

Rautatie- TEKNIikka 1-2012

Rautatiealan Teknisten Liitto RTL ry

Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu



Lehden teemana

RATA 2012 -SEMINAARI

Esitysten tiivistelmät sivuilla 9-66



Mipro - luotettava osaaja ja yhteistyökumppani.

Älykkäät kokonaisratkaisut takaavat turvallisen ja tehokkaan liikenteenhallinnan.



www.mipro.fi



RATARAKENTAMISEN VAHVIN BETONIOSAAJA

Lujabetonin vahvasta betonitietämyksestä on hyötyä tilaajalle ja rakennuttajalle. Asiakkaiden käytössä on laaja tuotevalikoima, tekninen tukemme, logistiikan kokonaispalvelu sekä tarkka raportointi.

Kannattaa ottaa yhteyttä vahvimpaan betoniosajaan!

Lujabetoni
VAHVIN BETONIOSAAJA

Lujia Infratuotteitamme:

- ratapölkkyt
- tasoristeuselementit
- paalut
- sähköistyspylväiden perustukset
- kaapelikourut
- laiturielementit
- tukimuurit ja paljon muuta...

p. 020 789 5500, www.lujabetoni.fi



Toimitamme tuotteita jotka parantavat radan kunnossapitokoneiden toimintavarmuutta.

- Panssariteräksset
- Kulutusteräksset
- Kulutushitsauslisäaineet
- Korjaushitsauslisäaineet

somotec

- hallitsemme kulumista -

puh. 0207 969 240 | www.somotec.fi



Laadukasta maaperän mittausta

AUTOMAATTISET MITTAUKSET

- parantavat turvallisuutta
- ovat kustannustehokkaita
- mittaustulokset internet-palveluun
- hälytykset matkapuhelimeen ja sähköpostiin

Huokospaineen nopea nousu paalutustyömaalla voi aiheuttaa maaperän kantavuuden romahtamisen.

AUTOMAATTINEN HUOKOSPAINEMITTAUS

- varoittaa ajoissa huokospaineen noususta
- antaa aikaa ennakointia varten

Pienikin siirtymä voi olla turvallisuusriski.

SIIRTYMÄMITTAUS AUTOMAATTI-INKLINOMETRILLÄ

- varoittaa ajoissa maaperän liikkeistä
- ilmoittaa siirtymät ennakointia varten

Tarjoamme täyden palvelun mittalaitteiden asentamisesta aina raportointiin saakka.

FinMeas

Valvomme puolestasi.

p. 040 715 3264 | email: info@finmeas.com | www.finmeas.com

www.vrtrack.fi

Sähkörakentaminen ja -kunnossapito

- sähkö- ja turvalaitteet
 - erikoisalueena rautatietekninen osaaminen ja liikennetekniikka
 - oman työn varmennusoikeus, sertifikaatit ISO 9001, ISO 14001 sekä OHSAS 18001
- Ratapihantie 6, 00520 Helsinki
Vaihe 0307 10

VR TRACK



MAA- JA VESIRAKENNUSTYÖT

Kappelintie 4, 68620 PIETARSAARI, puh. (06) 7232 800

Rautatie- TEKNIikka

Rautatietekniikan johtava ammattijulkaisu

Aikakauslehtien liiton jäsen

24. vsk

ISSN-L 1237-1513

ISSN 1237-1513 (painettu)

ISSN 2242-3893 (verkkojulkaisu)

Julkaisija:

Rautatiealan Teknisten Liitto RTL ry

Päätoimittaja:

Hannu Saarinen

Puh. 040 537 8080

hannu.saarinen@ppe.inet.fi

www.rautatietekniikka.fi

Toimittajat:

Juha Kansonen

Sirkka Wecksten

Matti Maijala

Tapio Peltohaka

Talous:

Erkki Kallio

Ilmoitukset:

Varparus Oy, Esko Vartiainen

Puh. 0400 508 450

(09) 682 3711

esko.vartiainen@varparus.fi

Mäntytie 5, 00200 Helsinki



*Kannen kuva:
Markku Nummelin*

*Sivunvalmistus: Kustannus Oy Puolangan DTP, Puolanka-lehti.
Painopaikka: KS Paino Oy, Kajaani 2012*

25 vuotta kotimaisia
Osborne
-tietokoneita



Oy Mikrolog Ltd
PL 45, 02271 Espoo, Finland
Puh: 0424 7401 • www.mikrolog.fi

mikrolog

LAADUKASTA MAANRAKENTAMISTA 40 VUODEN KOKEMUKSELLA

Koneurakointi
AUTIO OY
ALAHÄRMÄ



www.koneurakointiautio.fi

Rakennusurakointi
Eero Latomäki Oy

**SILTOJEN RAKENTAMISTA
JA KORJAUSTA**

Messukylänkatu 46, 33700 TAMPERE p. 0400 535 064

Tässä numerossa:

Tervetuloa Rata 2012 -seminaariin.....	5
Tervetuloa Hämeenlinnaan	6
Pääkirjoitus.....	7
Matkustajien odotukset ja tarpeet.....	9
Rautatiejohtajat ja heidän aikansa	10-11
Suomen Valtionrautateista Euroopan Rautateihin	12-13
Kilpailu rautateillä eilen, nyt ja tulevaisuudessa.....	13-14
Helsingin ratapiha ennen, nyt ja tulevaisuudessa	15
Rautatieasema lentoasemalle	16
Liikenneviraston hiilijalanjälki.....	18
Liikenneviraston ympäristöhaasteet radanpidon näkökulmasta... ..	19
Raideliikennemuotojen asema edullisuus- ja kannattavuustarkasteluissa	20-21
Rataverkon käytettävyyden mittarit - mitä ne ovat ja mihin niitä tarvitaan?.....	21-22
Täsmällisyyttä on johdettava	23-24
Rautatieliikenteen aikataulun palvelutasotekijät	26-27
Mallintamisen ja visualisoinnin käyttö radan kunnossapidossa	28-29
Routimisen ehkäisy, käytetyt menetelmät ja niiden toimivuus.....	30-31
Rautatietekniikkaa 150 vuotta - rautatietekninen kehitys vuosien saatossa	32
Uusien opastintyyppien käyttöönotto	34-35
Kokemuksia uusien turvalaitteiden käyttöönotosta Kirkkonummi - Karjaa-välillä.....	35-37
Liikenteelliset simuloinnit sähköratasuunnittelun apuna ..	38
Raidegeometrian opas	39
Teräksiset rautatiesillat.....	40-41
Kehärata, Koivukylän rautatieristeyssillan rakennussuunnittelu.....	42-43
Tutkimusohjelma Elinkaaritehokas RATA (TERA), tilanne ja tuloksia	43-44
Eurokoodien rakenteelliset vaikutukset rautiesiltoihin ..	46-47
Kiskovikatiedon hallinta ja vaihteiden ultraäänitarkastus.	47-48
Liikenneviraston riskienhallinnan ohjeistus - Esiselvitys nykytarpeista ja kehittämistarpeista.....	49-50
Rataosan Seinäjoki - Oulu 2008 - 2011 rakentamis- aikainen riskienhallinta.....	50-51
Valtatie 5 parantaminen välillä Päivärinta - Vuorela.....	52-53
Ilmoitetun laitoksen menettelyt rautatiehankkeissa	54-55
Riippumaton turvallisuusarviointi (ISA) - kokemukset ja lisäarvot rautatiehankkeissa	56
Raiteisto- ja linjakaavio sekä reittikirja paikantamisen apuvälineenä	58-59
Häiriötilanteiden hallinta.....	60
Dynaamisen liikennetiedon hyödyntäminen liikenteenhallinnan palveluissa.....	61-62
Liikenteenhallintajärjestelmien älykäs integraatio	63-64
Matkustajainformaatio tänään ja tulevaisuudessa.....	64-65
Total renewal of the Danish signalling infrastructure	66

Tervetuloa Rata 2012 –seminaariin!

*Markku Nummelin
Rata 2012 –seminaarin
johtoryhmän
puheenjohtaja
Liikennevirasto*



Suomen ensimmäisen rautatien valmistumisesta tulee 2012 kuluneeksi 150 vuotta. Säännöllinen junaliikenne Helsingin ja Hämeenlinnan välillä aloitettiin 17.3.1862. Tätä päivää pidetään Suomen rautateiden syntymäpäivänä. Liikenneviraston järjestämä Rata 2012 –seminaari aloittaa tämän juhluvuoden lukuisat tapahtumat.

Rautateiden juhluvuodesta johtuen tämä seminaari painottuu erityisesti rautateiden ja yhteiskunnan vuorovaikutukseen. Rautatietekniikka ja turvallisuus ovat myös tärkeitä painopisteitä. Monet nykyiset maamme kaupungit ovat syntyneet rautateiden vaikutuksesta. Jopa pienenkin kylän valikoituminen risteysasemaksi saattoi mullistaa paikkakunnan kehityksen. Näin ovat kehittyneet mm. Hyvinkää, Riihimäki, Kouvola, Pieksämäki ja Seinäjoki. Satamiin vievät rautatiet ovat olleet puolestaan edellytys kaikkien suurempien satamien kehitykselle. Uusi ilmiö on ratojen päälle rakentaminen. Yhdyskuntarakennetta halutaan tiivistää ja toisaalta tarjota hyvät joukkoliikenneyhteydet uusille tapahtuma- ja liiketoimintapaikoille. Kaupunkialueilla rautateiden ja maankäytön yhteys on korostumassa uudelleen, kun henkilöliikennettä pyritään ohjaamaan joukkoliikenteelle.

Vaikka lähtökohtana on historia, rautateiden ja seminaarin katse on tulevaisuuteen. Lähitulevaisuuden haasteita ovat mm. kapasiteetin lisäys Etelä-Suomen vilkkaimmilla radoilla ja tasoristeysten vähentäminen muualla Suomessa. Kapasiteettia hankitaan lisää lisäraiteilla ja opastinjärjestelmän muutoksilla. Turvallisuutta parannetaan entisestään täydentä-

mällä liikkuvan kaluston automaattista valvontalaiteverkostoa. Kehärata tuo mukanaan myös uutta teknologiaa, mm. uuden opastinjärjestelmän ja virranottoon kiinteän ajojohdon. Liikenneoperaattorit ovat puolestaan käynnistämässä suuria veturitilauksia, niin sähkö- kuin dieselvetureitakin.

Tämän seminaarin dokumentointi on tehty hyvässä yhteistyössä Rautatietekniikka-lehden kanssa. Aikaisemmin Rataseminaarien esitelmät on julkaistu seminaarin jälkeen ilmestyneessä Rautatietekniikka-lehdessä, mutta tällä kertaa aineisto on luettavissa jo itse seminaarissa.

Vuoden 2012 aikana on varmasti antoisaa osallistua myös tuleviin juhlatapahtumiin. VR tulee järjestämään lukuisia asematapahtumia eri puolilla Suomea. Liikenneviraston rakennuttama ratainfraanäyttely avataan Hyvinkäällä Suomen Rautatiemuseossa kesän alussa. Näyttelyyn kuuluu myös uusi vanhanhenkinen matkustajalaituri Hangon radan varressa. Suurelle yleisölle ja varmasti myös ulkomaalaisille vieraille päätapahtuma on viikonloppuna 11.–12.8.2012, jolloin Hyvinkäällä on laajennetut kaksipäiväiset Rautatiemuseopäivät, rautateiden 150-vuotiskalustonäyttely ja samanaikaisesti Hyvinkää–Karjaa-radalla on suuri museojunaliikennetapahtuma. Suomen kapearaiteisten rautateiden historiaa juhlitaan puolestaan laajasti Jokioisten Museorautatiellä 28.–29.7.2012. Suomessa on ollut peräti runsaat 350 veturivetoista kapearaiteista rautatietä. Näistä ensimmäinen avattiin 1891.

Antoisaa seminaaria ja hyvää rautateiden juhluvuotta 2012!

RATA 2012 -SEMINAARI

Tervetuloa Hämeenlinnaan



Tapani Hellstén
Kaupunginjohtaja



Hämeenlinnan alueella Vanajaveden rannoilla on ollut runsasta asutusta rautakaudesta lähtien. Hämeen linna perustettiin 1200-luvun loppupuolella ja sen ympärille syntyi asutusta, linnakylä. Ensimmäisen kerran Hämeenlinnan nimi suomenkielisenä tunnetaan vuodelta 1413 ja kaupunkioikeudet se sai vuonna 1639. Nykyiselle paikalleen kaupunki siirrettiin 1700-luvun loppupuolella.

1862 Hämeenlinna yhdistettiin maan pääkaupunkiin rautatiellä, samoihin aikoihin alkoi vilkas höyrylaivaliikenne Vanajavedellä. 1800-luvun Hämeenlinna oli idyllinen koulu-, hallinto- ja varuskuntakaupunki ja sen teollinen kehitys alkoi varsin myöhään. Hämeenlinnan kasvun perustekijänä on ollut edullinen sijainti ja sen myötä lyhyet etäisyydet Etelä-Suomen suuriin kaupunkeihin. Todelliset suuret muutokset asukasmäärään tulivat toisen maailmansodan aikana ja sen jälkeen, jolloin Hämeenlinnaa kasvattivat siirtoväki, alueliitokset ja suuri maaltamuutto 1960 - 1970 -luvulla.

1.1.2009 Hauho, Hämeenlinna, Kalvola, Lammi, Renko ja Tuulos liittyivät kuntaliitoksen kautta yhteen yhdeksi kaupungiksi, uudeksi Hämeenlinnaksi. Kaupungin maa-alue kasvoi yli 10-kertaiseksi ja asukasluku on nykyään noin 68 000. Kertaheitolla Hämeenlinnasta tuli Suomen toiseksi maatalo-

usvaltaisin kunta ja myös toiseksi kesämökkivaltaisinkin kunta.

Höyrylaivat ovat Vanajavedeltä poistuneet samoin höyryjunat sen viertä kulkevalta pääradalta. Työmatka- ja muu liikenne on siirtynyt maalle; moottoritielelle ja rautatielle. Kuntaliiton ARTTU-tutkimusohjelman mukaan noin 23 % Hämeenlinnan työllisestä työvoimasta käy päivittäin, pendelöi, muualla töissä ja hyvin useat käyttävät työmatkaansa junaa. Tämän kyllä huomaakin erittäin hyvin Hämeenlinnan rautatieaseman laajoilla parkki- ja pyöräparkkipaikoilla aamuisin. Rautatieaseman läheisyyttä tiedustellaan usein kun suunnitellaan muuttoa Hämeenlinnaan ja esim. Sairionrannan asuinalueen asukkaista reilu kolmasosa on muuttanut muualta, erityisesti pääkaupunkiseudulta, ja valinnut kyseisen alueen juuri rai-deyhteyksien läheisyyden vuoksi. Samantyyppistä kehitystä on havaittavissa Keinusaaren alueella.

Suomen rataverkon ensimmäinen rataosuus avattiin 1862 välille Helsinki – Hämeenlinna. Osuus on nykyään osa Suomen merkittävintä junareittiä eli Suomen päärataa – kuten mielestämme oikein onkin. Tuhattahdeksansataaluvun puolivälin jälkeinen leppoisa 25 km:n matkavauhti on nyt jotain aivan muuta mutta edelleen reitti antaa mahdollisuuden rentoutua hetkeksi radan kuljetettavaksi – olla vaan – matkalla.

PÄÄKIRJOITUS

Rautateiden juhlaa ja arkea

Alkanutta vuotta vietetään monin eri tilaisuuksin maamme rautatieliikenteen 150-vuotisen taipaleen juhla-vuotena. Rata 2012 -seminaari on juhluvuoden avaus-tilaisuus. Seminaarin erityisteemana on Rautatiet Suomessa 150 vuotta.

Rautatietekniikka-lehti on ollut mukana joka toinen vuosi järjestetyssä seminaarissa aina vuonna 2000 järjestetystä ensimmäisestä tilaisuudesta lähtien. Lehden toimituskunnassa olemmekin jo vuosia linjanneet tärkeimmäksi tehtäväksemme rautatietekniikasta tiedottamisen kaikille sitä haluaville, siksi olemme myös mukana Rata -2012 seminaarissa.

Myös teknisten järjestöt ovat nähneet jo monia vuosia tärkeänä keskinäisen tiedon välittämisen ja ammattitaidon ylläpitämisen. Ehkäpä juuri siksi, että teknisen henkilökunnan kiinnostus uuteen tekniikkaan on aina ollut huomattavaa. Tästä ovat hyvinä esimerkkeinä jo vuonna 1958 järjestetyt rautatietekniset opintopäivät, joille osallistui 151 teknillisissä tehtävissä toimivaa virkamiestä. Päiville oli varauduttu ottamaan noin 80 osanottajaa, mutta tämä osoittautui varsin varovaiseksi arvioksi ja lopullinen osanottajamäärä oli lähes kaksinkertainen. Samoin on käynyt Rata-seminaarien kanssa. Osanottajamäärät kerta kerran jälkeen ovat yllättäneet järjestäjät. Kiinnostuksiin ovat vaikuttaneet epäilemättä päivien ohjelmat, jotka ovat käsittäneet arvostettujen asiantuntijoiden esitelmiä. Jo 1980-luvun lopulla VR:n teknisten järjestämä seminaari kokosi VR:n pääkonttorin ison kongressisalin täyteen alan asiantuntijoita ja maamme poliittista johtoa luotaamaan rautatieliikenteen tulevaisuutta.

*Hannu Saarinen
päätoimitaja
Rautatietekniikka-lehti*



Päätös rautateiden rakentamisesta Helsingistä Hämeenlinnaan tehtiin vuonna 1857. Rakentaminen aloitettiin saman vuoden maaliskuun alussa (eli noin 155 vuotta sitten). Tehtävä oli uusi työtä johtaville rautateiden henkilöille. Useat heistä eivät olleet koskaan edes nähneet rautateitä, mutta ahkeralla asioihin paneutumisella ja opiskelulla ratoja alkoi syntyä yhä paranevalla vauhdilla.

Radan rakentaminen ja rautatietekniikka ovat muuttuneet alkuaajoista tähän päivään huomattavasti. Kehitys kulkee jatkuvasti eteenpäin, monesti arkisia ratkaisuja tehden.

Rautatietekniikka-lehti haluaa olla mukana myös tässä kehittyvässä rautatiemaailmassa ja omalta osaltaan olla jakamassa tietoa rautatietekniikasta. Myös lehtemme tulee juhluvuoden kunniaksi uudistumaan niin toimituskunnan kuin sisällönkin osalta.

Ilman hyviä yhteistyökumppaneita lehden tekeminen olisi huomattavasti vaikeampaa. Haluankin esittää koko lehden toimituskunnan puolesta vilpittömät kiitokset niin Liikennevirastolle kuin niille lukuisille yhteistyökumppaneillemme, jotka mahdollistavat rautatieteknisen tiedon välittämisen laittamalla artikkeleita lehtemme ja mainostamalla tuotteitaan. Tehkäämme yhdessä yhä parempaa ja mielenkiintoisempaa tiedonvälitystä.

Juhlien jälkeen seuraa arki. Olkaamme kaikki yhdessä viemässä ajatusta rautatieliikenteen merkityksestä eteenpäin. Toivottavasti myös tulevaisuudessa Rataseminaarin kaltaisilla tilaisuuksilla on oma tehtävänsä koota yhteen rautatietekniikan piirissä toimivat keskinäisen tiedon välittämiseksi.

ASIAKASTA VARTEN

Matkustajien odotukset ja tarpeet

Päivi Timonen
tutkimusjohtaja
Kuluttajatutkimuskeskus



Aktiivinen kuluttajuus ja kuluttajavaikuttaminen on kytkeytynyt yhteen kautta historian. Modernin, globalisoituvan kulutusyhteiskunnan kuluttajuuteen liitetään sekä kysymykset eettisistä että vastuullisista valinnoista. Muun muassa liikkumisen valinnoista on tullut julkisia kannanottoja ja osa poliittista käyttäytymistä.

Yhteiskunnassa junaliikenteen käyttöön yhdistyy näkemys vastuullisesta ja ekologisesta kuluttajuudesta. Seuraavassa näitä myönteisiä odotuksia verrataan palvelua käyttäneiden kuluttajien kokemuksiin.

EU:n komissio seuraa markkinoiden toimivuutta sekä sisämarkkinoilla että jäsenmaittain uusien indikaattorien avulla. Indikaattoreita varten kerätty aineisto on hyödynnettävissä kuluttajapolitiikan lisäksi myös monissa muissa elinkeinopolitiikkaan, eri toimialoihin ja yritystoiminnan kehittämiseen liittyvissä yhteyksissä. Market Performance Indicator (MPI) perustuu vuosittain tehtävään kyselytutkimukseen 51 toimialan palveluita ja tavaroita käyttäneiden kuluttajien kokemuksista ja tyytyväisyydestä. Jokaiselta toimialalta haastatellaan 500 käyttäjää maittain. MPI sisältää tietoja ongelmien yleisyydestä, valitusaktiivisuudesta, odotuksenmukaisuudesta ja tarjonnasta. Liikenteen toimialoista mukana ovat junaliikenne ja yhdistettynä raitiovaunu-, bussi- ja metrolinjat.

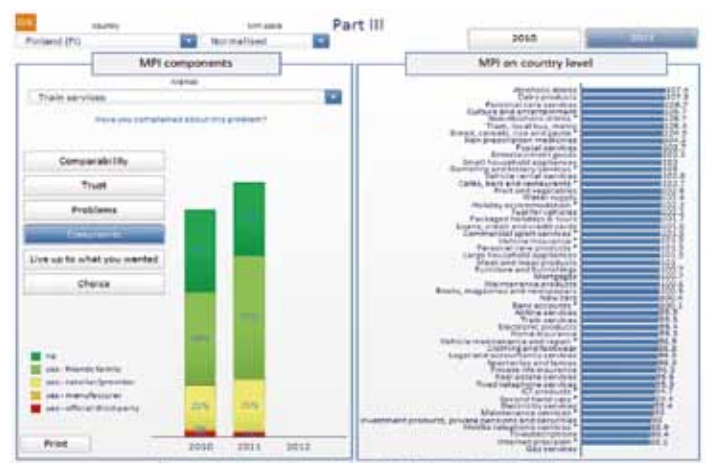
Suomessa liikennepalvelujen käyttäjillä on merkittävästi enemmän koettuja ongelmia junaliikenteessä kuin muussa julkisessa liikenteessä. Junien käyttäjistä lähes joka viides on kokenut ongelmia. Muussa julkisessa liikenteessä ongelmia on ollut noin yhdellä kahdestakymmenestä. Odotuksiin vastaamisessa erot eivät olleet yhtä suuria. Joka neljäs käyttäjä koki, että junaliikenne on vastannut odotuksiin heikosti. Muussa julkisessa liikenteessä odotuksia heikompa toiminta on ollut joka viidennen mielestä. Tulokset kertovat siitä, että palvelujen käyttäjät sopeuttavat odotuksensa markkinoiden toimintaan. Oma toimintaa on opittu sopeuttamaan toimialan tapoihin.

Julkisena kannanottona voidaan pitää tyytymättömyyttä junaliikenteeseen silloin, kun kysytään onko toimialalla riittävästi tarjontaa. Lähes puolet junaliikenteen käyttäjistä oli sitä mieltä, että toimialalla ei ole riittävästi palvelun tarjoajia, joista kuluttajat voisivat valita. Muussa julkisessa liikenteessä tarjontaan tyytymättömiä oli joka viides.

Julkisen liikenteen vertailussa käyttäjien kokemukset ju-

naliikenteestä olivat kriittisempiä kuin kokemukset muusta julkisesta liikenteestä. On kuitenkin huomattava, että kautta Euroopan junaliikenne on ongelmallinen toimiala. Tarkasteltaessa Suomen markkinoiden toimintaa suhteessa EU:n keskiarvoon junaliikenne toimii Suomessa merkittävästi paremmin kuin EU:ssa keskimäärin.

Käyttäjäkokeuksia kuluttajamarkkinoiden toimivuudesta voidaan junaliikenteen kehittämisessä käyttää kahdella tavalla. Ensiksi tietoja voidaan käyttää toiminnan arvioinnissa ja kehittämisessä. Ne lisäävät ymmärrystä tuotteiden vertailtavuudesta, asiakaspalautteesta sekä kyvystä vastata odotuksiin. Toiseksi ne auttavat kehystämään kuluttajan valintojen vaikutuksia ympäröivään yhteiskuntaan. Kuluttajat sopeutuvat toimialan tarjontaan, mutta kansalaisina he saattavat kanavoida tyytymättömyytensä vaatimuksiin kilpailun lisäämiseen.



Suomessa junaliikenteessä ongelmia kokeneista (noin joka viides) jokaista tehtyä valitusta kohden on kaverille valitettu kaksi kertaa ja valittamatta jätetty kerran.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Rautatiejohtajat ja heidän aikansa



*Martti Kerosuo
Valt.lis.*

Tiehallinnon istuntosalin seinällä oli laitoksen pääjohtajien muotokuvat ja niistä on tehty pieni kirjanen 1980-luvulla. Rautatiehallituksen istuntosalin muotokuvista sen sijaan ei ole mitään esitettä. Ajattelin täyttää tätä puutetta – olenhan itsekkin työskennellyt näiden herrojen ”silmiä alla” lähes 8 vuotta VR:n johtoryhmän sihteerinä aina tiistaisin vuosina 1987-95. Alustuksessa käsitellen kaikkia pääjohtajia ainakin lyhyesti, mutta tässä tiivistelmässä olen joutunut keskittymään vain tiettyihin aikajaksoihin ja henkilöihin.

Rautateiden isähahmot

Englannissa rautateiden syntyyn liitetään George Stephenson ja Ruotsissa Nils Ericson. Meillä Suomessa ei ole perinteisesti nimetty ketään rautateiden isäksi. Ehkä eniten esillä on ollut J.V.Snellman, joka piirteli hahmotelmia rataverkosta jo 1850-luvulla. Ketkä siis vaikuttivat rautateiden syntyyn ja rakensivat ensimmäiset radat. Nikolai I:n valtakaudella Suomessa oli saatu tehtyä päätös Saimaan kanavan rakentamisesta ja se valmistui vuonna 1856. Rautatiet olivat aloittaneet muualla voittokulkunsa jo 1830-luvulla, mutta Krimin sota viivytti hanketta meillä entisestään. Sodan kestäessä valtaan nousi Nikolain poika Aleksanteri II. Hän ymmärsi, että hävityn sodan jälkeen Venäjää on kehitettävä avoimempaan suuntaan. Näin keisarin vaihtuminen vuonna 1855 ja sodan loppuminen 1956 toivat uusia tuulia Suomeenkin ja rautateiden varsinainen suunnittelu alkoi.

Radan suunnitteli ja rakensi tie- ja vesikulkulaitosten ylihallitus (aiemmin insinöörrikunta), joka siis vastasi kaikkien

kulkuväylien rakentamisesta ja ylläpidosta. Ylihallitus oli sotilaallisesti organisoitu ja insinöörit olivat sotilaskasvatuksen saaneita. Ylihallituksen johtajana oli yleensä itse kenraalikuvernööri, joskin käytännössä toimintaa johti ylihallituksen päällikkö.

Hämeenlinnan radan suunnittelua ja rakentamista johti ylihallituksen päällikkö, myöhemmin kenraali Knut Stjernvall (1819-99), joka oli jo ollut rakentamassa Pietari – Moskova-rataa. Hänen apulaisenaan työskenteli luutnantti Georg Adolf Strömberg (1823-1906), joka mm. kartoitti radan linjauksen kävelemällä. Hänestä tehtiin liikenteen alkaessa rautateiden ensimmäinen johtaja. Vuonna 1877 perustettiin Rautatiehallitus ja Strömbergistä tuli nyt Rautatiehallituksen ylitirehtööri. Tässä tehtävässä hän olikin lähes koko loppuelämänsä 80-vuotiaaksi. Vuodesta 1877 alkaen ainoastaan uusien ratojen suunnittelu ja rakentaminen säilyi ylihallituksen tehtävänä ja mm. ratojen kunnossapito oli Rautatiehallituksen tehtävänä.

Näitä kahta voidaan hyvällä syyllä pitää rautateiden isähahmoina maassamme. Stjernvall jatkoi uraansa Venäjällä ja oli siellä yhtä tunnettu kuin Suomessa. Nykypäivään peilattuna Stjernvall oli ratapuolen ja Strömberg liikennöinnin isä. Tietysti rautateiden syntyyn oli vaikuttanut moni muukin, kuten Sternvallin edeltäjä ylihallituksen päällikkönä – hänen velipuolensa Alfred –joka oli tehnyt ensimmäisen aloitteen hevosvetoisesta radasta jo vuonna 1849. Suotuisan yleisen ilmapiirin luoja olivat Snellmanin ohella mm. kenraalikuvernööri Berg ja keisari itse.

Itsenäistymisestä toiseen maailmansotaan

Itsenäisen Suomen ensimmäinen pääjohtaja oli Bernhard Wuolle (1876-1962). Hän oli sähköinsinööri ja oli jo 1900-luvun alusta tutustunut rautateiden sähköistykseen eri maissa. Hän valmisti sähköistämistä Rautatiehallituksen ylijohtajana ennen pääjohtajakauttaan vuosina 1917-1922. Päätöstä sähköistamisesta ei kuitenkaan saatu aikaan, vaan se siirtyi lähes puoli vuosisataa. Wuolle tietävästi turhautui ja erosi. Pääjohtajuutensa jälkeen hän oli mm. teknillisen korkeakoulun professori ja ministeri.

Vuonna 1922 kulkulaitosten ylihallitus jaettiin kahtia Tie- ja vesirakennushallitukseen (TVH) ja Valtionrautateihin ja

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Samalla osa sen tehtävistä siirtyi uudelle ministeriölle. Uudistuksen keskeinen sisältö oli se, että rautateiden suunnittelu ja rakentaminen siirrettiin nyt osaksi rautatielaitosta ja TVH jatkoi tie- ja vesiväylien rakentamista ja ylläpitoa. VR:n ensimmäinen pääjohtaja oli Jalmar Castrén (1873-1946). Myös hän toimi professorina ja useaan otteeseen ministerinä.

Nyt rautateiden kehittämisvauhti alkoi kuitenkin hidastua monesta syystä: runkorataverkon järkevä laajuus oli saavutettu, 30-luvun lama ja kasvavan tieliikenteen tarpeet söivät rahoitusta. Samalla ilmaantui taloudellisia vaikeuksia sen vuoksi, että rataverkon kustannukset oli nyt siirretty VR:n kustannuksiksi.

Sodan aiheuttamat poikkeusolot leimasivat kenraalimajuri Harald Roosin (1895-1969) pääjohtajakautta 1943-56. Hän toimi talvi- ja jatkosodan aikana tärkeässä päämajan huoltopäällikön tehtävässä. Hänen nimittämisensä pääjohtajaksi oli varma todiste rautateiden merkityksestä sodankäynnille. Sodan loputtua rataverkko ja kalusto olivat suurelta osin loppuunkulutettuja ja mm. Elisenvaaran kautta kulkeneet reitit Karjalan radalla olivat katkenneet. Jälleenrakennus oli hidasta mm. sotakorvausten vuoksi.

