustamisen suosion lisääntymisenä.

Vielä 1990-luvun alussa Suomen, Ruotsin ja Iso-Britannian junaliikenne olivat hyvin samankaltaisia: valtiollinen junaoperaattori vastasi liikenteestä yksinoikeudella, ja junaliikenteen osuus liikennemuodoista oli noin viisi prosenttia. Sitten Ruotsi ja Iso-Britannia ovat avanneet henkilöjunaliikenteen kilpailulle koko maassa, ja junaliikenteen osuus on kivunnut samassa ajassa yhdeksään prosenttiin. Suomessa junan käyttö on jäänyt vuoden 1990 tasolle.

Suomi ei kuitenkaan nouse Ruotsin ja Iso-Britannian tasolle pelkästään kilpailua avaamalla. Jatkossakin tarvitaan panostuksia rataverkon kehittämiseen, ja kattavan junaliikennetarjonnan turvaaminen koko maassa edellyttää julkista tukea. Kuitenkin järjestelmän tehostuessa ja junaliikenteen suosion kasvaessa



Laura Eiro
Liikenne- ja
viestintäministeriö

tehdylle panostuksille voidaan saada nykyistä enemmän vastinetta.

Aloitukset Etelä-Suomen taajamajunaliikenteestä

Rautatiekilpailu avataan alueisiin ja palvelukonaisuuksiin perustuvien käyttöoikeussopimusten pohjalta. Sopimuksissa määritellään tarkemmin vaadittava palvelutaso ja kannustimet toiminnan kehittämiseen. Käyttöoikeussopimukset eivät takaa operaattoreille yksinoikeutta kilpailutetuille alueille.

Kilpailun avaaminen aloitetaan Etelä-Suomen taajamajunaliikenteestä, jossa kilpailutetun liikennöinnin on tarkoitus alkaa kesäkuussa 2022. Muita

kilpailutettavia kokonaisuuksia ei vielä ole päätetty. Valitussa mallissa kuitenkin samalla rataosalla voi toimia useita yrityksiä. Kilpailua syntyy siten junaoperaattoreiden välille sekä tarjouskilpailuvaiheessa että varsinaisessa liikennöinnissä.

On muistettava, että alueellisella liikenteellä on suuri potentiaali myös maakunnissa pääkaupunkiseudun ulkopuolella. Tulevaisuudessa myös maakunnat ja suuret kaupungit voisivat kehittää alueellista liikennettä omista lähtökohdistaan.

Täytäntöönpanotyön eteneminen

Rautatieliikenteen muutos on suuri ja sen toteuttaminen vaatii aikaa sekä huolellista ja laaja-alaista jatkovalmistelua. Tämän vuoksi toteuttamismalli on vaiheittainen ja se tapahtuu usean vuoden kuluessa.

Toimeenpanotyötä tehdään liikenne- ja viestintäministeriön asettamissa työryhmissä. Työryhmissä käsitellään kilpailutukseen, yhtiöjärjestelyihin, viranomaistoimintoihin sekä henkilöstöön liittyviä kysymyksiä. Työtä ohjaa johtoryhmä, jota vetää ministeri Berner.

Työhön on kutsuttu mukaan eri tahoja, VR ja sen henkilöstön edustajat mukaan lukien. Sektorilla olevaa pitkäaikaista osaamista tulee hyödyntää, jotta lopputulos on tavoiteltu. Lisäksi sidosryhmien kuuleminen on osa työtä, mukaan halutaan laajalti näkemyksiä eri osapuolilta.

Täytäntöönpanoa myös tehdään HSL:n kanssa yhteen sovit- taen, jotta sekä HSL-alueen kilpailutettu liikenne vuonna 2021 että liikenne- ja viestintäministeriön kilpailuttama liikenne vuonna 2022 pääsevät alkamaan sujuvasti. Lokakuussa yhdessä järjestetty infotilaisuus osoitti ilahduttavasti, että Suomen rautatiemarkkinat herättävät laajaa kiinnostusta eri operaattoreiden keskuudessa.

Toivommekin mahdollisimman laajaa keskustelua ja eri sidosryhmien panosta täytäntöönpanotyön eri vaiheisiin, jotta voimme nostaa Suomen rautatiesektorin kukoistukseen ja rakentaa saumattomasti yhteentoimivan liikennejärjestelmän!

Teknisen sääntelyn vaikeus – case komposiittijarruanturat

Yhteiseurooppalaisten teknisten vaatimusten pakottaminen eri maiden rautatiejärjestelmiin vaatii huolellista analysointia ja kattavaa testausta todellisissa olosuhteissa. Pakotetut vaatimukset voivat pahimmillaan johtaa merkittäviin turvallisuusriskeihin, jos puutteet huomataan liian myöhään. Komposiittimateriaalien käyttö jarruanturoissa talviolosuhteissa on yksi esimerkki siitä, miten asiat voivat mennä sääntelyssä pieleen.

Sääntelytausta

Komposiittijarruanturat ovat tulossa tavaravaunukalustossa pakollisiksi EU-maissa melun vähentämiseksi. Rautatiemelu ei ole Suomessa samanlainen ongelma kuin Keski-Euroopassa, mutta komposiittianturat ovat aiheuttaneet yllättäviä turvallisuusongelmia talvijarrutuksissa. Suomella on komission asetukseen (EU) N:o 1304/2014 perustuva erityistapaus olla käyttämättä komposiittianturoita, mutta lupa on päättymässä vuoden 2017 lopussa. Trafi ja VR ovat yrittäneet tehdä kaikkensa, jotta erityistapauksen voimassaoloa jatkettaisiin Suomessa, kunnes komposiittianturoiden talviongelmien on ratkaistu.

Ongelmat tulivat esiin yllättäen

Komposiittianturat ovat aiheuttaneet eniten jarrutuskykyongelmia tietyissä VR:n raakapuuvaunuissa talvella. Kyseisiä vaunuja on liikennöity Suomessa jo yli kahdeksan vuotta, mutta ongelmat tulivat toden teolla esiin vasta viime vuosina, kun liikennöintiä muutettiin siten, että kyseisistä vaunuista muodostettiin kokonaisia junia. Aiemmin komposiittianturallisia vaunuja käytettiin yhdessä valurauta-anturaisten vaunujen kanssa, eikä vastaavia ongelmia tällöin havaittu.

Välittömästi ongelmien havaitsemisen jälkeen VR on tutkinut ongelmia tarkkaan ja ryhtynyt useisiin toimenpiteisiin turvallisuuden varmistamiseksi. Yllättävästä jarrutuskyvyn häviämisestä johtuneet onnettomuudet on onnistuttu välttämään, mutta vakavia vaaratilanteita on raportoitu viime talvilta useita. Valitettavasti pelkkien vaaratilanteiden raportointi ei ole ainakaan vielä vakuuttanut kaikkia tarvittavia tahoja ja ongelmaa vähätellään EU-tasolla edelleen.

Erityisenä haasteena yllätyksellisyys

Ongelmana on lumen ja jään kertyminen pyörän ja anturan väliin siten, että väli ei välttämättä puhdistu sulatusjarrutuksessaan. Kertymistä voi myös tapahtua hyvin nopeasti ja yllättäen, jopa muutamissa minuuteissa, etenkin pakkasella ja pöllyävällä lumikelillä. Komposiittimateriaalin pienempi lämmönjohtavuus heikentää anturan lämpiämistä, jolloin lumen ja jään sulaminen tapahtuu hitaammin. Lisäksi voima, jolla antura puristetaan pyöränkehälle, on suuremmasta kitkakertoimesta johtuen pienempi,



*Tomi Kangas
VR Group Oy*

mikä myös heikentää lumen ja jään poistumista anturan ja pyörän välistä.

Ongelmasta erityisen haastavan tekee jarrutuskyvyn häviäminen yllättäen. Kuvassa 1 on esitetty kaupallisessa liikenteessä olleiden junien rekisterintiedoista analysoituja hidastuvuuksia todellisissa jarrutuksissa tietyllä rataosalla. Useassa jarrutuksessa hidastuvuus on riittävällä tasolla, mutta vielä useammassa hidastuvuus on huomattavasti heikompi kuin pitäisi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että toisinaan jarrut toimivat normaalisti ja toisinaan eivät juuri ollenkaan. Huomattavaa vaihtelua jarrutuskyvyssä voi olla samalla junalla peräkkäisissä jarrutuksissa.

Vertailutietona kuvassa 2 on esitetty vastaava hidastuvuusanalyysi samalta rataosalta raakapuuvaunuilla, joissa on valurauta-anturalliset jarrut. Vertailu osoittaa, että valurauta-anturat käyttäytyvät huomattavasti ennakoitavammin talviolosuhteissa.

Miten tästä eteenpäin?

VR on käynnistänyt raakapuuvaunujen muutostyöt siten, että 150 vaunun jarruanturat muutetaan valurautaisiksi ja tehdään samalla muut anturoiden vaihtamisen edellyttämät pakolliset muutokset jarrujärjestelmään. Näillä toimenpiteillä turvallisuusriski saadaan entistä paremmin hallintaan. Trafi ja VR jatkavat vaikuttamistyötä EU-tasolla yhdessä Ruotsin ja Norjan kanssa tavoitteena saada pohjoismaihin pysyvä poikkeuslupa olla käyttämättä komposiittianturoita. Näyttää siltä, että joudumme edelleen keräämään lisää näyttöä ongelmasta, sillä tähän mennessä kerätyt todisteet eivät tunnu riittävän.

Mitä tästä voidaan oppia?

Toivomme, että tämä tarina toimisi esimerkkinä siitä, miten haastavaa on luoda yhteiseurooppalaisia teknisiä vaatimuksia, jotka todella toimisivat sellaisenaan kaikissa EU-maissa. Vaatimusten pakottaminen toimijoille edellyttää huolellista analysointia ja kattavaa testausta todellisissa olosuhteissa. Lisäksi on oltava toimivat menettelyt siihen, miten reagoidaan toiminnassa havaittuihin riskeihin. On huolestuttavaa, jos operaattorin havaitsemaan turvallisuusongelmaan ei sääntelyn näkökulmasta reagoida riittävästi eikä anneta toimijalle aitoa valinnanvapautta päättää riskienhallintakeinoista omaan turvallisuusjohtamisjärjestelmään perustuen. Ei voi olla niin, että EU-tasolla reagointivalmiutta löytyy vasta onnettomuuksien jälkeen. Sitä tuskin haluaa kukaan.

Uuden liikkuvan kaluston hyväksyttäminen Suomeen

Esityksessä tarkastellaan Suomeen hankittavan kaupallisen liikenteen liikkuvan kaluston hyväksyttämiseen liittyviä haasteita ja niiden vaikutusta Suomen rautatiemarkkinoiden avautumiseen sekä pohditaan mahdollisuuksia helpottaa uuden kaluston hyväksyntää.

Uniikit vaatimukset vaikeuttavat kalustohankintaa

Suomeen hankittavaa liikkuvaa kalustoa koskevat vaatimukset muodostavat ainutlaatuisen kombinaation: missään muualla ei vaadita yhteentoimivuuden teknisten eritelmien (YTE) vaatimusten täyttämistä sellaisenaan kalustolle, jolla on venäläisperäinen raideleveys. Oman lisähaasteensa tuo ilmasto-olosuhteisiin liittyvien vaatimusten täyttäminen, koska Suomessa käytettävältä kalustolta vaaditaan ymmärrettävästi toimivuutta myös -40 °C lämpötilassa. Uniikit vaatimukset vaikeuttavat monestakin syystä liikkuvan kaluston hankintaa Suomeen:

- Markkinoilla ei ole valmista uutta kalustoa, vaan kalustoa on aina räätälöitävä joiltain osin.
- Kotimaisia käytetyn kaluston markkinoita ei vielä ole. Ulkomailta hankittavan käytetyn kaluston kunnostaminen ja raideleveyden muuttaminen on monissa tapauksissa taloudellisesti kannattamatonta.
- Kalustoninvestoinnin rahoittaminen on vaikeaa kaluston jälkimarkkinoiden puuttuessa.

Kaluston hankkimisen vaikeus ja valtion viime aikoihin saakka harjoittama käyttökelpoisen mutta omasta käytöstä poistetun kaluston järjestelmällinen hävittäminen ovat olleet keskeisimmät tekijät Suomen rautatiemarkkinoiden avautumisessa hitaammin kuin muualla EU:n alueella. Voimassa olevat vaatimukset ovat suurelta osin ymmärrettäviä, mutta etenkin hyväksyntäprosessissa on kaluston hankintaa entisestään vaikeuttavia tekijöitä, joita on syytä haastaa. Esityksen tarkoituksena on pohdita, voidaanko kaluston hankintaa helpottaa hyväksyntäprosessin kautta, vaikka vaatimukset tulevatkin osittain EU-tasoisesta sääntelystä.