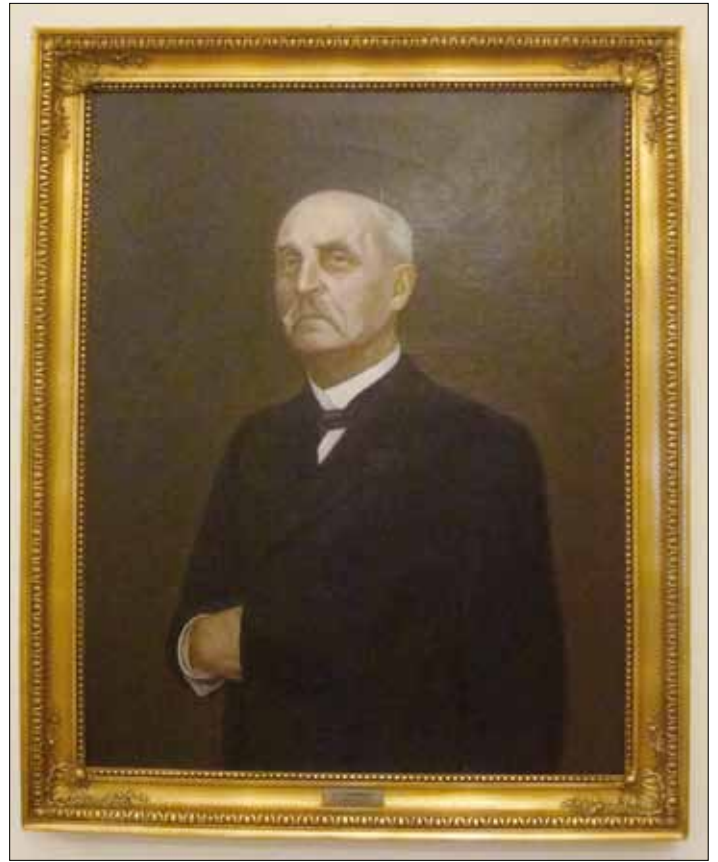
Aallon pohjasta uuteen nousuun

Vuonna 1956 tuore presidentti nimitti pääjohtajaksi Erkki Aallon (1904-1984), jonka hän tunsi räväkkänä miehenä voimallisten piiristä. Aalto lähti uudenaikastamaan rautateita, mutta vähitellen hän riitautui eri suuntiin. Hänen saavutuksiinsa kuuluivat dieselvetureihin siirtyminen ja siihen liittynyt matkanopeuksien kasvu, Pohjanmaan radan oikaisemin suoraan Tampereelta Parkanon kautta Seinäjoelle ja sähköistykseen ottaminen uudestaan ohjelmaan. Sen sijaan rautateiden talouden ongelmat yltyivät tieliikenteen kilpailuvyyn kasvaessa.

Repivän kauden jälkeen tuli pääjohtajaksi vuonna 1966 rautainen hallintomies ja liike-elämän tuntija Esko Rekola (s. 1919), joka tätä kirjoittaessa elää edelleen pitkän kansliapäällikkö- ja ministeriuran jälkeen. Hänen tehtäväkseen tuli paitsi Rautatiehallituksen toimintakyvyn palauttaminen, myös taloudellisten toimintatapojen kehittäminen. Hänen kautensa osui myös sähköveturien tilaaminen, mistä muodostui ehkä kaikkein politisoitunein vaihe laitoksen historiassa.

Seuraavien vuosikymmenien pääjohtajat Paul Paavela ja Herbert Römer kohtasivat liikennesektorin rakennemuutokset enstistä rajumpina ja rautateiden talouden alamäki jatkui. Myös Paavela oli kahdesti valtiovarainministerinä. Parlamentaarinen rautatiekomitea ehdotti vuonna 1986, että radanpidon kustannukset jätetään pois alijäämää laskettaessa. Tämä johti rautateiden liikelaitosuudistukseen vuoden 1990 alusta. Sen toteuttajaksi nimitettiin Eino Saarinen, jolla oli yritysjohtajan vankka kokemus ja laajat kehittämisvisiot. Hänen johdolla rautatiet siirtyi uuteen kehityskauteen niin organisaation, talousjärjestelmien kuin vetokaluston, nopeuksien ja turvallisuusjärjestelmienkin osalta.

Venäjänsä vallan aikana rautatiejohtajat olivat sotilasinsinöörejä. Itsenäisyyden alussa oli muutama tekniikan professori, mutta keskeinen uusi piirre oli pääjohtajien pestit ministerinä – aluksi liikenneministereinä, mutta Rekolasta alkaen muinakin. Aalto taas aloitti uuden vaiheen, jossa pääjohta-



jat ovat tulleet enenevästi talouselämästä.

Vuonna 2010 perustettu Liikennevirasto kokosi jälleen yhteen eri liikennemuotojen väylänpidon niin kuin rautateiden alkuaikoina. Vaikka ratojen ylläpitokin kuuluu nyt väylänpitäjälle, joka tapauksessa uusi rakenne muistuttaa eniten tilannetta ennen vuotta 1877. Kunnioituksemme Liikenneviraston pääjohtajaa kohtaan epäilemättä kasvaa, kun ajatelimme, että ennen vuotta 1877 vastaavaa elintä johti – ainakin muodollisesti – itse kenraalikuvernööri.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Suomen Valtionrautateista Euroopan Rautateihin



*Lassi Matikainen
VR Track Oy
Suunnittelu*

Suomen rautatiemaailmassa on organisaatio muuttunut viimeisen hiukan yli 15 vuoden aikana enemmän kuin rautatiehistorian ensimmäisen 135 vuoden aikana yhteensä. Yksi suuri valtiollinen toimija Valtionrautatiet on pirstoutunut osiin, minkä lisäksi alalle on tullut suuri joukko kokonaan uusia organisaatioita ja yrityksiä.

Suurimpien muutosten perustelut tulevat eurooppalaisesta lainsäädännöstä ja säätelystä. EU-direktiivi 91/440/EY on suurimman muutoksen takana. Sen vaatimukset johtivat rautatieinfran omistuksen ja liikenteen operoinnin erottamiseen, eli Ratahallintokeskuksen perustamiseen ja Valtionrautateiden yhtiöittämiseen VR-Yhtymäksi ja sen tytäryhtiöiksi kesällä 1995. Suomeen valittu malli oli niin sanottu vertikaalinen erottaminen, jollainen tehtiin ennen Suomea Ruotsissa (1989), Iso-Britanniassa (1994) ja Hollannissa (1995). Euroopan suurista rautatiemaista tämä malli on tullut Suomea myöhemmin käyttöön mm. Ranskassa ja Espanjassa, molemmissa vuonna 1997.

Monet suuret rautatiemaat valitsivat integroidun mallin, jossa rataverkon omistus ja hallinnointi on erillinen osa suurimman rautatieoperaattorin organisaatiota. Tällainen malli on käytössä edelleen mm. Saksassa ja Italiassa. Malli ei estä operaattoreiden kilpailua matkustaja- eikä tavaraliikenteestä, mistä Saksa on hyvä esimerkki.

Molemmat mallit toimivat ja ovat Euroopan unionin sääntöjen mukaiset.

Britanniassa kokeiltiin aluksi todella edistyksellistä vertikaalisen erottamisen ratkaisua, jossa rataverkon hallinnointi annettiin pörssiyritykselle. Tämä kokeilu loppui lyhyeen, kun verkon säästötoimet verkon korvausinvestoinneissa ja kunnossapidossa johtivat vakaviin rautatieonnettomuuksiin.

Toinen hyvin merkittävä muutos Suomen rautatieorganisaatioissa oli Rautatieviraston perustaminen vuonna 2006. Se myös perustui Euroopan unionin vaatimuksiin. Viraston tehtävänä oli valvoa ja kehittää rautatieturvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta. Lisäksi Rautatievirasto valvoi turvallisuuden noudattamista rautatiejärjestelmissä.

Tutumpaa historiaa on sekä Ratahallintokeskuksen että Rautatieviraston lakkauttaminen ja toimintojen keskittäminen verkon hallinnan osalta Liikennevirastoon ja EU-, yhteentoimivuus- ja turvallisuusasioiden osalta Liikenteen turvallisuusvirastoon Trafiin. Nämä muutokset on tehty puhtaasti kansallisin perustein, vaikka esimerkiksi Ruotsissa on vastaavat muutokset toteutettu lähes samassa aikataulussa.

Eurooppalainen yhteistoiminta rautatiealalla on myös kasvanut viimeisen 15 vuoden aikana. Perinteisesti UIC (Kansainvälinen Rautatieunioni) on ollut foorumi, joka on koordinoitu rautateiden yhteistoimintaa. UIC-toiminta on hyvin pitkälle ollut vapaaehtoisuuteen pohjautuvaa, ja esimerkiksi sen laatimat rautatienormit ovat olleet enemmän ohjeita kuin sitovia määräyksiä.

UIC:n merkityksen normien antamisessa on ohittanut Euroopan Unioni jo 90-luvun alussa. Aiemmin mainitut direktiivit ovat tästä osoituksena. EU-määräykset, esimerkkinä yhteentoimivuuden tekniset eritelmät "YTE:t", ovat sitovia, ja ne on ollut otettava mukaan kansalliseen lainsäädäntöön kussakin jäsenmaassa. EU-valvontaan on perustettu vuonna 2006 toimintansa aloittanut Ranskassa sijaitseva Euroopan rautatievirasto (ERA). Sen tarkoitus on edistää Euroopan rautatiejärjestelmien yhtenäistämistä. Tavoitteena on parantaa junien turvallisuutta ja kehittää niitä niin, että ne voivat liikennöidä maasta toiseen pysähtymättä. Sen tehtävänä on virallisen määritelmän mukaan "osallistua yhteisten teknisten standardien sekä turvallisuustoimenpiteiden ja -tavoitteiden määrittämiseen taloudelliset näkökohdat huomioon ottaen ja yhteistyössä rautatieliikenteen toimijoiden, kansallisten viranomaisten, EU-toimielinten ja muiden tahojen kanssa".

Eurooppalaiseen yhteistoimintaan liittyvät myös Euroopan rautatieyritysten yhteisorganisaatio CER (Community of European Railways) sekä vastaava rautatieinfrastruktuurin haltijoiden organisaatio EIM (European Rail Infrastructure Managers). Molempien organisaatioiden toimistot sijaitsevat Brysselissä ja järjestöjen tehtävä on huolehtia EU-asioi-

hin liittyvästä edunvalvonnasta. VR Group on CER:n jäsen ja Liikennevirasto vastaavasti jäsenenä EIM:ssä.

EU-lainsäädännön kautta on alalle tullut myös muita uusia toimijoita. Eurooppalaisen yhteentoimivuuden ja turvallisuuden varmistamiseksi on uusien tuotteiden ja järjestelmien käyttöön saamiseksi käytettävä tarkastuslaitoksia valvomaan säädösten pilkuntarkkaa noudattamista. Näitä ovat ISA:t (riippumattomasta turvallisuusarvioinnista vastaavat laitokset) sekä NoBo:t (ilmoitetut laitokset).

Suomessa on lisäksi erityispiirteensä ollut rautatieinfra-rakentamisessa ja -kunnossapidossa käytetty laaja konsulttijoukko. Ratahallintokeskus on aikanaan perustettu pieneksi tilaajaorganisaatioksi. Tämän avuksi on tarvittu joukko konsulttiyrityksiä, joilla on yhä edelleen tärkeä rooli rautatieinfraan liittyvien hankkeiden hallinnassa.

Nämä noin 20 vuoden aikana tapahtuneet muutokset ovat tuoneet kaiken kaikkiaan suuren joukon uusia toimijoita ja uusia vaatimuksia rautatietoimialalle. Näiden kaikkien toimien tarkoitus on ollut parantaa rautateiden kilpailukykyä muita liikennemuotoja vastaan. Vaarana on kuitenkin, että tämä ohjaus ei tuotakaan haluttua lisäarvoa ja hyvä tarkoitus voi ajan mittaan kääntyä itseään vastaan.



RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Kilpailu rautateillä eilen, nyt ja tulevaisuudessa



Heli Mattila
Liikennevirasto

Tausta ja nykytila

EU edellyttää lainsäädännössään vapaan palveluntarjonnan mahdollistamista myös rautateillä. Suomessa Valtionrautatiet lakkautettiin vuonna 1995, jolloin sen viranomaistoiminta siirrettiin Ratahallintokeskukselle (nykyisin osa Liikennevirastoa) ja liiketoiminta osakeyhtiömuotoiselle VR-konsernille. Rataverkon rakentamisen ja kunnossapidon markkinat avautuivat kilpailulle vähitellen Ratahallintokeskuksen

aloittaessa toimintansa, mutta rataverkolla liikennöinti pysyi pitkään VR:n yksinoikeutena. Rautateiden tavaraliikenne avattiin kilpailulle Suomessa EU-lainsäädännön mukaisesti 1.1.2007. EU komissio tulee vuoden 2012 aikana esittämään, miten kotimaan henkilöliikenne tulisi avata kilpailulle. Suomessa henkilöliikennemarkkinoiden avautumista rajoittavat VR:n ja liikenne- ja viestintäministeriön välillä solmittu yksinoikeussopimus, joka on voimassa vuoden 2019 loppuun

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

sekä Helsingin lähiliikenteessä Helsingin seudun liikenteen (HSL) ostosopimus, joka on voimassa vuoden 2017 loppuun. Ne rautatiereitit, joilla VR:llä ei ole henkilöliikennettä, ovat kuitenkin avoinna muille rautatieyrityksille jo nyt.

Valtion rataverkolla liikennöinnin edellytyksiä ovat liikenteen turvallisuusviraston Trafin myöntämän/hyväksymän turvallisuustodistuksen saaminen, liikenne- ja viestintäministeriön myöntämän/hyväksymän toimiluvan saaminen, ratakapasiteetin myöntäminen sekä rataverkon käyttösopimuksen solmiminen rataverkon haltijan eli Liikenneviraston kanssa.

Rataverkon rakentamisen ja kunnossapidon markkinoilla toimii jo tällä hetkellä useita yrityksiä, mutta liikennöintiä rataverkolla hoitaa edelleen vain VR-Yhtymä Oy. Suomi on yksi harvoja Euroopan maita, joissa rautateilla toimii vain yksi liikennöitsijä. Liikennemarkkinoille tulon haasteiksi on tunnistettu mm. henkilökunnan koulutus ja saatavuus, kaluston hankinta ja rautatieyrityksen tarvitsemien palveluiden saatavuus. Proxion Train Oy ja Ratarahiti Oy ovat edenneet pisimmälle rautatieliikennöinnin aloittamisessa ja saaneet liikenteen turvallisuusvirastolta turvallisuustodistukset vuoden 2011 aikana.

Markkinoiden avautuminen muuttaa rautatiesektoria

Kun valtion rataverkon ylläpitämisestä ja kehittämisestä vastannut Ratahallintokeskus perustettiin vuonna 1995, siinä työskenteli noin 50 henkeä. Vähitellen Ratahallintokeskuksen tehtävät kehittyivät ja lisääntyivät, mikä johtui suurelta osin EU:n kilpailulainsäädännön vaatimuksiin vastaamisesta. Vuonna 2006 Ratahallintokeskuksesta erotettiin rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta ja turvallisuutta valvonut Rautatievirasto, joka on nykyisin osa Liikenteen turvallisuusvirastoa Trafia. Jokaiseen EU:n jäsenvaltioon on perustettu rautatiealan sääntelyelin, jonka tehtävänä on huolehtia markkinoiden toimivuudesta ja siitä, että alan toimijoita kohdellaan syrjimättömästi ja tasapuolisesti. Suomessa sääntelyelimenä toimii Trafi.

Liikennevirasto (ja sitä edeltänyt Ratahallintokeskus) on järjestelmällisesti kehittänyt toimintaansa ja teknisiä järjestelmiään tasapuoliset liikennemarkkinat mahdollistamaan suuntaan. Mm. ratakapasiteetin jakaminen, ratapihojen käyttö, rautatieyritysten tarvitsemat palvelut, sähkön siirto ja liikenteenohjaus on järjestettävä puolueettomalla tavalla ja kaikille rautatieyrityksille tasapuolisesti. Merkittäviä uudistuksia ovat olleet ratakapasiteetin jakamisen ja hallinnan tietojärjestelmän (LIKE-järjestelmä) kehittäminen sekä valtakunnallisen liikenteenohjauksen siirtäminen viranomaistyönä tehtäväksi vuonna 2008.

Markkinoiden toimivuuden haasteena ovat edelleen etenkin liikenteenohjauksen tasapuolisuuden takaaminen, ratapihojen kapasiteetin jakaminen ja vaihtotyön liikenteenohjauksen järjestäminen tasapuolisesti, varikkopalveluiden saatavuus sekä henkilökunnan koulutus. Näiden seikkojen ratkaiseminen kilpailuneutraalilla tavalla johtaa muutoksiin rautatiesektorilla. Rautatiesektorille voi tulla täysin uusia toimijoita, kuten esimerkiksi liikenteenohjauspalveluja tuottava yritys, tai tehtävät voivat siirtyä nykyisten toimijoiden välillä. VR:stä voi tulla palveluntuottaja muillekin rautatie-

yrityksille, koska rautatielaki velvoittaa rautatieyritystä tai palveluntarjoajaa tarjoamaan tuottamia rataverkon käyttömahdollisuuksiin liittyviä palveluita myös muille rautatieliikenteen harjoittajille, jos se on ainoa palvelun tarjoaja. Tällaisia palveluita ovat mm. tankkauspisteet, tavaraliikenteen terminaalit sekä kaluston huoltoon ja ylläpitoon tarvittavat laitteet. Tällä hetkellä VR-Yhtymä Oy hallinnoi suurta osaa em. palveluista, vaikka rataverkko ja raiteisto myös ratapihoilla kuuluvatkin Liikennevirastolle.

Kohti avoimia henkilöliikennemarkkinoita

Pääministeri Jyrki Kataisen hallitusohjelmaan on kirjattu, että ennen henkilöliikenteen kilpailun avaamista hallitus haluaa varmistaa kokonaistaloudellisen tehokkuuden, raide-turvallisuuden, palveluiden saatavuuden ja henkilöstön tasavaroisen aseman kilpailutilanteessa. Liikenne- ja viestintäministeriö asetti marraskuussa 2011 selvitysmiehen laatimaan edellä mainittua selvitystä.

Jotta rautateiden henkilöliikenteen palvelutaso turvataan myös kilpailutilanteessa, on linjastorakenteen ja aikataulujen suunnittelu tehtävä koordinoitusti ja tariffijärjestelmän oltava yhtenäisesti toimiva. Henkilöliikenteen kilpailu voisi alkaa Helsingin seudun lähiliikenteestä, jolloin liikenteen tilaajana ja edellä mainittujen asioiden koordinoijana toimisi HSL. Henkilöliikennemarkkinoiden edelleen avautuessa on ratkaistava kilpailun järjestämisen malli (kilpailuttaminen, käyttöoikeussopimus tai vapaa pääsy) ja mahdollinen tilaajataho.

Jotta henkilöliikenteeseen voi syntyä aitoa kilpailua, on kaikilla liikenteenharjoittajilla oltava tasapuoliset edellytykset päästä rautatiemarkkinoille. Tämä tarkoittaa mm. tasapuolista pääsyä asemille ja lipunmyyntipisteisiin. Kaluston saatavuutta voidaan helpottaa niin, että liikenteen tilaajaorganisaatiot tarjoavat kaluston liikennöitsijän käyttöön kalustoyhtiön kautta. Henkilökunnan koulutus on myös järjestettävä kilpailuneutraalisti.

Useat Euroopan maat ovat jo avanneet maan sisäisen henkilöliikenteen kilpailulle. Kokemukset ovat olleet pääosin positiivisia, kun hinnat ovat laskeneet ja palvelu osin myös parantunut. Kilpailuttaminen ei kuitenkaan ole aina tuonut kaikkia toivottuja hyötyjä, minkä takia kilpailutettavat liikennekokonaisuudet on valittava tarkkaan ja kilpailutus tehtävä huolellisesti huomioiden hinnan lisäksi myös palvelun laatu.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Helsingin ratapiha ennen, nyt ja tulevaisuudessa

Helsingin ratapiha on nähnyt monet muutokset sitten ensimmäisen raiteen rakentamisen 1860-luvulla. Ensimmäisen Suomen rataverkon synnylle antoi tie- ja vesirakennuslaitoksen päällikkö eversti Alfred Stjernvall, joka näki vuonna 1849 tarpeelliseksi hevosvetoisen rautatien rakentamisen Helsingistä Turkhautaan lähelle nykyistä Ryttylän liikennepaikkaa. Krimin sodan jälkeen valmistui-kin höyryvetureilla liikennöitävä rata Helsingistä Hämeenlinnaan muutamassa vuodessa, ja 17.3.1862 alkoi säännöllinen liikenne Helsingin ja Hämeenlinnan välillä.

Kun Helsingin asemalla alkoi liikenne Hämeenlinnaan tuolloin 150 vuotta sitten, oli liikennepaikkojen välillä vain yksi raide ja liikenne pohjoiseen ja etelään kulki vuoropäivinä. Alkujaan Helsingin asemarakennus sijaitsi etelämpänä, nykyisen rautatieaseman Kaivokadun sisäänkäynnin ja Makkaratalon välissä. Pian valmistumisensa jälkeen Helsingin aseman huomattiin olevan aivan liian pieni kaupungin tarpeisiin ja tästä alkoi Helsingin ratapihan kehitysvaiheet, jotka jatkuvat edelleen.

Helsingin ratapihan tarpeet kasvoivat jatkuvasti etenkin kansalaissodan jälkeen, jolloin Helsingin merkitys Suomen pääkaupunkina kasvoi. Samoihin aikoihin laadittiin Helsingin keskustan osayleiskaava, jossa otettiin myös kantaa rautatiealueisiin ja niiden sijaintiin. Eräissä suunnitelmavaihtoehtoissa 1918 jopa mietittiin koko Helsingin aseman siirtämistä Pasilaan, tulevaan Suur-Helsingin uuteen keskukseen. Tällöin oli jo rakenteilla uusi Eliel Saarisen suunnittelema asemarakennus, joka otettiin käyttöön vuonna 1918. Myös Helsingin ratapihan matkustajaraiteisto alkoi saada osin nykyistä muotoaan, vaikkakin huomattavasti vähemmällä laituriraitteilla kuin nyt.

Helsingin ratapiha kasvoi kuitenkin ennen toista maailmasotaa laajaksi konepajoiheen ja Töölön makasiineineen alueelle, jossa tänä päivänä ovat Elielinaukion bussitermiinaali, Musiikkitalo ja Sanomatalo. Tultaessa 1950–1960-luvuille alkoivat niin ratatekniikka kuin turvalaitteetkin vaatia uudistamista. Kaupunkisuunnittelun kannalta keskustan maa-alueita tarvittiin kaupunkirakentamiseen. Alvar Aallon keskustasuunnitelmalla ja sen perusteella sovitulla aluejärjestelyllä oli tässä suuri vaikutus. Lisäksi ratapihajärjestelyissä tuli ottaa huomioon sähköistyksen vaatimukset. 1961 sovittiin Helsingin ja Pasilan ratapihakokonaisuuden täydellisestä uudistamisesta. Näissä uudistuksissa otettiin ensimmäistä

*Saara Sundström
VR Track Oy
Suunnittelu*



kertaa huomioon liikenteelliset tarpeet liikennelajeittain, ja erityisesti lähdettiin kehittämään lähiliikennettä. Syyskuun alussa 1967 aloitti toimintansa Helsingin alueen radanmuutostyöt eli HARMT, joka hoiti käytännössä kaikki radanrakennustyöt vuoteen 1979 asti, jolloin suurin osa muutostöistä oli valmistunut. Suuri osa Helsingin ratapihan oheistoiminnoista siirtyi vastavalmistuneeseen Ilmalaan, jolloin jäljelle jäivät lähinnä matkustajaliikennetoiminnot. Vanhan konepajan toiminta oli siirtynyt jo aiemmin 1960-luvulla pääosin Hyvinkäälle.

Kaupunkiratojen valmistuttua 1990-luvulla alkoi Linnunlaulun raidekapasiteetti täyttyä. Osin kansalaisadressein saatiin estettyä VR:n yritykset leventää pullonkaulaansa ja Linnunlaulun huviloiden suurempi hävittäminen. Helsingistä Pasilaan menee edelleen kymmenen raidetta, enemmän ei Linnunlaulun kallioiden väliin enää mahdu. Vuosaaren sataman myötä vanhaa satamarataa ei enää tarvittu ja se purettiin. Musiikkitalon alta purettiin viimeisetkin muistot Töölön tavara-asemasta eli VR:n makasiinit. Vuonna 2012 siirtyvät autojen lastausraiteet Pasilaan. Uusien lastausraiteiden rakennustyöt ovat jo käynnistyneet Hartwall Areenan vieressä.

Helsingin ratapiha koostuu nyt 19 laituriraiteesta, muutamista kaluston seisontaraiteista ja useista vaihdekujista. Tarvetta laajentumiselle olisi, tilaa ei. Helsingin ratapihan läpi kulkee päivässä noin 200 000 ihmistä ja määrä on kasvamaan päin. Mahdollisesti toteutuva Pisara-rata helpottaisi Helsingin ratatoimintoja, kunhan vain lopullisesti päätettäisiin rakentamisesta. Helsingin ratapiha voi kasvaa tulevaisuudessa vain ylös ja alaspäin, jotta se pystyy ylipäätään kehittymään ja vastaamaan kasvuhaasteisiin. Mallia Helsinki voisi ottaa vaikka Berliinin uudesta päärautatieasemasta. Kenties 50–100 vuoden aikana toteutuu jo nyt ilmaan heitetty ajatus tunnelista Tallinnaan, sillä se olisi se reitti Keski-Eurooppaan, jota jo 1800-luvulla odotettiin Hyvinkää–Hanko-radalta.

Tunnelireitti Tukholmaan voisi olla sitten se noin 200 vuoden päästä toteutuva asia. Junaliikenteen asema ekologisenä vaihtoehtona on kasvanut lähes ainoaksi liikkumisvaihtoehtoksi ja arkipäivää ovat nopeat 300–500 km/h kulkevat junat, joiden täysin uudet radat kattavat nyt myös kaikki Pohjoismaat.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Rautatieasema lentoasemalle



Reino Pöyhönen
Pöyry Finland Oy

Kehäradan valmistuttua vuonna 2015 ruuhka-aikoina päästään junalla Helsingin keskustasta puolessa tunnissa lentoasemalle. Ruuhka-aikoina junat kulkevat lentoasemalle 10 minuutin välein molempiin suuntiin, joten keskimääräinen junien vuoroväli lentoasemalla tulee olemaan 5 minuuttia. Junalla pohjoisen suunnasta tulevat lentomatkustajat vaihtavat kaukojunista Kehäradan juniin Tikkurilassa ja Turun suunnan kaukojunista Pasilassa.

Kehärata on raideyhteys Helsinki-Vantaan kansainväliselle lentoasemalle ja oleellinen osa pääkaupunkialueen kaupunkirataverkkoa, joka parantaa koko seudun joukkoliikennetarjontaa. Uusi 18 kilometriä pitkä rata yhdistää Vantaankosken radan lentoaseman kautta päärataan Vantaan Hiekkaharjun pohjoispuolella.

Lentoaseman rautatieaseman arvioitu matkustajamäärä on 15 000 matkustajaa vuorokaudessa. Aamuhuipputunnin matkustajamäärä on arvioitu olevan 1500 matkustajaa.

Helsinki-Vantaan lentokenttä-alueen Kehärata alittaa tunnelissa, jonka kokonaispituus on 8243 m. Kalliotunnelia rataosuudella on 7825 m sekä betonitunnelia läntisellä suuaukolla 288 m ja itäisellä suuaukolla 130 m.

Tunneliosuudelle rakennetaan 1. vaiheessa Aviapoliksen ja Lentoaseman asemat sekä varaukset myöhemmin rakennettaville Viinikkalan ja Ruskeasannan asemille.

Helsinki-Vantaan lentokentän alueella Kehäradan rautatie-tunneli lännessä sijaitsee kiitoteiden 1 ja 3 lounaispuolella ja idässä alittaa T1 terminaalien sekä 2. kiitotien. Lentoaseman rautatieasema on pysäköintirakennusten alapuolisessa kalliossa, mistä on henkilöliikenteen yhteys suoraan lentoasemalle T1 terminaalien henkilöliikenteen käytävään sekä Tietotien alueelle maanpintaan.

Lentoaseman rautatieaseman laituripituus, kuten kaikilla Kehäradan asemilla, on 230 m, jolloin asemalle mahtuu kolmen uuden Sm5- junayksikön muodostama kokonaisuus. Tunneliasema on avoin selkeästi hahmotettava hallitila. Kulkeminen ja oleskelu asemalla on turvallista sekä suunnistettavuus hyvä ja opastaminen helppoa. Kulku laituritasosta maanpintaan tapahtuu liukuportaila ja hisseillä.

Lentoaseman laituritaso on tasolla noin + 8,0. Maanpinta alueella on noin tasolla + 45, joten aseman laiturin liki 40 metriä maanpinnan alapuolella. Asemahallin kokonaispituus noin 250 m, leveyttä asemahallilla on 27,0 m ja korke-

utta noin 11 m. Hallien päissä olevien porras-/teknisten kuilujen mitat ovat 21,6 m x 7,9 m ja kuilujen korkeudet noin 25 m. Rautatieasemalle johtaa pysyvästi huolto- ja pelastustoiminnan käyttöä palveleva ajotunneli.

Lentoaseman rautatieasema sijoittuu erittäin vaativaan ympäristöön, jossa liityntäkohdat maanpintaan ovat välittömästi terminaalien vieressä. Alueella tarvitaan rakentamisaikana vaativia tukemis- ja kaivantoratkaisuja, varovaista louhintaa sekä varmoja rakenteellisia ratkaisuja. Erittäin tärkeä suunnittelua ja toteutusratkaisuja ohjaava ja varmentava suunnittelutyökalu ollut tehdyt erilaiset simuloinnit, joilla on saatu varmennettua rakenteiden kuormituksia ja teknisiä mitoitusperusteita. Simuloinnit on pääosin tehty Pöyryn asiantuntijaorganisaatioiden toimesta.

Lentoasemalla terminaalien ja lentokenttäalueella 2. kiitotien kohdalla on rakentamisen aikana todettu kallioperässä glykoliongelmia, joka on kehittynyt lentoasema-alueen alle maa- ja kalliopohjaveteen usean vuosikymmenen aikana. Glykolin hajoamisen yhteydessä maa- ja kallioperässä syntyy materiaalien turmeltumista mahdollistavia aineita, jotka voivat vaurioittaa tavanomaisia rakenteita perusteellisesti. Lentoaseman rautatieaseman itäpäädyn ja terminaalien sisäänkäynnin rakenteet sekä ratatunnelien rakenteet suojataan haitta-aineilta suojarakentein, joiden tekeminen lisää rakentamisaikaa ja aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia. Lentoaseman rautatieaseman ja ratatunnelien osalta tavoitteena on toteuttaa kuitenkin käyttöikänsä pitkäaikaiset rakenteet sekä häiriötömästi toimiva, turvallinen ja viihtyisä liikennejärjestelmä.

Raideliikenne on kestävä kehitys

Meillä on vahva osaaminen raidejärjestelmien ja muun infran suunnittelussa sekä pitkä kokemus projektinjohtossa ja rataisännöinnissä. Kehitämme ratkaisut, jotka kestävät pitkälle tulevaisuuteen.

Pöry on maailmanlaajuinen konsultointi- ja suunnitteluyritys. Palveluksessamme on 7000 asiantuntijaa 50 maassa. Toimialaosaamisemme käsittää energia-, teollisuus-, kaupunki ja liikenne- sekä vesi- ja ympäristöalat.

PÖYRY
Engineering balanced sustainability™

Suunnittelu Pöry Finland Oy
Projektinjohto ja rataisännöinti Pöry CM Oy
www.poyry.fi

Tampereen Pesuainepalvelu Oy tarjoaa laadukkaat ja tehokkaat korkeapainepesurit ja -järjestelmät kuljetuskaluston päältäpesuun.



- * Asiakaskohtaiset pesujärjestelmät
- * Painepesulaitteet ja -järjestelmät
- * Kylmä- ja kuumapainepesurit
- * Kuljetuskaluston erikoispuhdistusaineet

**Tampereen
Pesuainepalvelu Oy**

Keskusojankatu 5
SF-33900 Tampere
Puh 0424 66221
fax (03) 2660 206

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Liikenneviraston hiilijalanjälki



Henna Teerihalmes
Sito Oy

Liikenteen ympäristöjalanjäljen pienentäminen on yksi Liikenneviraston keskeisiä strategisia tavoitteita. Osana tavoitteen edistämistä Liikennevirastossa laskettiin vuonna 2010 radan- ja tienpidon hiilijalanjäljet. Vuonna 2011 hanketta jatketaan Liikenneviraston kolmannen väylämuodon, meriliikenteen, osalta. Lisäksi laajennetaan liikenteen päästöjä käsittelevää tarkastelua. Seuraavassa on käsitelty sitä hankkeen osaa, joka on valmistunut syksyyn 2011 mennessä.

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt tunnetaan varsin hyvin, ja niiden pienentämiseksi on kehitetty ja otettu jo käyttöön joukko ohjauskeinoja. Sen sijaan väyläinfrastruktuurin rakentamisen ja kunnossapidon ilmastovaikutukset eivät ole tiedossa läheskään yhtä hyvin. Muun muassa tästä syystä nähtiin tarpeelliseksi selvittää Liikenneviraston hallinnointien väylämuotojen hiilijalanjäljet. Hankkeessa haettiin vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

Kuinka suuri on rakentamisen ja kunnossapidon hiilijalanjälki suhteessa liikenteen hiilijalanjälkeen?

Mitkä ovat merkittävimmät eri väylämuotojen päästölähteet?

Kuinka suuri on päästövähennystoimenpiteiden vaikutus hiilijalanjälkeen?

Laskennassa hyödynnettiin valikoituja esimerkkejä. Saatut tulokset yleistettiin koskemaan koko väyläverkkoa. Laskentamenetelmänä sovellettiin kansainvälinen tuotteiden ja palvelujen kasvihuonekaasujen elinkaaripäästöjen arviointimenetelmää PAS 2050:a. Laskelmissa oletettiin, että Suomen nykyinen väyläverkko on vastikään rakennettu sellaisiksi kuin se tällä hetkellä on. Kunnossapidon päästöjä arvioitiin tästä hetkestä 100 vuotta eteenpäin.

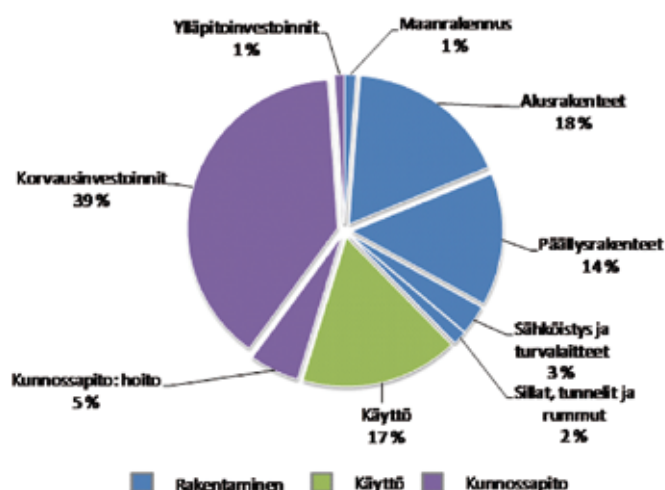
Kuvassa 1 on esitetty esimerkki kasvihuonekaasupäästöjen jakautumisesta radanpidossa. Esimerkkikohteessa, Kouvolan-Pieksämäki-rataosuudella, hiilijalanjälki on arvon mukaan 19 CO₂ t/km/v. Rakentamiskokouksen päästöt muodostavat noin kolmasosan koko elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä. Kunnossapito, joka kattaa hoidon lisäksi myös korvaus- ja ylläpitoinvestoinnit, vastasi noin 45 % päästöistä. Merkittävimpiä päästöeriä rakentamisessa ja kunnossapidossa olivat materiaalien valmistuksesta syntyvät sekä työkalujen ja kuljetusten päästöt. Käyttövaiheen päästöt olivat noin viidesosan kokonaishiilijalanjäljestä, ja koostuivat enimmäkseen vaihteenlämmityksestä, valaistuksesta ynnä muusta käytönaikaisesta sähkönkulutuksesta.

Väyläkilometriä kohti lasketut keskimääräiset tie- ja ratatyypikohtaiset ominaishiilijalanjäljet riippuvat suuresti tie- ja ratatypistä, mutta ne ovat vaihteluväliltään lähes samat. Radanpidon hiilijalanjälki on ratatypistä riippuen noin 8–43 tCO₂/km/v, missä pienimmät päästöt on yksiraiteisella, sähköistämättömällä radalla ja suurimmat kaksiraiteisella sähköistetyllä radalla. Tienpidon hiilijalanjälki on vastaavasti tietyypistä riippuen noin 3,4–46 tCO₂/km/v. Liikennemääriin verrattuna radanpidon hiilijalanjälki on samaa suuruusluokkaa rautatieliikenteen päästöjen kanssa. Maantieliikenteen päästöt ovat puolestaan noin 14-kertaiset tienpidon hiilijalanjälkeen verrattuna.

Hankkeen seuraavissa vaiheissa jatketaan konkreettisten päästövähennysmahdollisuuksien täsmenämistä ja niiden toteutumista edellyttävien toimintapolkujen hahmottamisesta. Päästövähennystoimenpiteitä pilotoidaan ja niiden vaikutusta kokonaishiilijalanjälkiin täsmennetään.

Hankkeen 1. osan raportti: Liikennevirasto, 2011. Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38 / 2011.

Hankkeen 2. osan raportti ilmestyy alkuvuodesta 2012.



Kuva 1 Päästöjen jakautuminen prosesseittain. Esimerkinä rataosuus Kouvolan-Pieksämäki. (Liikennevirasto 2011)

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Liikenneviraston ympäristöhaasteet radanpidon näkökulmasta

Liisa Nyrölä
Sito Oy
Arto Hovi
Liikennevirasto



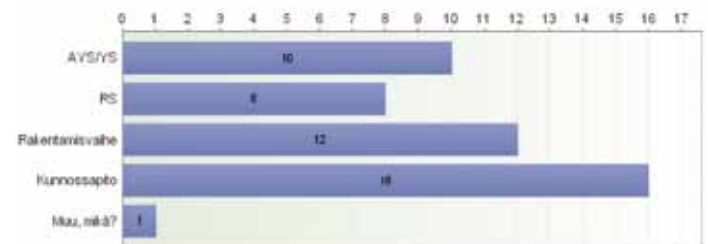
Liikennevirasto perustettiin vuoden 2010 alussa ja organisaatio uudistui vuotta myöhemmin. Muutosten myötä nousi esiin tarve arvioida muuttunutta toimintaympäristöä Liikenneviraston ympäristöasioita koskevien tulevaisuuden haasteiden ja kehittämistarpeiden näkökulmasta. Esitys koostuu kahden eri työn esittelystä. Ensimmäisessä kartoitettiin Liikenneviraston tulevaisuuden ympäristöhaasteita. Toisen työn tavoitteena oli selvittää eri osapuolten kokemuksia Radanpidon ympäristöohjeen käytöstä.

Tulevaisuuden ympäristöhaasteita kartoitettiin haastattelututkimuksella, joka toteutettiin syksyllä 2011. Viidessä ryhmähaastattelussa haastateltiin Liikenneviraston asiantuntijoita teemahaastattelumenetelmällä. Haastattelututkimuksen tavoitteena oli arvioida, mitkä ovat radanpidon ja Liikenneviraston muiden väylämuotojen ympäristöasioiden tulevaisuuden haasteet ja toimenpidetarpeet seuraavien viiden vuoden aikana. Tavoitteena oli myös selvittää kokemuksia eri organisaatioiden ympäristöjärjestelmissä sekä kerätä kehittämissuunnittelun tueksi. Haastattelut ja niiden tulosten analysointi valmistuu vuoden 2011 loppuun mennessä.

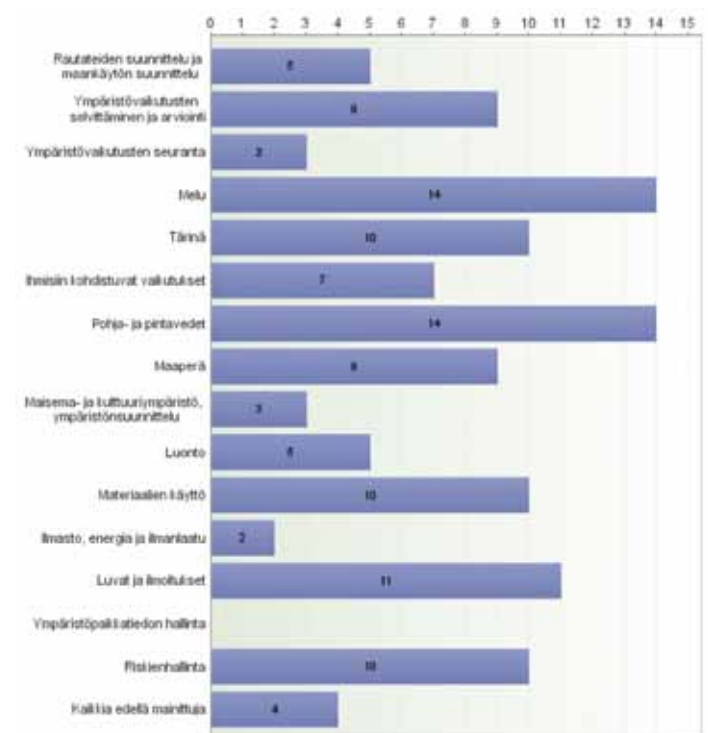
Radanpidon ympäristöohje valmistui vuonna 2010 ohjaamaan ympäristönäkökohtien huomioon ottamista radanpidossa. Kokemuksia ohjeen käytöstä selvitettiin kyselytutkimuksella, joka toteutettiin syksyllä 2011. Sen tavoitteena oli saada selville, miten Radanpidon ympäristöohjetta on käytetty, miten se on palvellut tarkoitustaan ja miten sitä tulisi kehittää toimivammaksi. Kysely kohdistettiin Liikenneviraston, ministeriöiden, ELY-keskusten (y-vastuualue), suunnittelukonsulttien, alueisännöitsijöiden ja urakoitsijoiden edustajille.

Tulosten perusteella tuoreen ohjeen käytöstä on vasta vähän kokemuksia. Ohjeen satunnaisesta käytöstä huolimatta sen rakenteeseen ja sisältöön oltiin tyytyväisiä. Käyttäjien mielestä ohje on myös helppolukuinen ja se toimii nykyisessä muodossaan hakuteosmaisena ohjeena. Kyselyyn vastanneet käyttävät ohjeen eri osa-alueita (suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito, kuva 2) tasapuolisesti. Myös eri aihealueiden

ohjeita on käytetty monipuolisesti (kuva 3). Vastanneet ovat hyödyntäneet ohjeesta sekä painettua että Internet-versiota, joista molemmille on tarvetta myös jatkossa. Vastaajien mukaan Internet-version kehittäminen laajemmaksi ja hakutoiminnoiltaan selkeämmäksi parantaisi ohjeen käytettävyyttä. Yhtenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että ohjeen tunnettuuteen ja aktiivisempaan käyttöön olisi hyvä kiinnittää jatkossa huomiota. Oheiset kuvat havainnollistavat tarkemmin kyselyn keskeisiä tuloksia.



Kuva 2. Mitä ohjeen osa-alueita vastanneet ovat käyttäneet.



Kuva 3. Mitä ohjeen aihealueita vastanneet ovat käyttäneet.



Kuva 1. Miten kyselyyn vastanneet kokivat Radanpidon ympäristöohjeen soveltuvan käyttötärpeisiinsa.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Raideliikennemuotojen asema edullisuus- ja kannattavuus-tarkasteluissa

*Sonja Heikkilä
VR Track
Suunnittelu*



Julkisilla liikenneinvestoinneilla pyritään yhteiskunnan hyvinvoinnin säilyttämiseen ja lisäämiseen muun muassa asukkaiden ja tavaroiden liikkumisedellytysten ja sitä kautta yritysten ja yhteisöjen toimintaedellytysten takaamisella. Julkisiin hankkeisiin käytettävät varat ovat kuitenkin rajalliset eikä kaikkia hankkeita ole järkevää toteuttaa. Jotta lukuisista hankesuunnitelmista erotettaisiin yhteiskunnan kannalta edullisimmat, tulee liikennehankkeiden olla vertailtavissa toisiinsa. Suomessa liikennehankkeiden arvioinnissa ja keskinäisessä vertailussa ohjeistuksena käytetään Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisemaa liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohjetta. Liikennehankkeiden arvioinnissa yleisesti käytetty menetelmä on hyötykustannusanalyysi (engl. cost-benefit analysis), jota täydentämään laaditaan usein yksi tai useampi rinnakkainen tarkastelu, kuten esimerkiksi multikriteerianalyysi.

Suomessa kaikkien liikennemuotojen hankkeet arvioidaan saman yleisohjeen mukaisesti. Tämä on oleellista keskenään vertailtavissa olevien tulosten aikaansaamiseksi mutta herättää myös kysymyksen menetelmän sovellettavuudesta sellaisenaan kaikkien liikennemuotojen hankkeille. Onko niinkin erilaisten hankkeiden kuin raide- ja tieliikennehankkeiden vaikutuksia mahdollista vertailla samoilla menetelmillä? Nykyisessä arviointiohjeen mukaisessa liikennehankkeen vaikutusten arvioinnissa on nähtävissä epäkohtia, jotka useassa tapauksessa saattavat raideliikennehankkeen muihin kulkumuotoihin nähden todellista epäedullisempaan asemaan. Viimeaikaiset tutkimukset ovat myös osoittaneet, että jotkin raideliikennehankkeen kysyntää kasvattavat tekijät jäävät kannattavuus-tarkastelujen ulkopuolelle johtaen raideliikenteen kysynnän aliarvioimiseen. Nykyisin käytössä olevat menetelmät eivät siis tuota liikennehankkeiden keskinäisestä asemasta todellisuutta vastaavaa kuvaa.

Nykyisissä kannattavuustarkasteluissa käytettävässä hyötykustannusanalyysissä hankkeen rahamääräisiä tuottoja ja kustannuksia vertaillaan toisiinsa, jolloin hyötykustannussuhde ilmaisee hankkeen kannattavuuden. Hyötykustannusanalyysin ongelma on, että laskelmaan voidaan sisällyttää ainoastaan suoria rahamääräisiä eriä sekä yksiselitteisesti rahamääräisiksi muutettavia hankkeen hyötyjä ja haittoja. Luonnollisesti liikennehankkeella on kuitenkin näiden lisäksi lukuisia niin sanottuja ei-rahamääräisiä vaikutuksia. Esimerkiksi

kyselytutkimuksissa on havaittu vastaajien valitsevan useammin raideliikennematkan bussimatkan sijaan. Syyt voivat olla emotionaalisia tai sosiaalisia tai aiheutua kulkumuodolle ominaisen ajodynamiikan tuomasta matkustusmukavuudesta tai matkustusinformaatiosta. Multikriteerianalyysissä hyötykustannuslaskelman ulkopuolelle jääviä liikennehankkeen vaikutuksia pyritään arvioimaan sanallisesti, mutta siitä huolimatta vaikutusten suuruutta on ilman konkreettisia lukuarvoja vaikea vertailla.

Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohjeessa uusien liikenneväylähankkeiden arvioinnissa käytettäväksi laskenta-ajanjaksoksi on määrätty 30 vuotta, mikä tarkoittaa että hankkeen hyödyt ja kustannukset sisällytetään laskelmaan 30 vuoden osalta. Tämän lisäksi investoinnin jäännösarvoksi on määrätty enintään 25 % alkuinvestoinnin arvosta sekä diskonttokoroksi 5 %. Kyseisistä arvoista aiheutuu ristiriita, sillä koska ratahankkeille suunnitellaan noin 100 vuoden kestoikä, on ratainfrastruktuurin arvo 30 vuoden käytön jälkeen huomattavasti suurempi kuin 25 % alkuinvestoinnista.

Liikennehankkeiden vaikutuksia analysoitaessa määrätään myös tarkastelualueen maantieteellinen laajuus eli se, miten laajalle ulottuvat hankkeen vaikutukset huomioidaan. Tarkastelualue rajoitetaan raideliikenteen vaikutusten näkökul-



masta usein liian suppeaksi, sillä ratahankkeen vaikutukset ovat yleensä hyvin laajalle ulottuvia. Raideliikennehankkeilla on lisäksi merkittäviä maankäytöllisiä ja muita vaikutuksia, kuten maankäytön tiivistyminen ja vaikutukset alueen yritysten toimintaedellytyksiin ja tuottoon. Tällaisia vaikutuksia ei tarkasteluihin kuitenkaan saa sisällyttää, sillä ne sisältyvät laskelmaan jo jossakin toisessa muodossa, kuten aikasäästöinä. Vaikutusten huomioiminen toisessa muodossa saattaisi johtaa kaksinkertaiseen laskentaan.

Liikennehankkeiden edullisuusvertailun keskeisenä menetelmänä hyötykustannusanalyysin ehdottomina varjopuolina ovat sen suppeus ja sovellettavuus ainoastaan rahamääräisille hyöty- ja kustannuserille. Nykyisessä arvioinnissa syntyy epäkohtia raideliikennehankkeiden ja muiden kulkumuotojen hankkeiden välille. Yksi vääristymien korjaamiseen käytettä-

vä menetelmä on niin sanotun raidetekijän (engl. rail factor) käyttö. Raidetekijä yhdistää yhteen tekijään kaikki raideliikenteen sellaiset ominaisuudet, jotka johtavat raideliikenteen laskennallista suurempaan todelliseen kysyntään mutta joita ei voida sisällyttää kannattavuuslaskentaan suorina hyöty- tai haittaerinä. Kysyntää kasvattavien tekijöiden erittelemiseen ja arvottamiseen tulisi kuitenkin tulevaisuudessa varata resursseja, jotta ne olisivat yksityiskohtaisemmin sisällytettävissä kannattavuustarkasteluihin ja jotta toisaalta tulevaisuuden suunnittelussa osattaisiin tavoitella vieläkin suurempaa kysyntää. Nykyisiä liikenneväylähankkeiden arviointimenetelmiä ja -ohjeita tulisi kehittää paremmin eri liikennemuotojen vaikutukset kattavaan ja yhteiskunnan kehitystä eteenpäin vievään suuntaan.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Rataverkon käytettävyyden mittarit – mitä ne ovat ja mihin niitä tarvitaan?

*Tommi Mäkelä ja Riikka Salkonen
Tampereen teknillinen yliopisto
Liikenteen tutkimuskeskus Verne*



Esityksessä kuvataan hankeidea siitä, miten käytettävyyttä ja sen mittaamista voitaisiin hyödyntää arvioitaessa rataverkon palvelukykyä. Käytettävyyden mittarien avulla on mahdollista tarjota rautatieliikennejärjestelmän näkökulmasta helposti ymmärrettävä tapa havaita ja esittää rataverkon ongelmakohtia ja arvioida kehittämistoimien kohdentamista. Kyse on monelta osin olemassa olevan tiedon koostamisesta ja kiteyttämisestä havainnollisempaan muotoon. Tavoitteena on, että hanke mittareiden muodostamisen lähtökohdista toteutetaan Liikenneviraston toimeksiannosta vuoden 2012 alkupuoliskolla.

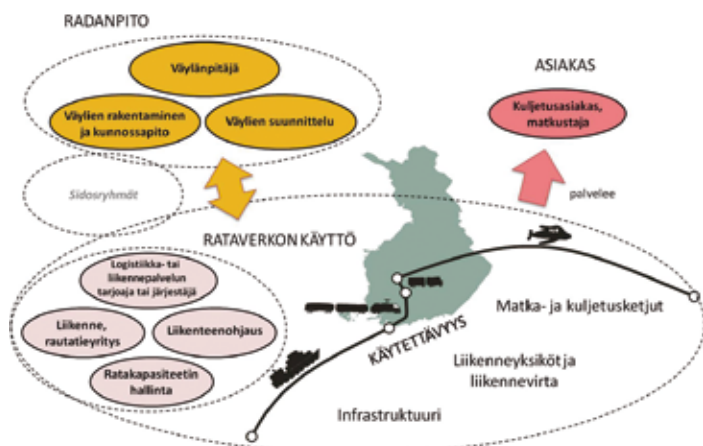
Palvelukyky, käytettävyys ja suorituskyvyn mittaaminen **Palvelukyky** (service ability) tarkoittaa kykyä palvella asiakkaita niin, että asiakas on tyytyväinen, ja myös kykyä palvella oman organisaation eri toimintoja. Hypoteesina on, että rataverkon palvelukykyä voidaan kuvata käytettävyyden ja

sen mittarien avulla.

Käytettävyys muodostuu käyttökelpoisuudesta ja käytettävissä olosta. Käytettävyyttä kuvataan mitattavilla indikaattoreilla. **Käyttökelpoisuus** (usability) kuvaa sitä, miten rata vastaa ominaisuuksiltaan ja kunnoltaan liikenteen, matkustajien ja kuljetusasiakkaiden tarpeita. Rataverkon käyttökelpoisuus määrittää reunaehdot käytettävissä ololle. **Käytettävissä olo** (availability) liittyy ratakapasiteettiin ja sen käyttöön ja edelleen rataverkon tehokkaaseen käyttöön ja täsmällisyyden edistämiseen sekä pyrkimykseen vähentää liikenteestä ja radanpidosta aiheutuvia käytettävyyshäiriöitä.

Palvelukyvyn kuvaaminen käytettävyyden mittarien avulla on **suorituskyvyn mittaamista**. Suorituskyky tarkoittaa organisaation tai sen osan menestymistä ja tuloksentelekkyä valituista näkökulmista tarkasteluna. Suorituskyvylle asetetaan tavoitteet, joita seurataan yksiselitteisten tunnuslukujen,

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA



Rataverkon käytettävyyden keskeiset osapuolet.

mittarien, avulla ja jotka on riittävästi kytketty organisaatioon päämääriin ja tavoitteisiin. Mittauksen kohteen valinnassa korostetaan kriittisiä menestystekijöitä: avainalueita, joilla on saavutettava korkea suoritustaso, jos organisaatio haluaa menestyä. Käytettävyys olisi luontevasti tällainen avainalue.

Näkökulmat käytettävyyteen

Käytettävyyden ja sen mittaamisen viitekehyksenä on liikennejärjestelmän ja yhteiskunnan toimivuus. Tässä yhteydessä keskitytään käytettävyyteen nimenomaan rataverkon näkökulmasta. Asioita pyritään kuitenkin lähestymään siten, että tarkastelu olisi soveltuvin osin yleistettävissä tai laajennettavissa muihin liikennemuotoihin. Toisaalta voidaan oppia muiden maiden ja muiden liikennemuotojen hyviksi todetuista käytännöistä.

Käytettävyys on monitahoinen ilmiö, jota on mahdollista lähestyä eri tarkastelutasoilta ja näkökulmista. Näitä ovat ainakin

Rataverkon käyttö: ratakapasiteetin hallinta ja liikenteenohjaus, liikenne sekä radanpidon kapasiteettivaraukset. Radanpitäjän tavoitteena on rataverkon tehokas käyttö. Rautatieyrityksen rataverkon käyttöön liittyvänä tavoitteena on tehokas ja taloudellinen liikennöinti ja resurssien käyttö.

Radanpito: käyttötarpeita vastaava ja kustannustehokas rataverkon ylläpito ja kehittäminen. Radanpidon näkökulmasta käytettävyys tarkoittaa myös esimerkiksi, millaista palvelutasoa on pystytty ja pystytään tuottamaan.

Asiakkaat: matkustajat, kuljetusasiakkaat ja palveluntarjoajat. Asiakkaan näkökulmasta rautateiden palvelukyky muodostuu radanpidon ja liikennöinnin kokonaisuudesta. Asiakkaan palvelukokemus kytkeytyy usein koko matka- tai kuljetusketjun toimivuuteen, jossa ainakin osa palvelutasotekijöistä on liikennemuodosta riippumattomia.

Aikajänne: toteutunut kehitys ja sen trendit, nykytila ja tulevaisuus. Miten kuvata matkustajien palvelukokemusta, liikenteen sujuvuutta ja radan komponenttien toimivuutta juuri nyt? Miten käytettävyys näkyy toiminnan suunnittelussa? Mitkä ovat käytettävyyden strategiset tavoitteet? Miten hyödyntää käytettävyyttä tulevaisuuden vaihtoehtojen ratkaisujen arvioinnissa?

Kohdentuminen rataverkolla. Käytettävyys ja palvelukyky liittyvät sekä rataverkon yksittäisiin pisteisiin, rataosiin,

radan teknisiin komponentteihin että asiakkaita palveleviin yhteysväleihin. Palvelukykyä on myös rataverkon ja rautatieliikennepalveluiden saavutettavuus ja käyttökelpoisuus.

Mitä mittarit voisivat olla?

Mitkä mittarit tarvitaan kuvaamaan rataverkon käytettävyyttä? Pystytäänkö rataverkon käytettävyydestä julkisuudessa viestimään yhdellä mittarilla? Mitä se silloin mittaisi? Mistä mittareiden tarvitsema tieto saadaan ja mitä se on? Muun muassa näihin kysymyksiin on tarkoitus löytää vastauksia.

Mittarit on mahdollista kytkeä esimerkiksi edellä kuvattuihin käytettävyyden tarkastelutasoihin ja näkökulmiin. Olemassa olevaa tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi yhdistämällä liikennöinnin, ohjausjärjestelmien ja radan komponenttien tilatietoja. Mittarien toteutettavuuden ohella keskeistä on arvioida, kuinka olennaisia ne ovat toiminnan kannalta.

Ideasta käytäntöön

Mittareiden muodostamisen lähtökohdat on tarkoitus selvittää Liikenneviraston toimeksiannosta vuoden 2012 alkupuoliskolla. Työssä sovelletaan toimintatutkimuksen ja suorituskyvyn mittaamisen malleja ja menetelmiä liikennejärjestelmän viitekehyksessä.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään lähtötaso: kartoitetaan nykytilanne ja kehittämistarpeet sekä kuvataan käytettävyyden kytkeytyminen olemassa oleviin toimintoihin, järjestelmiin, hankkeisiin ja suunnitelmiin. Samalla määritellään, mitä käytettävyys konkreettisesti tarkoittaa. Kartoitus- ja ideointityössä hyödynnetään Liikenneviraston ja muun rautatiealan osaajien asiantuntemusta.

Toteutettava työ tarjoaa jäsennellyn pohjan kehitystyön jatkamiselle: käsityksen, mistä lähtökohdista mittarit tulisi rakentaa. Käytettävyys nivoutuu täsmällisyys- ja laatujohtamisen periaatteisiin ja tavoitteisiin. Tavoitteena on nostaa käytettävyys ja sen mittaaminen keskeiseksi toiminnan kehittämisen välineeksi. Käytettävyyden seurantatyökalun avulla kirjastetaan toiminnan strategisia tavoitteita ja konkretisoidaan tavoitteiden ilmenemistä liikenneväylänpidon eri työtehtävissä. Seurantatyökalun myötä pystytään tarjoamaan kattavampaa käytettävyydestä tietoa ja parempaa palvelua myös rautatieyrityksille ja asiakkaille.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Täsmällisyyttä on johdettava



*Jouni Paavilainen
Projektipäällikkö, DI
Liikenteen tutkimuskeskus Verne
Tampereen teknillinen yliopisto*

Täsmällisyys – toisin sanoen aikataulunmukaisuus – on yksi kriittisimpiä tekijöitä rautatieliikennejärjestelmän toiminnan kannalta. Rautateillä viiveet ketjuuntuvat helposti, jolloin erilaisista ongelmista aiheutuu nopeasti laajoja seurannaisvaikutuksia: yhden junan myöhästyminen johtaa helposti useiden muiden junien myöhästymisiin. Pahimmissa ongelmatilanteissa liikenteen täsmällisyys voi romahtaa täysin. Voidaan sanoa, että järjestelmän toiminnan kannalta täsmällisyys on elintärkeä asia, ja se toimiikin erinomaisena suorituskyky mittarina.

Vielä järjestelmänäkökulmaakin merkittävämpi seikka on, että täsmällisyys muodostaa erittäin suuren osan asiakkaille tarjotun palvelun laadusta. Henkilöliikenteessä epätäsmällisyydestä seuraa merkittäviä matkustajakohtaisia ja yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia menetetyt ajan seurauksena. Lisäksi epätäsmällisyys vaikuttaa hyvin kielteisesti matkustajan palvelukokemukseen: VR:n tutkimuksen mukaan täsmällisyys muodostaa yksinään yli puolet palvelukokemuksesta. Onkin perusteltua todeta, että täsmällisyys on tärkein yksittäinen junamatkan laatuun, ja siten kulkumuodon valintaan vaikuttava tekijä. Myös tavaraliikenteessä epätäsmällisyys on asiakasnäkökulmasta suuri ongelma: viiveet aiheuttavat ongelmia tuotantoprosesseille.

Täsmällisyyden nykytilanne

Suomessa rautatieliikenteen täsmällisyys on pääsääntöisesti pysynyt alle tavoitetasojen vuodesta 2004 lähtien, vaikka rautatietoimijat ovat pyrkineet puuttumaan asiaan erilaisin keinoin. Erityisesti viimeisen kahden vuoden aikana tilanne on heikentynyt merkittävästi, vaikeista talvista johtuen.

Ongelmien suorat liiketaloudelliset kustannukset ovat olleet miljoonia euroja vuodessa niin lähi-, kauko- kuin tavaraliikenteessäkin. Kehitys näkyy myös matkustajien mielipiteissä: valtaosa on tyytymättömiä nykyiseen täsmällisyytasoon. Suorien kustannusten lisäksi onkin perusteltua olettaa, että heikko täsmällisyys on karkottanut potentiaalisia asiakkaita: esimerkiksi Banverketin karkean arvion mukaan 10 prosenttisyksikön heikennys täsmällisyydessä vähentää tuloja 5 prosenttia. Suoriin tulonmenetyksiin verrattuna ongelmien yhteiskunnalliset vaikutukset ovat olleet moninkertaisia.

Asia on siis äärimmäisen merkittävä. Se on myös radanpitäjän ja liikennöitsijän yhteinen: Liikenneviraston ja VR:n

vastuulle kohdistuu suurin piirtein saman verran viiveitä.