Raideleveyden muuttamisen haaste

Normaaliraideleveydelle 1435 mm suunnitellun tai rakennetun kaluston raideleveyden muuttaminen on useiden syiden vuoksi teknillistaloudellisesti haastavaa. Raideleveyden muuttaminen vaatii yleensä merkittäviä rakenteellisia muutoksia teleihin ja/tai kaluston muuhun rakenteeseen.

Vaadittu muutetun rakenteen hyväksyntä on merkittävässä roolissa arvioitaessa normaalileveyden kaluston muuttamisen mielekkyyttä. Keskeisiä kysymyksiä ovat esimerkiksi

- Vaaditaanko muutetun telirungon täydellistä rakenteellista testaamista?



Hannu Lehikoinen
Fenniarail Oy

- Kuinka laajat kulkuominaisuustestit uudelta rakenteelta vaaditaan?
- Kuinka paljon olemassa olevaa hyväksyntää voidaan käyttää hyväksi?
- Vaatiiko raideleveysmuutos esimerkiksi täydellistä jarrutuskyvyn testaamista tai melumittauksia?
- Miten esimerkiksi talvioperoinnin vaatimuksesta tehtävät muutokset vaikuttavat tilanteeseen?

YTE:istä myös hyötyä

Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät (YTE:t) on perinteisesti nähty Suomen näkökulmasta lisävaati-

muksina hankittavalle kalustolle. Näkökulma on ymmärrettävä, koska YTE:t ovat tuoneet paljon uusia vaatimuksia, joihin vaikuttaminen on ollut vaikeaa tai mahdotonta. Lisäksi YTE:ien perimäinen tarkoitus teknisen yhteentoimivuuden varmistajana jää Suomen osalta vääjäämättä täyttymättä raideleveyserosta johtuen.

YTE:t tulisi nähdä myös mahdollistajina kaluston hyväksynnän näkökulmasta. Suomeen vaadittu lisähyväksyntä tulee minimoida käyttämällä mahdollisimman pitkälle hyväksi kalustolla jo muihin EU-maihin tehtyä hyväksyntää ristiinhyväksyntäprosessilla. Ristiinhyväksyntä avaa uusia mahdollisuuksia kaluston kustannustehokkaalle hankkimiselle ja hyväksyttämiseksi ja sitä on jo sovellettu menestyksekkäästi Suomeen hankitulle kalustolle. Jotta ristiinhyväksyntää voidaan hyödyntää tehokkaasti ja jotta kaluston hankinnan riskit voidaan hallita, on lisähyväksyntätarve saatava selville mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hyväksyntäprosessissa. YTE:n mukaisesti suoraan hyväksytyt yhteentoimivuuden osatekijät (esim. Y25-teli) tulee voida hyväksyttää käytettäväksi Suomessa sellaisenaan.

Kulkuominaisuustestien tarve ja laajuus

Suomeen hankittavan kaluston hyväksyttämiseksi tarvittavien kulkuominaisuustestien laajuus vaikuttaa merkittävästi hyväksyntäkustannuksiin etenkin hankittaessa kalustoa pienissä sarjoissa. Kulkuominaisuustestien tekemiseen liittyy useita haasteita:

- Kulkuominaisuustestejä sääntelevä EN 14363 vaikuttaa olevan laadittu testaamisen näkökulmasta ja sitä laadittaessa on unohdettu taloudellinen näkökulma ja hyväksyttävä riskitaso on jäänyt tarkastelematta kriittisesti. Etenkin tavaraliikenteen käyttämän nopeustason näkökulmasta vaatimukset vaikuttavat kohtuuttomilta.
- Vaatimus mittapyöräkerralla tehtävistä testeistä nostaa kustannuksia merkittävästi ja saattaa joissakin tapauksissa olla jopa mahdotonta toteuttaa teknisten syiden vuoksi. Tulisi harkita onko mittapyöräkerran käyttäminen välttämätöntä kaikilla nopeusalueilla.

- Kaikkia EN 14363:n mukaisia testikaarteita ei löydy Suomen rataverkolta lainkaan ja vaadittavaan testikertojen määrään osalla määritellyistä testialueista on käytännössä mahdollonta päästä käyttämättä samoja kaarteita useita kertoja. Lisäksi tietyillä nopeuksilla on haasteellista löytää sopivia kaarteita, joissa päästäisiin vaadittuun kallistuksen vajauksen arvoon.
- Hyväksyttyä 1435 mm raideleveyden 89 mm:llä levennettyä rakennetta testattaessa tulisi lähtökohtaisesti olla mahdollista tehdä 1435 mm rataverkolla tehtyjen testien tuloksiin perustuvat vertailevat yksinkertaistetut kulkuominaisuustestit.

GOST-normiin perustuvan kaluston hyväksyttäminen

Länsi-Euroopasta Suomeen hankittavan kaluston haasteena on väärä raideleveys. Entisen Neuvostoliiton alueella tuotetaan kalustoa, jonka raideleveys on lähes oikea Suomea ajatellen, mutta joka perustuu täysin YTE:istä poikkeaviin normeihin (GOST). Kyseistä kalustoa saa jopa käyttää Suomessa, mutta ainoastaan itäisessä yhdysliikenteessä – seikka, joka on etenkin rautatietekniikkaa syvemmin tuntemattomalle vaikeaa ymmärtää. Trafi teki ylätason selvityksen mahdollisuuksista hyväksyttää GOST-normeihin perustuvaa kalustoa Suomen sisäiseen liikenteeseen. Keskustelua aiheesta on syytä jatkaa, jotta tämä mahdollisuus tulee tutkittua tarvittavassa laajuudessa ja sitä kautta mahdollisesti helpottaa kaluston hankintaa ja parantaa rautatieliikenteen kilpailukykyä.

Toimijoiden vastuu hyväksyntätesteissä

Rautatietoimijoiden vastuita rautatiejärjestelmän turvallisuudesta on kasvatettu viime vuosina siirtämällä aiemmin viranomaisten vastuulla olleita asioita ja toimintoja toimijoiden omien turvallisuusjohtamisjärjestelmien alle. Vastaavaa kehitystä tulee tuoda myös kaluston hyväksyttämiseen, jolloin viranomaisen läsnäoloa testauksessa voitaisiin vähentää ja siten tehdä testaamisesta kustannustehokkaampaa.

Raiteilla nyt ja tulevaisuu- dessa



Vahva raidejärjestelmien osaaminen on valttimme kaupunkiratojen ja muun raideliikenteen suunnittelussa. Hallitsemme myös muun infran suunnittelun ja infrahankkeiden johtamisen.

Pöyry on maailmanlaajuinen konsultointi- ja suunnitteluyritys. Palveluksessamme on n. 5 500 asiantuntijaa. Osaamisalojamme ovat liikenne- ja kunnallisinfra, kiinteistöt, energian tuotanto ja jakelu sekä teollisuus. www.poyry.fi/infra

 **PÖYRY**
The connected company

Monitoimijaympäristöön siirtyminen

Henkilö- ja tavaraliikennettä edustavien markkinaehtoisten yritysten perustama Yleisen Teollisuusliiton alainen raidealan neuvottelukunta, RAINE, parantaa ja edesauttaa rata- ja raitiotielii- kenteen yritysten toimintaedellytyksiä ja kilpailu- kykyä Suomen henkilö- ja tavaraliikenteessä sekä näiden oheispalveluissa.

Mitä monitoimijuus on ?

Horisontaalisen ja vertikaalisen integraation hõ- lentyessä palvelukokonaisuuden tuottavat alueel- lisesti eriytyneet tai toiminnon mukaan erikoistu- neet toimijat. Tällöin palvelutuotannossa itsenäi- set toimijat peräkkäin ja rinnakkain keskinäisessä vuorovaikutuksessa muodostavat verkoston, jonka suorituskyky on keskinäisen kilpailun ja pienem- män koordinaatiokustannuksen ansiosta monoliittista rakennetta taloudellisesti tehokkaampi. Taloudellinen tehokkuus on verkos- tossa todennettavissa avautuvan hinnanmuodostuksen ansiosta.

Toiminnallisesta näkökulmasta monitoimijuus on hallittua kohtaamista jaetussa ympäristössä. Jos verkostomaisuus luon- nostaan tukee taloudellista tehokkuutta ja hinnanmuodostuk- sen läpinäkyvyyttä se vastaavasti hämärtää turvallisuuden koko- naisvastuuta sekä luo tarpeen koordinoida niukkojen yhteisten resurssien käyttöä ajan ja määrän suhteen.

Miksi monitoimijuutta tavoitellaan ?

Kuljettaminen on tavaraliikenteessä valmistukselle ja matkus- tajaliikenteessä liikkumistarpeelle alisteinen tukitoiminto. Tästä näkökulmasta kuljetussuoritteen maksimoiminen kuljetuksen tuottaman erillisvoiton sijasta osaltaan maksimoi ensisijaisen toiminnon määrää. Karkeasti yleistäen voidaan todeta yhden euron kilpaillun markkinahinnan ylittävän monopolivoiton mak- savan ainakin kaksi euroa menetettynä välittömänä arvona kan- santulon kehityksessä sekä kuusi euroa menetettynä taloudelli- sena toimeliaisuutena rahan kiertokulun huomioiden.

Monoliittinen rakenne, missä kaluston käyttöasteet eivät ole avoimesti todennettavissa, on omiaan ruokkimaan epäilyä tase- erien tehokkaasta käytöstä ja mahdollisen vajaakäytön myötä myös sen kunnan huolellinen vaaliminen jää uskon asiaksi.

Tilaus RAINE:n kaltaisen toimijan syntymiseksi ilmentää toi- mialan näkemystä siitä, että olemassa oleva liikennekalusto mahdollistaisi nykyistä suuremman liikennesuoritteen ja toi- saalta liikennesuoritteelle olevan kysyntää, mikäli sen hinta alen- tuisi kilpaillulle tasolle. Nykyinen toimintamalli on ollut jatkuvan kustannussaneerauksen ja organisaation keventämisen kohteena jo useita suhdannekiertoja, mistä syystä usko osaoptimoinnin tuloksellisuuteen on koetuksella ja halu kehittää uusia tarveläh- töisiä, taloudellisesti tehokkaita toimintamalleja on kova.



Anssi Laakkonen
Raidealan
neuvottelukunta RAINE

Siirtymävaiheen haasteet

Toimijoiden itsenäisyys sekä heidän liiketoiminta- riskille altis panostuksensa kilpailukykyisten tuot- teiden ja toimintatapojen kehittämiseen peruste- lee tarpeen liiketoimintatiedon salaamiselle. Tämä asettaa entiseen nähden uusia vaatimuksia niin julkispuolen toimijoille kuin myös aiemmin yksin- omaisesti toimineille julkisyhtiöille, milloin nämä osallistuvat sekä markkinaehtoiseen että velvoitet- tuun tarjontaan.

Uudet toimijat saattavat olla innovatiivisia ja vanhoista rakenteista vapaita, mutta toisaalta nii- den mahdollisuus kokemusperäisen tiedon hyö- dyntämiseen on vielä rajoittunutta. Ei yritystä ilman erehdystä, eli kaikki uudet yritykset eivät

onnistu tarjoomansa suunnittelussa tai sen toteuttamisessa elin- kelpoisella tavalla. Yksittäisen kaupallisen yrityksen epäonnistu- minen ei tule todistamaan markkinan avautumisen epäonnistu- mista vaan pikemminkin evoluution voimaa. Onnistuminen taas synnyttää uusia ja uudenlaisia työnteon ja ansainnan mahdolli- suuksia.

Haasteita toimijoiden määrän lisääntyminen tuo varsinkin sääntelyelimelle ja sen vasteajalle: aiemmat toimialan kilpailu- oikeudelliset tapaukset monivuotisine käsittelyaikoineen nostat- tavat aivan erityisiä odotuksia uuden ratkaisutahon suoritusky- vylle.

Kollektiivinen edunvalvonta siirtymävaiheessa

Kollektiivinen edunvalvonta keskinäisten kilpailijoiden yhteiseksi hyväksi on mahdollista, kun keskitytään toimialan tehokkuuteen ja lisäarvonmuodostamiskykyyn. Tällöin tavoitellaan avoimia ja yhdenmukaisia, diskriminoimattomia pelisääntöjä kaikille toimi- joille. Samoin varmistetaan, ettei historiallisista syistä kumpuava koko tai sijainti anna ansiotonta etumatkaa yksittäiselle toimi- jalle. Suhteessa valtioon sen toimeliaisuutta pyritään suuntaa- maan sinne, missä kilpailtu markkina ei tuota toivottua tarjontaa, mutta toisaalta pidättäytymään sellaisesta tarjonnasta, mihin yrittäjäriskin alainen toimeliaisuus luonnostaan kohdentuu. Näin toimien valtiolliset investoinnit eivät kavenna elinkeino- ja työllis- tämismahdollisuuksia, vaan ne voivat kohdentua entistä parem- min yhteiseksi hyväksi.