Kohti täsmällisyysjohtamista

Vuonna 2009 VR ja silloinen RHK laativat lähiliikenteen täsmällisyyden parantamista käsitelleen raportin, jossa esitettiin toteutettavaksi lukuisia täsmällisyyttä parantavia toimenpiteitä. Raportissa kiinnitettiin huomiota myös siihen, etteivät aikaisemmat ponnistelut täsmällisyyden parantamiseksi ole tuottaneet haluttua tulosta: ”Junaliikenteen täsmällisyyteen osallisten organisaatioiden aikaisempi toiminta ei ole johtanut täsmällisyyden paranemiseen. Päinvastoin, kehitys on ollut negatiivista.” Tämän vuoksi raportissa esitettiin, että täsmällisyyttä tulisi ryhtyä erikseen johtamaan. Nyt, vuonna 2012, voidaan todeta, että täsmällisyyden johtaminen on kyllä kehittynyt monin osin, mutta haluttua tulosta ei ole vielä saavutettu. Vaikeiden talvien vuoksi tilanne on jopa kärjistynyt entisestään. Hitaan kehityksen syitä voidaan etsiä ainakin seuraavista seikoista:

- Ennen viimeisen kahden talven ongelmia rautatieorganisaatioiden johto oli puutteellisesti sitoutunut täsmällisyystyöhön
- Täsmällisyydestä ovat puuttuneet selkeät ja konkreettiset strategisen tason päämäärät
- Suurien päämäärien puuttuessa toiminta on ollut lyhyen tähtäimen reagoimista; on korjattu seurauksia, ei perimmäisiä syitä niiden taustalla
- Toimenpiteiden priorisointi on ollut hankalaa, koska niiden kustannuksista ja ennen kaikkea vaikutuksista on ollut vaikea saada tietoa
- Radanpitäjän ja liikennöitsijän sisäiset organisaatorakenteet eivät ole tukeneet täsmällisyydestä parhaalla mahdollisella tavalla. Tämän seurauksena työ on hajaantunut erilaisille työryhmille, joiden keskinäiset vastuut ja valtuudet ovat olleet epäselvät
- Myös radanpitäjän ja liikennöitsijän välinen työnjako on ollut epäselvä

Nämä ongelmat voidaan tiivistää yhteen päätelmään: täsmällisyyden johtaminen ei ole ollut riittävän kokonaisvaltaista. Tästä syystä Liikennevirasto ja VR ovat yhdessä Liikenteen tutkimuskeskus Vernen kanssa aktiivisesti ryhtyneet kehittämään täsmällisyyden johtamista. Tavoitteena on luoda rautateille täsmällisyysjohtamismalli, joka yhtäältä pyr-

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

kii täsmällisyyden kokonaisvaltaiseen ja pitkäjänteiseen parantamiseen ja ylläpitämiseen, toisaalta ottaa huomioon sekä nykyisten että tulevien toimijoiden erilliset roolit ja tavoitteet. Tutkimusprojekti alkoi syksyllä 2011 ja kestää vuoden.

Täsmällisyysjohtamismalli ja sen jalkautus

Täsmällisyys on rautatieliikennejärjestelmän keskeisimpiä laatutekijöitä: täsmällisyyttä parantamalla parannetaan laatua. Laatujohtaminen on johtamismalli, jossa laatua pyritään hallitsemaan ja johtamaan strategisesti. Projektissa luotava strategisen tason täsmällisyysjohtamismalli pohjautuu laatujohtamisen keskeisille teorioille. Mallilla pyritään siihen, että täsmällisyydestä tulisi turvallisuuden kaltainen perusominaisuus. Sen myötä täsmällisyyttä siis painotetaan häiriönhallinnasta ennaltaehkäisevään toimintaan. Mallissa tarkastellaan neljää eri osakokonaisuutta: täsmällisyyteen liittyviä strategisia päämääriä, täsmällisyyteen liittyviä mittareita ja niihin sidottuja tavoitteita, täsmällisyyden organi-

sointia sekä tärkeimpiä täsmällisyyttä tukevia prosesseja.

Malli muodostetaan siten, että se sekä edistää rautatieliikennejärjestelmän täsmällisyyttä yleisellä tasolla että ottaa huomioon rautatieorganisaatioiden erilliset roolit ja tavoitteet. Näin ollen malliin muodostetaan yleinen osa (mm. täsmällisyyteen liittyvät strategiset päämäärät ja organisaatioiden välinen yhteistyö) että organisaatiokohtaiset osat (mm. toiminnan sisäiset johtamisprosessit ja omalle vastuulle kuuluihin toimintoihin sidotut mittarit ja tavoitteet).

Johtamismalli on turha, ellei sitä viedä käytäntöön. Niinpä mallia pyritään testaamaan ja jalkauttamaan jo työn aikana. Tähän antaa mahdollisuuden työhön valittu tutkimusmenetelmä, toimintatutkimus (ks. kuva). Menetelmän ideana on, että pelkän observoinnin sijaan tutkimuksessa pyritään kehittämään kohdeorganisaatioita osallistumalla niiden arkipäivän toimintaan. Menetelmä takaa työlle tieteellisen uutuusarvon lisäksi parhaan mahdollisen käytännön hyödyn.

Teollisuuden palvelukonsepteilla sujuvuutta ja tehokkuutta



Palvelukonseptit:

- * Mobilivarastot
- * Palveluvarastot
- * Kaupintavarastot
- * Projektitoimitukset
- * Noutomyymälä asiakkaiden tiloissa
- * Valaisinsuunnittelu
- * Verkkokaupamme e-tukku



*Osaavaa ratatyötä
jo vuodesta 1976*

DESTIA

www.destia.fi

jps-mainos.fi

TEKNIKUM

**Teknicross®
kumitasoristeykset
rautaisille teille**

www.teknikum.com Teknikum Oy • PL 13, 38211 Sastamala • Puh (03) 51911



SOLIMATE*
- Sininen routaeriste
vaativiin kohteisiin

DOW SUOMI OY

P.O.Box 117, 00101 HELSINKI
PUH. (09) 5845 5300, FAX (09) 5845 5330

*TAVARAMERKKI - THE DOW CHEMICAL COMPANY

HansaBattery Oy



NiCd akut turvaavat sähkönsyötön verkkokatkoksen sattuessa

Höyläämötie 11 A, 00380 Helsinki
Puh. 0207 631 880, fax. 0207 631 889

www.hansabattery.fi

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Rautatieliikenteen aikataulun palvelutasotekijät



Markus Helelä
Ramboll Finland Oy

Esitelmä perustuu samasta aiheesta vuoden 2011 aikana Liikenneviraston ja Rambollin toimeksiannosta tehtyyn diplomityöhön.

Johdanto

Suomessa rautatieliikenteen aikatauluvaihtoehtojen arviointi ja vertailu perustuu ratakapasiteettihakemusten perusteella jaetun kapasiteetin yhteensovittajan kokemukseen ja näkemykseen. Menettelyssä ei hyödynnetä aikataulun palvelutasotekijät huomioivaa arviointikehikkoa, jossa tekijöiden tärkeys määräytyy rautatieliikenteen osapuolten aikataulusuunnittelun osittain ristiriitaisten prioriteettien perusteella. Työn tavoitteena oli kehittää Liikennevirastolle kuvauksen mukainen kehikko, koska sellaiselle on viimeistään hiljattain havaittu tarve. Kehikon avulla osapuolten prioriteetit ja kapasiteetin jakamisen vaihtoehdot voidaan huomioida analyttisemmin, mikä palvelee pitkän aikavälin aikataulusuunnittelua.

Työmenetelmät

Työn teoreettisessa tutkimuksessa kuvattiin ratakapasiteetin jakamisen pääperiaatteet Suomen rautatieliikenteessä ja aikataulusuunnitteluun liittyviä tekijöitä. Osapuolten palvelutasotavoitteet ja suunnittelun prioriteetit hahmotettiin osapuolten asiantuntijoiden avoimiin haastatteluihin ja heille lähetettyyn kyselyyn perustuen. Aikataulun laadun määrittävien palvelutasotekijöiden kuvaaminen, mukaan lukien niiden merkitykset, keskinäiset riippuvuussuhteet ja määrittämismenetelmät, muodosti työn rungon ja lähtökohdan empiiriselle tutkimukselle. Tätä varten läpikäytiin laajasti sekä kotimaisia että eurooppalaisia merkittäviä aiheeseen liittyviä julkaisuja, joissa painotus oli järjestäen matkustajajunaliikenteessä. Empiirisessä tutkimuksessa aikataulujen arviointikehikkoon valittiin teoreettisen tutkimuksen perusteella siihen soveltuviin palvelutasotekijöistä tärkeimmät, ja niille muodostettiin asiantuntijoiden tekemillä parivertailuilla preferenssit ja painoarvot analyttisen hierarkiaproessin mukaisesti. Lopuksi tapaustutkimuksella tarkasteltiin käyttökelpoiselta vaikuttavan palvelutasotekijöiden määrittämismenetelmän soveltuvuutta aikataulujen arviointiin ja vertailuun.

Työn tulokset ja johtopäätökset

Palvelutasotekijöistä muutamaa pidetään sekä Suomessa että Euroopassa yleisesti tärkeimpinä aikataulusuunnitteluun vaikuttavina tekijöinä; viime kädessä maakohtaiset prioriteetit sanelevat suunnittelua. Niillä on keskinäisiä riippuvuuksia, joiden tunnistaminen selkeyttää suunnittelua ja joiden perusteella voidaan ainakin karkeasti arvioida palvelutasotekijöiden suositusarvoja. Aikataulun palvelutason arviointi edellyttää arviointikehikkoon valittujen palvelutasotekijöiden mittaamisen ja määrittämisen lisäksi niiden painottamista tärkeyden perusteella, koska Suomen rautatieliikenteen palvelutasotavoitteiden toteutuminen ei riipu kaikista niistä samassa määrin.

Palvelutasotekijöistä aikataulun häiriösietoisuus sai selvästi suurimman painoarvon arviointikehikossa; muut (junan ajoaika, vakioaikataulurakenne, vuoroväli ja junien lisäämismahdollisuus) saivat suunnilleen yhtä suuret painoarvot vastausten kohtalaisesta keskihajonnasta huolimatta. Vastauksissa korostui matkustajajunaliikenteen näkökulma. Arviointikehikon soveltamista sellaisenaan aikatauluvaihtoehtojen arviointiin vaikeuttaa se, ettei palvelutasotekijöille ja niiden mittareille löytynyt valmiita yleispäteviä laatuasteikoita raja-arvoineen.

Tapaustutkimuksessa tarkasteltu liikenteen heterogeenisuuden määrittämismenetelmä perustuu aikataulusta suoraan mitattavien junien lähtö- ja saapumisaikavälien käännteislukujen summiin. Sen mittarien arvojen vertaaminen junaväleihin, junien nopeuseroihin, junamäärään ja junien lisäämismahdollisuuden antaa monipuolista tietoa aikataulun palvelutasosta. Menetelmä soveltuu erityisesti saman junamäärän sisältävien, eri aikataulurakenteelle tehtyjen aikataulujen häiriösietoisuuksien vertailuun.

Tapaustutkimuksessa todennettiin monia teoreettisen tutkimuksen perusteella oletettuja palvelutasotekijöiden riippuvuuksia ja tehtiin arvokkaita lisähavaintoja: heterogeenisuuden mittareilla on erittäin selkeä positiivinen korrelaatio aikataulun junamäärän ja selkeä negatiivinen korrelaatio junien lisäämismahdollisuuden kanssa. Ratakapasiteetin käyttöastetta muistuttavan, junamäärän ja junien lisäämismahdollisuutta yhdessä tarkastelevan mittarin kanssa heterogeenisuuden mittareilla on hyvin selkeä positiivinen korrelaatio.

RAUTATIELIIKENNE JA YHTEISKUNTA

Palvelutasotekijöiden keskinäisten riippuvuuksien takia liikenteen heterogeenisuuden mittareiden perusteella voidaan arvioida aikataulun häiriösietoisuutta ja peilata sitä johdonmukaisesti ja loogisesti aikataulun junaväleihin, junien nopeuseroihin, junamäärään ja junien lisäämismahdollisuuteen. Vaikka liikenteen homogenisointi on tehokas tapa lisätä häiriösietoisuutta ja ratakapasiteetin hyödyntämistä, se ei noussut asiantuntijoiden vastauksissa tärkeimpien prioriteettien joukkoon. Tämä viittaa siihen, että muut keinot ajavat eri syiden ja reunaehtojen takia lähtökohtaisesti homogenisoinnin edelle.

Jatkosuositukset

Jatkosuosituksilla tähdätään ratakapasiteetin yhteensovitta-

misen ja aikataulujen arvioinnin kehittämiseen. Osapuolten kokoontumisessa, tämän työn tuloksia hyödyntäen, voidaan muodostaa yhteisesti hyväksytty arviointikehikko palvelutasotekijöineen ja niiden painoarvoineen sekä sopia kehikon käyttötavoista. Palvelutasotekijöille on myös tärkeää määrittää minimilaatuvaatimus ja laatuasteikot raja-arvoineen. Liikenteen heterogeenisuuden mittarien käytössä olisi hyvä painottaa aikataulun junia ja junavälejä niiden tärkeyksien perusteella. Lisäksi, heterogeenisuuden mittarit eivät tarkastele suoraan tiettyjä matkustajille tärkeitä palvelutasotekijöitä, joten niiden määrittämismenetelmien ja laadun mittarien kehittäminen on tärkeää.



Lähetä tekstiviesti
CC PAIKANNIN
numeroon 17252 niin otamme
sinuun yhteyttä



Kotimainen markkinajohtaja **PAIKANNIN.COM**

Asiakkaitamme ovat mm.



RAUTATIE TEKNIikka

Mallintamisen ja visualisoinnin käyttö radan kunnossapidossa

(Laserkeilauksen käyttö tunneleiden ja kallioleikkausten hallinnassa)

*Timo Cronvall
VR Track Oy
Suunnittelu*



Laserkeilaus ja digitaalinen kuvaus on tehokkain menetelmä rakennettujen maastokohteiden 3D-mallintamiseen. Laitteet mittaavat tarkasti kymmeniätuhansia pisteitä sekunnissa ja tulokseksi saadaan tarkka ja tasalaatuinen 3D-pistepilvi. Kohteen visuaalinen ”todellisuusmalli” saadaan talteen kerralla ja nopeasti ilman mittavia henkilöresursseja. Keilattavan kohteen tiedot tallennetaan täydellisinä halutussa koordinaattijärjestelmässä aineiston jatkokäsittelyä varten. Kerran mitattua aineistoa voidaan hyödyntää rajattomasti uudelleen kaikentyyppisissä mitoitus-, dokumentointi- ja visualisointitehtävissä. Myös kohteen tilan seuranta ja erilaiset tarkemittaukset ovat helposti toteutettavissa uusintakeilauksin. Laserkeilauksen edut ovat kohdetta koskettamatonta ja turvallista mittausta. Tiedonkeruumenetelmänä laserkeilaus on kustannustehokas ja tekniikka soveltuu laajoillekin kohdealueille. Laserkeilausta voidaan tehdä maanpinnalta käsin terrestriaalisen maakeilaimen (TLS), liikkuvasta ajoneuvosta käsin (MLS) tai ilma-aluksesta käsin (ALS). Menetelmällä saavutettava pistetiheys on suuri ja sen avulla kohteet ja niiden geometria voidaan kuvata kattavasti. Aineistolla on erinomainen erotuskyky sekä tarkkuus.

Kohde keilataan yleensä useammasta suunnasta katvealueiden välttämiseksi. Eri keilausasemat yhdistetään yhdeksi tiedostoksi, kolmiulotteiseksi pistepilveksi. Pistepilvi on kolmiulotteinen tietokonemalli, johon on sijoitettu piste jokaisen säteen heijastuspisteeseen. Lukuisten pisteiden avulla pistepilvestä saadaan hahmotettua kohteen kolmiulotteinen pinta. Pisteitä yhdessä pistepilvessä voi olla satoja miljoonia, jopa miljardeja. Laserkeilaus on tekniikkana kehittynyt viime vuosina nopeasti. Kehitys on kohdistunut mittalaitteisiin sekä vahvasti myös ohjelmistoihin, joilla tuotettua pistepilviaineistoa hyödynnetään.

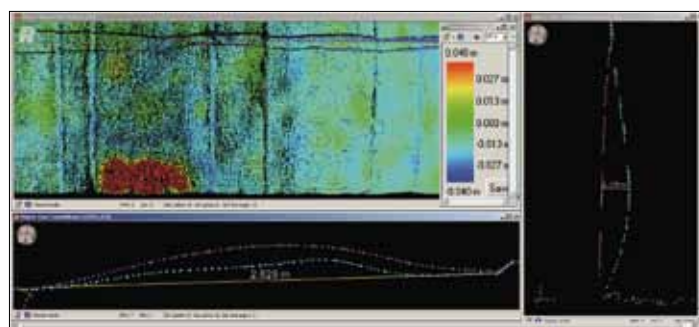
Tämän työn tavoitteena oli selvittää terrestriaalisen maakeilauksen käyttömahdollisuuksia liikenneväylien kalliorakenteiden kunnan ja toiminnallisuuden hallinnassa. Mittaus- ja seuranta-kohteena olivat Rantaradan rautatietunnelit, joissa veden- ja lämmöneristeenä on 50 mm paksuisista polyeteenilevyistä rakennettu eristerakenne. Eristerakenne on tunnelissa pääosin suojaamattomana näkyvissä. Työssä on tehty selvityksiä neljään eri osa-alueeseen liittyen: (1) Voidaanko mittausta menetelmää käyttäen tunnistaa tunnelien verhouksrakenteiden takana mahdollisesti esiintyviä jäätymiskohtia

(2) Voidaanko menetelmällä tuotettua aineistoa käyttää leikkausten yläreunojen kuivatusratkaisujen parantamismahdollisuuksien suunnitteluun (3) Selvitetään käyttömahdollisuudet kallioleikkausten kuivatusratkaisujen toiminnallisuuden ja kehittämismahdollisuuksien osalta (4) Selvitetään aineiston käyttömahdollisuudet kallioleikkausten seinämien kuntoarvioinnissa.

Kohteiksi valikoituissa Rantaradan tunnelissa ja niihin liittyvissä kallioleikkauksissa suoritettiin laserkeilauksia aikavälillä syksy 2010 - syksy 2011. Kallioleikkaukset ja niiden yläpinnat mitattiin yhteen kertaan lumettomaan aikaan. Tunnelit mitattiin kahteen kertaan siten että yksi mittaus suoritettiin lämpimänä vuodenaikana ja toinen talvella pidemmän pakkaskauden jälkeen. Näin tulosten arvioinnissa oli käytössä vertailukelpoiset aineistot talvelta ja sulalta ajalta.

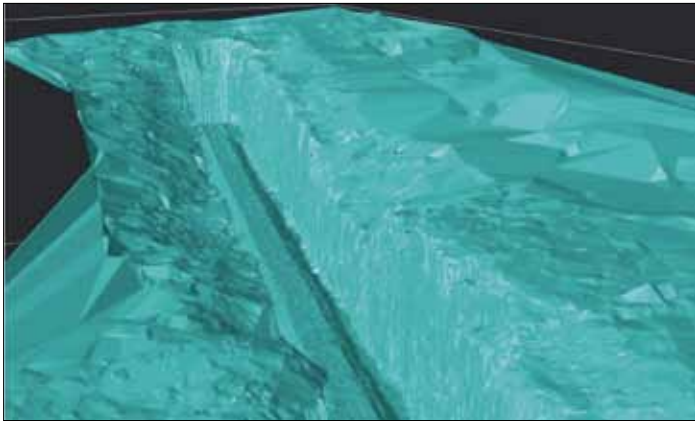
Tunnelien verhouksrakenteiden takana mahdollisesti esiintyvien jäätymiskohtien paikantamiseksi suoritettiin vertailu eri ajankohtina mitattujen pistepilviaineistojen välillä. Tarkastelut tehtiin RiScan Pro- ja SiRail-ohjelmistoilla. Tarkastelussa havaittiin verhouksrakenteen muodonmuutoksia eri ajankohtien mittaustulosten välillä. Havaitut muutokset ovat enimmäkseen noin 10 cm suuruisia ja sijainniltaan pääsääntöisesti sellaisia että niiden aiheuttajaksi voidaan suurella todennäköisyydellä epäillä verhouksrakenteiden taustalla tapahtuvaa pannaanjään muodostumista.

Monien tunnelien suuaukoilla esiintyy vesivuotoja. Nämä



Kuva 1. Esimerkki kahden eri aikana suoritettujen laserkeilauksien tulosten vertailusta. Vasemmalla ylhäällä on naamakuva tunnelin seinästä jossa punaisella näkyy pullistunut alue. Alla on vaakaleikkaus ja oikealla pystyleikkaus pullistuman kohdalta. Pullistuma on enimmäkseen noin 10 cm.

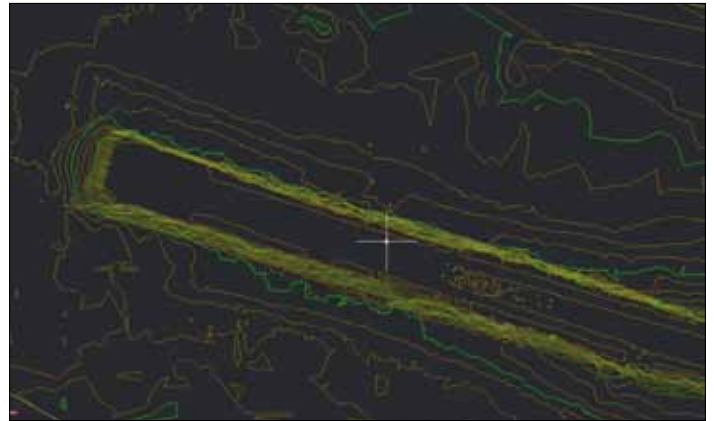
RAUTATIE TEKNIikka



Kuva 2. Pistepilviaineistosta tuotettu rautatietunnelin kallioleikkauksen ja ympäröivän maaston pintamalli. Tunnelia ei ole tässä vaiheessa vielä mallinnettu.

aiheuttavat pannejäämuodostumia, joista aiheutuu talvisin toistuvaa kunnossapitoa. Yhtenä mahdollisena ratkaisuna ongelmaan on pintavesien ohjaaminen tunnelin suuaukolta pois päin. Kuivatusratkaisuihin liittyvinä tavoitteina oli selvittää se, voidaanko aineiston perusteella havaita luonnollisia mahdollisuuksia pintavesien valunnan ohjaamiseen tunnelien suuaukoilta pois päin. Keilausaineistosta saadaan muodostettua tarkka maanpintamalli, jonka perusteella vesien valumasuuntia voidaan analysoida. Käytännössä pelkkä maastomalli ei riitä valuma-alueiden analysointiin, sillä siihen vaikuttavat myös maakerrokset ja maakerrosten alla olevan kallion pinnan muoto. Mitatulta aineistolta pystyttiin erottamaan maanpinta sekä paljaat kalliopinnat, mutta todettiin että pelkästään niiden perusteella ei voi tehdä suunnitelmia valumasuuntien muuttamiseen tarvittavista maanrakennustöistä. Laserkeilauksella saadaan mitattua tarkka ja luotettava maastomalli, jota tulee täydentää muilla maastotutkimuksilla ennen kuin luotettavia arvioita veden virtaus-suuntien muutoksista voidaan tehdä.

Kallioleikkausten seinämien kuntoarvio muodostaa, etenkin korkeissa ja kapeissa kallioleikkauksissa, haasteellisen tehtävän. Laserkeilauksen yhteydessä otettavien valokuvien avulla pystytään saamaan leikkauksesta tarkat mittatiedot. Aineiston perusteella on mahdollista analysoida myös leikkauksen seinillä esiintyvää rakoilua. Mitatusta aineistosta



Kuva 3. Pistepilviaineistosta tuotettu rautatietunnelin kallioleikkauksen ja ympäröivän maaston korkeuskäyrämalli.

saadaan, valokuvia apuna käyttäen, tulkittua kallioleikkauksissa esiintyviä halkeamia ja muita kunnossapitoon vaikuttavia rakenteita. Lähtötietona käytettiin samoja keilaustietoja, jotka oli tuotettu maastomallin laatimista varten. Käytännössä havaittiin, että pelkkää maastomallia varten tehdyt keilaukset eivät olleet riittävän tarkkoja seinämien halkeamien ja muiden rakenteiden mittatarkkaan selvittämiseen. Aineistosta saatiin tarkat mittatiedot leikkauksista, mutta halkeamien kartoitus ei onnistunut odotetulla tarkkuudella. Jatkossa keilausasemia tulee tehdä tiheämmin, jotta kallioseinämän rakenteista voidaan tulkita rakenteita riittävällä tarkkuudella. Menetelmä itsessään soveltuu erittäin hyvin leikkausten kunnan analysointiin.

Laserkeilaus soveltuu hyvin osaksi kunnossapidon tarkastuksia, joissa tulee analysoida esimerkiksi rakenteiden pysyviä tai tilapäisiä siirtymiä/muodonmuutoksia. Menetelmä ei sovellu hetkellisten ns. dynaamisten muodonmuutosten mittaamiseen sillä kyseessä ei ole siinä suhteessa jatkuva mitaustapahtuma.

Menetelmällä mitattu aineisto on käyttökelpoista asetettujen tehtävien suorittamiseen. Työssä korostui mittausten suunnittelun tärkeys. Huolellisella suunnittelulla varmistetaan kattavien aineistojen tuottaminen tehtävien vaatimien analyysien ja suunnittelun pohjaksi.



Kuva 4. Laserkeilausaineiston käyttö kallioleikkausten yläreunojen halkeamien tunnistamiseen. Vasemmalla puolella keilauksen yhteydessä otettu valokuva ja oikealla puolella valokuva-aineiston perusteella värjätty pistepilvi.

Routimisen ehkäisy, käytetyt menetelmät ja niiden toimivuus

*Jarno Viljakainen
VR Track Oy
Suunnittelu*



1. Historia

Nykyisten ohjeiden mukaisesti suunnitellun ja rakennetun ratarakenteen ei pitäisi routia. Pääosa rataverkostamme on rakennettu ennen 1970 -lukua. Alusrakenteelle käytettävillä materiaaleilla on ollut riittäviä laatuvaatimuksia vasta 1960 -luvulta lähtien. Tätä ennen maaperän kelpoisuuden määrittäminen on perustunut mm. silmämääräisiin havaintoihin. (Saarinen 2008). Töissä käytettiin niitä materiaaleja joita oli kohtuullisesti saatavilla sekä hyvin miestyövoittoisia työmenetelmiä. 1900 -luvun alkupuolella materiaali sorastukseen hankittiin usein hevoskuljetuksen sallimilta etäisyyksiltä (Rautatiehallitus 1937).

Vakavat pengersortumat 1910 -luvun lopussa lisäsivät radan pohjasuhteiden tutkimusta sekä pengerrakenteiden suunnittelua. Suunnittelun pääpaino oli kuitenkin radan turvallisuuden varmistaminen eli pehmeikkötutkimukset ja pehmeikköihin liittyvä suunnittelu. Routatutkimukset rajoittuvat olemassa olleiden olosuhteiden selvittämiseen. Ainoastaan muutamassa kohdoin sopimattomaksi havaittu materiaali korvattiin hyvällä raidesoralla tai raidesoran paksuutta kasvatettiin. Tyyppillinen rakennekerrospaksuus oli 1900 -luvun alussa 0,5 m (Rautatiehallitus 1937).

Vuonna 1928 roudan aiheuttamat ylimääräiset kustannukset olivat 450 mk kilometriä kohden, yhteensä yli 2 mmk. Hevosmiehen tuntiansio oli noin 10 mk/h ja uuden radan rakentamiskustannus noin 800-900 000 mk/km. (Rautatiehallitus 1937).

Routimiseen ja sen ehkäisyyn on kiinnittely laajemmin huomiota 1970 -luvulla, jolloin käyttöön otettiin paksummat rakennekerrospaksuusvaatimukset. Osaltaan kiinnostuksen lisääntymisen vaikutti nopeustason nousu. Uusia rakennekerrospaksuusohjeita pyrittiin noudattamaan 1970- ja 1980 -luvun perusparannustöissä. Vilkaasti liikennöidyillä pääraiteilla pitäisi leikkauksissa olla vähintään 160 cm rakennekerrospaksuus tai mahdollisesti routaeriste, joita on käytetty 1970 -luvulta lähtien (Saarinen 2008).

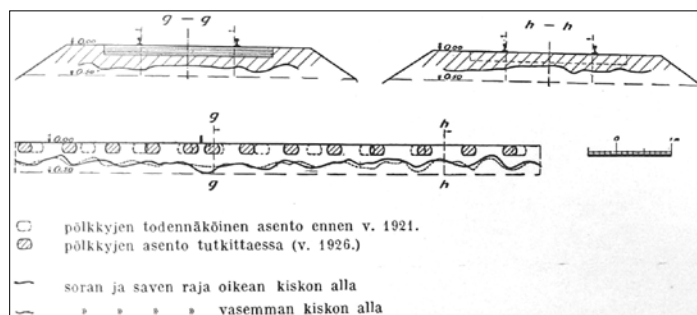
2. Suunnittelu voimassa olevien ohjeiden mukaisesti

Ratateknisten ohjeiden osassa 3 Radan rakenne esitetään mm. miten radat routamitoitetaan. Uusilla radoilla ja rataoikaisulla käytettävä routimattomien kerroksien kokonaispak-

suus riippuu mm. alusrakenneluokasta, maantieteellisestä sijainnista sekä alusrakenteen materiaalista. Routimattomien rakennekerroksien paksuus tulisi olla vähintään 2,0 m mitoitusnopeuden ollessa yli 120 km/h, jatkuvakiskoraiteella vähintään 1,8 m ja sidekiskoin varustetulla sivuraiteella vähintään 1,4 m. Parannettavilla radoilla voidaan rakenteen eristämiseksi käyttää routalevyjä. Ensisijainen vaihtoehto on routivien materiaalien vaihtaminen. Routaeristykseen suunnittelussa käytettävän mitoituspakkasmäärän toistumisjakso riippuu alusrakenneluokasta sekä eristettävästä kohteesta. Rakenne suunnitellaan useissa tapauksissa kestämään keran 50 vuodessa toistuva laskennallinen pakkasmäärä. Routaeristetyssä ratarakenteessa routalevyn alapuolella tulee olla routimattomia materiaaleja vähintään 300 mm.