Rautatiealan sääntelyelin – erimielisyyksien ratkaiseminen monitoimijaympäristössä

Rautatiealan sääntelyelimen tehtävänä on huolehtia rautatiemarkkinoiden toimivuudesta ja siitä, että alan toimijoita kohdellaan tasapuolisesti ja syrjimättömästi. Sääntelyelintoiminto on perustettu jokaiseen EU-jäsenvaltioon. Suomessa sääntelyelin on itsenäinen viranomaistoiminto, joka toimii Trafín yhteydessä. Rautatiealan sääntelyelin on alan toimijoista riippumaton valitus-, oikaisuvaatimus- ja valvontaelin, joka ratkaisee asioita alan toimijoiden aloitteesta tai omasta aloitteestaan. Sääntelyelin käsittelee rautatiemarkkinoita koskevia asioita pääsääntöisesti rautatielain säännösten puitteissa.



Riikka Ristinen
Rautatiealan sääntelyelin

Sääntelyelimen päätöksenteosta

Sääntelyelimellä on laajat tietojensaantioikeudet. Sillä on oikeus salassapitosäännösten estämättä ja ilman aiheutonta viivytystä saada rautatiemarkkinoiden valvontaan ja seurantaan tai sen ratkaisutavaksi olevan asian käsittelyä varten kaikki tarvittavat tiedot ja selvitykset.

Tiettyihin rataverkon haltijan päätöksiin voi hakea sääntelyelimeltä oikaisua. Muissa erimielisyystilanteissa rautatielaissa määritelty toimija voi saattaa asian sääntelyelimen tutkittavaksi ja ratkaistavaksi, jos se katsoo, että toinen toimija on rikkonut rautatiemarkkinasäännöksiä tai toiminut vastoin syrjimättömyyden ja tasapuolisuuden vaatimusta.

Sääntelyelimen tutkittavaksi saatettu erimielisyysasia on ratkaistava ensisijaisesti sovittelemalla. Jos sovittelu ei johda tulokseen, on sääntelyelimen annettava ratkaisunsa asiassa. Sääntelyelimen päätöksentekoa koskevat rautatielaissa säädettyt määräajat. Sääntelyelimen oikaisuvaatimuksesta antamaan päätökseen haetaan muutosta valittamalla hallinto-oikeuteen ja muussa erimielisyysasiassa markkinaoikeuteen.

Syrjimätön pääsy rataverkolle ja palveluihin

Sääntelyelimen keskeisenä tehtävänä on varmistaa rautatiealan toimijoille tasapuolinen ja syrjimätön pääsy rataverkolle ja tietyille palvelupaikoille, kuten esimerkiksi huoltotiloihin, järjestelyratapihoille, tavaraliikenneterminaaleihin ja matkustaja-asemille. Rataverkon ja palveluiden käyttöä koskevat myös erilaiset hinnoittelusäännöt, joiden noudattamista sääntelyelin valvoo. Sääntelyelimen ratkaistavaksi voisi tulla esimerkiksi tapaus, jossa rautatieliikenteen harjoittaja kokee, ettei rataverkon haltija ole jakanut ratakapasiteettia tasapuolisesti ja syrjimättömästi eri toimijoiden kesken tai että palvelupaikan ylläpitäjän perimä korvaus palvelusta on liian korkea.



TOIJALAN KONE JA KULJETUS KY

Mustanhevosentie 3
37800 TOIJALA

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

Ratapihat - monitoimijaympäristön solmukohdat

Suomen ratapihaverkosto on kehittynyt rautatie-liikenteen kehityksen myötä, yhä harvenevaksi ja keskittyneemmäksi kokonaisuudeksi. Ratapihat ovat olleet kapasiteettihallinnassa ”musta- aukko”, suunnilleen tiedetään mitä siellä tehdään - ohjausta tai tilannekuvaa ei ole ollut kuin operaattorilla.

Monitoimijaympäristö muuttanut tilanteen, ja esiin on noussut tarpeita pelisäännöille sekä tietojärjestelmiin. Tavaraliikenteen vihdoin laajetessa useammalle toimijalle, olemme tilanteessa, jossa myös ratapihakapasiteettia täytyy tarkastella puolueettomasti ja toiminnallisesti tasapuolisesti.



Tiina Purhonen
Liikennevirasto

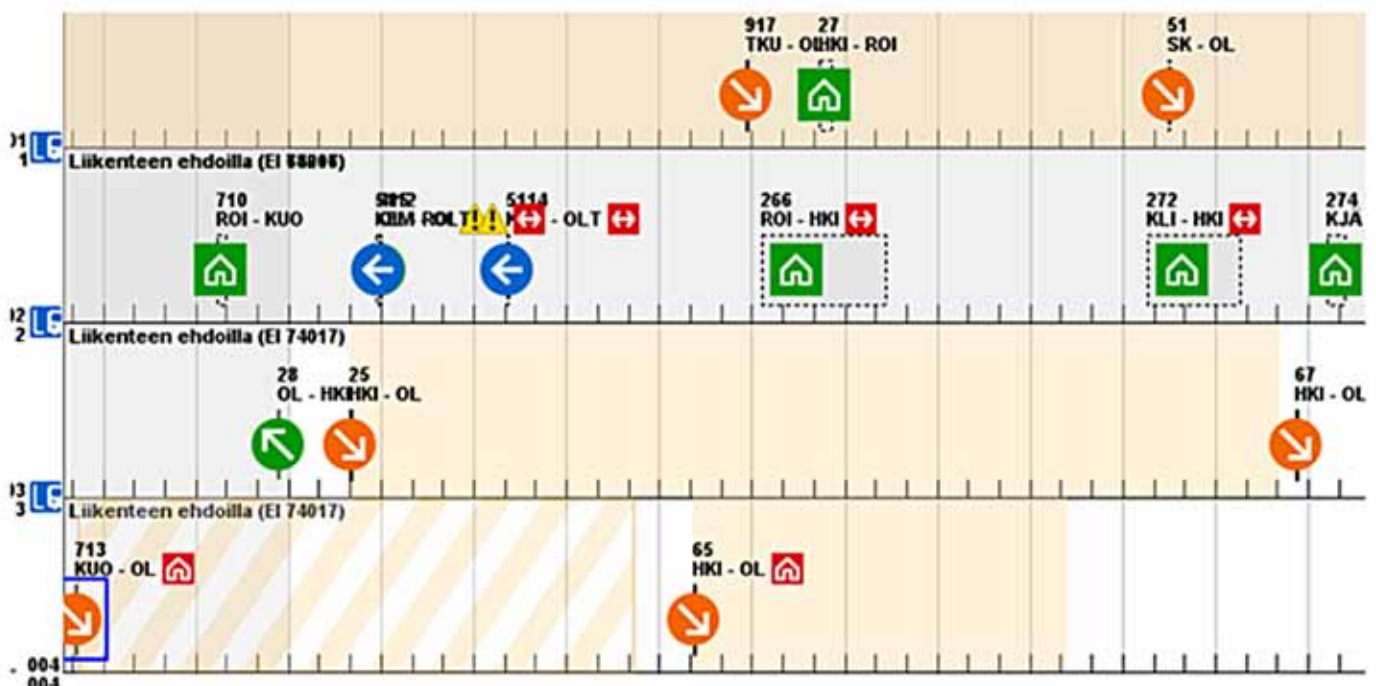
Kapasiteettihallintaa rakennetaan LIIKE - järjestelmän kehitysprojektissa - JOUKAHAinen. Projektin on vankasti tukeutunut toiminnalliseen liikennesuunnittelun muutokseen. Liikennesuunnittelu tehtävää kehitetään Liikenneviraston ja Finrail Oy:n yhteistyössä, tavoitteena liikennetilanteen suunnittelu: - yhden junan seuraamisesta kokonaistilanteen hallintaan. Tässä projektissa (KAHVA) operatiivinen prosessi jakaantuu kahdelle tehtävälle: kapasiteetin hallinta (KAPA) ja liikennetilannesuunnittelu (LITSU). Tehtävien ja prosessien kehitykseen kiinteästi liittyy tietojärjestelmäkehitys JOUKAHAinen.

Ratapihan kapasiteettihallinta

Muutamilla ratapihoilla on jo harjoitettu ratapihasopimuksella yhteistä toimintaa. Vuodelle 2018 Liikennevirasto tekee jo kuudelle ratapihalle sopimuksen toimijoiden kanssa. Sopimus on hyvä alkuaskel ohjaukseen, mutta se ei tue operatiivisessa tilanteessa tapahtuvaa toimintaa, ellei sovittuja sääntöjä ole mahdollistettu tietojärjestelmin huomioitavaksi. Operatiivisessa tilanteessa toimijoita on useasta yrityksestä ja monenlaisissa eri rooleissa: ratapihaohjaus, liikenteenohjaus, operaattorit jne. Tiedon välitys kaikkien toimijoiden kesken on oleellista jo kapasiteetin suunnittelu vaiheessa. Sovitut, dedikoidut raiteet kullekin operaattorille täytyy olla merkittynä tietojärjestelmissä, jotta operatiivinen toiminta sujuu.

Ratapihat LIIKE-järjestelmässä

LIIKE (kapasiteetin ja aikataulujen hallinnan tietojärjestelmä) koostuu kapasiteetin hallinnan järjestelmästä ja lukuisista siihen liittyvistä LIIKE - perheen muista tietojärjestelmistä. Ratapihojen hallintaan toteutettiin ensimmäisessä vaiheessa ns.raidetyökalu. Raidetyökalu kääntyvien ja seisovien kalustojen mallinnukseen. Aikaisemmin ratapihan kaaviokuvassa näkyi vain ”palloja”, oranssit ja vihreät, joista piti osata päätellä, että juna seisoo raiteella. Ensimmäiseksi näkymää kehitettiin siten, että saapuvan junan ”pallosta” saatiin suorakaide, jolla voidaan esittää kauanko juna varaa ko. raidetta. Näin saatiin liikenneohjaukseen ensivaiheen tilannekuva ratapihan raiteistojen varautumisesta.



Kuva Raidetyökalusta: raidevaraukset näkyvät palkkeina. Raidallinen palkki on luonnos, hyväksytty palkki kokonaan väritettynä.

INFRA

LIIKE järjestelmän infratieto ei sisällä ratapihojen kaikkia raitteita, koska kapasiteettia on jaettu vain kulkutieraitteille. Ratapihojen hallinnointiin ja tilannekuvaan tarvitaan LIIKE järjestelmän integraatio Trakedia-järjestelmään (ratainfra järjestelmä). Integraatiolla tuotetaan ratainfra myös ratapihojen osalta kapasiteetin hallinnan prosessiin näkyväksi. Toteutuksessa on huomioitava kapasiteettikäsittelyprosessi ja sen joustavuus, mutta myös päästävä varaamaan ratapihojen kapasiteettia. Ratapihojen raitteille annetaan Trakediassa nk. pääkäyttötarkoitus, joka auttaa kapasiteetin hallintaa ja suunnittelua. Pääkäyttötarkoitus ei rajaa muuta käyttöä raitteelta, mutta ohjaa ratapihan tehokkaaseen käyttöön.

Kapasiteetin hallinta ja suunnittelu

Monitoimijaympäristössä on operaattoreilla oltava mahdollisuus varata myös ratapihan kapasiteettia. Ratapihoilla on myös erilaisia palveluita (tankkaus, vesi, lämmityssähkö jne.) joille pääsy tulee olla tasapuolista kaikille. Operaattoreiden ja liikenteenoh-

jauksen on nähtävä yhteisesti tilannekuva ratapihan varauksista. Kapasiteetin hallintaan liittyy oleellisesti myös ratapihan käyttö: - seisottaminen ja järjestelytyö on oltava sujuvaa monitoimijaympäristössä. JOUKAHAINEN kehittää tähän LIIKE järjestelmän osiota, jolla kapasiteetin haku linjaliikenteelle sekä ratapihalle sujuu yhden järjestelmän kautta, joustavasti. Tarkoituksena on saada kehitys vuoden 2019 vuosikapasiteetin hakemiseen mahdollisimman pitkälle, viimeistään vuoden 2020 hake- muksissa tulisi olla myös ratapihakapasiteetti tarve mukana.

Monitoimijaympäristö vaatii yhteistyötä

Ratapihan kapasiteetin suunnitteluun on panostettava yhteistoimintaan. Sujuva ja toimiva kokonaisuus syntyy yhteistyöllä ja suunnitellen etukäteen. Tähän pyritään Liikenneviraston kehittämishankkeissakin, JOUKAHAINEN ja KAHVA (KAPA/LITSU) sekä Kapasiteetin kehittäminen - projektit ovat yhteistyötä työkalujen ja operatiivisen toiminnan kehittämisessä. Molempia tarvitaan monitoimijaympäristössä ja muuttuvassa toimintaympäristössä.