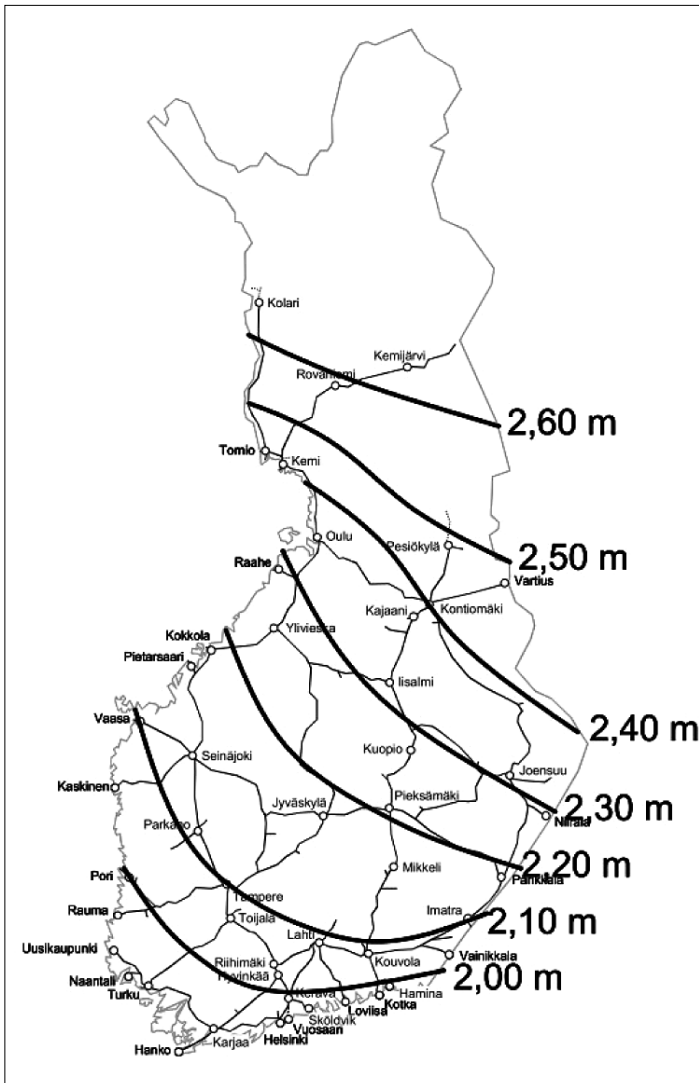
RATO 3 liitteessä 2 on esitetty normaalipoikkileikkaukset radan penger- ja poikkileikkauksirakenteille. Kuivatuksen periaatteena on rakennekerroksien kuivatus eli käytännössä pääraiteilla kuivatussyvyyden tulisi olla maaleikkauksissa ja penkereillä vähintään 2,0 m. Ohjeessa InfraRYL 2010 osa 1 Väylät ja alueet määritetään käytettävillä materiaaleille, myös routalevyille, yleiset laatuvaatimukset.

Poikkeaminen ohjeista edellyttää aina Liikenneviraston kirjallista lupaa. Käytännössä lupa saadaan hyväksytyillä suunnitteluperusteilla, joissa mm. perusteellaan poikkeaminen ohjeista tai suositusarvoista.



Kuva 1: Routatutkimus, 1920 -luku (Rautatiehallitus 1937).

RAUTATIE TEKNIikka



Kuva 2: RATO 3 mukainen routimattomien radan rakennekerroksen kokonaispaksuus päällysrakenneluokissa 2-4 alusrakenteen ollessa luonnonmateriaalia.

3. Rataverkon nykytilanne sekä routasuunnittelu

Rataverkko on osaksi kertaalleen kunnostettu viimeisten vuosikymmenien aikana. Tästä huolimatta viimevuosien talvet, F2-F8, aiheuttivat huomattavia liikennehaittoja raideliikenteelle. (Liikennevirasto 2011). Nykyinen radan rakenne, lähtien tukikerroksesta, ei ole sellainen kunnossa kuin sen pitäisi olla. Aina kyseessä ei ole tietoisesti otettu riski. Projektin toteutuksessa sekä valvonnassa on myös havaittu puutteita. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota projektin vaiheittain toteuttamiseen. Pahimmillaan pääraiteelle suunnitellut eristeet on ratapihan osuudella jäänyt, tietoisesti tai vahingossa, asentamatta ja asennetut routaeristeet on rikottu päällysrakenteen tukemisen yhteydessä.

Perusparannuksen suunnittelu ja toteutus on ollut hyvin päällysrakennekeskeistä. Alusrakenteen osalta on tehty ne toimenpiteet mitä on vaadittu turvallisuuden takaamiseksi. Routaeristuksen suunnittelu vaatii luotettavaa lähtötietoa mikä käytännössä tarkoitti viime vuosiin saakka riittävän tiheästi tehtäviä routatutkimuksia liikennöidyltä raiteelta. Routatutkimuksien hinta ja niiden viemä aika on saatettu kokea hai-

taksi perusparannusprojektille. Näin etenkin, jos tutkimuksien tulokseksi saatiin esitys routaeristeiden asentamiselle lähes koko perusparannettavalle osuudelle eikä ongelmia ollut esiintynyt leutoina talvina.

Viimeisten talvien ongelmat, niiden selvittely, tehdyt tutkimukset sekä kehittyneet menetelmät mahdollistavat nykyisen rakenteen routasuojauksen optimoinnin. Käytössä on mm. rai-teentarkastusvaunun vertailuajo syksy 2009 - 2010. Raportissa esitetään arvio kohteista, missä d-luokan virhemäärien kasvun oletetaan johtuvan ratarakenteen routimisesta. Toisaalta koko rataverkko luodattu maatutkalla ja tutkimuksia tulkitaan tarpeen mukaan. Ensimmäiseksi ei tarvitse radalle laittaa kairakonetta ottamaan routanäytteitä 50 - 100 m välein.

4. Routaeristuksen optimointi

Tilaajan tahtotila määrittää miten rataverkkoa parannetaan ja voidaanko voimassa olevista ohjeista poiketa. Poikkeaminen yleisistä ohjeista on aina riski, esimerkiksi keskimääräistä kylmempinä talvina joudutaan tekemään ylimääräistä kunnossapitoa ja nopeuksia alentamaan turvallisen liikennöinnin takaamiseksi.

Viimeistään suunnitteluperusteita laatiessa tulee miettiä miten parannusprojekteissa routasuojaus toteutetaan. Alemman luokan rataverkolla voi olla perusteltua korjata vain pahimmat routaheitot sekä parantaa rataosuuden kuivatusta. Routaeristykseen sekä kallioleikkauksien kuivatukseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota rataosuuksilla missä nopeustasoa tullaan mahdollisesti nostamaan.

Lähteluettelo

Helaja Olli-Pekka. 2010. Routimisen ehkäisy kuivatusta parantamalla. Liikenneviraston julkaisu 28 2010

Liikennevirasto. 2011. Routaselvitys 2010 - 2011 Liikenteellinen & geotekninen tarkastelu 19.09.2011.

Loukkalahti Ari. 2010. Radan kallioleikkauksen kuivautuksen parantaminen. Liikenneviraston julkaisu 26 2010.

Patalainen Valentin. 2008. Vähäliikenteiset radat. Etelä-Karjalan Ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö

Saarin Maija. 2008. Ratojen alusrakenteissa käytetyn materiaalin routimisherkkyys. Liikenneviraston julkaisu A7/2008

Valtion rautatiet. 1939. Valtion rautatiet 1912-1937 II osa. Rautatieläisten lepokotiyhdistys, Helsinki

RAUTATIE Tekniikka

Rautatietekniikkaa 150 vuotta - rautatietekninen kehitys vuosien saatossa



*Hannu Saarinen
päätoimittaja
Rautatietekniikka-lehti*

Maamme rautateiden kehittyminen reilun 150 vuoden aikana on elänyt monta eri kehitysvaihetta. Kaikkia tapahtumia ja eri vaiheita ei näin lyhyeen esitykseen ole voitu ottaa mukaan.

Ennen kuin ensimmäinen aikataulun mukainen juna maaliskuussa 1862 kulki Helsingistä Hämeenlinnaan, oli täytynyt monta rautatieteknistä asiaa ja kokeilua maassamme tehdä.

Ensimmäisen radan rakentaminen alkoi maaliskuun alussa vuonna 1857 (noin 155 vuotta sitten). Tehtävä oli uusi myös työtä johtaville rautateiden henkilöille, heistä useimmat eivät olleet rautateitä koskaan nähneet. Näin ollen he joutuivat hakemaan radan rakentamisesta oppia ulkomailta ja myös alan kirjallisuudesta. Aikaa myöten kiskotustyö edistyi ja suoritettiin koeajoja.

Höyryveturi Ilmarinen, joka maaliskuussa 1861 saatiin käyttökuntoon rautatierakennuksen konepajassa Helsingissä, oli ensimmäinen veturi, joka kulki Suomen rautateillä. Se tapahtui saman vuoden elokuun 8. päivänä. Veturi Lemminkäisen puolestaan kuljetti tammikuun 31 päivänä 1862 ensimmäisen matkustajajunan Helsingistä Hämeenlinnaan. Tämä juna oli Suomen ensimmäisen rautatien vihkiäisjuna. Juna kuljetti 30 kutsuttua henkilöä.

Rautatiekaluston muuttuminen alkuajoista yhä nopeammiksi toi monia merkittäviä taitekohtia rautatieliikenteen historiaan. Näitä junien niin turvallisen kuin nopean liikenteen kannalta tärkeitä ajanjaksoja ovat olleet mm. höyryveturijasta siirtyminen dieselveturiaikaan ja myöhemmin sähköön käyttöön energialähteenä.

Ensimmäinen moottoriveturi (sarja Vk11, n:o 101) tuli Val-tiorautateille tammikuussa 1931. Se liikennöi aluksi Vuokatin ja Sotkamon välillä. Pelkkää höyryveturiaikaa oli siihen mennessä kestänyt 50 vuotta.

Vaikka sähköistä rautatieliikennettä maamme yksityisillä radoilla oli jo 1900-luvun alussa, VR:ltä kului yli 100 vuotta ennen kuin sähköjunaliikenne Helsinki – Kirkkonummi radalla alkoi 26.1.1969 sähkömoottorijunilla (Sm1). Tämä tapahtui siis vain 42 vuotta sitten. Ensimmäiset sähköveturit (Sr1) tulivat Suomeen, varsin jopa kiivaan ”kilpailuttamisen” kautta, josta ei poliittista peliäkään puuttunut. Ne valmistuivat vuonna 1973.

Nopea liikenne alkoi Suomessa Pendolino-liikenteenä Helsingin ja Turun välillä vuonna 1995. Helsingin ja Pietarin välille tuli liikenteeseen Allegro vuonna 2010. Sen huippunope-

us nousee 220 kilometriin tunnissa. Matka-aika Helsingistä Pietariin lyheni noin kolmeen ja puoleen tuntiin.

Ei yksistään kaluston osuus, vaan myös suojustus-, release-tinlaite-, linjaradio-, junien kulunvalvontajärjestelmien kehittyminen sekä jatkuvaksi hitsattujen raiteiden asentaminen rataverkollemme ovat olleet keskeisiä tapahtumia nopeajunaliikenteen kehittymiselle maassamme.

Suomessa kulunvalvonnan, kuten niin monen muunkin teknisen kehityksen osalta, käyttöönotto oli monivaiheinen ja pitkäaikainen prosessi. On muistettava, että suurin sallittu junanopeus maamme radoilla oli vuonna 1989 vain 140 km tunnissa. Jotta nopeutta voitiin nostaa, tarvittiin kulunvalvontalaitteita. Erinäisten selvitysten ja tutkimusten jälkeen tehtiin helmikuussa 1990 sopimus ABB-konserniin kuuluvan ABB Strömberg Teollisuus Oy:n (myöhemmin Adtranz Finland ja edelleen Bombardier Transportation Finland) kanssa kulunvalvonnan rata- ja veturilaitteiden toimittamisesta.

Tärkeää on huomata, että myös rautatieliikenteen viestijärjestelmien kehittäminen on omalta osaltaan ollut vauhdittamassa suomalaisen matkapuhelinteollisuuden tuloa maailmanlaajuiseksi menestykseksi.

Ei pidä myöskään unohtaa, kuinka ratapiha- ja laskumäki-automaation avulla on voitu kehittää niin ratapihatyöskentelyn turvallisuutta kuin tuottavuutta. Ensimmäinen automatiikka otettiin käyttöön Pieksämäen laskumäessä vuonna 1967. Seuraavana vuonna valmistui vaihteautomatiikka Riihimäen laskumäen raiteistolle, jossa automatiikan piiriin tuli 20 vaihdetta.

Maamme ensimmäinen järjestelyratapihan laskumäki-automaatiikka otettiin käyttöön Kouvolassa vuoden 1981 kesällä. Vaihtotyöt tehtiin siitä lähtien automaattisesti eli tietokoneohjattuina junatoimiston ohjaushuoneesta. Viinikan järjestelyratapiha Tampereella vihittiin käyttöön vuonna 1987. Jolloin neljän vuoden projekti, Pohjolan sen ajan nykyaikaisin, järjestelyratapiha valmistui.

Oli rautatieteknisen muutoksen tarkastelu mikä tahansa, ei voida olla huomaamatta, että yleinen niin sähkö-, kone- ja tietotekniikka ja niiden soveltaminen rautateihin ovat kehittyneet 150 vuoden aikana huimaavasti.

Kukapa olisi uskonut, viisikymmentä vuotta sitten, että tietokoneet ”valtaavat” veturit ja työkonet tai, että maassamme junilla kiidetään yli 200 km:n tuntivauhtia tai satelliittipaikannuksen avulla tehdään radoillamme töitä.

ELEKTRO-TUKKU OY

Laaduntuojat

- ① **Suojavastukset**
 - ① **Mittalaitteet**  SCHÜTZINGER  KYÖRITSU  MIMMI
 - ① **Hälytyslaitteet** Comax  Fulleon  deegee
 - ① **Ohjaus ja säätölaitteet**  TAHIN  POLYLUX
- useita valmistajia

Puh. (09) 350 5500, Fax. (09) 351 3271
www.elektrotukku.fi, e-mail: myynti@elektrotukku.fi

*Rautatierakentamisen
ammattilainen*

Kamsor Oy

Siikalammentie 4, Sonkajärvi
☎ (017) 762 001 Fax 762 055



GEOPALVELUA kautta maan

- Pohjatutkimukset 10 kairavaunulla
- Maatutkimuslaboratorio, geosuunnittelu
- Pohjavesiputket ja muut asennukset
- Inklinometri- ja huokosvedenpainemittaukset
- Mittaukset, kartoitukset, maalaserkeilaukset

Geopalvelu Oy
Ristimäenkatu 2, 33310 Tampere
puh. (03) 2767 200, faksi (03) 2767 222

SKOL jäsen SGY jäsen

TRANSTECH

UTP. HITSAUSALAN ERIKOISTUOTTEET

Hitsausalan asiantuntija

SUOMEN ELEKTRODI OY

Vattuniemenkatu 19 (PL 3)
00211 HELSINKI
P. (09) 4778 050
Fax (09) 4778 0510
E-mail weldexpert@suomenelektrodi.fi
www.suomenelektrodi.fi



Plasser & Theurerin edustaja Suomessa

Oy Condux Ab

Töölönkatu 7A, 00100 Helsinki
Puh./fax (09) 491 660



• MAANRAKENNUSTYÖT • VESIRAKENTAMINEN •
• ALUERAKENTAMINEN • VIENTI •

Palokankaantie 20, 59800 KESÄLAHTI
Puh. 0207 851 480, fax 013 371 341
www.kesalahdenmaansiirto.fi

RATATÖITÄ JA KUNNOSSAPITOA KISKOPYÖRÄKALUSTOLLA

- Runsas lisälaitteet, railyhteydet ym.
- Myös muut maanrakennukseen liittyvät työt.
- Tela- ja kuljetuskalustoa.



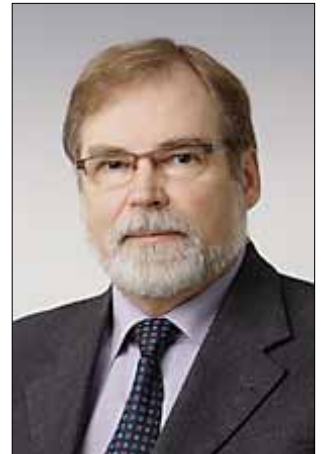
Taavico Oy

PL 197
45100 Kouvola

+358 (0)40 501 8431 E-mail: taavi.siikaluoma@taavico.inet.fi

RAUTATIE Tekniikka

Uusien opastintyyppien käyttöönotto



*Jari Viitanen
Liikennevirasto
Kunnossapito*

Johdanto

Liikenneviraston uutta opastinjärjestelmää ja opastimia koskevan kehitystyön tavoitteena on ollut ottaa käyttöön uutta pitkäikäistä tekniikkaa ja saavuttaa samalla taloudellista hyötyä. Projektissa on valmistettu useita opastimien prototyyppejä, joiden koekäytön myötä on saatu tietoa ja kokemusta, jota on edelleen hyödynnetty kehitystyössä. Kehitystyö on nyt edennyt niin pitkälle, että opastimien käyttöönotto rata-liikenteen ohjauksessa on lähestymässä Kehäradan valmistumisen myötä.

Opastimien ominaisuuksia

Uudet opastintyypit voivat esittää nykyisten pää-, esi- ja raideopastimien opasteet käyttäen vain 7 valoyksikköä nykyisten 11 sijasta. Ne voivat siis tilanteesta riippuen korvata joko yhden, kaksi tai kolme nykyisin samalla kohdalla olevaa opastinta. Uudet opastintyypit perustuvat LED-valoyksiköiden (Light Emitting Diode) käyttöön. Yksiköt ovat pienikokoisia, halkaisijaltaan 10 cm, tuottaen silti hyvinkin riittävän valotehon. Pienikokoiset valoyksiköt mahdollistavat myös pienet opastinkotelot, joiden leveys ns. kapean opastinmallin osalta onkin vain 15 cm. Ala-ATUun sijoitettavan opastinmallin leveyttä on toki täytynyt kasvattaa huomattavasti isommaksi, jotta valoyksiköt saadaan riittävän etäälle toisistaan. Tällöin eriväriset valot eivät häiritse toisiaan.

Vaikka LED-valoyksiköt ovat luonnollisesti hehkulamppuja kalliimpia, ovat uudet opastimet taloudellisesti perusteltavissa, sillä niiden kunnossapitokustannukset ovat pitkän eliniän - yli 10 vuotta - aikana hyvin pienet. Erityisesti kohdeissa, joissa nyt on samalla kohdalla pää- ja esiopastinyhdistelmä ja raideopastin, säästetään kaapeloinnissa. Kapea opastinrakenne mahdollistaa pitkät raiteiden hyötypituudet ilman kalliita opastinportaaleja ja -ulokkeita. Tunnelien louhinnassa kustannusten säästö on todella huomattava, sillä ratatunnelin leveyden ei tarvitse olla niin suuri kuin nykyisiä opastimia käytettäessä.

Kehityksen nykyvaihe

Uusien opastimien opasteet ovat pitkälle samanlaisia nykyisten opasteiden kanssa. Pääopastimen opasteet ovat täysin samat, mutta esiopastimen ”Odota seis”- ja ”Odota aja”

–opasteet esitetään vain yhdellä keltaisella tai vihreällä valolla nykyisten kahden valon sijasta. Kuvassa 1 on esitetty periaatekuvat opasteista ”Aja, odota seis” (1a) ja ”Aja 35, odota ja aja 35” (1b) sekä uusilla että nykyisillä opastimilla.

Raideopastimen opasteet esitetään nyt yhdellä sinisellä valolla (=”Ei opasteita” –opaste) tai yhdellä valkoisella valolla (=”Aja varovasti” –opaste). Yksi kehitystyössä koekäytöjen palautteena mukaan otettu piirre on esiopastinvalojen vilkkuminen. Vilkkusekvenssin taajuus on 1 Hz, jolloin valoyksikkö loistaa täydellä teholla 0,5 s ja 10 % teholla 0,5 s. Esiopastimen valoyksiköt eivät siis aktiivisina ollessaan sammu kokonaan missään vaiheessa. Menettely auttaa ratkaisevasti erottamaan pää- ja esiopastimen opasteet toisistaan.

Uusien opastintyyppien koekäytöt ovat olleet meneillään Naarajärvellä Palokintien tasoristeyksen läheisyydessä ja Vuosaaren ratatunnelissa. Lisäksi Kirkniemessä on kolme pelkästään pääopastimen toiminnoilla varustettua lähtöopastinta normaalikäytössä asetinlaitteen ohjaamina. Kuvassa 2 nähdään kapean opastimen prototyypin opasteet ”Aja, odota aja 35” (2a) ja ”Aja varovasti” (2b) sekä ala-ATU:un sijoitettavan opastimen prototyypin opaste ”Aja 35, odota aja” (2c). Still-kuvissa esiopastimen valojen vilkkuminen ei luonnollisestikaan tule esiin.

Koeopastimista on kerätty myös palautetta veturinkuljettajilta. Sen, ja muutoinkin katselmuksissa saadun palautteen perusteella koeopastimiin on tehty lukuisia parannuksia.

Käyttöönotto

Liikenneviraston päätösten mukaan uusi opastinjärjestelmä otetaan käyttöön ensimmäiseksi Kehäradalla vuonna 2014.



Kuva 1 a, b. Uusien ja nykyisten opastimien opasteita.

Tähän liittyvä suunnittelu ja hankinta on jo käynnissä. Myös tuleva Pissararata varustetaan uudella opastinjärjestelmällä. Pissararadan yhteydessä on tarkoitus ottaa käyttöön myös uuden opastinjärjestelmän opastimien ominaisuuksia käyttävä ns. laiturio-pastin. Laituriopastimen koekäyttö alkaa 2012 Käpylän ja Pasilan välisillä kaupunkiliikenteen raiteilla.

Uuden järjestelmän täysimittainen käyttöönotto edellyttää luonnollisesti monien yksityiskohtien lopullista sopimista. Osa tätä prosessia on myös Liikenteen Turvallisuusviraston, Trafinit määräyksiin ja Liikenneviraston ohjeisiin tarvittavien muutosten tekeminen sekä järjestelmän käyttöönottoluvan saaminen Trafinita.



Kuva 2 a, b, c. Prototyyppiopastimien opasteita.

RAUTATIE TEKNIikka

Kokemuksia uusien turvalaitteiden käyttöönotosta Kirkkonummi-Karjaa-välillä



*Hannu Lehikoinen
Proxion Train Oy*

Taustaa

Espoon alueasetinlaitteen (Siemens Simis-C) ohjaamaa aluetta laajennettiin Siuntion ja Inkoon liikennepaikkojen alueelle. Esityksessä kerrotaan alueasetinlaitteen uusien ala-asemien käyttöönotosta, jonka liikenteellinen osuus toteutettiin 22.-28.5.2011.

Käyttöönottoalueena oli Kirkkonummen ja Karjaan liikennepaikkojen välinen osuus. Alueella oli aiemmin käytössä unkarilaisen Ganzin toimittamat releasetinlaitteet (Siuntio ja Inkoo) ja niihin liittyvä suojausjärjestelmä. Vapaanaolon valvonta oli toteutettu raidevirtapiirein. Asetinlaitteita oh-

jattiin HELKA-järjestelmän kautta. Käyttöönotossa Espoon alueasetinlaitteen ohjaamaa aluetta laajennettiin Siuntioon ja Inkooseen rakennetuilla ala-asemilla kattamaan alue Kirkkonummelta Karjaan liikennepaikan tulo-opastimelle saakka. Samalla siirryttiin akselinlaskentaan perustuvaan vapaanaolon valvontaan ja ESKO-kauko-ohjausjärjestelmän käyttöön. Muutos tehtiin osana Liikenneviraston täsmällisyyden parantamiseen liittyvää hanketta. Järjestelmän käyttöönoton aikaan siirtyminen ESKO-järjestelmän käyttöön oli meneillään: Espoon alueasetinlaitetta ohjattiin ESKO-järjestelmällä Pasilan liikenteenohjauskeskuksesta ja muuta osaa Rantara-

RAUTATIE Tekniikka

dasta HELKA-järjestelmällä Linnunlaulun liikenteenohjauskeskuksesta.

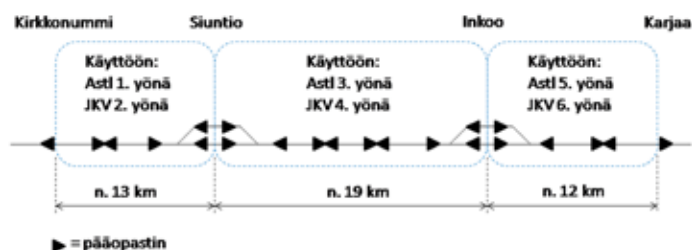
Työn tilaajana oli Liikennevirasto. Asetinlaitteiden ja ESKO-järjestelmän järjestelmätöimittajana oli Siemens Oy. VR Track Oy toimi urakoitsijana järjestelmän ja siihen liittyvien ulkolaiteiden rakentamistöissä sekä käyttöönotossa. Suunnittelua projektin eri vaiheissa teki Rejlers Oy, VR Track Oy ja Proxion Oy. Rakennuttamisesta vastasi Proxion Oy, joka vastasi myös järjestelmän käyttöönottamisesta alikonsulttinaan Safety Advisor Oy.

Asetinlaitteet ja JKV tarkastettiin mahdollisimman pitkälle ennakolta uuden käyttöönottoa koskevan ohjeen ja turvalaitteiden käyttöönotosta RATO:n osissa 6 ”Turvalaitteet” ja 10 ”Junien kulunvalvonta JKV” esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Osittain tarkastukset tehtiin laitetoimittajan tiloissa olevalla asetinlaitteella ja osittain käyttöön tulevilla asetinlaitteilla. Espoon alueasetinlaitteen projektointia muutettiin ennen tarkastuksia siten, että Siuntion ja Inkoon ala-asetmat tulivat mukaan asetinlaitteen ohjaukseen vaikka ne eivät olleet liikenteen käytössä. Tämä oli mahdollista, kun tilapäisessä projektioinnissa raide oli katkaistu Kirkkonummen ja Siuntion väliltä ja kun vapaanaolon valvonta oli toteutettu käytössä olevissa asetinlaitteissa ja käyttöön tulevassa järjestelmässä eri tekniikoin (raidevirtapiirit/akselinlaskenta). Uusi järjestelmä oli tarkastusten aikana täysin käytössä vanhan rinnalla opastimet peitettynä ja vaihteiden kääntölaitteet korvattuna vaikuttamatta liikenteeseen millään tavoin.

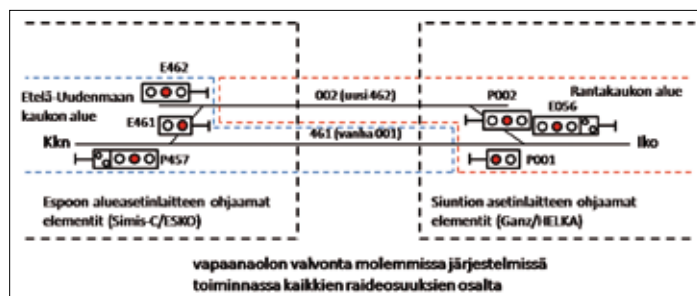
Liikenteellisen käyttöönoton järjestelyt

Asetinlaitteiden liikenteellinen käyttöönotto tehtiin kolmessa vaiheessa useista aiemmista turvalaitteiden käyttöönotoista poikkeavalla tavalla. Usein käyttöönotossa koko asetinlaite poistetaan kerralla käytöstä. Tässä käyttöönotossa liikennepaikat jaettiin käyttöönotossa kahteen eri järjestelmään myöhemmin kuvatualla tavalla. JKV-ratalaitteiden muuttamisen vuoksi käyttöönotto tehtiin kuutena yönä (kuva alla):

- Lopullisen projektioinnin käyttöönotto, Hampaksen tien uusitun varoituslaitoksen käyttöönotto ja uusien turvalaitteiden liikenteellinen käyttöönotto Kirkkonummen ja Siuntion liikennepaikan Kirkkonummen puoleisen pään välillä.
- Uusitun JKV:n tarkastusajot ja käyttöönotto Kirkkonummen ja Siuntion liikennepaikan Kirkkonummen puoleisen pään välillä.
- Uusien turvalaitteiden liikenteellinen käyttöönotto Siunti-



Alueen jako kuuteen käyttöönotto-ohjelmään ja etäisyydet.



Siuntion järjestelyt käyttöönoton ollessa kesken.

on ja Inkoon liikennepaikan Siuntion puoleisen pään välillä.

- Uusitun JKV:n tarkastusajot ja käyttöönotto Siuntion ja Inkoon liikennepaikan Siuntion puoleisen pään välillä.
- Uusien turvalaitteiden liikenteellinen käyttöönotto Inkoon ja Karjaan välillä sekä Espoon alueasetinlaitteen ja Karjaan asetinlaitteen välisen suojastusrajapinnan muuttaminen.
- Uusitun JKV:n tarkastusajot ja käyttöönotto Inkoon ja Karjaan välillä.

Valittuun käyttöönottopaikkaan vaikuttaneet seikat:

- Rataosuuden vilkkaan liikenteen vuoksi käyttöönoton aikaisen turvallisuuden varmistamisen tarve korostui. Tämän vuoksi haluttiin, ettei opastimia ole pois käytöstä (korvattuna Seismerkillä tms.) päivisin radan ollessa luovutettuna liikenteelle. Lisäksi JKV-järjestelmän haluttiin olevan pois käytöstä (JKV-rakennusalue) mahdollisimman lyhyen ajan ja mahdollisimman pienellä alueella.
- Käyttöönottoimenpiteisiin oli aikaa ainoastaan öisin noin kuusi tuntia ilman merkittäviä liikennejärjestelyjä.
- JKV:n tarkastusajojen ajaminen samana yönä asetinlaitteen käyttöönottamisen kanssa katsottiin mahdottomaksi.
- Liikenteellisten haittojen minimointi rajoittamalla JKV-rakennusalue ja siitä seuraava nopeusrajoitus ainoastaan yhdelle liikennepaikkavälille kerrallaan.
- Liikenteenohjauksen resursseista johtuen alueen liikenteenohjaukseen ei voitu irrottaa normaaliin tilanteeseen nähden ylimääräistä liikenteenohjaajaa koko käyttöönottoviiikon ajaksi.
- Käytössä olleet järjestelmät (releasetinlaitteet ja HELKA) ja uudet järjestelmät (tietokoneasetinlaitteet ja ESKO) mahdollistivat liikennepaikkojen jakamisen eri järjestelmien ohjaukseen.

Edellä mainittuihin tavoitteisiin pääsemiseksi Siuntion ja Inkoon liikennepaikat päätettiin jakaa liikenteenhoidollisesti kahtia käyttöönoton määräämäksi ajaksi:

- Olettaessa liikennepaikan Kirkkonummen puoleinen linja käyttöön uudessa järjestelmässä otettiin käyttöön myös liikennepaikan Kirkkonummen puoleisen pään opastimet ja vaihteet muun osuuden liikennepaikasta jäädessä vanhan järjestelmän ohjaukseen. Tällä tavoin liikennepaikan molemmiin puoliin olevilla linjoilla oli käytössä normaalisti toimivat turvalaitteet ja suojastus.
- Turvallisen liikenteenohjauksen varmistamiseksi liikenteenohjausjärjestelyt toteutettiin siten, että liikenne eri suunnis-

RAUTATIE TEKNIikka

ta ohjattiin eri raiteille. Järjestely varmistettiin tarvittavilla ajonestoilla uudessa järjestelmässä ja estämällä osa kulkuteistä kytkennällisesti käytöstä poistuvassa releasetinlaitteessa. Molemmat liikenteenohjaajat näkivät raideosuuksien vapaanaolon koko liikennepaikan osalta käyttämästään järjestelmästä. Järjestely oli käytössä käyttöönoton aikana kahden päivän aja Siuntiossa ja sen jälkeen kahden päivän ajan Inkoossa. Periaatekuva Siuntion järjestelystä alla.