Kotimainen luonnontuote - jo vuodesta 1951



Leca® - jaksaa kantaa

LECA®-SORA ON

- > Helposti asennettava, puhallettava
- > Kevyt ja pitkäikäinen
- > Vahva ja kemiallisesti kestävä
- > Palonkestävä ja lämpöä eristävä
- > Ympäristöystävällinen ja kierrätettävä
- > Kantava ja kuormitusta kestävä



leca.fi

Sähköistetyn radan energiahallinta monitoimijaympäristössä

Rautatieliikenteen kilpailun avautuminen edellyttää, että junien kuluttaman energian kustannukset voidaan jakaa syrjimättömästi liikenteenharjoittajien kesken. Tarkka energiankulutuksen selvittäminen edellyttää, että kulutus voidaan mitata jokaisesta ratajohtoverkkoon liitetystä laitteesta. Ratajohtoverkon käyttö on rajoitettu rautatieliikenteen energianjakelun tarpeisiin. Rautatieyritysten liikkuva kalusto voi liittyä joko ajolankaan tai vauunlämmityspisteisiin. Lisäksi vaihteenlämmitys käyttää ratajohdosta syötettyä energiaa ja rautatieliikenteen toiminnan varmistamiseksi myös turvalaitteille on rakennettu rinnakkaissyöttöjä tästä verkosta.

Energian mittaus liikkuvasta kalustosta

Koko rautateiden vetokalusto on tavoitteena varustaa energiankulutusmittareilla. Uusi kalusto on varustettu mittareilla jo toimitettaessa. VR on asentanut mittarit jo myös suureen osaan vanhaa kalustoa. Liikenneviraston vastuulla on mittaustiedon keräys ja hallinta.

Liikkuvan kaluston mittarien vaatimukset on annettu "veturit ja henkilöliikenteen kalusto"-YTE:ssä. Tiedonkeruujärjestelmän vaatimukset on annettu energia YTE:ssä. Jäsenvaltio on veloitettu laskuttamaan vetokalustoa mittaustiedon perusteella, jos vaatimusten mukainen mittari on asennettu.

Liikkuvan kaluston mittaustiedot kerätään Erex-järjestelmään ja hallitaan siinä. Erex-järjestelmän omistaa nykyisin seitsemän maan rataverkon haltijat. Mittaustietoja voi lähettää järjestelmään joko 1 tai 5 minuutin aikasarjoina. Vetokalustosta mitataan sekä päto- että loisen energian otto ja anto sekä paikkatieto.

Energian mittaus syöttöasemilta ja kiinteistä kulutuspisteistä

Ratajohtoverkon taseenhallinnan kannalta on tärkeää tietää verkon kokonaiskulutus ja kokonaistuotto. Suurjänniteverkkoyhtiöt toimittavat jokaiselta 88 syöttöasemalta pätoenergian oton ja annon sekä myös loisen energian oton jaannon Rejlersin mittauspalveluun. Taseselvityksessä raportoidaan ratajohtoverkon kokonaisnettokulutus (pätoenergian kulutus - tuotto).

Start time	End time	Value	Value quality	Lat	Lon	Lat	Lon	Position quality	Created on	Created by
23/10/2017 00:00	23/10/2017 00:01	0.0024	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:01	23/10/2017 00:02	0.0025	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:02	23/10/2017 00:03	0.003	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:03	23/10/2017 00:04	0.0024	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:04	23/10/2017 00:05	0.0025	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:05	23/10/2017 00:06	0.0028	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:06	23/10/2017 00:07	0.0028	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:07	23/10/2017 00:08	0.0024	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:08	23/10/2017 00:09	0.0022	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:09	23/10/2017 00:10	0.0023	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:10	23/10/2017 00:11	0.0021	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system
23/10/2017 00:11	23/10/2017 00:12	0.0024	127	60.45478	22.25081	60.45478	22.25081	127	23/10/2017 01:14	system



Juha-Matti Vilppo
Liikennevirasto



Rami Huovinen
Gofore

Rejlers hoitaa myös kiinteiden kulutuspisteiden, kuten vaihteenlämmitykset ja vauunlämmitykset, mittauspalvelua.

Rejlers lähettää syöttöasemien ja kiinteiden kulutuspisteiden mittaustiedot edelleen Erex-järjestelmään. Mittaustietoja voi tarkastella lisäksi Rejlerin Utility Web -järjestelmässä.

Sähkökulutuksen validointi ja arviointi

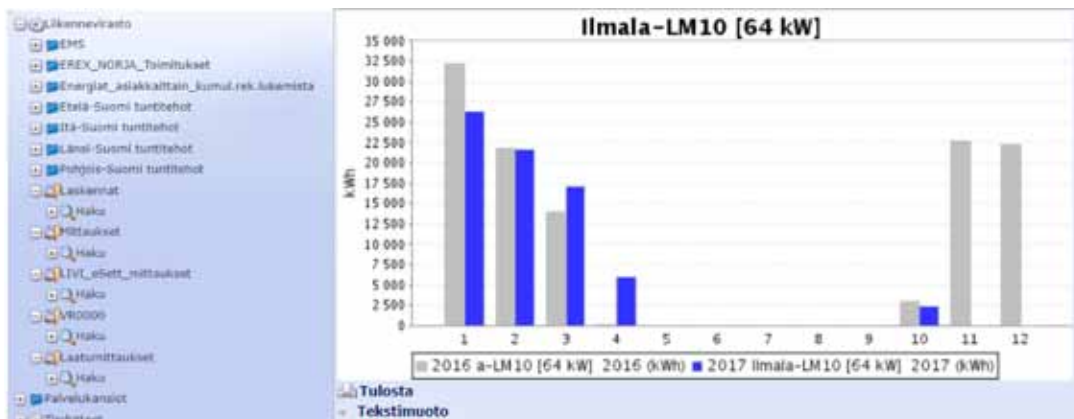
Suomessa on käytössä LIIKE-järjestelmäperhe, joka sisältää mm. kapasiteetin käsittelyyn, aika-taulu- ja reittitietoihin, kokoonpanoihin sekä toteutumiin liittyvää toiminnallisuutta. Tiedot junien kokoonpanoista ja todellisesta liikkumisesta rataverkolla siirretään LIIKE-järjestelmästä kerran vuorokaudessa Erex-järjestelmään. Näiden tietojen perusteella Erex laskee jokaiselle junalle arvioidun sähkökulutuksen. Arviossa huomioidaan mm. vetokaluston tyyppi, kuljettu matka ja aika, pysähdykset ja tarkat kokoonpanotiedot. Arvion perusteella validoidaan mitatun sähkökulutuslaskelman oikeellisuus säädettävien parametrien puitteissa. Mikäli mittarialukemaa ei ole tai se ei läpäise validointia, sähkökulutuksen laskutus tapahtuu arvion perusteella.

YTE-määräyksiin perustuen Erex-järjestelmän toteutus on pyritty standardoimaan niin, että sama ratkaisu sopii koko Eurooppaan. Järjestelmä on modulaarinen, eli eri maat voivat ottaa käyttöön toiminnallisuutta tarpeidensa



Junan kulku kartalla.

Rautatieyritys voi katsella Erex-järjestelmästä omaa kalustoaan koskevia tietoja.



Mittautustietoja voi tarkastella myös Rejlerin Utility Web -järjestelmässä.

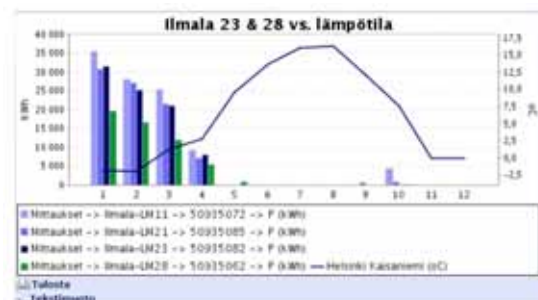
mukaisessa laajuudessa. Lisäksi se on konfiguroitava, jolloin saman toteutuksen sovittaminen paikallisiin eroihin on mahdollista.

Energianhallintaprosessi

Energianhallintaprosessi koostuu energiankulutuksen mittauksesta, validoinnista ja arvioinnista sekä kulutusosuuksien selvityksestä pohjoismaiselle taseselvitysyksikölle (eSett Oy) ja sähkönmyyjille. Liikennevirasto tarjoaa sähkön siirtopalvelun, johon kuuluu myös kulustietojen hallintapalvelut. Rautatieyritykset hankkivat itse sähkönsä energiamarkkinoilta.

Toiminta rautatiemarkkinoilla ja energiamarkkinoilla

Rautatieliikenteen sähköenergian siirtoa ja energian hankintaa säätelevät sekä rautatiemarkkinoiden että sähkömarkkinoiden EU-direktiivien perusteella laaditut lait ja säädökset. ENE YTE 1301/2014: ”Kaluston ulkopuolella olevan selvitysjärjestelmän on kyettävä vaihtamaan koottuja energialaskutustietoja muiden järjestelmien kanssa, validoimaan tällaiset tiedot ja kohdentamaan kulutustiedot asianmukaisille osapuolille. Tämä on toteutettava ottaen huomioon energiamarkkinoita koskeva asiaankuuluva lainsäädäntö.”



Vaihteenlämmityksen energiasäästötoimenpiteiden tarkastelua.



Suomen logistinen sijoittuminen Euroopan suuntaan ja muualle maailmaan – haaste vai mahdollisuus?

Maailmanpankin logistisen toimivuuden indeksin (LPI, Logistics Performance Index) mukaan Suomi on logistiselta toimivuudeltaan maailman kärki-luokkaa. Vuonna 2016 Suomi sijoittui 160 maan listauksessa sijalle 15 Saksan pitäessä kärkipaikkaa. Kyseinen raportti mittaa oheisia parametreja:

- Tullaus (prosessin ennalta-arvattavuus, nopeus ja yksinkertaisuus)
- Infrastruktuuri (satamat, rautatiet, tiet ja informaatioteknologia)
- Kansainväliset kuljetukset
- Logistinen osaaminen (kuljetusyritykset ja tul-lihenkilökunta)
- Lähetyksen jäljitettävyyden ja seuranta
- Aikataulun pitäminen ja kuljetuksen nopeus

Vaikka Suomen kehityksen voi varovaisesti arvioida olleen positiivista logistiikan ja sen oheispalveluiden kehittymisen saralla viime vuosina, haasteita, joista osa on vanhoja tuttuja ja osa hieman uudempia tuttavuuksia, riittää. Haasteitamme ovat ja tulevat olemaan syrjäinen sijainti Keski-Euroopan markkinoista ja idän kuljetusten ainakin hetkittäinen väheneminen. Tapahtumien kehittyminen arktisella suunnalla Koillisväylä etunenässä ovat edelleen kysymysmerkki, jonka historiankirjoitusta saamme aikalaisina seurata.

Tulevaisuuden isot muutostekijät

Koillisväylän lisäksi Suomen sijoittumista maailman logistiikkavirtojen kartalla tulee mylläämään tulevana vuosikymmeninä Euroopan Unionin liikennepolitiikka, jonka kärkihanke Rail Bal-



Ville Saarinen
Liikennevirasto



Kristiina Hallikas
Liikennevirasto

tica tulee vaikuttamaan meihin voimakkaimmin osana Euroopan laajuisten TEN-T-verkkojen kehitystä. 2020-luvulla valmistuvaksi kaavailtu Rail Baltica, joka kytkee Tallinnan, Pärnun, Riian ja Kaunasin Puolan kautta osaksi Keski-Euroopan rautateillä kulkevia logistiikkakäytäviä, avaa Suomelle mahdollisuuksia asemoida itseään uudelleen logistisena toimijana. Maa, jonka ulkomaankaupasta yli 80 % kulkee meriteitse voi löytää itsensä tulevaisuudessa tilanteesta, jossa raideyhteyden muodostaminen Keski-Eurooppaan kytkeytyvään rataverkkoon on mahdollista. Tämä yhteys vaatii kuitenkin maailman mittakaavassa merkittävän tunnelihankkeen toteuttamista, jonka haastavuus ei ole pelkästään teknistä vaan myös rahoitukseen liittyvää.

Epäselvää on myös, miten Euroopan Unionin maantieliikenteelle suunnitellut käyttäjämaksut tulevat etenemään. Nykyinen logistiikkaketjun malli, joka nojaa voimakkaasti maantiekuljetuksiin saattaa muodostua kustannusnäkökulmasta haastavammaksi, jos ja kun Eurovinjetti-maksun tasot nousevat Euroopan alueella.

Idän suunnalla Venäjän investoinnit infrastruktuuriinsa kaikkien liikennemuotojen osalta ja näiden investointien linkittyminen Kiinan OBOR-hankkeen (One Belt, One Road) osaksi ovat asioita, joiden vaikutusta ei vielä voi tarkasti arvioida, mutta

on selkeää, että niillä tulee olemaan vaikutusta myös Euroopan laajuiseen liikennepolitiikkaan. Lisäksi on huomioitava, että Kiina etsii jalansijaa Euroopasta tarjoten monin paikoin mielen-

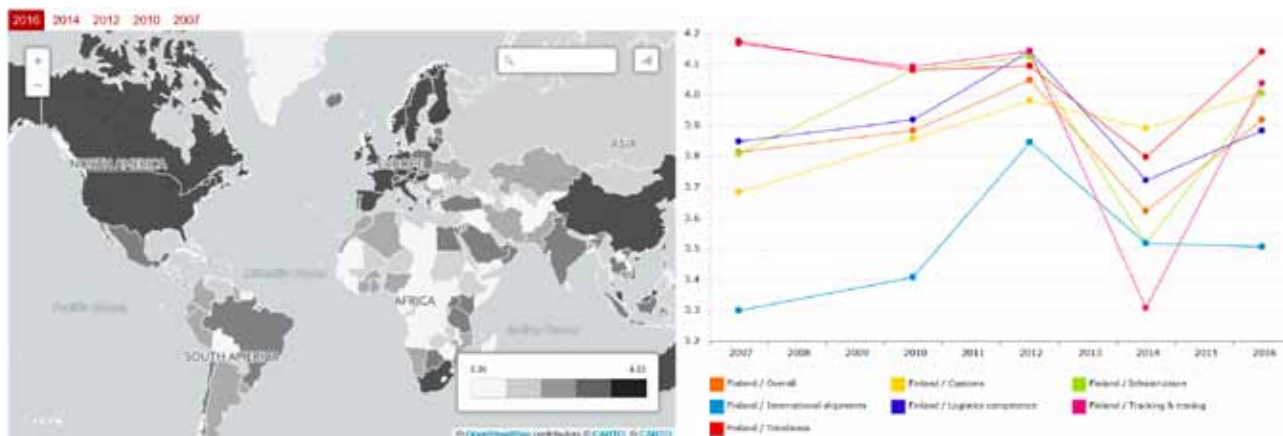


Figure 1: Maailmanpankin logistinen toimivuus indeksin pisteet kartalle sijoitettuna vasemmalla. Parempi pistemäärä kuvataan tummemmalla värillä. Oikealla Suomen kehittyminen vertailun kategorioissa vuosina 2007-2016. Viimevuoden kehitys on ollut nousujohteista. Lähde: Maailmanpankki

kiintoisia avaimet käteen paketteja (sisältäen kilpailukykyisiä rahoitusratkaisuja) perusinfrastruktuurin rakentamiseen. Asian tuntijat arvioivat, että Kiina tulee olemaan tulevissa EU-tason infrastruktuurihankinnoissa merkittävä tarjoaja, kunhan se rupeaa saamaan eurooppalaisia referenssejä.

Suomen väyläverkon tulevaisuuden tavoitteita ja tahtotilaa määritettäessä tulee seurata tarkasti asiakastarpeita, jotta liikenneverkko voi omalta osaltaan mahdollistaa elinkeinoelämän ja yksittäisten asiakkaiden logistiikkatarpeet kilpailukykyisesti. Vähenevien resurssien ja ulkopuolisen kilpailun lisääntyessä ei

voida tuudittautua ajatukseen, että väyläverkko pysyy palvelutasoltaan nykyisellä tasollaan läpi maan – priorisoinnin on tultava jollakin aikavälillä mukaan keskusteluun painotuksia tehtäessä. Näitä näkökulmia analysoivat RATA 2018 esityksessään Kristiina Hallikas ja Ville Saarinen.

Rakennusurakointi
Eero Latomäki Oy

**SILTOJEN RAKENTAMISTA
JA KORJAUSTA**

Messukylänkatu 46, 33700 TAMPERE p. 0400 535 064



Plasser & Theurerin edustaja Suomessa

Oy Condux Ab

Töölönkatu 7A, 00100 Helsinki

Puh./fax (09) 491 660

Ajoissa kotiin roudankestävää rataa



Infrarakentajat sen tekee.
Alan ykkösyrietykset Suomessa: www.infra.fi

Pohjoismaisen rautatiekuljetuskäytävän edut ja kehityspotentiaali

Railgate Finland

Kiinan valtion \$900 miljardin investointiohjelma "Belt and Road" tukee infrainvestointien ohella muun muassa sisämaan kuljetuksia pyrkien vähentämään Kiinan ruuhkautuneiden satamien läpi kulkevaa liikennettä. Euroopan ja Aasian väliset rautatiekuljetukset ovatkin lisääntyneet merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Vuonna 2014 Euroopan ja Kiinan välillä kulki noin 308 junaa, vuonna 2015 jo 815 junaa ja 2016 jopa 1702 junaa (OSJD 2016; Think Railways 4.1.2017). Kontteja kyseisissä junissa kuljetettiin arviolta 350 000 TEU:ta vuonna 2016 ja vuoteen 2020 mennessä vuosittaisen konttimäärän on ennustettu nousevan miljoonaan TEU:hun.

Rautatiekuljetusten kilpailukyky Euroopan ja Aasian välillä perustuu pitkälti kuljetusten nopeuteen. Merikuljetuksen kesto ovelta ovelle on noin kaksi kuukautta, mutta rautateitse kuljetus kestää 14-17 vuorokautta Euroopan lähtö- tai määräpaikasta riippuen. Suomesta kuljetuksen arvioidaan kestävän pari viikkoa. Rautatiekuljetukset ovat myös lentokuljetuksiin verrattuna edullinen valinta eikä pääoma sitoudu kuljetusten aikaiseen varastoon yhtä pitkäksi aikaa rautatie- kuin merikuljetuksissa. Pohjoismaiden ja Aasian välistä rautatieliikennettä hoitamaan on perustettu Unytrade Oy, joka toimii yhteistyössä Kazakstanin rautateiden tytäryhtiön KTZ Expressin kanssa.

Rautatie- ja maantieterminaali (RRT)

Kouvolan logistiikka-alueen nykyinen kontinkäsittelyalue on 17 hehtaaria ja sen kapasiteetti on noin 55 000 TEU/vuosi. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on nostaa terminaalin vuosittainen kontinkäsittelykapasiteetti 250 000 TEU:hun. Transitoliikenteen huippuvuosina Kouvolan logistiikka-alueella käsiteltiin parhaimmillaan noin 150 000 TEU:ta vuonna 2004, joten alueen toimijoilla on jo kalustoa sekä kokemusta rautateiden konttiliikenteestä.

Rautatie- ja maantieterminaalin edelleen kehittämiseksi ja pitkien junien käsittelyn mahdollistamiseksi on Kouvolan RRT-

*Simo Päivinen
Kouvola Innovation Oy*

Maija Märkälä

projektissa vuosina 2016 - 2017 laadittu yleissuunnitelma ja kaavarunko, hallintomalli sekä selvitys pitkien junien hyödyntämisestä ja lastinkäsittelymenetelmistä. Käynnissä olevien selvitysten lisäksi Kouvolan kaupunki on hakenut infrainvestointeihin rahoitusta Euroopan unionin CEF Blending 2017

-hausta noin 7,7 M€. Hankkeen ensimmäisen vaiheen toteutuskustannukset ovat arviolta noin 38,6M€.

Kouvolan RRT:n kilpailuedut

Kouvolan RRT:n etuina Keski-Euroopan reitteihin verrattuna ovat sama raideleveys Venäjän kanssa, vahva kokemus Venäjän rautateiden ja tullin kanssa toimimisesta sekä laajentumistila suoraan pääradan vieressä. Suomella on myös hyvät poliittiset suhteet Venäjään ja Kiinaan, reitin kulkuaika on lyhyt ja Pohjoismaiden vientiteollisuuden ansiosta rahteja on tarjolla molempiin suuntiin. Saksan logistiikkakeskusten liiton (Deutsche GVZ-Gesellschaft) viiden vuoden välein tekemän vertailun mukaan Kouvola valittiinkin Pohjois-Euroopan parhaaksi logistiikkakeskukseksi vuonna 2015.

Lähteet:

OSJD 2016. OSJD and China-Europe Rail Container Transport, 23. Saatavissa: http://fiata.com/fileadmin/user_upload/documents/recent_views/Working_Group_UIC_FIATA/UIC-FIATA_Shenzen_12-13_May_2016_Presentation_Dong_Jianmin.pdf [viitattu 8.9.2017].

Think Railways 4.1.2017. First China – UK direct rail freight service launched. Saatavissa: <http://www.think-railways.com/first-china-uk-direct-rail-freight-service-launched/> [viitattu 8.9.2017].

Suomen ja Kiinan välinen reitti kulkee Kalugan ja Khorgosin kautta. Kuva: Kouvola Innovation.



Rautatiet osana optimoitua logistiikan yhteistoimintaverkostoa

Tietotekniikan kehitys on vahvasti vaikuttamassa tapaan, jolla logistisia operaatioita tehdään. Tältä osin on erityisesti tunnistettavissa data-analytiikan ja optimoinnin piirissä viime aikoina tapahtuneet kehitysaskleet. Yksi tärkeä esimerkki on tekoälyn kyvykyys yhdistää eri tietokantojen sisältöjä automaattisesti toisiinsa, koskien esim. tuotetietoja, silloinkin vaikka ne olisivat yrityksittäin tai tuotteittain eri tavoin ilmaistu. Toinen hyvä esimerkki on IoT ja kaikenlaisten sensori-, kuvantamis- ja seurantateknologia. Nämä lisäävät logistiikan läpinäkyvyyttä. Silti, esimerkiksi myyntiennusteet ja tilausprosessit ovat edelleen logistiikasta erillisiä, millä on merkittävä haittavaikutus läpinäkyvyyteen.

Optimointi on tullut tutuksi termiksi suurimmalle osalle logistiikan alalla toimivia. Toistaiseksi optimointia on kuitenkin sovellettu hyvin rajallisesti lähinnä perinteisten toimintamallien tukena. Logistiikan suunnittelu ja ohjaus on perinteisesti jaettu monella eri tapaa mm. eri päätöksenteon tasoihin (strateginen, taktinen, operatiivinen), runko- ja jakelukuljetuksiin sekä eri toimialoihin ja kuljetusmuotoihin. Tämä on suurien ja kompleksisten kokonaisuuksien vuoksi luonnollista, silloin jos suunnittelua tekee joukko ihmisiä. Jos suunnittelua tehdään optimoinnin kautta tietokoneilla, tällainen jaottelu on jopa haitallista.

Olemme tutkineet yrityksessämme edellä mainittuja teemoja laajasti jo vuosien ajan. Tämän seurauksena on syntynyt useita erittäin korkeatasoisia case-tutkimuksia, jotka havainnollistavat uuden teknologian potentiaalia ja kuinka rautatielogistiikan suunnittelu tulisi ottaa huomioon osana isompaa kokonaisuutta ja yhteistyöverkostoa.

Yksi hyvä esimerkki optimoinnin uusista kyvykyksistä on optimoida koko toiminta-alueita (esim. valtio) ja kaikkia päätöksenteon tasoja samanaikaisesti. Olemme toteuttaneet tällaisen optimoinnin kahdelle Kiinan kolmesta suurimmasta logistiikka-yrityksestä erinomaisin tuloksin. Saavutettu säästöprosentti on jopa 10, mikä on logistiikassa erittäin merkittävää. Tehty opti-



Olli Bräysy
CTO, WeOptIt

mointi määrittää samanaikaisesti millainen logistisen verkon rakenteen tulisi olla, kuinka paljon ja millaista kalustoa tulisi olla, kuinka käytetään parhaiten rautatiekalustoa osana logistiikan koko toimintaverkkoa, ja kuinka kalustoa ja lähetyksiä aikataulutetaan minuuttitasolla. Yhdistettynä älykäisiin ennustemalleihin, tätä suunnittelua voidaan tehdä useita päiviä, jopa viikko eteenpäin, jolloin saadaan tuloksena myös kuinka varastointi tulee optimaalisesti järjestää dynaamisessa ympäristössä. Malli antaa samalla vastauksia, kuinka esimerkiksi infraa tulisi kehittää ja mitä hyötyjä eri toimijoiden yhteistyö mahdollistaa. Kuva 1 havainnollistaa Kiinassa kansallisella tasolla optimoituja

tavaravirtoja.

Rautateiden käytöstä osana logistiikkaketjuja ja toisaalta ympäristöpäästöjen vähentäjänä on puhuttu paljon, mutta toistaiseksi on ollut haasteellista määrittää, että kuinka se tulisi käytännössä tehdä ja mitkä vaikutukset olisivat. Edellä kuvattu optimointimalli antaa tähän vastauksen, sekä myös työkalun operatiiviseen ohjaukseen. Samaa optimointimallia voidaan soveltaa helposti myös tilausmäärien optimointiin esim. kaupassa ja teollisuudessa. Nykyisin tilausmäärien optimointi tehdään lähes yksinomaan yksinkertaisiin EOQ-malleihin perustuen, jotka eivät ota huomioon mm. logistiikan näkökulmaa riittävästi ja johtavat merkittävään tehottomuuteen.