- Asetinlaitteen käyttöönoton edetessä liikennepaikka otettiin kokonaan uuteen järjestelmään yhdessä Karjaan puoleisen linjan kanssa.
- JKV-rakennusalueella oli 50 km/h nopeusrajoitus liikennepaikoilla tulovaihteiden välisellä alueella ja 80 km/h muu-
toin.

Kokemukset käyttöönotosta ja mitä olisi voitu tehdä toisin

JKV-rakennusalueiden nopeusrajoitukset aiheuttivat ennakoitua myöhästymisiä. Lisäksi merkittäviä myöhästymisiä aiheutui viimeisen asetinlaitteen käyttöönottoyön jälkeisenä aamupäivänä viasta, joka esti Espoon alueasetinlaitteen ja Karjaan asetinlaitteen välisen suojastusrajoituksen normaalin toiminnan. Vika havaittiin vasta käyttöönoton yhteydessä suojastusrajoitukseen tehtyjen muutosten tarkastuksessa. Vika ei ollut tullut esiin suojastusrajoituksen ennakkotarkastusten yhteydessä. Ongelman välttämiseksi olisi Inko-Karjaa-välin suojastus pitänyt ottaa pois käytöstä jo torstai-aamuna Siuntio-Inkoo-välin JKV:n tullessa käyttöön. Tällä tavoin ennakkoon kriittisimmäksi muutokseksi tiedettyyn suojastusrajoituksen muutokseen ja muutosten tarkastamiseen olisi saatu vuorokausi enemmän työaikaa ja kuitenkin JKV-rakennusalueen nopeusrajoitus olisi rajoittunut yhdelle liikennepaikkavälille.

Huolellinen ja mahdollisimman kattava ennakkotarkastus mahdollisti suhteellisen lyhyissä työrajoissa tehdyn käyttöönoton onnistumisen ilman merkittäviä liikennehaittoja. Aikaa oli riittävästi tarvittavien toimenpiteiden ja niiden tarkastusten tekemiseen, mutta merkittävä häiriötekijä (esimerkiksi JKV-tarkastusajoissa käytetyn veturin vikaantuminen) olisi aiheuttanut suunnitellusta aikataulusta poikkeamisen ja väistämättä liikennehaittoja.

Liikenteenohjaukseen tarvittiin ennakoitua enemmän resursseja, koska ESKO-järjestelmään tehty Siuntion ja Inkoan ohjaamisen mahdollistava päivitys jouduttiin ottamaan pois käytöstä yhtä aikaisesti muualle tehdyissä päivityksissä havaittujen ongelmien vuoksi.

Osa uusista opastimista voitiin nostaa pystyyn vasta käyttöönotossa, koska muutoin ne olisivat tulleet vielä käytössä olleiden vanhojen opastimien eteen. Näissä opastimissa ilmeni lamppuvikoja. Opastimet olisi tullut nostaa pimennettyinä tai noston aikana päällä olleiden opasteiden lamput olisi pitänyt vaihtaa heti noston jälkeen.

Osa liikennepaikkojen lähtöopastimista sijoittui nykyisten sijoitusohjeiden mukaisesti eri paikkoihin kuin vanhat opastimet. Tästä seurasi se, että näennäisesti samoilla kohdilla olevat raideosuudet eivät olleet tarkasti samoilla kohdilla uudessa ja vanhassa järjestelmässä ja edelleen ristiriitaisia näyttöjä liikenteenohjaajille. Tilanne ei aiheuttanut turvallisuusriskiä eikä siitä ollut liikenteellistä haittaa, mutta se olisi pitänyt huomioida käyttöönoton aikaisessa liikenteenohjauksen ohjeistuksessa epäselvyyksien välttämiseksi.

Johtopäätökset

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että valittu käyttöönotto-tapa täytti sille asetetut tavoitteet. Liikennepaikan jakaminen kahteen eri järjestelmään käyttöönoton aikaisten riskien minimoimiseksi on käyttökelpoinen tapa myös tuleviin käyttöönottoihin, jos liikennepaikkojen raiteisto ja alueen liikenne mahdollistaa sen. Vastaava käyttöönotto-tapa on mahdollinen yksiraiteisen radan kohtauspaikoilla, kun käyttöönotto-toimenpiteille voidaan järjestää riittävä liikennekatko.

Vuonna 2013 voimaan tuleva JKV-rakennusalueiden 50 km/h nopeusrajoitus tulee vaikeuttamaan asetinlaitteiden käyttöönottoja merkittävästi, kun käyttöönotettava alue on laaja. Edellä kuvattua käyttöönottoa ei olisi ollut mahdollista toteuttaa liikenteen häiriintymättä liiaksi, jos määräys olisi ollut jo voimassa. Toisaalta käyttöönoton riskit kasvavat merkittävästi, jos se yritetään tehdä liian lyhyessä ajassa suhteessa tehtäviin toimenpiteisiin ja tarkastuksiin. Määräyksen mielekkyyttä tulisikin vielä harkita turvalaitteiden käyttöönottoihin liittyvät riskit kokonaisuudessaan huomioiden.

Opastukseen, viitoitukseen, merkintään kaikki radan kilvet ammattitaidolla



- VR:n radan liikennemerkkit, - opasteet ja kilvet
- VR:n rautarakenteita mm. opastinmastot, jalustat, aurauksuojat, lumenohjaimet, suojaputket, kannattimet jne
- Pystytyspylväät, Betonijalustat
- Kilpikiinnittimet
- Liikenteen ohjaus- ja sulkulaitteet
- Kaiverrettavat muovikilvet
- Tarrakirjaimet, -tekstit ja -kuvat
- Heijastavat- ja tavalliset kalvot
- P-mittarit ja -lippuautomaatit

Laatua ja luotettavuutta



Opastie 10 02375 Ylihärmä
Puh 06-4822 200 Fax 06-4822 210
E-mail info@laatukilpi.fi
www.laatukilpi.fi

UNILINK
Raidekaluston laatutuotteet:



Camloc
Traditionally Innovative

VOITH
Engineered reliability.

www.unilink.fi

Liikenteelliset simuloinnit sähköratasuunnittelun apuna

*Juha Nieminen
VR Track Oy
Suunnittelu*

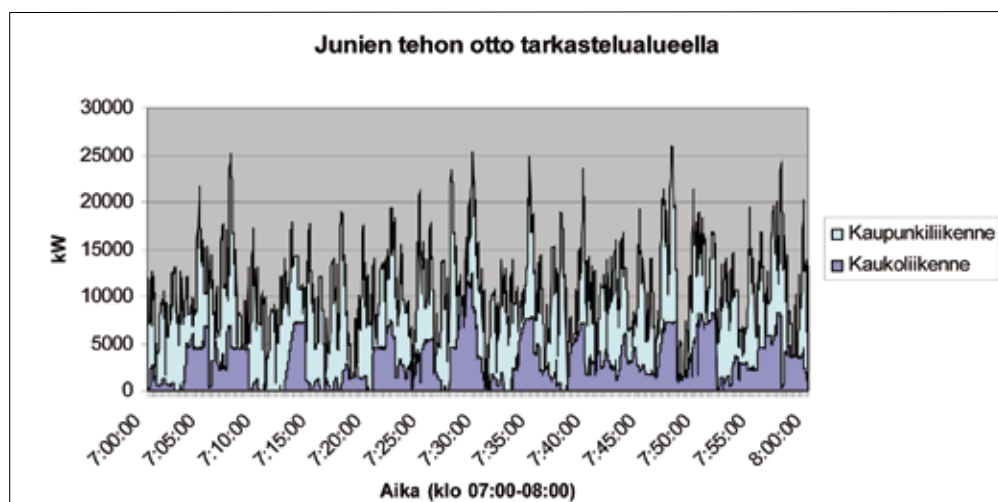


Liikenteellisiä mikrotason simulointeja on yleisimmin käytetty erilaisissa kapasiteetti-, matka-aika- sekä veto-voimatarkasteluissa. Simulointimalleja ja niiden avulla saatuja tuloksia voidaan kuitenkin käyttää myös sähköratasuunnittelun apuna. VR Trackissa on käytössä sveitsiläinen OpenTrack-simulointiohjelma, jolla voidaan mallintaa yksityiskohtaisesti sähkövetoisen kaluston kulkua rataverkolla sekä arvioida liikenteeseen kuluneen sähköenergian määrää.

Tyypillinen esimerkki simuloinnin käyttömahdollisuudesta on erotusjaksojen sijainnin määrittely sekä suunniteltujen sijaintien liikenteellisen toimivuuden tarkastelu. Tällaisia tarkasteluja on tehty mm. Pohjanmaan radalla ja Kehäradalla. Erotusjaksojen kohdalla sähkövetoisen junan vetovoima hetkellisesti putoaa nolleen, jolloin sen pitää rullata erotusjakson yli liike-energiansa voimin. Erotusjaksojen sijoittelua koskevien määräysten ja ohjeiden ansiosta erotusjaksot eivät yleensä muodostu ongelmaksi liikenteen sujuvuudelle. Etenkin ylämäessä olevat erotusjaksot, jotka sijoittuvat junien kiihdytysosuuksille, voivat kuitenkin muodostua ongelmalliseksi. Raskailla tavarajunilla väärin sijoitettu erotusjakso voi pahimmillaan tarkoittaa mäkeen hyytymistä. Erotusjaksojen sijoittelua mietittäessä on muistettava, että junat saattavat pysähtyä myös liikennepaikkojen ulkopuolella esim. linjaopastimen taakse, jolloin simuloinneilla voidaan varmistaa, että opastimen takana oleva erotusjakso ei muodostu ongelmaksi liikenteelle edes huonoissa kitkaolosuhteissa.

Simuloimalla saadaan myös varsin hyvä käsitys junien tehontarpeesta linjalla. Tehontarve riippuu junan ominaisuuksien (vetovoima, kiihtyvyys, massa) lisäksi radan ominaisuuksista, käytännössä pituuskaltevuudesta. Simuloimalla saadaan nopeasti arvioitua junan tehontarve linjan eri osuuksilla. Simuloimalla saadaan myös havainnollinen käsitys siitä, miten kokonaisen syöttöalueen tehontarve muuttuu ajan funktiona, kun syöttöalueella liikkuu yhtä aikaa useita junia, jotka kiihdyttävät ja jarruttavat toisistaan riippumatta. Tällöin saadaan esille mahdolliset piikit tehontarpeessa. Tehontarpeen määrittely on olennaista, kun määritellään sähkönsyötön mitoistusta ja tarvittavia investointeja.

Simulointiohjelman antamia arvoja voidaan pitää tehontarpeen osalta suuntaa antavina. Simulointiohjelma ei kykene mallintamaan esim. vetureiden sähkön takaisinsyöttöä jarrutustilanteissa, millä voi joissain tilanteissa olla merkittäväkin vaikutus sähkön kokonaiskulutukseen. Lisäksi simulointiohjelma olettaa, että sähkösaannissa ei ole rajoitteita, ts. junat saavat aina tarvitsemansa energian ajolangasta. Kuormitus-tilanteissa tämä ei kuitenkaan aina käytännössä toteudu, ja ajolangan jännite saattaa kuormituksen vuoksi myös laskea. Sähköverkon rajoitteiden vuoksi raskaissa tavarajunissa on joissain tapauksissa jouduttu myös alentamaan vetureiden tehoa, etenkin moninajossa. Tällöin simuloimalla voidaan tarkastaa, miten tämä vaikuttaa junien liikennöitävyyteen.



Raidegeometrian opas



*Reijo Taimela
VR Track Oy
Suunnittelu*

Raidegeometrian perusteiden tunteminen on tärkeää monessa rautatien suunnittelu-, kunnossapito- ja rakentamistehtävässä. Asiaa opetetaan oppilaitosten rautatiealan kursseilla jonkin verran. Opetus on yleensä kuitenkin melko tiivistä, eikä anna aina riittävästi perusteita eikä valmiuksia työelämän itsenäiseen työskentelyyn. Työssä tarvittavat asiat opitaan yleensä vasta työtä tekemällä kokeneemman henkilön ohjauksessa. Kun rautatiealan markkinat ovat avautuneet, alalle tulevilla yrityksillä voi olla kuitenkin puutetta kokeneista henkilöistä.

Raidegeometria ohjeistetaan Liikenteen turvallisuusviraston määräyksissä ja Liikenneviraston ohjeissa. Niissä asiat esitetään yleensä vain jonkin tietyn asian teknisinä määräyksinä ja ohjeina. Niiden lukeminen ja ymmärtäminen edellyttävät jonkin verran perusteiden tuntemista ja ne ovat sen vuoksi aloittelijalle vaikealukuisia. Määräyksissä ja ohjeissa ei ole yleiskuvausta raidegeometriasta eivätkä ne sellaisenaan sovellu kovin hyvin asian opiskeluun.

Tästä syystä Liikennevirasto on tehnyt raidegeometrian perusteita käsittelevän oppaan Raidegeometrian suunnittelu 22/2011, joka on julkaistu Liikenneviraston verkkosivuilla. Opasta on vielä hieman kehitetty ja se julkaistaan nyt Raidegeometria – oppikirjana. Opas ja kirja on laadittu Liikenneviraston toimesta, jossa työtä ovat ohjanneet Markku Nummelin ja Jari Viitanen. Työn on tehnyt työryhmässä usean eri henkilön avustamana Reijo Taimela VR Track Oy:stä.

Oppaan ja kirjan tavoitteena on esittää raidegeometrian perusteet ja raidegeometrian elementtien mitoitus niin, että asiaa tuntematonkin sen voi ymmärtää. Pääpaino on raidegeometrian elementeissä ja niiden geometrian mitoituksessa. Muita geometrian suunnitteluun vaikuttavia asioita kuten ratalinjan ja raiteiston suunnittelua on käsitelty niissä melko vähän.

Johdannossa kerrotaan tekstin asemasta, eli että se on vain oppaan luontoista tekstiä eikä korvaa mitään määräyksiä eikä ohjeita. Lisäksi kohdassa kerrotaan tekstin perusteena olevista määräyksistä ja ohjeista. Seuraavana esitetään raidegeometriassa käytettävät mittayksiköt ja suunnittelupohjana käytettävä karttakoordinaatisto. Viimeisenä kohtana ovat raiteen geometrian määrittävien linjojen esittely, raiteen keskilinja, raiteen korkeusviiva ja raiteen kallistus.

Raidegeometrian elementit -kohdassa esitetään raidegeo-

metriassa käytettävät geometrian elementit. Vaakageometriassa käytettävät elementit ovat suora, ympyränkaar, siirtymäkaar ja vaihte. Pystygeometrian elementit ovat suorat kaltevuusjaksot ja niiden väliset pyöristyskaaret. Tässä kohdassa esitellään näiden elementtien yleisiä geometrisiä ominaisuuksia ja yleisimmät geometrian kaavat. Tässä kohdassa esitetään myös eri vaihtemuodot ja niiden geometriset ominaisuudet.

Seuraavan pääotsikon alla esitetään raidegeometrian elementtien mitoittaminen. Aluksi esitetään mitoituksen määrittävien kaavojen muodostuminen. Kohdassa näytetään, mistä kaavat poikittaiskiihtyvyyden, nykyisen, kallistuksen vajoitus ja kallistuksen vajoituksen muutosnopeus muodostuvat. Lisäksi esitetään geometrian mitoitus kallistuvakorille kalustolle. Toisena pääasiana tässä kohdassa esitetään elementtien mitoitus geometrian määräysten ja ohjeiden ohjeiden mukaisesti näillä kaavoilla. Mitoitus esitetään sekä kallistuksen vajoitusta käyttävällä menetelmällä että poikittaiskiihtyvyyttä käyttävällä menetelmällä. Tässä esitellään myös eri vaihtetyypit ja niiden käyttökohteet.

Viimeisessä kohdassa käsitellään lyhyesti muita raidegeometrian mitoituksen vaikuttavia asioita. Tässä esitellään suunnitteluperusteita ja eri raja-arvojen käyttöä. Lisäksi käsitellään lyhyesti muita nopeuteen vaikuttavia syitä sekä esitellään lyhyesti muita raidegeometriaan läheisesti liittyviä asioita.

Teräksiset rautatiesillat

Janne Wuorenjuuri
Siltaryhmän päällikkö
VR Track Oy
Suunnittelu



Taustaa

Teräksisten rautatiesiltojen aika Suomessa alkoi ennen kuin ensimmäistä rataa oli rakennettu Suomessa. Euroopasta tilattiin teräksisten siltojen piirustuksia siinä vaiheessa, kun rata-verkon ensimmäisiä rataosuuksia alettiin suunnitella.

Terässillat olivat erilaisia palkki- ja ristikkosillat. Ne on vuosikymmenten saatossa kohdanneet kasvavia vaatimuksia. Kuormitukset ovat kasvaneet merkittävästi. Materiaalien ominaisuudet ovat muuttuneet. Myös laskentamenetelmät ja rakentamismenetelmät ovat muuttuneet.

Kaikkiin näihin yllä esitettyihin muutoksiin liittyen terässilloilta myös vaaditaan nykyisin enemmän kuin aikaisemmin. Junat pitäisi saada kulkemaan nopeammin, radan sallitut virheraja-arvot ovat tiukempia ja kunnossapitokäytännöt ovat muuttuneet.

Terässiltojen määrä ja tyypit

Rautatiesiltoja on rataverkolla n. 2 300 kpl. Näistä 15,5 % on rakennettu teräksestä. Vielä 1995 terässillat oli yli 20 % ja sen jälkeen niitä on poistettu 68 kpl, yhteensä 114 siltajännettä. Uusia terässillat on rakennettu rataverkolle vain vähän. Terässiltojen keski-ikä on 62 vuotta, kun se koko sillastolla on 40 vuotta.

Vanhin vielä rataverkolla käytössä oleva teräksinen rautatiesilta on Kyrönsalmen ratasilta Savonlinnassa. Se on rakennettu 1908. Samalla siinä on pisin siltajänne. Sitä lyhennettiin 1960-luvulla 125 metristä 104 metriin ja tästä oli myös kantavuuden parantamishyötyä.

Yleisimmät terässiltarakenteet ovat teräspalkkisillat ja teräsristikkosillat. Molemmista siltatyypeistä löytyy erilaisia versioita. Tyypillisesti ne voidaan jakaa kahteen tyyppiin. Osassa rata kulkee palkkien tai ristikoiden välissä, osassa ne kulkevat kokonaan niiden päällä. Nämä rakennetyypit kattavat lähes 90 % kaikista teräsrakennetyypeistä.

Teräksisten siltojen vauriot

Usean sillan kunto on päässyt huonoksi. Siltojen maalauksen kunto on useilla silloilla tullut hälyttävälle rajalla. Pahimmillaan tilanne on jo, että rakenneosissa esiintyy syöpyä. Terässiltojen maalausvälin pitäisi olla 40 -50 vuotta, nyt maalausväli on ollut pidempi.

Teräksisten rautatiesiltojen alusrakenteet oirehtivat liikkumalla. Sillan taustarakenteita ei ole, junan siirtyminen penkereeltä sillalle on sillan kannalta ongelmallinen. Tätä on hankala, ellei mahdollon poistaa kunnossapitotoimin.

Raidarakenteet ovat nopeimmin ikääntyvä osa terässilloilla. Puupölkkyt lahoavat kovassa käytössä 15–20 vuodessa. Raiteen mekaanisissa kiinnikkeissä on rasituksia pölkkyjen huonon kunnon ja raskaan käytön takia.

Terässiltojen liitoksissa on havaittu rakenteellisia vaurioita repeytymien ja niittivaurioiden muodossa. Mielenkiintoisiksi nämä vauriot tekee se, että ne löytyvät silloista, jotka ovat kuormitetuimmilla rataosilla ja rakenneosista, jotka voidaan laskelmin osoittaa olevan kriittisimpiä kohtia silloissa. Niiden vaurioiden kehittymisen seuraaminen onkin lähivuosien suurimpia haasteita.

Korjausten jälkeen jäännistä ja ikääntymisestä huolimatta, perusongelmana terässilloilla on kuitenkin, että ne ovat vanhanaikaisia. Nykyinen liikenne on kasvavasti vaativampaa ja terässillassa on osia, jotka ovat tulleet selvästi käyttöikänsä päähän.

Kantavuuslaskenta

Terässiltojen nykytuotoinen kantavuuslaskenta voidaan todeta ajoittuneen 1990-luvulle samoihin aikoihin kun mm. nopeaa liikennettä otettiin käyttöön ja ruvettiin selvittämään akselipainojen korotushankkeissa rataosuuksien kapasiteetin lisäämisiä. Aiemmin kantavuuslaskelmat ovat olleet enemmän kohdekohtaisia.

Näissä laskennoissa on todettu terässiltojen sekundääriset pituuskannattimien ja poikkipalkkien olevan kriittisimmät rakenneosat. Teräspalkkien lisäksi niiden liitokset ovat ongelmallisia.

Terässiltojen muut haasteet

Vaikka terässilloilla saataisiin ratkaistua kantavuusasiat vahventamalla ja korjauksiin suunnattaisiin riittävästi rahoitusta, edelleen jää ratkaistavaksi muut liikenteen kehitystä rajoittavat seikat.

Tukikerroksettomat terässillat ovat pysyviä nopeusrajoituksia nopeille junille. Näiden siltojen yli voidaan ajaa korkeintaan 140 km/h:ssa. Sillan taustoja tai raidetta ei saada

RAUTATIE TEKNIikka

riittävän hyväksi nopealle liikenteelle ja sillan raiderakenteet. Uuden tyyppisen raiderakenteen kehittäminen ei ole aivan ongelmaton. Lyhyen sillan matkalla kiinteä raide on muun raiteen epäjatkuvuuskohta. Siirtymäalueen kunnossapito on hankalaa. Jos kiinteä raide yleistyy ja erityyppisiä ratkaisuja tulee enemmänkin, tulisi kunnossapito-osaamista olla reilusti nykyistä enemmän.

Lisäksi silloissa on monia muita ongelmia

- Sillan taustat ovat ongelmallisia
- Raidegeometrian suhteen tukikerroksettomat terässillat ovat pakkopisteitä. Raidetta ei voida nostaa tai siirtää sivusuunnassa.
- Silloissa on myös muita raiderakenteita, jotka vaativat erikoisosaamista ja ymmärrystä.
- Teräksisten siltojen aukkomitat ovat usein riittämättömiä.
- Siltojen kunnostus on nykyään kallista ympäristövaatimusten kasvaessa.

Rohkeita ratkaisuja tarvitaan

Kaiken edellä mainitun lisäksi voidaan todeta, että isojen terässiltojen korjaaminen liikennöidyn raiteen ehdoin on hankalaa. Usein saatavissa olevat työraot ovat 6-18 tunnin mittaisia.

Rataverkolla on päästy hyvään alkuun monen hankalan sillan nykyaikaistamisessa. Paimionjoen ratasillassa uusittiin sekundääripalkit ja raide kiinteäraideratkaisulla. Lielähti - Rauma rataosalla on useampiaukkoisten terässiltojen uusi-

misen löydetty innovatiivisia ratkaisuja. Samalla on kuitenkin ymmärrettävä, että ongelmiin tarvitaan myös rahoituksen suhteen suuria päätöksiä.

Kaikkien terässiltojen uusiminen ei kuitenkaan ole järkevää. Monissa paikoissa terässillat voidaan jättää paikoilleen korjaamalla ja kunnossapitämällä rakenteita. Upeat terässillat kun kuuluvat sekä rautateiden historiaan että tulevaisuuteen.



E POIKALA-PALVELUT OY

Väliuora 75, 46800 MYLLYKOSKI

Puh. 05 381 1024, 050 331 5612

fax 05 381 1109

esa.poikala@e-poikala.palvelut.inet.fi

Maanrakennus M. Anttila

Soukkiontie 203 04740 Sälinkää

0400 942 259

www.maanrakennusmanttila.fi

**Hammaspyörät ja hammasakselit
ym. koneistustyöt**

RIIHIMÄEN RAUTA-METALLI OY

Kylänraitti 2-4

Puh. (019) 764 600

11710 Riihimäki

Fax (019) 721 506

**LUJITUS-
TEKNIikka OY**

■ SILTOJEN LIIKUNTASAUMAT JA LAAKERIT ■ RUISKUBETONOINTI

■ INJEKTOINNIT JA ANKKUROINNIT

www.lujitustekniikka.fi

LUJITUSTEKNIikka OY • www.lujitustekniikka.fi
Juvantasku 1 • 02920 ESPOO • puh. 09 849 4440

RAUTATIE Tekniikka

Kehärata, Koivukylän rautatieristeyssillan rakennussuunnittelu

Sami Noponen
diplomi-insinööri
Ramboll Finland Oy



Silta tehdään Kehäradan rakentamisen yhteydessä Vantaan Koivukylään, missä Kehärata erkanee pääradasta. Paikka sijaitsee Helsinki-Vantaan lentoasemalta viisi kilometriä suoraan itään. Silta tulee valmistuessaan kannattelemaan kahdella raiteella liikkuvat junat pääradan kolmen läntisimmän raiteen sekä Rekolan oja nimisen puron yli.

Rakennussuunnittelun lähtökohtana olleessa yleissuunnitelmassa sillan pituudeksi on määrätty 450 metriä ja hyötyleveydeksi 11,6 metriä. Silta on tyypiltään jännitetty betoninen kaukalopalkkisilta. Silta-arkkitehtuurin esikuvana on ollut lentämiseen ja juniin liittyvä aerodynaaminen muotokieli. Silta koostuu kuudesta siltalohkosta, jotka erotetaan toisistaan vedenpitävin liikuntasaumalaittein. Pitkän sillan lohkoihin jakamisen avulla on välttytty kalliilta kiskonliikuntalaitteilta.

Pisin liikuntasaumoin eroteltu siltalohko on noin 100 metriä pitkä. Sen kannattelema maksimi käyttörajoituksen mukainen junakuorma on 3000 tonnia (30 MN) ja omapaino 7700 tonnia (77 MN). Junakuormat ja muut kansilaatan päällä olevat kuormat siirretään sillan poikkisuunnassa pääpalkeille. Pääpalkeilta kuormat ohjataan sekä poikki- että päätypalkin reunan ulokkeelta kohti pilareiden keskilinjoja. Nämä poikki- ja päätypalkit raudoitetaan suurilla betoniteräsmäärillä.

Jännekaapeleilla puristetun kaukalonmuotoisen pääpalkkirakenteen tulee kannatella kuormat siten, että kuormituksen pitkäaikaisuudelle betonipalkit pysyvät puristettuna ja lyhytaikaisille kuormille halkeamaleveyksien tulee alittaa tarkastelulle määrätty raja-arvot. Omasta painosta aiheutuva taipuma on suurempi kuin jännekaapeleiden rakennetta nostavat siirtymät, jonka takia siltaa esikohotetaan suurimmillaan viisi senttimetriä. Kohotus otetaan huomioon telien rakentamisen yhteydessä.

Sillan alusrakenteet sisältävät 14 välitukea ja kaksi maatukea. Siltalohkoon kohdistuvat pituussuuntaiset kuormat vietään päällysrakenteeseen jäykästi kiinnittyvien välitukien kautta perustuksille. Pystysuuntaiset ja poikittaiset kuormat välitetään jokaisen tuen kohdalla paaluperustuksille. Pääradan ylittävän siltalohkon pilarit on mitoitettu myös 1000 tonnin painoa vastaavalle radan suuntaiselle törmäyskuormalle. Silta perustetaan liittorakenteisille teräspalkkilyöntipaaluille. Tehdyt tärinämittaukset ovat osoittaneet, ettei paalutustyö aiheuta ongelmia viereisille rakennuksille eikä perustuksen lä-

hellä sijaitsevalle viemärielle.

Työmaan kohdalla junille asetettiin alennetut nopeusrajoitukset. Pääradan kohdan siltalohko rakennetaan junaliikenteen katkoilla. Siltapaikan itäpuoliset alusrakenteet pystytettiin rakentamaan ennen liikenteen siirtoa uudelle itäisimmälle raiteelle. Raiteen käyttöönoton jälkeen työmaaliikenne ohjataan raiteiden väliin työnaikaisia tasoristeyksiä käyttäen. Pääradan ylitystä varten pyydetään lupa VR:n Liikenteenohjauksesta.

Kaksi siltalohkon 4 perustuksista sijaitsee keskimmäisten raiteiden välissä. Urakoitsija halusi perustaa nämä tuet lyöntipaaluperustuksille. Raiteiden välin silta- ja telinepaalutukset sekä ahtaan paikan tukiseinäkehikot tehtiin liikennekatkoilla. Sillan rakentamisen vaatimat erotusjaksot sekä telineen tukirakenteiden että teräksisten telinepalkkien asennustyöt ovat myös vaatineet liikennekatkoja.

Siltalohkon 4 telinetöiden valmistumisen jälkeen poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoiset pilarit valetaan telineen päältä, jolloin päällysrakenteen telineet toimivat pilarimuotien vaakasuuntaisina tukina. Seuraavassa vaiheessa tehdään päällysrakenteen muottirakenne, raudoitukset, jännekaapeleiden asentaminen ja betonointi. Betonirakenteen saavutettua riittävän lujuuden kaapelit jännitetään, muotit puretaan ja kaukalopalkin reunat hiekkapuhalletaan sekä pinnoitetaan.



Pääradan päälle tehdään telinettä siltalohkon 4 rakentamista varten.

Pääradan ylittävän osuuden jälkeen päällysrakenteiden rakentaminen jatkuu kumpaankin suuntaan siltalohko kerrallaan. Näiden siltalohkojen jännitystyöt tehdään pääsääntöisesti maatikaa päin osoittavien ankkureiden puolelta. Päällysrakennetta puristava jännekaapelivoima vastaa peräti 7000 tonnin (70 MN) painoa.

Sillan suunnitteluun on osallistunut Ramboll Finland Oy:stä kolme siltainsinööriä, teknisiä avustajia sekä geotekniikan ja riskienhallinnan asiantuntijoita. Siltaa on rakentanut Kesälahden Maansiirto Oy vuoden 2011 alusta alkaen. Työ on aikataulussaan ja sillan tulisi olla valmis vuoden 2012 lopussa.

RAUTATIE TEKNIikka

Tutkimusohjelma Elinkaaritehokas RAta (TERA), tilanne ja tuloksia



*Antti Nurmikolu
Tampereen teknillinen yliopisto*

Liikenneviraston ja Tampereen teknillisen yliopiston yhteistyönä toteutettava Tutkimusohjelma Elinkaaritehokas RAta (TERA) on edennyt neljanteen ja samalla ohjelman päättävään vuoteensa. Pitkäjänteisyys ja siitä tukea saava innostuneisuus kantavat hedelmää. TERA:ssa on otettu merkittäviä edistysaskelia kohti ratarakenteita koskevaa elinkaaritaloudellista päätöksentekoa.

Elinkaaritehokas rata -tutkimusohjelman päätavoite on ollut tuottaa sen sisältämällä seitsemällä tutkimusalueella elinkaaritaloudellisten valintojen perustaa vahvistavaa lisätietoa. Painopisteenä ovat olleet olemassa olevat radat ja niiden parantaminen. Siten TERA-ohjelman tutkimukselle leimaa-antavaa on ollut soveltavuus ja käytännölläisyys.

TERA:n tutkimusalueet:

1. Junakaluston ominaisuudet radan kuormittajana ja ratakiskojen elinkaaren hallinta
 2. Raiteen ja ratapenkereen yhteistoiminta ja ratapölkkyjen elinkaaren hallinta
 3. Radan maarakennekerrosten ja roudan rooli raiteen epätaisuuden aiheuttajana
 4. Pohjamaan kantavuuden hallinta liikennöinnin turvallisuustekijänä
 5. Siltojen kantavuuslaskenta ja kunnon arviointi
 6. Ratarakennetta koskevien ratkaisujen elinkaaritaloudellisuus
 7. Radan kunnon seuranta- ja mittausmenetelmät
- Liikkuvan kaluston ja radan vuorovaikutus samoin kuin

ratakiskot (tutkimusalue 1) ovat kansainvälisesti ratatutkimuksen vahvimpia painopistealueita. Suomessa painotus on geologisten ja ilmastollisten olosuhteidemme tuomista erityishaasteista johtuen ollut selvästi rakenteen alemmissa osissa. Näin ollen paljon meille uutta voidaan tietyillä tutkimusalueilla kustannustehokkaasti oppia maahantuomalla ulkomaisia tutkimustuloksia ja kokemuksia. Sekä liikkuvan kaluston ja radan vuorovaikutuksesta että ratakiskojen elinkaareen vaikuttavista tekijöistä on julkaistu laajat, oppikirjamaisiksi työstetyt katsaukset kansainvälisiin tutkimuksiin. Kaluston ja radan vuorovaikutusta koskeva selvitysosio toimi keskeisenä taustana RATO -sarjan uuden, liikkuvaa kalustoa koskevan ohjeen laadinnassa. Myöhemmin analysoitiin pyörävoimailmaisimien koekäytön mittausdataa, mikä on lähtökohta liikkuvan kaluston rataan kohdistaman iskukuorman raja-arvojen määrittelyssä. Tarkastelun alla on pyörä-kiskovuorovaikutuksen riippuvuus kaluston ominaisuuksista sekä vuorovaikutuksen optimointimahdollisuudet rataan kohdistettavain keinoin. Kiskon pintavikojen, erityisesti turvallisuuden kannalta kriittisten vierintäväsäilysvikojen, systemaattinen tutkimus on aloitettu. Turvallisuusteemaan kuuluu myös käynnissä olevat tarkastelut koskien värähtelyn aiheuttamaa vaihteen lukituksen aukeamisriskiä.

Betoniratapölkyn vaurioitumismekanismeja (tutkimusalue 2) on lähestytty perustavaa laatua olevalla kysymyksellä siitä, miksi betoniratapölkyn elinkaari päättyy ja miten päättymistä voitaisiin ennakoita. Tulokset viestivät, että betoniratapölk-

RAUTATIE Tekniikka



kyn toimintakyky säilyy radassa yllättävän hyvin vuosikymmeniä. Mikäli betonin rapautumista ei tapahdu, esijännitetty betoniratapölkky on erinomainen radan komponentti eikä ilmeistä syytä sen käyttöiän päättymiselle 30-40 vuoden käyttöäoloajan ole nähtävissä.

Maamateriaaleista rakennetuista kerroksista koostuvan ratapenkereen (tutkimusalue 3) ja sen alapuolisen pohjamaan (tutkimusalue 4) toiminnassa suoria vastauksia suomalaisten erityisnäkökohtien merkityksestä ei yleensä löydy kansainvälisistä tutkimuksista. Yhteen kokoavana teimana näillä tutkimusalueilla on raiteen tasaisuuden hallinta roudan ja junakuormituksen aiheuttamia ratapenkereen muodonmuutoksia hallitsemalla. Tarkasteluissa menetelminä on käytetty täysimittakaavaisia kenttärakenteita, laboratoriomittakaavaisia tutkimuksia sekä laskennallista mallinnusta. Ratapenkereen pysyvien muodonmuutosten hallitsemiseksi on tarkasteltu halutun tiiviyn ja kantavuuden saavuttamisedellytyksiä ja täydennetty saavutettujen tulosten pohjalta ohjeistusta koskien materiaaleja, rakentamistapoja ja vaatimustenmukaisuuden osoittamista. Ratapenkereen leviämisen estämiseksi optimaalisimman pengerleveyden ja luiskakaltevuuden on havaittu riippuvan ensi sijassa pohjamaan joustavuudesta, johon myös pengerleveysvaatimus on nyt sidottu. Käynnissä olevassa tutkimusvaiheessa tavoitteena on koko ratapenkereen kuormituskestävyysmitoitus, jonka turvin on mahdollista saavuttaa merkittäviä investointisäästöjä silloin, kun pohjamaan routasuojaustarvetta ei ole. TERA:n routatutkimus tavoittelee routaongelman syyn, toistuvuuden ja haittavaikutuksen arviointia kehittämällä elinkaaritaloudellisuuteen perustuvaa

päätöksentekomallia olemassa olevien ratojen routaongelmien korjaussuunnitteluun. Tutkimusta raidesepelin hienonemisesta ja sen eri vaikutuksista tukikerroksen toimintaan on jatkettu tarkastelemalla sepelinpuhdistuksella saavutettavia hyötyjä. TERA-ohjelmaa tukien Roadscanners Oy on kehittänyt tuotteen maatutkamenetelmällä tapahtuvaan tukikerroksen hienontuneisuuden arviointiin. Radan perustamisratkaisun valinnassa ja siten rakentamiskustannuksissa keskeistä on tunnetusti stabiliteettilaskennan tarkkuus. TERA:ssa pureudutaan stabiliteettilaskennan kehittämiseen ja stabiliteetin parantamismenetelmien teknistaloudellisuuteen. Perusteelliset laskennalliset tarkastelut saavat tukea täysimittakaavaisen penkereen sorrutuksen yhteydessä hankitusta monipuolisesta mittaustiedosta.

Siltatutkimusosiossa (tutkimusalue 5) esiselvityksen perusteella painopisteeksi valikoitui olemassa olevien siltöjen kantavuustarkastelun kehittäminen. Erityisesti keskitytään tilastollisten menetelmien soveltamismahdollisuuksiin kantavuustarkastelussa. Käytöstä poistetun teräspalkit betonissa -tyyppisen Suokannan siltakannen koekuormitus murtoon laboratoriossa toi esille kyseisen siltatyypin huomattavan lisäkapasiteetin johtuen alkuperäisessä mitoituksessa huomiotta jätetystä liittävaikutuksesta.

Soveltavaa elinkaaritaloudellisuuden (tutkimusalue 6) tutkimusta käynnisteltiin Kolarin alueen kaivos Hankkeiden kuljetuksiin liittyvien ratkaisuvaihtoehtojen tarkastelussa. Elinkaarikustannusten arvioinnin kehittäminen niin hanke- kuin rakenneosatason teknisten vaihtoehtojen kannattavuuslaskennassa edellyttää tietoa rakenteiden ja rakenneosien kunnan heikkenemiseen vaikuttavista tekijöistä. Radan eri rakenneosien kunnan heikkenemismallit ovat TERA:n elinkaaritalous -tutkimusalueen keskeinen teema.

Mittaustekniikka ja rakenteiden monitorointi (tutkimusalue 7) luovat edellytyksiä rakenteiden toiminnan tutkimuksille niin ratalinjalla kuin laboratoriossa. Suoraan muita tutkimusalueita tukevien järjestelyjen lisäksi monitorointitekniikoille on kysyntää muun muassa liikennöinnin turvallisuuden varmistamisessa. TERA:ssa kehitetty painumaletkujärjestely mahdollistaa reaaliaikaisen varoituksen pehmeikköalueilla tapahtuvista vaarallisista painumista. Käynnissä oleva tutkimus tarkastelee pistemäisten ja jatkuvatoimisten radan kokonaisjäkkyymisen mittalaitteiden kehittämismahdollisuutta radan parantamissuunnittelun lähtötietoa tuottavaksi apuvälineeksi.

Kotimaisten toimijoiden avuksi TERA:n tutkimukset on julkaistu Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä -sarjassa sekä aiemmin Ratahallintokeskuksen A-julkaisusarjassa. Uusien osaajien koulutustavoitetta tukien tutkimusohjelmassa on valmistunut muun muassa kahdeksan diplomityötä. Tutkimus kestää myös kansainvälisen vertailun. TTY:n Rautatierakenteiden tutkimusryhmä esitteli vuonna 2011 kansainvälisillä rautatiealan pääfoorumeilla 18 vertaisarvioitua artikkelia, jotka saavuttivat myös kansainvälisiä palkintoja. Kansainvälisten asiantuntijaryhmien vuonna 2011 tekemässä TTY:n tutkimustoiminnan arvioinnissa rautatierakenteiden tutkimuksen laadun todettiin - koko yliopiston keihäänkärkenä - edustavan alansa korkeinta kansainvälistä tasoa. Lisätietoa Elinkaaritehokas rata -tutkimusohjelmasta on saatavilla TTY:n rautatierakenteiden tutkimusryhmän verkkosivuilta osoitteesta www.tut.fi/rautatierakenteet.

KETTERÄ KAIVUU OY

Vähäkyröntie 469 B
66520 Veikkaala

Puh. (06) 343 3093
matkapuh.
0500 663 697

OY TAMWARE AB

VALMISTAMME JA
MARKKINOIMME
JOUKKOLIIKENNE-
KALUSTON
RAKENNEOSIA

PÄÄMARKKINA-
ALUEEMME OVAT
EUROOPPA JA AASIA

- OVET
- INFORMAATIOKILVET
- ALIHANKINTA

tamware

Tampere (03) 283 1111
Malax (06) 280 2800
www.tamware.fi

Lemminkäinen

Kiviainekset vaativiin kohteisiin
– ja pysyt raiteilla!



Sertifioitu
louhinta- ja
murskaus-
urakoitsija



Tiedustelut ja tarjouspyynnöt:

Etelä-Suomi
Petri Ruosteloja
02071 53559

Itä-Suomi
Heikki Rätty
02071 59300

Louhinta
Ismo Kivimäki
02071 59413

Länsi-Suomi
Lars Lundegård
02071 57859

Pohjois-Suomi
Arto Pyhtinen
02071 59044

Lemminkäinen Infra Oy Kiviainestoiminta

Salmisaarenaukio 2
00180 Helsinki
Puhelin 02071 5000
Fax 02071 54141
www.lemminkaineninfra.fi

Paras tapa rakentaa



AIHIO ARKKITEHDIT

Eurokoodien rakenteelliset vaikutukset rautatiesiltoihin

Risto Parkkila
VR Track Oy
Suunnittelu



EUROKOODIEN RAKENTEELLISET VAIKUTUKSET RAUTATIESILTOIHIN

Siltojen suunnitteluun vaikuttavat Eurokoodit

Eurokoodin standardi:

- 1990 Suunnitteluperusteet
- 1991 Kuormat
- 1992 Betonisillat
- 1993 Terässillat
- 1994 Liittosillat
- 1995 Puusillat
- 1997 Geot. suunnitteluperiaatteet

Kansallinen liite:

- SFS-EN 1990 (NA0)
- SFS-EN 1991 (NA1)
- SFS-EN 1992 (NA2)
- SFS-EN 1991 (NA3)
- SFS-EN 1991 (NA4)
- SFS-EN 1991 (NA5)
- SFS-EN 1991 (NA7)

Kansallinen sovellusohje:

- => NCCI1
- => NCCI1
- => NCCI2
- => NCCI4
- => NCCI4
- => NCCI5
- => NCCI7

Rautatiesiltojen osuus ohjeistuksesta lähtöisin UIC:sta.

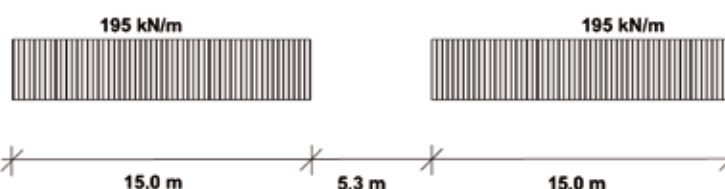
UIC:n ohjeita on noudatettu hyvin kansallisesti rautatiesiltojen ohjeistuksessa

=> ei suuria muutoksia.

Vaikuttavimmat muutokset

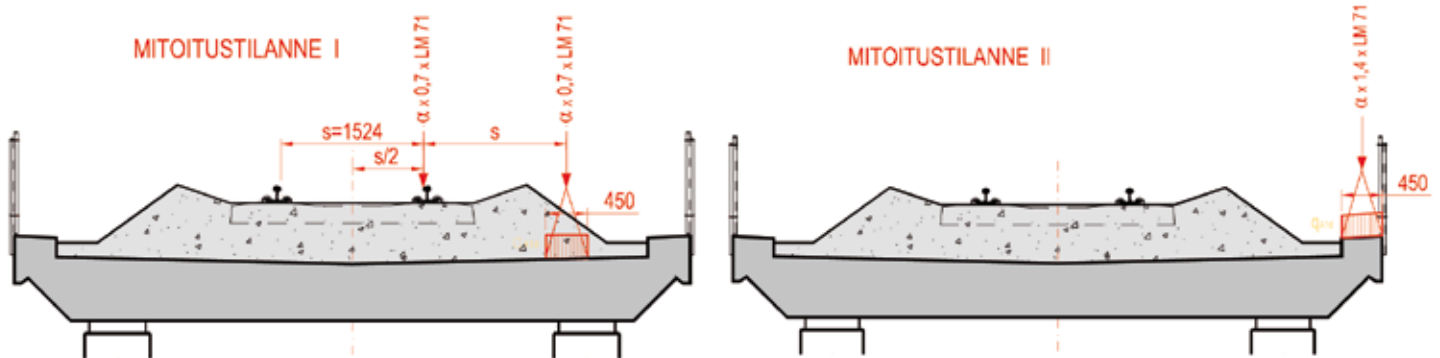
- 1) Jatkuville silloille uusi kuormakaavio SW0
- 2) Junan suistumistilanne sillalla otetaan huomioon siltarakenteen mitoituksessa
- 3) Sillan ja raiteen yhteistoiminnan periaatteet on selvitetty standardien pohjalta
=> kiskonliikuntalaitteen tarpeellisuuden määrittäminen
- 4) Siltojen turvallisuus- ja mukavuuskriteereille on laadittu kansalliset sovellusohjeet
- 5) Ulokelaattasiltojen ulokkeille on määritetty selkeämmät kriteerit

1) SW0 kuormakaavio (kuvassa SW0-35)



=> LISÄÄ JATKUVIEN SILTOJEN TUKI-MOMENTTIA SEKÄ VÄLITUKIEN TUKIREAKTIOITA

2) Junan suistuminen sillalla



Suistumistilanteissa sillan pääkannattajarakenteet tarkistetaan onnettomuustilanteiden kuormille. Silta ei saa sortua eikä keikahtaa tuiltaan. Ulokerakenteita ei tarvitse mitoittaa onnettomuustilanteiden kuormille.

=> VAIKUTTAA LÄHINNÄ NOSTAVAN TUKIREAKTION VAIKUTUKSEN HUOMIOON OTTAMISEN LAAKEROINNEISSA

RAUTATIE TEKNIikka

Kiskovikatiedon hallinta ja vaihteiden ultraäänitarkastus

*Katriina Hassi
VR Track Oy
Suunnittelu*



Kiskovikarekisteriin kerätään vuosittain tietoa valtion rataverkolla havaituista kiskovioista, tehdyistä korjauksista sekä kiskojen vaihdoista. Systemaattinen kiskovikojen rekisteritiedon analysointi ja keruu on aloitettu VR Track Oy:ssä Liikenneviraston toimeksiannosta vuonna 2006. Kiskoviat havaitaan radan kävely- tai ultraäänitarkastuksissa. Vuosittaisessa kiskovikojen hallintaraportissa käsitellään kunnossapitäjien ilmoittamat alueelliset kiskovikatiedot.

Vuonna 2011 kunnossapitäjinä eli kiskovikojen analysoijina ja toimittajina ovat olleet VR Track Oy ja Destia Rail Oy.

Raiteen kunnossapitotaso, vuosittainen kuormitus, pitkäaikaisesta liikennekuormituksesta johtuva väsyminen, vaarallisten aineiden kuljetusmäärät, henkilöliikenne ja toistuvat kriittiset viat vaikuttavat raiteiden ja vaihteiden tarkastustiheyteen. Jatkuvakiskoraiteet, säännöllisen henkilöliikenteen rataosuudet ja raiteet, joiden suurin sallittu akselipaino on

RAUTATIE TEKNIikka

250 kN, tarkastetaan vähintään kerran vuodessa.

Kiskovikojen hallinta pyrkii parempaan junaturvallisuuteen osoittamalla heikkokuntoiset rataosat, seuraamalla kiskovikojen kehittymistä, paikantamalla vikapaikat ja vaikuttamalla tätä kautta korjauskustannusten suuruuden tiedostamiseen. Kiskoviat jaotellaan vikaluokkiin 1, 2/1, 2 ja 3. Luokan 1 kiskoviat ovat vikoja, jotka suurella todennäköisyydellä aiheuttavat suistumisen tai liikennehaitan. Vikaluokan 2/1 kiskoviat on poistettava ennen seuraavaa talvea ja vikaluokan 2 viat seuraavan kunnossapitotyön yhteydessä ennen seuraavaa ultraäänitarkastusta. Vastaavasti vikaluokan 3 viat kasvavat hyvin hitaasti: eivät aiheuta liikennehaittoja eivätkä johda murtumaan. Näiden vikojen kasvamista tarkkaillaan.

Lisämääreen kiskoviat saavat UIC:n numerokoodeista, jotka yksilöivät kiskovian sijainnin (kiskonpää, keskikisko, hitsivyöhyke), hitsausmenetelmän, vian muodon ja syntyperän, sekä vian aiheuttajan. Kiskovikavelka vuoden 2011 tammi-kuun lopussa oli 14 585 kpl, ja uusia kiskovikoja vuonna 2010 havaittiin valtion rataverkolla 7079 kpl. Vuosittainen kiskovikojen tilastointijakso päättyy seuraavan vuoden tammi-kuussa. Kaikkia rataosuuksia kiskovikojen osalta ei tarkasteta vuosittain.

Kiskonmurtumat ovat lisääntyneet vuonna 2010: murtumia eli välittömästi korjattavia vikaluokan 1 kiskovikoja havaittiin 30 kpl. Kiskovikatiheys lasketaan jakamalla rataosuuden vikaluokkien 1, 2/1 ja 2 kiskoviat rataosan pituudella. Vikatiheyden arvoa korottavat edellisiltä vuosilta siirtyvät korjaamattomat kiskoviat. Kumulatiivisen kiskovikatiheyden perusteella arvioidaan rataosuuden kiskoteräksen ja hitsien kuntoa. Käyttöikänsä loppupäässä olevalla kiskolla on kohonneet vikatiheyden arvot materiaalin ja hitsin alueen vioissa, mikä kertoo kiskotuksen olevan elinkaarensa lopussa. Kumulatiivisen kiskovikatiheyden laskennassa ei huomioida pintavikoja, tai käytöstä aiheutuneita vikoja, eikä ympäriylöntejä.

Rataosuuksien Tampere—Orivesi (pohjoinen raide), Myllymäki—Alavus, Tervajoki—Vaasa, Haapajärvi—Ylivieska, Kivesjärvi—Kontiomäki, Kauhajoki—Kaskinen ja Saarijärvi—Keitele pohja on arvioitu vuonna 2010 kiskovikojen hallintaraportissa olevan välittömässä kiskonvaihdon tarpeessa. Vuosille 2012-2017 näiden rataosuuksien kiskonvaihtojen kustannusten on arvioitu olevan 99,9 Milj. €. Kokonaisuudessaan korjaustarpeen on arvioitu olevan 1274 km ja 277,6 Milj. €.

Ympäriylönti eli paikallaan pyörähtävä vetopyörästä aihe-

uttaa suurimman osan havaituista kiskovioista. Ympäriylöntien osuus kiskoprofileilla UIC 60 ja 60 E1 on noin 85 % kaikista havaituista kiskovioista. Kumulatiivisen vikatiheyden laskennassa ei huomioida ympäriylöntejä. Rataosuuksia, joilla ympäriylöntejä havaittiin vuonna 2010 erittäin paljon olivat Hyvinkää—Karjaa, Oulu—Kontiomäki, Tornio—Kolari, Haapajärvi—Seinäjoki ja Seinäjoki—Vaasa.

Vuoden 2011 ultraäänitarkastustuloksista tehdään erillinen selvitys kunnossapitoalueen 1 ja Lahti—Vainikkala rataosuuden 60E1-vaihteista. Pääraiteiden vaihteet tarkastetaan systemaattisesti kerran vuodessa. Kunnossapitoalueella 1 lisätarkastuksia tämän lisäksi tehdään noin kaksi, jolloin tarkastusväliksi muodostuu noin 3-4 kuukautta. Vastaavasti sivuraiteilla vaihteiden tarkastusväli on 3-5 vuoden välein. Tarkastusvälin tärkeydestä kertoo se, että kielessä havaittu 5 mm:n vika jatkuvan liikennekuormituksen alla voi korjaamattomana murtua kuudessa kuukaudessa.

Tutkimusmenetelmänä ultraääni pysähtyy ensimmäiseen havaittuun vikaan, jolloin pinnan alapuolisten vikojen osalta ei pystytä vian osalta tarkkaan määritykseen. Tällöin on mahdollista, että poikittain etenevä vakava halkeama jää huomioimatta kiskon pinnalla havaitun vian vuoksi. Jos ultraäänellä tehtävä tarkastus halkeaman sijaintiin nähden osuu oikealle kohdalla, on virheiden kattava havaitseminen ultraäänellä hyvä.

Ultraäänitarkastaja huomioi valoisalla ajankohdalla silmämääräisesti kiskon linjoista tummentumat, jotka edellyttävät tarkempaa tutkimusta. Vikaluokan määrittäminen eli vian vakavuuden arviointi vaatii tarkastajalta vahvaa ammattiosaamista. Myöskään vikojen havaitseminen paljaalla silmällä ei ole yksiselitteisen helppoa.

Suomessa tehdään kiskonvaihtoja noin 100-200 km vuodessa. Luku on hyvin alhainen verrattuna vaadittuun kiskonvaihtojen tarpeeseen. Kiskovikojen korjauksessa suuntaus niin vaihteissa kuin linjalla on ollut, että viat korjataan liikenneraoissa paikan päällä, jolloin korjausmenetelmistä yleisimpiä ovat päällehitsaus, jatkoshitsaus ja sovituskiskon asennus. Vaihtoehtoinen tapa vaihteiden osalta olisi vaihtaa rikkoutuneen tilalle uusi ja korjata vioittunut osa vasta vaihdehallilla. Ehkäisevänä toimenpiteenä kiskoille on mahdollista aiheuttaa tarkoituksen hakuista kulumista kiskon hionnalla. Suuntaus nykyisin on ollut noudattaa ennakoivampaa korjaustapaa, eli vikaluokan 3 seurannassa olevat viat korjataan jo ennen kuin vika muuttuu astetta vakavammaksi.

**SUOMEN
TERÄSTEKNIikka OY**

**KUNNOSSAPIDON JA PINTAKÄSITTELYN
AMMATTILAINEN HYVINKÄÄLTÄ**



TOIJALAN KONE JA KULJETUS KY

Mustanhevosentie 3
37800 TOIJALA

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

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

Liikenneviraston riskienhallinnan ohjeistus - Esiselvitys nykytilasta ja kehittämistarpeista

*Liisa Nyrölä
Sito Oy*



Työn tavoitteet ja toteuttaminen

Riskienhallinta tuo merkittäviä hyötyjä väylänpidon hankkeiden suunnitteluun ja toteutukseen. Turvallisuuskäytännöiden lisäksi hyödyt voivat konkretisoitua kustannussäästöinä ja projektin sekä sen aikataulun parempana hallintana. Viime vuosina vaatimukset riskienhallinnan toteuttamisesta ovat tiukentuneet kaikilla väyläsuunnittelun osa-alueilla. Tällä hetkellä eri väylähankkeissa riskienhallinnan käytännöt ovat hajanaiset riippuen tilaajan ja palveluntuottajien näkemyksistä. On huomioitava myös, että riskienhallinnan vaatimusten painopistealueet ovat erilaisia riippuen hankkeesta ja suunnittelutarkkuudesta. Osa riskienhallinnan vaatimuksista painottaa turvallisuuteen liittyvää riskienhallintaa, osa puolestaan projektiriskien hallintaa laajemmin.

Työn tavoitteena oli tutkia olemassa olevat ohjeistukset liittyen riskienhallintaan eri väylämuotojen osalta ja selvittää riskienhallintaan liittyvät nykykäytännöt. Lisäksi tavoitteena oli tunnistaa riskienhallinnan ohjeistustarpeet ja esittää suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Selvityksen painopiste on suunnittelun ja rakentamisen aikaisessa riskienhallinnassa, mutta myös muihin hankkeen vaiheisiin on otettu kantaa. Työn keskeisin tavoite oli tutkia, onko Liikennevirastossa mahdollista laatia yhteinen eri väylämuotoja koskeva riskienhallinnan ohje. Lisäksi selvitettiin, voidaanko uuden ohjeen pohjana käyttää olemassa olevia riskienhallinnan ohjeistuksia ja menetelmiä.

Selvitys on toteutettu tutustumalla nykyiseen riskienhallinnan ohjeistukseen ja siihen liittyvään lainsäädäntöön. Keskeiset menetelmät ovat olleet kirjallisuuskatsaus ja asiantuntijahaastattelut. Haastattelut toteutettiin kolmena ryhmähaastatteluna teemahaastattelumenetelmällä. Vesiväylähankkeisiin liittyen haastateltiin Liikenneviraston edustajia. Tiehankkeisiin liittyen haastateltiin erikseen Liikenneviraston ja ELY-keskusten asiantuntijoita. Rautatiehankkeiden asiantuntijoita ei haastateltu, koska rautatiehankkeiden riskienhallinnan käytännöt ja ohjeistukset ovat muita väylämuotoja pidemmällä ja työryhmällä arvioitiin olevan niiden osalta riittävä asiantuntemus. Haastattelussa käytetyt kysymykset laadittiin yhdessä tilaajan kanssa ja toimitettiin haastateltaville etukäteen

Eri väylämuotojen ohjeistuksen nykytilanne

Tällä hetkellä Liikenneviraston väylähankkeiden riskienhallinnan ohjeistus on osin puutteellista ja olemassa olevat ohjeet ovat melko uusia. Olemassa olevan ohjeistuksen taso ja tarkkuus vaihtelevat eri väylämuotojen välillä, eikä ohjeita ja niissä esitettyjä käytäntöjä tunneta riittävän laajasti. Liikennevirastolla on käytössään kolme väylänpidon hankkeita koskevaa riskienhallinnan ohjetta, jotka tukevat ja täydentävät toisiaan. Ohjeet ovat tie- ja rautatiehankkeita koskeva Riskienarviointi rakennushankkeissa osana turvallisuuden varmistamista (Tiehallinto 2008) sekä rautatiesektoria koskevat Riskienhallinta radan suunnittelussa (Liikennevirasto 2010) ja YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä (Liikennevirasto 2011).

Joitain yhteisiä, kaikkia väylämuotoja koskevia lakeja ja vaatimuksia on olemassa, esimerkiksi työturvallisuuslaki. Lainsäädännön vaatimukset ovat kuitenkin etupäässä väylämuotokohtaisia. Ratahankkeiden riskienhallintaan on enemmän lainsäädännöllisiä velvoitteita kuin muissa väylämuodoissa. Ratahankkeiden osalta myös riskienhallinnan ohjeistus on varsin kattava. Hankkeen jokaiseen suunnitteluvaiheeseen on olemassa soveltuva riskienhallintaohjeistus ja -työkalut. Isoissa rautateiden investointihankkeissa kokonaisvaltainen riskienhallinta on tällä hetkellä normaali käytäntö. Pienempien hankkeiden ja kunnossapidon hankkeiden osalta riskienhallinnan käytännön toteutus, laajuus ja dokumentointi vaihtelevat.

Tie- ja vesiväylähankkeiden riskienhallinnalle ei ole yhtä selkeitä vaatimuksia kuin rautatiepuolen hankkeille. Tiehankkeita varten ei ole olemassa eri suunnitteluvaiheet kattavaa ohjeistusta, vaikkakin riskejä ja niiden tunnistamista sivutaan useissa suunnitteluohjeissa ja aiheesta on laadittu lukuisia selvityksiä. Täsmällisen ohjeistuksen puuttumisen vuoksi käytännöt vaihtelevat tilaajan edustajan ja palveluntuottajan mukaan. Tiehankkeissa laaditaan nykyisin turvallisuusselvityksiä ja -asiakirjoja, mutta kokonaisvaltainen riskienhallinta saattaa jäädä toisarvoiseksi. Kokonaisvaltaista riskienhallintaa on tehty tähän mennessä lähinnä suurten tiehankkeiden tie- ja rakennussuunnitelmavaiheissa. Yleissuunnitelmavaiheissa kokonaisvaltaiset riskitarkastelut ovat rajoittuneet yksittäisiin isoihin hankkeisiin. Niissä tiehankkeissa, joissa on

toteutettu kokonaisvaltaista riskienhallintaa, menettelyt ovat olleet samankaltaisia kuin vastaavissa ratahankkeissa.

Vesiväylähankkeita varten on laadittu yleispiirteinen riskienhallintatyökalu, joka sisältää eri suunnitteluvaiheet. Nykymuodossaan vesiväylien riskienarviointi on huomattavasti muiden väylänpidon hankkeiden riskienarviointia kevyempää. Riskienhallinta nähdään helposti irrallisena osana suunnittelua, eikä riskienhallinnan työkaluja käytetä kaikissa hankkeissa.

Kehittämistarpeet

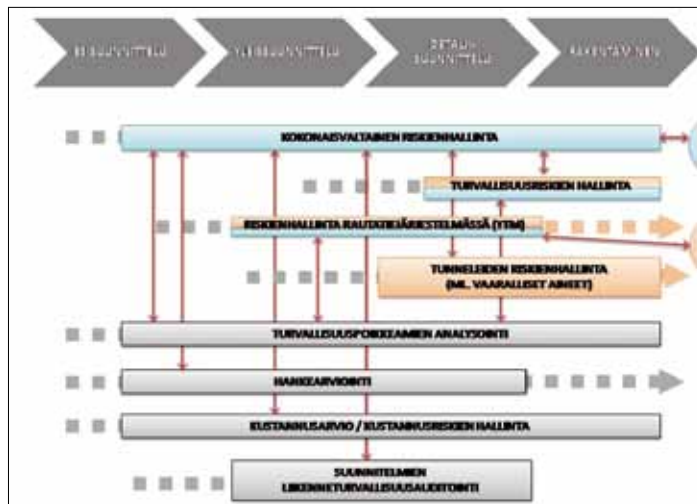
Työ valmistuu vuoden 2011 loppuun mennessä ja sen tulosten analysointi on vielä kesken. Alustavasti voidaan todeta, että kehittämistarpeet liittyvät mm. riskienhallinnan pelikentän kokonaisuuteen (ks. oheinen kuva), riskienhallinnan ohjeistuksen yhtenäistämiseen ja täydentämiseen puuttuvilta osin sekä ohjeiden jalkauttamiseen.

Lähteitä:

Tiehallinto 2008a: Riskienarviointi rakennushankkeissa osana turvallisuuden varmistamista: kirjallisuustutkimus. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 36/2008.

Liikennevirasto 2010b: Riskienhallinta radan suunnittelussa. Liikenneviraston ohjeita 10/2010.