Data-analytiikan näkökulmasta tekoäly mahdollistaa myös jatkossa monia uusia läpinäkyvyyttä ja tehoa lisääviä asioita. Yksi esimerkki on automaattinen laskujen tarkastaminen, mikä yhdistettynä optimoinnin kyvykyksiin mahdollistaa kokonaan automatisoidun tilausprosessin.

Multimodaalisilla toimitusketjuilla ja rautatielogistiikalla on tärkeä roolinsa osana kokonaisuutta, mutta sen täysimääräinen hyödyntäminen ei onnistu pelkästään perinteisin toimintamallein, vaan vaatii rinnalleen mm. optimoinnin ja tekoälyn uusimman kehitystyön tuloksia.



Kuva 1. Optimoidut tavaravirrat Kiinassa.

Raidelogistiikan mahdollisuudet – case Terrafame

Maanteillä kulkee superrekkoja ja tehokkaat meno-paluu-kuljetukset ovat arkipäivää. Maailmalla on syntynyt logistiikkapalveluille äärimmäisen tehokkaita sähköisiä markkinapaikkoja. Raideliikenteestä löytyy merkittävästi hyödyntämättömiä mahdollisuuksia.

Terrafame Oy on suomalainen monimetalliyhtiö, joka tuottaa nikkeliä, sinkkiä ja kobolttia Sotkamossa sijaitsevalla kaivoksellaan ja metallitehtaallaan. Terrafame hyödyntää bioliuotusmenetelmää, joka on energiatehokkuudeltaan ja hiilijalanjäljeltään maailman huippuluokkaa. Tämän vuoksi myös logistiikkaratkaisujen tehokkuus ja ympäristöystävällisyys ovat Terrafamelle erityisen tärkeitä. Terrafame hyödyntää myös aktiivisesti digitaalisia työkaluja toteuttamissaan tarjouskyselyissä.

Kahden toimintavuotensa aikana Terrafame on sitoutunut kehittämään työturvallisuutta ja määrätietoisesti varmistanut ympäristöturvallisuuden kaivosalueella. Vuoden 2017 kolmannella neljänneksellä Terrafamen toimitusmäärissä saavutettiin tehtaan historian tuotantoennätykset sekä nikkeli-, että sinkki-tuotteen osalta. Tuotantomäärien nousu tulee jatkumaan liuotusprosessin edetessä.

Terrafamen tavoitteena on kuulua maailman nikkelikaivosten tehokkaimman neljänneksen joukkoon. Vuonna 2016 päivitetyn malmivara-arvion mukaan Terrafamen tuotanto jatkuu 2040-luvulle.

Nämä lähtökohdat tarjoavat poikkeuksellisen mahdollisuuden tarkastella investointimahdollisuuksia äärimmäisen tehokkaisiin logistiikkaratkaisuihin.

Tehokkuutta kuljetustarpeita yhdistämällä

Terrafamen toimitusmäärien kasvaessa kasvavat myös kuljetustarpeet. Tällä hetkellä kuukausittaiset tarveainetoimitukset kaivokselle ovat noin 40 000 tonnia ja tuotevirrat vientisatamiin noin 15 000 tonnia. Kustannustehokkaiden ja luotettavien raidekuljetusratkaisujen varmistaminen on yhtiön ulkomaankaupan kannalta elintärkeää.

Tehokkaassa meno-paluujärjestelmässä yli 5 000 rekkakuormaa voisi helposti siirtyä Suomen poikittaisliikenteessä raiteille lähivuosina.



Janne Palosaari
Terrafame

Vähemmän yksiköitä – enemmän kapasiteettia

Raideliikenteen mahdollisuuksiin voidaan hyödyntää kumipyöräliikenteessä jo käytössä olevia multimodaalisia ratkaisuja ja monituotekuljetusmal- leja. Alhaisempien kuljetuskustannuksien lisäksi hyötyjä syntyy myös ratakapasiteetin tehokkaam- masta hyödyntämisestä sekä pienemmästä vaunu- kalustotarpeesta, mikä mahdollistaisi myös ratapi- hatoimintojen tehostamisen sekä purku- että las- taustoiminnoissa.

Ratakapasiteetin nykyistä tehokkaampi hyö- dyntäminen on avain myös Oulujärven pohjois- puolisen liikenteen kapasiteetin nostoon. Mitä mahdollisuuksia digitalisaatio tarjoaa rataliikenteen hallinnassa?

Optimoitu kapasiteetin käyttö digitaalisin ratkaisuin?

Esityksessään Terrafamen kaupallinen johtaja Janne Palosaari esittelee kaksisuuntaisen logistiikkakonseptin toteutusmahdol- lisuuksia sekä näkemyksen infrastruktuurin kehittämistarpeista ja tarvittavista kalustoinvestoinneista Terrafamen näkökulmasta. Digitaalinen teknologia mahdollistaisi myös uudentyyppisten lii- ketoimintamallien syntymisen kuljetusalalle Suomessa. Voisiko Suomeen syntyä toimivia kuljetusten sähköisiä kauppapaikkoja? Mitä tämä kehitys edellyttäisi?

Tule kuulolle ja keskustelemaan. Nostetaan yhdessä koti- maan kuljetusten ympäristöystävällisyys ja raidelogistiikan kil- pailukyky uudelle tasolle!

FinEst Link projektin tilanne tammikuu 2018

Kahden maan, kahden maakunnan ja kahden kaupungin yhteisselvitys Tallinnan tunnelista on edistynyt suunnittelussa aikataulussa joskin haasteellisena. Tulokset kustannuksista ja vaikutuksista kerrotaan Tallinnassa 7.2.2018 pidettävässä konferenssissa.

Arviot liikenteen kasvusta

Hankkeen liikennearviot on julkaistu hankkeen sivuilla www.finestlink.fi.

Vuonna 2016 Helsingin ja Tallinnan välillä oli 8,8 miljoonaa laivamatkustajaa. Kasvua on ollut 50 % viimeisen kymmenen vuoden aikana. Alustava ennuste vuonna 2050 junalla matkustajista on noin 13 miljoonaa ja samalla laivamatkustajien määrä kasvaa noin 11 miljoonaan eli yhteensä 24 miljoonaa matkustaa. Ilman tunnelia laivamatkustajien määrän arvioidaan kasvavan 14 miljoonaan. Eron syy on nopea noin 30 minuutin junayhteys, joka mahdollistaa päivittäisen työssäkäynnin.

Vuonna 2016 on tavaraliikennettä 3,8 miljoonaa tonnia. Kuljetukset ovat pääosin kuorma-auto- ja konttikuljetuksia samoilla laivoilla kuin matkustajia kuljetetaan. Vuonna 2015 Vuosaaresta on kulkenut kuorma-autoja Tallinnaan ilman matkustajaliikennettä. Vuoteen 2050 tavaraliikenteen arvioidaan kasvavan 8 miljoonaan tonniin, joista alustavan arvioin perusteella junalla 4 miljoonaa tonnia ja laivoilla 4 miljoonaa tonnia. Jakaumaan laivojen ja tunnelin välillä vaikuttaa oleellisesti hinnoittelu ja koko kuljetusketjun tehokkuus. Ilman rautatietunnelia arvioidaan tavaraliikenteeksi 6,9 miljoonaa tonnia vuonna 2050.

Rautatiejärjestelmän ja rautatietunnelin ratkaisut

Rautatiejärjestelmän suunnittelu sekaliikennekadalle on haasteellista ja lisähaasteen Tallinnan rautatietunnelin osalta tekee raideleveyden ero Eurooppalainen 1435 mm ja Suomen 1524 mm. Perusratkaisu on ratayhteyden tekeminen 1435 raideleveydellä. Junaliikenteen lähtökohtana ovat seuraavat kalustot.

- Kaukoliikenteen nopeat junat pituus 450 m, 200 km/h
- Tavarajunat 750 m, 100...120 km/h
- Shuttle-junat henkilöliikenteelle, henkilöautoille ja busseille sekä rekkaliikenteelle, henkilöjunayksikkö 200m, voidaan yhdistää kaksi yksikköä, henkilöautot ja rekkaliikenne 700 m, 160 km/h.

Pieni nopeusero mahdollistaa myös ruuhkatunteina tavaraliikenteen ja henkilöautojen kuljetukset. Tavaraliikenne raskailta junilla liikennöi hiljaisen henkilöliikenteen tunteina.

Tutkimusten mukaan merenpohja on Tallinnan lähellä tasolla -140m. Kova kallion yläpuolella on vaikeammin rakennettavia sedimentoinutta kalliota ja irtomaita, joista Tallinnan kaupunki ottaa juomavetensä. Helsingin päässä rakennetut tunnelit pakotavat ratalinjauksen noin tasolle -70m. Radan nousu maanpintaan sekaliikennekadalla sallitulla 1,2 % kaltevuudella johtavat



*Kari Ruohonen
FinEst Link projekti*

Virossa noin 20 km pituiseen nousuun ja Helsingissä lähes 10 km eli rata ei nouse maan pinnalle edes Pasilassa.

Tallinnassa eurooppalaisella raideleveydellä rakennettava rata tulee Viimsin niemimaan ali tunnelissa ja yhdistyy Rail Baltican suunniteltuihin ratkaisuihin. Henkilöliikenteen pääteasema on Ülemisten asema lentokentän vieressä ja tavaraliikenne terminaali sekä varikkoalueet Muugan tavaraterminaalin eteläpuolella.

Suomessa tunneliasemat sijaitsevat Helsingin keskustassa, Pasilassa ja Lentoasemalla nykyisen Kehäradan aseman vieressä. Tavaraliikenne ohjataan asemien kohdilla omalle väistöraiteelleen ja

tavaraliikenteen samoin kuin henkilöautojen ja bussien terminaalit ja varikot sijoitetaan Lentokentän pohjoispuolelle lentomelualueelle. Sieltä tehdään yhteysraide suomalaisella 1524 raideleveydellä Hanko Hyvinkää radalle.

Tunneli-ratkaisu on kaksi erillistä junatunnelia ja kolmas tunneli huoltotunneliksi, joka mahdollistaa mahdollisimman keskeytymättömän junaliikenteen. Rakentamista tarvitaan Viron ja Suomen puolelle kaksi keinosarta, joista rakennustyössä käytettävät tunneliporakoneet (TBM) voidaan asentaa ja rakentamistyö voidaan tehdä n. 15 vuodessa. Oman haasteensa tuo tunnelista saatava kiviaines noin 40 miljoona irto-kuutiota. Sitä tulee käyttää tehokkaasti kaikkeen hankkeen rakennustöihin.

Tulokset ja linjaukset on julkaistu hankkeen sivuilla www.finestlink.fi

Hankkeen vaikutukset ja kustannukset

Nyt kun ratkaisut ovat selvillä määritetään hankkeen kustannukset ja vaikutukset. Kustannuslaskelmien lähtökohtana on luotettavat ja turvalliset tekniset ratkaisut. Tunnelia verrataan nykyiseen laivaliikenteeseen perustuvaan ratkaisuun. Vaikutuksissa korostuu Helsingin ja Tallinnan Twin Cityn kehittyminen ja toisaalta tavaraliikenteessä Suomi yhdistyisi itäisten EU maiden pohjois-eteläsuuntaiseen liityntäkäytävään, jossa Rail Baltica on oleellinen osa.

Hankearvioinnin oleellinen osa on laajempien yhteiskunta-vaikutusten selvittäminen myös euroina. Lisäksi laaditaan tavanomaiset liikennehankkeen hyöty/kustannus analyysit.

Hankearviointi tehdään perustuen nykyiseen uusimpaan tekniikkaan ja perinteisenä raideliikennehankkeena sekä henkilö- että tavaraliikenteelle. Uusien ratkaisujen selvittämiseksi järjestettiin Global Challenge -haaste, johon osallistujat voivat esitellä ratkaisujaan loppuseminaarin yhteydessä pidettävässä tapahtumassa. Näitä ehdotuksia projekti on saanut kuusi varsin erilaista ehdotusta.

Kehäradan hankearvioinnin jälkiarviointi

Kehäradan toteutus ensimmäisistä ideoista liikenteelle avaamisen vei yli 40 vuotta. Hankkeen vaikutusten toteutumiseen kohdistuu mielenkiintoa tulevana vuosina ja vuosikymmeninä eri näkökulmista. Kehäradan hankearvioinnin jälkiarvioinnissa tarkastellaan hankkeen alkuvaiheen vaikutuksia suhteessa siihen, mitä ennen toteutus päätöstä arvioitiin. Jälkiarviointi valmistuu joulukuussa 2017 ja tässä tiivistelmässä käsitellään vain jälkiarvioinnin lähtökohdita. Rata 2018 -seminaarissa esitetään jälkiarvioinnin tulokset.

Arvioinnin kohde Kehärata

Kesällä 2015 liikenteelle avattu Kehärata on merkittävä pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmään ja maankäyttöön vaikuttava liikenneväyläinvestointi. Kehä III:a mukailevaa ja Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta Pääradalle kulkevaa yhdysrataa alettiin suunnitella Martinlaakson radan valmistuttua 1975. 1990-luvulla hanke nimettiin Marja-radaksi, joka linjattiin kulkemaan Kiviston (Marja-Vantaan) kautta. 2000-luvulla hankkeen nimi muuttui Kehäradaksi, jolle valtio myönsi rahoituksen vuoden 2009 talousarviossaan. Kehärata-projektiin sisältyi myös Valtatien 3 parantaminen Keimolan kohdalla siihen liittyvine katuyhteyksineen. Hankkeen kustannukset olivat 801 M€ ja hanke toteutettiin Liikenneviraston, Vantaan kaupungin ja Finavia Oyj:n yhteishankkeena.



Anton Goebel
Liikennevirasto



Heikki Metsäranta
Strafica Oy

Jälkiarvioinnin tavoitteet

Jälkiarvioinnilla haetaan vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisesta hankkeesta, ennusteista ja vaikutuksista Kehäradan yhteiskuntataloudellinen kannattavuus ($H/K = 1,69$) muodostui rahoituspäätöksen perusteluna vuonna 2009?
2. Miten hanke toteutui ja miten sen vaikutukset ovat lähteneet toteutumaan verrattuna päätöksentekoaikajankohdan arvioihin ja mistä erot voivat johtua? Miten vertailuvaihdossa olisi tapahtunut?
3. Miten väestö- ja maankäyttöennusteet ovat muuttuneet verrattuna päätöksentekohetken arvioihin ja miksi?
4. Miten ennuste- ja arviointimenetelmät ovat muuttuneet verrattuna Kehäradan hankearvioinnin aikaisiin?
5. Miten havaittujen muutosten perusteella voidaan päätellä Kehäradan yhteiskuntataloudellisesta kannattavuudesta?
6. Mitä analyysin perusteella voidaan suositella ennuste- ja arviointimenetelmien kehittämiseksi ja tulevien liikenneväylähankkeiden arvioinnin laadun parantamiseksi?
7. Mitä voidaan tässä vaiheessa todeta Kehäradan laajemmista taloudellisista vaikutuksista (kuten maankäyttö)?

Jälkiarvioinnin lähtökohdat

Kehäradan vaikutusten toteutumiseen kohdistuu laajaa mielenkiintoa. Helsingin seudun liikenne HSL on jo selvittänyt kyselytutkimuksella Kehäradan vaikutuksia liikkumiseen. Liikennevirasto puolestaan on tekemässä Kehäradan hankearvioinnista ensimmäisen vaiheen jälkiarvioinnin, jossa tarkastellaan hankkeen alkuvaiheen vaikutusten toteutumista suhteessa arvioituun. Pidemmän aikavälin vaikutuksia esimerkiksi maankäyttöön selvitetään noin 10 vuoden päästä tehtävällä toisen vaiheen jälkiarvioinnilla.

Liikennevirastolla on lakisäätöinen velvoite seurata hankkeiden arvioitujen vaikutusten toteutumista. Vaikka velvoite on yleisempi kuin pelkkä hankearvioinnin jälkiarviointi, Liikennevirasto on laatinut hankearvioinnin jälkiarviointeja joistakin tie-, rata- ja vesiväylähankkeista. Jälkiarviointien laatimiseen ei ole systemaattista menettelyä ja tehdyillä jälkiarvioinneilla on etsitty toimivaa jälkiarviointien tekemistapaa. Kehäradan jälkiarviointi on ensimmäinen seudullisella liikennemallilla laaditusta hankearvioinnista tehtävä jälkiarviointi. Työn yhtenä tavoitteena onkin hakea tarkoituksenmukaista tekotapaa seudullisilla liikennemalleilla laadittuihin hankearviointeihin.

Täsmällisyyden huomioon ottaminen rautateiden hankearvioinneissa

Työn taustaa ja tutkimusongelma

Ratakapasiteetin lisääntyminen ja sen vaikutus junaliikenteen täsmällisyyteen ovat asioita, jotka nousevat usein esille ratainvestointien vaikutusten arvioinnin yhteydessä. Suomessa ei kuitenkaan toistaiseksi ole ollut vakiintunutta menetelmää arvioida ratainvestointien tuomia muutoksia välityskykyyn ja täsmällisyyteen. Tämän tutkimusprojektin tavoitteena on ollut kehittää menetelmä, jonka avulla junien täsmällisyyttä ja ratakapasiteetin käyttöasteen muutoksia voidaan arvioida jo hankearviointivaiheessa. Työn toteuttivat Liikenneviraston toimeksiannosta Ramboll Finland ja Ramboll Denmark alikonsulttinaan TrenoLab.

Työn alkuvaiheessa tehdyssä kansainvälisessä kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, ettei täsmällisyyttä kuvaavia laskentamenetelmiä ole juuri-kaan kehitetty aiemmin, eikä täsmällisyyttä ole toistaiseksi otettu mukaan muutamaa pilotti- / tutkimushanketta lukuun ottamatta hankearviointivaiheessa Suomen ulkopuolella. Vastaavanlaisia tutkimuksia on kuitenkin samanaikaisesti ollut käynnistymässä Ruotsissa ja muualla Euroopassa. Kirjallisuuskatsaus osoitti myös, että ratainfrastruktuurin parannusten vaikutuksia täsmällisyyteen ja välityskykyyn on pyritty useassa tutkimuksessa kuvaamaan kapasiteetin käyttöasteen avulla.



*Jukka-Pekka Pitkänen
Ramboll Finland Oy*



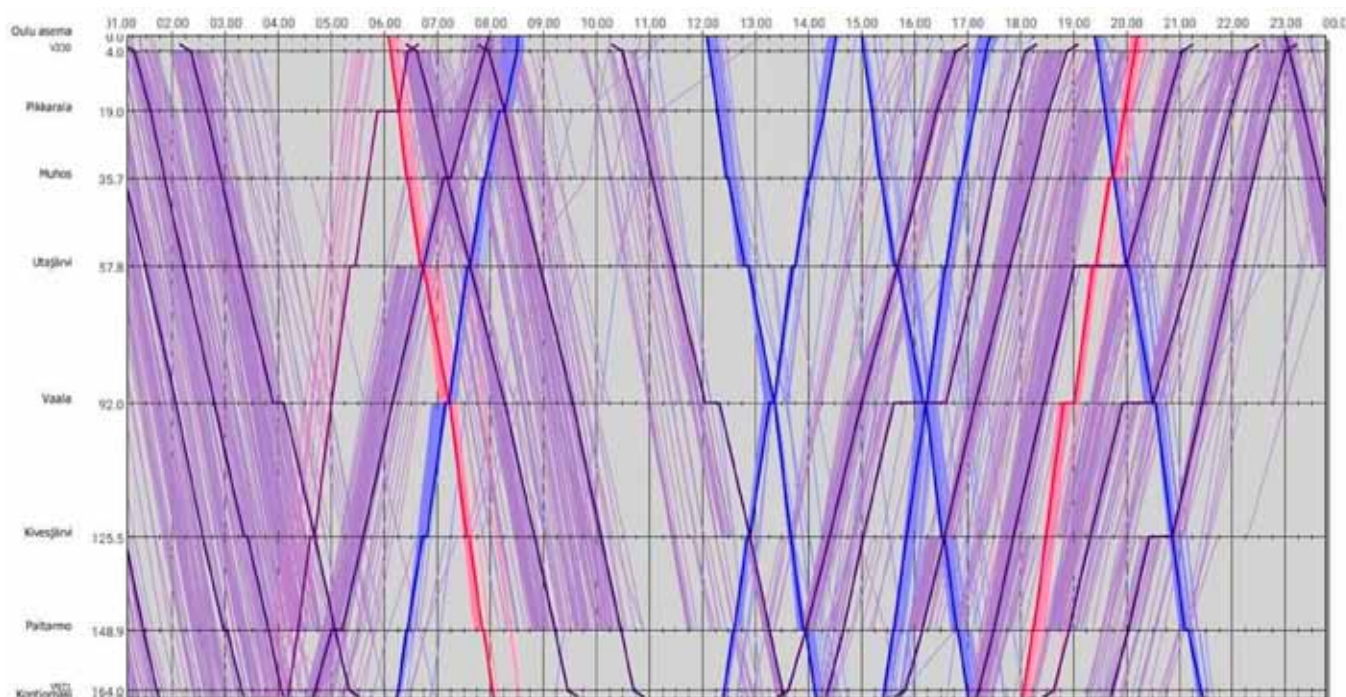
*Saara Haapala
Ramboll Finland Oy*

Kapasiteetin käyttöaste on tunnusluku, joka kuvaa rataosan varatun ajan prosentuaalista osuutta.

Junaviiveiden ja ratakapasiteetin käyttöasteen laskentamenetelmät

Työn aikana kehitettiin Suomen rataverkolta kerättyjen viivetietojen perusteella menetelmää, jolla voidaan ennustaa viiveiden muodostumista erityyppisillä rataosilla. Tässä työvaiheessa tehtiin useita regressioanalyyskejä, joiden avulla pyrittiin löytämään tarkka, mutta samalla helposti käytettävä laskentamenetelmä täsmällisyysvaikutusten arviointiin. Laskentamenetelmää on työssä pyritty muodostamaan erikseen yksi- ja kaksiraiteisille rataosille. Regressioanalyysin merkitsevät tekijät määritettiin vertaamalla niitä suureen määrään olemassa olevaa junien kulkutietoa. Vertailutiedot saatiin Liikenneviraston avoimesta datasta ja analyysi laadittiin erikseen yksi- ja kaksiraiteisille rataosille.

Vastoin ennakko-odotuksia yksiraiteisella rataosilla kapasiteetin käyttöasteella ei ollut merkittävää korrelaatioita viiveiden muodostumiseen. Sen sijaan rataosalla syntyvien viiveiden määrää voidaan arvioida tutkimuksen perusteella junien lukumäärän, junakohtausten lukumäärän sekä rataosalle siirtyvien junien lähtöviiveiden funktiona,



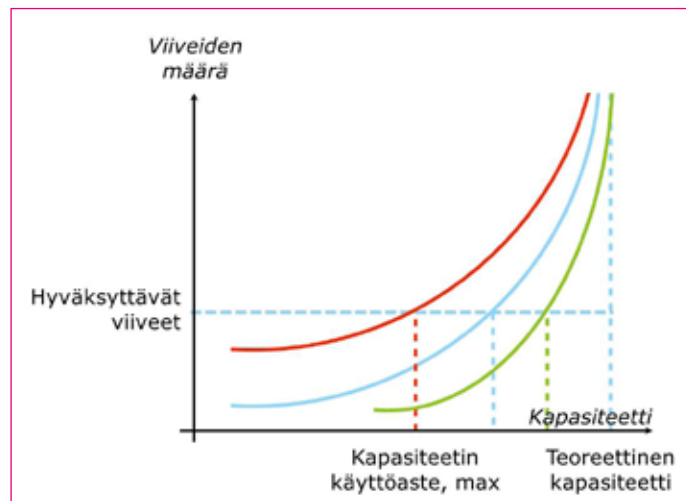
Esimerkki todellisen kulkutiedon analyysistä Oulun ja Kontiomäen välisellä rataosalla. Kuvassa esitetään rataosan suunniteltu aikataulu ja junien todellista kulkutietoa kolmen kuukauden ajalta. Kuva: TrenoLab.

jossa eri tekijät on painotettu painokertoimin, jotka määritettiin tutkimustyössä monivaiheisen regression avulla. Regressiossa hyödynnettiin todellista junien kulkutietoa usealta rataosalta yhden vuoden aikana. Menetelmä ottaa siten huomioon Suomen rataverkon ominaispiirteet ja kuvaa täsmällisyyttä Suomen olosuhteissa erittäin hyvällä tarkkuustasolla.

Viiveiden laskentamenetelmän rinnalla työssä kehitettiin kapasiteetin käyttöasteen laskentamenetelmää, jolla voidaan arvioida radan kuormittuneisuutta kokonaisvaltaisesti. Vastaavia laskelmia on tehty Suomessa jo pitkälti toistakymmentä vuotta, mutta laskentamenetelmät ja niiden tulkinta ovat vaihdelleet vuosien varrella projektista toiseen, koska yksiselitteistä laskentaohjeistoa ei ole aiemmin laadittu. Lisäksi tuloksia on tukittu oheistuksen puutteesta johtuen projektista riippuen hieman eri tavalla. Tässä työssä tarkennettu menetelmä pohjautuu kansainvälisen rautatieliiton (UIC) olemassa olevaan käyttöasteen laskentamenetelmään, jolloin se on vertailukelpoinen myös muiden maiden kapasiteettitarkastelujen kanssa. UIC:n menetelmää tarkennettiin erikseen yksi- ja kaksiraiteisten rataosien osalta, ja se ottaa huomioon kunkin rataosan ominaisia piirteitä, kuten eri junatyypin nopeuserot, opastinvälien lukumäärän ja aikataulun pelivaran.

Täsmällisyyden arviointi osaksi tulevaisuuden hankearviointeja

Työn lopputuloksena kehitettiin erikseen yksi- ja kaksiraiteisille rataosille laskentakaavat, joiden perusteella voidaan määrittää rataosalle investointien jälkeen muodostuvat junaviiveet ja edelleen vaikutukset liikenteen täsmällisyyteen. Toisena lopputuloksena työssä on laadittu yksityiskohtaiset laskenta- ja tulkintaohjeet ratakapasiteetin käyttöasteelle. Ohjeet on tehty tässäkin tapauksessa erikseen yksi- ja kaksiraiteisille rataosille.



Kapasiteetin käyttöasteen maksimiarvo riippuu rataosalle saapuvien junien lähtöviiveistä: jos junat siirtyvät rataosalle täsmällisesti ja etenevät suunniteltua ajonopeutta (vihreä linja), syntyy sama määrä viiveitä kuin pienemmällä junamäärällä, jotka liikennöivät epätasaisesti (punainen linja). Kuva: Trenolab.

Kaikki laskentamenetelmät ovat jatkossa hyödynnettävissä laajasti erilaisissa hankearvioinneissa ja laajemminkin pienemmissä tai yleispiirteisimmissä selvityksissä, joissa erilaisten infrastruktuuriparannusten aiheuttamia muutoksia kapasiteettiin ja täsmällisyyteen halutaan arvioida. Jatkossa täsmällisyyden arvioinnin ohjeistus on kaikkien käytettävissä ja se julkaistaan uutena liitteenä ratainvestointien hankearviointiohjeeseen. Tutkimusraportti julkaistaan lisäksi Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä -julkaisusarjassa vuoden 2018 alkupuolella.



SUNDSTRÖM



RAUTATEIDEN
RAKENTAMISPALVELUT
MEILTÄ!

WWW.SUNDSTROMS.FI

Riihimäki–Tampere-rataosan tarveselvitys

Lähtökohtia

Helsinki–Hämeenlinna–Tampere-käytävä on koko Suomen vahvimpia kasvukäytäviä. Keskeinen osa kasvukäytävän liikennejärjestelmää on päärata Helsingin ja Tampereen välillä. Rata kuuluu myös TEN-T-verkon ydinverkkoon.

Pääradan Riihimäki–Tampere-rataosa on vilkasliikenteinen kaksiraiteinen rataosa, jolla sekä henkilö- että tavaraliikenteen ennustetaan tulevaisuudessa kasvavan. Voimakkainta kasvu on henkilöliikenteessä. Henkilöliikenteen kasvu heikentää tavarajunien liikennöintimahdollisuuksia ja vaikeuttaa häiriötilanteiden hallintaa.

Noin 120 kilometriä pitkän rataosan toimintavarmuuden ja riittävän välityskyvyn varmistaminen tulee vaatimaan tulevaisuudessa toimenpiteitä.

Kuitenkin selkeä kokonaiskuva tarvittavista toimenpiteistä sekä niiden ajoituksesta ja kustannuksista on puuttunut. Myös juna-liikenteen nopeuttamista koskevia kysymyksiä on nostettu usein esille.

Riihimäen ja Tampereen välistä rataosaa koskeva tarveselvitys käynnistettiin alkuvuonna 2017. Selvitys valmistuu tammikuussa 2018.

Liikenne-ennusteet ja liikenteen toimivuustarkastelut

Liikenteen toimivuustarkasteluja varten laadittiin liikenne-ennusteet henkilö- ja tavaraliikenteelle. Tampereen seudun lähijunaliikenteen osalta lähtökohtana käytettiin Tampereen kaupunkiseudun määrittämiä palvelutasotavoitteita.

Liikenteen toimivuustarkastelut tehtiin iltapäivän ruuhkatunneille, jolloin junamäärä on suurin. Lisäksi yöajan tuntien tarkastelulla on selvitetty tavaraliikenteen toimintaedellytyksiä ja kunnossapidon työrajojen riittävyyttä. Tarkasteluajakäänne ulottuu selvityksessä vuoteen 2040 ja välitarkasteluja on tehty vuodelle 2025.

Toimivuustarkastelujen lähtökohdaksi otettiin, että rataosalla tulee olla mahdollista liikennöidä kolmas tunnitainen kaukojuna. Lisäksi tavoitteena oli, että tavarajunia tulee pystyä liikennöimään myös ruuhkaisimpien tuntien aikana.

Toimenpidepolku ja toimenpiteiden kustannukset

Tarveselvityksessä on hahmoteltu seuraavaa kehittämissuuntaa:

- Tarve uusille ohituspaikoille on jo nykytilanteessa tavaraliikenteen toimintaedellytysten ja rataosan häiriönsietoisuuden parantamiseksi.
- Tampereen henkilöratapihan kehittämiseksi on myös todettu olevan tarve jo nykytilanteessa. Kehittämistoimenpiteitä vaaditaan viimeistään kun lähijunaliikennettä aletaan kehittää.



*Erika Helin
Liikennevirasto*

*Tuomo Lapp
Ramboll Finland Oy*

- Kolmas raide on todettu tarvittavan ensisijaisesti välillä Riihimäki–Toijala (Akaa). Se parantaa merkittävästi tavaraliikenteen liikennöintimahdollisuuksia ja mahdollistaa kaukojunien määrän lisäämisen.
- Kolmas raide välillä Toijala (Akaa) – Sääksjärvi (Lempäälä) mahdollistaa tavaraliikenteen siirtämisen koko matkalla omalle raiteelle. Se mahdollistaa myös Tampereen kaupunkiseudun lähijunaliikenteen puolen tunnin vuoroväliä.
- Neljäs raide välillä Lempäälä–Tampere ei ole välttämätön kaukoliikenteen ja tavaraliikenteen kasvuennusteilla. Neljäs raide mahdollistaisi lähijunaliikenteen vuorotarjonnan huomattavan kasvattamisen.

Alustavien kustannusarvioiden mukaan uusien ohituspaikkojen kustannukset ovat noin 5–10 M€/paikka. Kolmannen raiteen kustannusarvio Riihimäen ja Toijalan välille on 370 M€ sekä Toijalan ja Sääksjärven välille 185 M€. Tampereen henkilöratapihan kehittämiskustannukset ovat 31 M€.

Liikenteen nopeuttaminen

Rataosan välityskykyä lisäävät toimenpiteet eivät suoranaisesti nopeuta liikennettä. Ne tuovat parannuksia toimivuuteen ja välityskykyyn, joka mahdollistaa junien lisäämisen.

Rataosan geometria mahdollistaa suurimmalla osalla matkaa 200 km/h nopeustason tavanomaisella kalustolla. Rataosalla on kuitenkin useita kohtia, joissa nopeusrajoitus on alhaisempi. Tarveselvityksessä on tarkasteltu geometrian parantamista siten, että IC-kalustolla olisi mahdollista kulkea nykyistä enemmän 200 km/h. Lisäksi on tarkasteltu geometriamuutoksia, joilla tulevaisuudessa mahdollistettaisiin 220 km/h tai 250 km/h -nopeustasot.

Ratageometrian parantamisen kustannukset ovat vaihtoehtodista riippuen arviolta 155–295 M€. Parantamisen on todettu vähentävän nykyisten nopeimpien junien matka-aikoja 6–11 minuuttia.

Hankearviointi

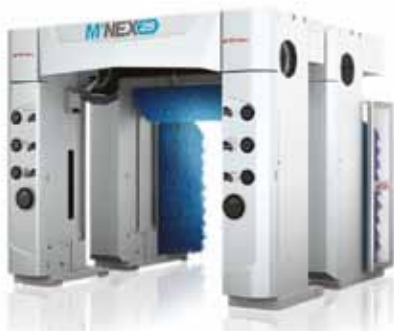
Tarveselvityksessä määritetyille hankevaihtoehdoille laaditaan Liikenneviraston ratahankkeiden arviointiohjeen mukainen hankearviointi. Arvioitavat vaihtoehdot ovat:

- Ve 1: uudet ohituspaikat
- Ve 2: uudet ohituspaikat ja kolmas raide välillä Riihimäki–Toijala
- Ve 3: uudet ohituspaikat ja kolmas raide välillä Riihimäki–Tampere
- Ve 4: uudet ohituspaikat ja rataosan nopeuttaminen 200 km/h

- Ve 5: uudet ohituspaikat ja rataosan nopeuttaminen
220 km/h
 - Ve 6: uudet ohituspaikat ja rataosan nopeuttaminen
250 km/h
- Alustavasti paras yhteiskuntataloudellinen kannattavuus saavutetaan vaihtoehdossa Ve 4. Hankearviointi on kuitenkin vielä kesken ja se valmistuu tammikuussa 2018.

Uutuutena Istobal harjapesukoneet henkilöautojen ja raskaan kaluston pesuun!

ISTOBAL



**KAUTTAMME MONIPUOLINEN VALIKOIMA
KORKEALAATUISIA PESUAINEITA KALUSTON PESUUN**

MAER
IDROPULITRICE

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

Keskuojankatu 5
FIN-33900 Tampere
www.tampereenpesuainepalvelu.fi



Ratapromenadi

Intercity tuo ja Intercity vie pikkupomon pääkaupunkiin ison pomon luo. Nyt monet junamatkat on korvattu videoneuvotte- luilla ja etätöillä. Suihkussa kukaan ei vielä voi käydä toisen puo- lesta. Pääkaupunki on Suomen vanha Turku. Sinne jo kolmatta kertaa Intercity ja muutkin junat vievät pikkupomot Logomoon rautatieseminaariin sanan kuuloon. Siellä isot pomot näyttävät ensin vaunun paikan ja kertovat, missä mennään, mitä kuuluu ja kuka käskää. Suuri yleisö etsii lohtua toisistaan, tapaa tuttuja ja kyselee, mitä kuuluu. Aikaisemmin Turussa on rataseminaarien aikaan ollut kylmää kyytiä eli pakkaneen. Nyt Turussa on uusi kau- punginjohtaja. Onneksi lohtutorttua ja kahvia tarjotaan jo ennen avajaispuheita.

Ennen, kun rattijuoppoudesta rangaistiin työsiirtolapalve- lulla, pikkupojat ylpeinä esittelivät isiensä ammatteja. Pekka ker- toi isänsä olevan insinööri, joka suunnittelee lentokoneita. Matin isä oli lentäjä. Kalle sanoi hieman nolona, että teidän isillä ei olisi mitään käyttöä ilman hänen isäänsä, joka on Seutulassa rakenta- massa lentokenttää. Rataseminaarissakin lounaan jälkeen pääs- tään moneen junaan ja vaunuun kuulemaan ja keskustelemaan juna-asioista.

Kestävässä liikkumisessa on otettava huomioon ilmastot, vesistöt ja maankäyttö. Liikkeestä syntyy kolinaa ja tärinää, joita täytyy hillitä eri keinoin. Lujaa liikkuvalla junalla pitää ajaa hiljaa. Junien pitää mahtua maalle ja kaupunkiin ja juniin pitää mahtua. Junan ikkunasta kaivataan kauniita näkymiä. Valtion ja kuntien on syytä somistaa asemia ja radanvarsia jopa maan alla. Riihi- mäellä asia on oivallettu. Siellä on muuten lähes tyhjässä matka- keskuksessa taidenäyttelytila nimeltään Tärinägalleria.

Moni junaonnettomuus on aiheutunut siitä, että juna on kul- kenut, mutta tieto ei. Niinpä nyt käydään keskustelua mobilitee- tista, viestintäliikenteestä ja häiriöviestinnästä rautateillä. Infoa ja tietoturvaa kaivataan junien sekä junamatkustajien ohjailuun. Radan ja junan välinen vuorovaikutus on tärkeä varsinkin lehtike- leillä. Sähköisessä liikenteessä vika on usein johdossa. Liikkuvaa kalustoa valvovat pian peltipoliisit. Liikennevirastosta kerrotaan, miten rautatieohjeet uudistuvat.

VR ei enää ole ollut radoilla yksin. Mukana on uusia yrittäjiä. Aina vain kiskoille tullaan luvatta tasoristeyksissä. Sopusijaa antaa sijaa ja on vain sovittava kenen kiskoilla kuljet ja kenen koneilla. Ohjesääntöjä tulee ulkomailta asti. Inhimillisistä tekijöistä puhu- taan vielä jälkijunissa seuraavana päivänä. Kotiin halukkaat pää- sevä Helsinkiin kruununkyydillä. Toiminta on niin läpinäkyvää, ettei kenenkään tarvinne palailla henkilöauton takakontissa.



Seinäjoki–Oulu-tasonnostohanke on valmistunut. Kuva Markku Nummelin.