Liikennevirasto 2011: YTM-asetuksen mukainen riskienhallinta rautatiejärjestelmässä.



Kuva 1. Riskienhallinnan pelikenttä. Sininen väri kuvaa prosesseja, joita ohjataan Liikenneviraston väylänpidon riskienhallintaohjeilla. Oranssilla väriyksellä on merkitty asiat, joihin liittyy EU:sta tulevia, riskienhallinnalle asetettuja velvoitteita. Harmaat palkit kuvaavat prosesseja / toimennpiteitä, joilla on kytkeä kokonaisvaltaiseen riskienhallintaan.

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

Rataosan Seinäjoki-Oulu 2008–2011 rakentamisaikainen riskienhallinta



*Jaana Ojala
Ramboll Finland Oy*

Johdanto

Seinäjoki-Oulu rataosa on osa yleiseurooppalaista TEN-rautatieverkkoa. Rataosa on ollut pääasiassa yksiraiteinen, sähköistetty, JKV:llä varustettu ja vilkasliikenteinen kauko-ohjattu henkilö- ja tavarajunaliikenteen rata. Rataosan pi-

tuus on 335 km ja sen vaikutusalueeseen kuuluu 16 kuntaa.

Rataosalla on 33 liikennepaikkaa, joista 11 on kaupallista asematoimintaa. Loput 22 liikennepaikkaa toimivat raideliikenteen kohtauspaikkoina. Hankkeen toteutukseen on myönnetty Euroopan unionin TEN-tukea, joka on tarkoitettu yleis-

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

eurooppalaisten liikenneverkkojen kehittämiseen.

Seinäjoki-Oulu ratahankkeessa on aloitettu riskienhallinta suunnittelun aikana 2006. Ratahankkeen toteutusvaiheessa työ- ja junaturvallisuuden osalta riskitietoa urakoita varten on kerätty ainoastaan turvallisuusasiakirjan laadintavaiheessa.

Rakentamisaikaista riskienhallinta on Seinäjoki-Oulu ratahankkeella tehty kolme vuotta. Rakentamisen aikaisessa riskienhallinnassa on ollut mukana tähän mennessä noin 50 urakkaa.

Turvallisuuden ja riskienhallinnan seuranta

Rakentamisen aikana turvallisuutta seurataan pääsääntöisesti urakoitsijoiden turvallisuusdokumentaation ja riskienhallintakokousten avulla. Turvallisuusdokumentaatio koostuu turvallisuussuunnitelmasta, riskienhallintasuunnitelmasta, turvallisuuden seurantalomakkeista (turvallisuuspoikkeamat) sekä työmaan turvallisuustasoa mittaavista MVR – mittareista. Urakoiden turvallisuussuunnitelmista käydään läpi juna- ja työturvallisuusasiat, miten urakoitsija vastaa turvallisuusasiakirjassa esille nostettuihin asioihin, mitä vaara- ja hättätarkoituksia urakoitsijat ovat itse tunnistaneet sekä miten he tulevat hallitsemaan riskejä urakan aikana. Turvallisuussuunnitelmat on hyväksyttävä ennen kuin töille saa aloitusluvan. Urakan turvallisuussuunnitelman käyvät läpi turvallisuuskoordinaattori, rakennuttajakonsultti ja urakan valvojat.

Liikenneviraston vaatimusten mukaan turvallisuussuunnitelman liitteenä on oltava "Turvallisuusriskien tunnistamisen menetelmä" (Tiehallinto 38/2008) mukainen riskienhallintasuunnitelma. Riskienhallintasuunnitelmaa sekä turvallisuussuunnitelmaa on päivitettävä koko urakan ajan.

Riskienhallintasuunnitelmaa käydään läpi urakoitsijoiden riskienhallinnan ja turvallisuuden perehdyttämistilaisuudessa, riskienhallintakokouksissa sekä työmaakokouksissa. Riskienhallintakonsultit käyvät läpi riskienhallintasuunnitelmat. Riskienhallintasuunnitelmien osalta tarkistetaan yhteneväisyys turvallisuussuunnitelmaan, riskien kohdekohtaisuus ja hallintatoimenpiteiden riittävyys.

Kohdekohtaisuudella tarkoitetaan sitä, että riskienhallintasuunnitelmassa esitetyt riskit liittyvät juuri tässä urakassa oleviin vaara- ja hättätarkoituksiin. Tärkeintä on nostaa esille olennaiset, juuri ko. urakkaan liittyvät, erityiset vaara- ja hättätarkoituksijat niin työ- kuin junaturvallisuuden osalta.

Urakoiden turvallisuuspoikkeamia käsitellään ratatyöpalaverissa, työmaakokouksissa ja riskienhallintakokouksissa. Liikenneviraston hankkeilla turvallisuuspoikkeamat on kirjattava Liikenneviraston turvallisuuden seurantalomakkeille urakoitsijoiden omien menettelyiden lisäksi.

Turvallisuuskoordinaattori ja riskienhallintakonsultti koostavat hankekohtaiset turvallisuuspoikkeamatiedot. Tämän lisäksi Liikennevirasto kokoaa ja laatii omat turvallisuuspoikkeama-analyysit kaikista Suomen rautatiehankkeista. Rautatiejärjestelmään liittyvät turvallisuuspoikkeamat tiedotetaan edelleen Liikenteen turvallisuusvirastolle (Trafi) sovituin väliajoin.

Työmaiden työturvallisuustasoa arvioidaan Liikenneviraston vaatimusten mukaisesti viikoittaisilla MVR-mittauksilla (Maa- ja vesirakennustyömaiden turvallisuustason arviointi). MVR-mittauksia sovelletaan myös sähkö- ja turvalaiteura-

koissa, vaikka mittausten soveltuvuus sen tyyppisiin urakoihin on vaikeaa. MVR-mittaustulokset tallennetaan hankkeen projektipankkiin sekä tuloksia käsitellään työmaakokouksissa tavoitteena parantaa työskentelytapoja ja työmaan olosuhteita.

Merkittävimmät riskit ja niiden hallinta

Rakentamisen aikana on käsitelty noin 700 riskiä vuosittain. Yli 50 % riskeistä on koskenut työ- ja junaturvallisuutta. Projektinhallintaan liittyneitä riskejä ja liikenteenohjaukseen liittyviä riskejä on ollut seuraavaksi eniten, kumpiakin noin 15 % kaikista riskeistä. Lisäksi urakoitsijat ovat käsitelleet ratatekniikkaan, nykyisiin rakenteisiin ja laitteisiin, sähkötekniikkaan sekä ympäristöön liittyviä riskejä.

Rautatieliikenteelle merkittävimpiä riskejä ovat olleet radan painumat. Hallintatoimenpiteenä pätevyysvastaavat ovat seuranneet radan kuntoa ja erityisesti päällysrakenteita työn aikana, tukemiskoneita on pidetty mukana työmaalla ja tarvittaessa nopeusrajoituksia on alennettu radan kunnosta johtuen. Työntekijöille merkittävimpiä riskejä ovat olleet liikennöidyn raiteen vieressä työskentely, johon on varauduttu suojaamalla työmaa tapauksesta riippuen aidalla tai lippusiimalla, joissain tapauksissa on käytetty ylimääräistä turvamiestä tai otettu varaus myös viereiselle raiteelle. Työntekijöitä on muistutettu liikennöidyn raiteen vieressä työskentelyissä pehdytysten ja koulutuksien lisäksi myös erillisissä turvallisuustuokioissa.

Vuonna 2010 urakoiden aikana toteutuneita riskejä ovat olleet kaapelien katkeamiset ja radan painumat. Vuonna 2009 edellisten lisäksi toteutuneita riskejä ovat olleet baliisien paljastamiseen liittyvä toiminta sekä paikannuspoikkeamat. Toteutuneet riskit eivät ole johtaneet vakaviin seurauksiin.

Vuoden 2010 aikana urakoissa tunnistettiin 17 jäännösriskiä. Jäännösriski on asia, joka voi aiheuttaa jatkossa, esim. käyttöaikana tai kunnossapidossa ongelmia tai vaaratilanteita. Eli ei täytä töiden, osurakan tai kokonaisuuden valmistuttua vaatimuksia. Urakoitsijoiden jäännösriskit ovat koskeneet puutteellisia näkyvyyksiä, radan luvattomia ylityspaikkoja, väliaikaisten liikennejärjestelyjen seurauksena syntyviä mahdollisia hättätarkoituksia kunnossapidolle sekä radan painumia.

Käyttöönoton riskitarkastelut

Isossa hankkeessa, jossa rakennetaan uutta ja parannetaan olemassa olevaa rataa usean vuoden ajan, on myös paljon käyttöönottoja. Käyttöönotot vaativat Liikenteen turvallisuusvirastolta käyttöönottoluvan, jonka yhtenä ehtona on riskianalyysi osajärjestelmän käyttöönotosta ja käytöstä.

Käyttöönottojen riskitarkastelut on tehty Etelä-Seinäjoki – Seinäjoki ja Lapua-Pännäinen liikennepaikkaväleiltä vuosina 2009 ja 2011. Vuoden 2011 aikana on tulossa vielä Riijärven liikennepaikan käyttöönotto. Käyttöönottojen riskitarkasteluissa on käyty läpi suunnittelun ja toteutuksen poikkeamat suunnitteluperusteista, laatu- ja rakennuspoikkeamat ja reklamaatiot, testausten ja katselmuksien tulokset, turvallisuusviranomaisen lausunnot sekä käyttöönottoja varten laadittuja riskikarttoja (ns. avainsana-listoja). Rakentamisaikaisen riskienhallinnan aikana kerätyistä urakoiden jäännösriskeistä arvioidaan niiden vaikutus rautatiejärjestelmän turvallisuudelle käytön ja käyttöönoton aikana.

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLÄ

Valtatie 5 parantaminen välillä Päiväranta-Vuorela (Kallan sillat)



Hannu Nurmi
Liikennevirasto



ja
Mervi Harju
Ramboll Finland

Hankkeen tausta ja tavoitteet

Valtatie 5 on koko Itä-Suomelle tärkeä liikenneyhteys ja Kuopion kohdalla yksi Suomen vilkkaimmin liikennöityjä tieosuuksia (KVL 31 000 ajon./vrk). Kuopion lähialueella valtatie 5 on toteutettu moottoritietasoisena välillä Vehmasmäki-Päiväranta ja Vuorela-Siilinjärvi. Näiden väliin jäävä tiejakso Päiväranta-Vuorela (n. 5 km) on häiriöherkkä seka-liikennetie. Rataosuus Kuopio-Iisalmi (hankealueen kokonaisliikenne vuonna 2010 5,8 milj. bruttotonnia ilman vaihtoliikennettä) kulkee valtatie 5 rinnalla Päiväranta-Vuorela-välillä. Lisäksi vesiväylä Kuopio-Iisalmi risteää valtatie 5 ja Kuopio-Iisalmi -rataosuuden kanssa Päivärannassa. Päivärannan maantie- ja rataläppäsilloja avataan noin 300 kertaa purjehduskaudessa.

Vuoden 2009 lopulla aloitetun rakentamishankkeen tavoitteena on parantaa Itä-Suomen liikennejärjestelmän toimintavarmuutta ja luoda edellytyksiä maankäytön kehittämiseksi erityisesti Päivärannan, Sorsasalon, Toivalan ja Kuopion lentokentän alueilla. Hankkeessa parannetaan Päiväranta-Vuorela -osuus moottoritietasoiseksi. Lisäksi rakennetaan mm. rinnakkaistie hitaampaa liikennettä varten, muutetaan Päivärannan nykyisin avattavat maantie- ja rataläppäsillat kiinteiksi, siirretään vesiliikenteen kulkuväylä Tikkalansaaren ja Suosaaren väliin sekä rakennetaan uutta rautatieosuutta (n. 1,5 km) ja uusi hydraulisesti avattava Tikkalansaaren ratasilta.

Hankkeen myötä rautatieliikenteen olosuhteet paranevat paremman ratageometrian ja nykyaikaisen avattavan ratasillan johdosta. Silta-avausten tarve vähintäänkin puolittuu nykyistä suuremman alikulkukorkeuden ansiosta. Tikkalansaaren uusi ratasilta avataan lopputilanteessa kaukokäyttöisesti Taipaleen kanavalta Varkaudesta käsin. Avausten valvontaa varten silta-apaikalle asennetaan kaksi valvontakameraa vesiliikenteen suuntaan ja kaksi kameraa rautatien suuntaan. Lisäksi lopputilanteessa ratasillalla otetaan käyttöön kuuntelulaitteet.

Tikkalansaaren ratasillan lopullinen käyttöönotto kaikkine valvontajärjestelmineen tapahtuu keväällä 2013, jolloin vesiliikenne siirtyy uudelle väylälle Suosaaren ja Tikkalansaaren väliin. Samassa yhteydessä Päivärannan vanhan rataläppäsillan ohjausjärjestelmä puretaan ja rataläppäsilta muutetaan kiinteäksi.

Hanke valmistuu kokonaisuudessaan vuonna 2014 ja sen

toteuttamiseen on budjetoitu 90 M€ (MAKU 150).

Hankkeen tilanne rautatiejärjestelmän näkökulmasta

Vuoden 2011 juhannuksena toteutettiin 65 tuntia kestänyt liikennekatko uuden ratalinjauksen ja Tikkalansaaren nostettavan ratasillan sekä niihin liittyvien turvalaittejärjestelyiden käyttöönottoa varten. Ns. ensimmäinen käyttöönotto vaihe hankkeen näkökulmasta onnistui hyvin.

Rautatiejärjestelmän näkökulmasta hanke on parhaillaan ns. välivaiheessa. Välivaiheessa uusi Tikkalansaaren ratasilta on lukittu paikoilleen ja vesiliikenne kulkee edelleen Päivärannan läppäsillan kautta. Päivärannan vanhan rataläppäsillan avausjärjestely on käytössä sillä lisäyksellä, että Tikkalansaaren ratasillan asennosta (kiinni/auki) tulee tilatieto vanhan rataläppäsillan ohjausjärjestelmään. Juhannuksena 2011 tehdyn ensimmäisen käyttöönoton jälkeen Tikkalansaaren uudelle ratasillalle suoritettavat testaukset on tehty vanhan rataläppäsillan lupa- ja avausmenettelyitä käyttäen. Eli jos Tikkalansaaren ratasilta ei ole kiinni, rautatieliikenteen kulku estetään vanhan rataläppäsillan ohjausjärjestelmän kautta.

Tikkalansaaren ratasillan lopullinen kytkeminen turvalaittejärjestelmään (Rataturva 2 -urakka) toteutetaan vuosien 2012-2013 aikana niin, että ratasillan lopullinen käyttöönotto voidaan tehdä kevään 2013 aikana.

Hankkeen riskienhallinta – menettelyt ja riskienhallinnan hyödyt

Riskienhallintamenettelyt

Liikennevirasto on toteuttanut hankkeella riskienarviointia yleissuunnitelmavaiheesta alkaen ja riskienhallintamenettelyitä edellytetään toteutettavan siihen asti, kun rakentaminen hankkeella päättyy vuonna 2014.

Suunnittelun aikana tehty riskienarviointi täydennettiin vuonna 2010 kokonaisvaltaiseksi ja koko hankkeen elinkaaren kattavaksi (suunnittelu - rakentaminen - käyttöönotto/liikenteelle luovutus - käyttö). Tehdyssä kokonaisvaltaisessa riskitarkastelussa huomioitiin sekä tie- että rautatierakentamiseen liittyvät toiminnalliset, tekniset, aikataulu- ja turvallisuusriskit

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLÄ

hankkeen eri vaiheissa.

Rakentamisaikana kokonaisvaltaisen riskienhallintasuunnitelman ylläpito- ja päivittämisvastuu kuuluu hankkeen päätoimittajalle. Rakentamisaikaiseen riskienhallintamenettelyyn hankkeella kuuluu riskien säännöllinen käsittely työmaakokouksissa sekä erilliset riskienhallintakonsultin vetämät riskienhallintakokoukset, joissa käsitellään hankekokonaisuutta ja tarvittavin osin tarkennetaan yksittäisiin työvaiheisiin liittyviä riskienhallintatoimenpiteitä. Lisäksi erillisissä riskienhallintakokouksissa käsitellään hankkeen TOP-riskit, hankkeella tapahtuneet turvallisuuspoikkeamat sekä arvioidaan työmaalla toteutetun riskienhallintatyön onnistumista.

Kevättalvella 2011 päätettiin, että rakentamisaikaista riskitarkastelua täydennetään erikseen rautatiejärjestelmän näkökulmasta. Täydentävä riskitarkastelu sovittiin tehtävän Tikkalansaaren ratasillan hydraulikka-, ohjelmisto ja turvalaitejärjestelyiden testauksista ja juhannuksena 2011 toteutettavan liikennekatkon aikana tehtävistä töistä. Tämä täydentävä riskitarkastelu on tehty kevään ja kesän 2011 aikana, sekä ennen juhannusta (riskien arviointi, hallintatoimenpiteiden ja vastuiden määrittely) että juhannuksen jälkeen (riskienhallintamenettelyiden onnistumisen arviointi, realisoituneet riskit, jäännösriskit ym.).

Lisäksi hankkeen rautatiejärjestelmän käyttöönottoaiheista on sovittu tehtävän erilliset riskienarvioinnit soveltaen YTM-asetuksen (EY N:o 352/2009) mukaisia riskienhallintamenettelyitä. Rautatiejärjestelmän käyttöönottoihin liittyvät riskitarkastelut on jaettu kahteen ryhmään: 1) Ensimmäinen käyttöönotto ja välivaihe 2011-2013 sekä 2) Toinen (lopullinen) käyttöönotto ja lopputilanne 2013-. Nämä YTM-asetuksen menettelyitä soveltavat riskitarkastelut on aloitettu keväällä 2011 ja niitä jatketaan kunkin hankevaiheen päät-



tymiseen asti. Riskitarkasteluissa on huomioitu kunkin vaiheen suunnitteluun, rakentamiseen / teknisten järjestelmien testaukseen ja toteutukseen sekä käyttöönottoon ja käyttöön liittyvät riskit mukaan lukien vaiheen jäännösriskit.

Vuonna 2012 käynnistyvään Rataturva 2 -urakkaan liittyvät riskitarkastelut (Tikkalansaaren ratasillan lopullinen kytkeminen turvalaitejärjestelmään sekä siihen liittyvät testaukset) on sovittu tehtävän omana kokonaisuutenaan rakentamisaikaisen riskienhallintamenettelyiden rinnalla.

Riskienhallinnan hyödyt

Riskienhallintamenettelyillä on voitu edesauttaa hankkeen tavoitteiden mukaista toteutumista suunnitelmallisen ja tietoisesti tehdyn ennakointi- ja ennaltaehkäisytyön myötä. Kokonaisvaltaisten riskitarkastelujen avulla hankkeen eri toimijoiden on ollut helppoa hahmottaa hankekokonaisuus sekä eri toimijoiden/tekijöiden väliset rajapintariskit ja syy-seuraus -suhteet.



SAFETY ADVISOR
Rautatiejärjestelmän ohjauksen ja toiminnallisen turvallisuuden ammattilainen

Akkreditoitu tarkastuslaitos I033. FINAS

Riippumattomasta turvallisuusarvioinnista vastaava laitos. TRAFI

Standardin SFS-EN 50129 mukainen lupa toimia turvallisuustason hyväksyjänä. TRAFI

Safety Advisor Oy - www.safetyadvisor.fi - Tel. +358 44 5301230 - matti.katajala@safetyadvisor.fi

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

Ilmoitetun laitoksen menettelyt rautatiehankkeissa



*Laura Järvinen
VR Track Oy
Suunnittelu*

Euroopassa on käytössä tekniikaltaan hyvin erilaisia rautatiejärjestelmiä. Näiden erilaisuudesta aiheutuu lisäkustannuksia ja ajallisia viiveitä erityisesti valtioiden rajat ylittävissä liikenteessä, kun vetureita on matkan varrella oltava useampia tai niissä on oltava useampia teknisiä järjestelmiä samaa tarkoitusta varten. Manner-Euroopassa tämä on tunnustettu ongelmaksi ajatellen rautateiden kilpailukykyä verrattuna maantieliikenteeseen. Tavoitteena on siirtää kuljetusmuotojen painopistettä enemmän rautateille, jotta turvallisuus paranisi ja kuljetusten ilmastovaikutukset vähenisivät. Tämä onnistuu käytännössä parantamalla rautateiden kilpailukykyä nopeuttamalla matka-aikoja ja vähentämällä teknisiä rajoituksia liikenteessä.

EU-tasolla rautatiejärjestelmän yhtenäistämistä ajetaan voimakkaasti ja tämän vuoksi jäsenmaita on veloitettu noudattamaan rautatiejärjestelmän yhteentoimivuudesta annettuja direktiivejä. Vuonna 1996 annettiin ensimmäinen direktiivi suurnopeusradoille (96/48/EY). Tämän jälkeen on annettu vastaava direktiivi (2001/16/EY) tavanomaisille radoille, joilla nopeudet ovat suurnopeusratoja alemmat. Nykyisin sovellettava direktiivi 2008/57/EY yhdistää tavanomaisille ja suurnopeusradoille annetut vaatimukset.

Direktiivien perusteella on määritelty tarkemmat vaatimukset koskien rautatiejärjestelmää, ns. yhteentoimivuuden vaatimukset. Rautatiejärjestelmä on jaettu rakenteellisiin osajärjestelmiin, jotka ovat luonteeltaan toiminnallisia tai teknisiä kokonaisuuksia:

- Käyttötoiminta ja liikenteen hallinta (Operational, OPE)
- Liikkuva kalusto (Rolling Stock, RST)
- Ohjaus-, hallinta- ja merkinanto (Control, Command and Signalling, CCS)
- Infrastruktuuri (Infrastructure, INS)
- Kunnossapito
- Energia (Energy, ENE)

Osajärjestelmiä koskevat vaatimukset on kuvattu Yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (YTE), joita voi olla osajärjestelmää kohden yksi tai useampi. Kutakin osajärjestelmää varten on määritelty tarkemmat osatekijät, joita yhteentoimivuuden vaatimukset koskevat, kuten esimerkiksi saavutettavuuden kannalta painonapit ja lipunmyyntitiskit, joita matkustajat käyttävät. Näiden vaatimusten täytyminen on pystyttävä osoittamaan projektin aikana jo suunnittelusta

lähtien, jotta voidaan varmistaa projektin sujuva eteneminen. Tämä vaatii haasteellista ajattelutavan muutosta, koska käyttöönottotarkastukset projektin valmistuttua eivät enää takaa onnistumista.

YTE:ien vaatimusten noudattamista valvovat ilmoitetut laitokset (NoBo). Ilmoitettu laitos on EU-alueella akkreditoitu ja ilmoitettu tarkastuslaitos, jonka riippumattomuudelle asetetaan tiukat vaatimukset. Tällä hetkellä Suomessa ei ole ilmoitettuja laitoksia, vaan projekteissa on käytettävä ulkomaisesta arviointilaitosta. Kokemuksia useammasta ulkomaisesta toimijasta onkin jo saatu eri projekteissa. Ilmoitettu laitos ei anna soveltamisohjeita tai harkitse vaatimusten noudattamista projektikohtaisesti, vaan arvioi ainoastaan, onko YTE:ssä annettuja vaatimuksia noudatettu. Vaatimusten noudattaminen on edellytys sille, että ilmoitettu laitos voi antaa osajärjestelmän EY-vaatimustenmukaisuustodistuksen.

Ilmoitetun laitoksen käyttäminen tulee merkittävästi jatkossa lisääntymään, kun 1.6.2011 tuli voimaan tavanomaisten ratojen infrastruktuuri-osajärjestelmää sekä energiaosajärjestelmää koskevat YTE:t. Näitä on sovellettava kaikissa Liikenteen turvallisuusviraston käyttöönottolupaa edellyttävissä projekteissa, joita ei voi tulkita kyseisten YTE:iin nähden pitkälle edenneeksi hankkeeksi. Kyseisiä YTE:iä vastaavat kansalliset määräykset ovat valmisteilla (kirjoitushetkellä) ja tulevat osaksi Trafín valvomia määräyksiä.

Yhteentoimivuuden vaatimusten noudattaminen on osoitettava ilmoitetulle laitokselle projektissa käyttöönottoluvan saamiseksi, jos YTE:iä on sovellettava. Osatekijöille voidaan antaa yhteentoimivuuden hyväksyntä erikseen, jolloin ilmoitetun laitoksen ei tarvitse näitä osatekijöitä tarkastaa enää erikseen. Yhteistoiminta ilmoitetun laitoksen kanssa projektin eri vaiheissa voidaan yleistää seuraavasti:

- Projektin alussa laaditaan suunnitelma, miten yhteentoimivuuden vaatimukset tullaan tarkastamaan
- Projektin aikana on osoitettava vaatimusten toteutuminen suunnittelussa
- Projektin edetessä on koottava tarvittava tarkastusaineisto vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi

Yhteistyö ilmoitetun laitoksen kanssa edellyttää avointa keskustelua projektin alkuvaiheista lähtien, jotta tarvittaviin vaatimuksiin voidaan reagoida ajoissa ja projektin loppuvaiheissa ei tule ikäviä yllätyksiä. Tärkeätä on myös huomioi-

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

da, että vaatimusten osoittaminen edellyttää aina vastaavaa dokumenttia. Kun työt on suunniteltu huolella, hyväksytty ilmoitetulla laitoksella ja kokonaiskäsitys projektin etenemisestä on hallussa, onnistuu myös yhteistyö ilmoitetun laitoksen kanssa.

Lyhyt sanasto:

NoBo Notified Body (Ilmoitettu laitos)

Trafi Liikenteen turvallisuusvirasto

YTE Yhteentoimivuuden tekniset eritelmät

vossloh
COGIFER

**Vaihteiden
teräsosat**

**Raide-
puskimet**

Vossloh Cogifer Finland Oy
Telakkatie 18, 25570 TEIJO
puh. (02) 736 6010
contact@vcfi.vossloh.com

MOOTTORIKORJAUSTEN JA VARAOSAKAUPAN AMMATTILAINEN

Toimitamme uudet ja korjatut moottorit kaikkiin käyttökohteisiin.

Kunnostamme asiakkaiden omat moottorit ja toimitamme kaikki tarvittavat varaosat.

Kunnostamme polttoainelaitteet; ruiskutuspumput ja suuttimet.

Kauttamme saat myös kaikki uudet diesel-varaosat sekä turboahtimet.

Tutustu www.tammerdiesel.fi

Ota yhteyttä, olemme apunasi!



**Asentajankatu 5
Lakalaiva, Tampere
(03) 3143 4400**

**Tammer
DIESEL OY**
www.tammerdiesel.fi

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

Riippumaton turvallisuusarviointi (ISA) -kokemukset ja lisäarvo rautatiehankkeissa

Janne Peltonen
VR Track Oy
Suunnittelu



Vuonna 2011 uusittu rautatielaki määrittelee riippumattomasta turvallisuusarvioinnista vastaavan laitoksen toiminnan (304/2011, 66 §, 'Riippumattomasta turvallisuusarvioinnista vastaavan laitoksen tehtävät sekä laitoksen nimeäminen ja nimeämisen peruuttaminen'). Turvallisuusarvioinnin linkittyminen rautatiehankkeiden riskienhallintaprosessiin määrittää riskienhallintaa koskevassa YTM-asetuksessa (EY) N:o 352/2009. Riippumattomasta turvallisuusarvioinnista vastaavan laitoksen käyttö rautatiehankkeissa yhtenäistää riskienhallintaa koskevia toimintatapoja ja mahdollistaa entistä tehokkaamman turvallisuuden valvonnan. Riippumatonta turvallisuusarviointia suorittavan laitoksen nimeää Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi ja laitoksen asianmukaiset toimintaedellytykset varmistaa standardin SFS-EN ISO/IEC 17020:2004 mukainen akkreditointi, joka on käytössä kansainvälisesti arviointi- ja tarkastuslaitosten toiminnassa.

Riippumatonta turvallisuusarviointia on sovellettu Euroopan rautateilla koko 2000-luvun ajan rautatiejärjestelmää koskevien CENELEC-turvallisuusstandardien (EN 50126:1999) julkaisun jälkeen. Arvioinnit kohdistuvat kokonaisvaltaisesti rautatiejärjestelmän turvallisuuteen, ilman ratatyöturvallisuuden erityistä painotusta. Suomessa riippumattoman turvallisuusarvioijan käyttö on ollut vähäistä 2010-luvun alkuun saakka. Kokemuksia on saatu lähinnä turvalaitejärjestelmien sovellusalalta, jossa tarve riippumattoman turvallisuusasiantuntijan käytölle on ollut ilmeisin teknisten järjestelmien monimutkaisuuden vuoksi ja erityisesti turvallisuusvaatimuksien todentamisen osalta.

Uusi riskienhallintaa koskeva YTM-asetus asettaa turvallisuusarvioinnin velvoitteen kaikkiin rautatiejärjestelmän merkittäviin muutoksiin. Uusien menetelmien ja turvallisuusarvioinnin kautta on saavutettavissa kokonaisvaltaisempi turvallisuustason hallinta rataverkolla toiminnalliset näkökohdat huomioiden. Turvallisuusarviointi on käytössä hyväk-

si todettu menettelytapa, joka tulee nähdä mahdollisuutena turvallisuuden kehittämiseen ja innovaatiokyvyn vapauttamiseen sekä tekniikassa että toteuttavan organisaation toimintatavoissa. Riippumattoman turvallisuusarvioijan suosituksen perusteella turvallisuutta valvova viranomainen voi hyväksyä tehdyt ja asianmukaisesti perustellut turvallisuuteen liittyvät ratkaisut.

Turvallisuusarviointi on asiantuntijatyötä, jonka tuoma lisäarvo on nähtävissä esimerkiksi turvallisuuskulttuurin ja turvallisuusjohtamisen parantumisena, turvallisuussuunnitelmien jalkautumisena käytäntöön ja käyttöönotto- ja lupamenettelyjen standardisoinnissa. Riippumaton turvallisuusarviointi varmistaa turvallisuuteen liittyvien näkökohtien riittävän kattavan huomioon otamisen jo hankkeen alusta sekä turvallisuuden osoittamiseen vaadittavan aineiston asianmukaisuuden. Turvallisuusarvioijan tulee esimerkiksi ottaa kantaa riskienhallintaprosessin asianmukaisuuteen hankkeessa sovellettaisiin vaatimuksiin nähden - esimerkiksi arvioiden minkälainen on "riittävä" menettely ja onko turvallisuustoimenpiteet toteutettu hyväksyttävästi.

Onnistunut toimintatapa ja lisäarvon tuominen rautatiehankkeisiin edellyttää turvallisuusarviointia suorittavalta laitokselta erityisesti suurta ammattietiikan ja teknisen pätevyyden osoittamista. Turvallisuusvaatimusten täyttymisen arvioiminen toiminnallisessa rautatiejärjestelmässä edellyttää monipuolista eri pätevyysalueiden asiantuntemusta, huomioiden esimerkiksi liikenteenhallinta, liikkuva kalusto ja ratatekniikka. Pätevä turvallisuusarvioija tuo hankkeeseen lisäarvoa tekniikkaan ja toimintatapoihin liittyvänä neuvonantajana ja potentiaalia myös kustannussäästöihin riskienhallintaan liittyvissä asioissa. Harmonisoituihin standardeihin perustuvat toimintatavat turvallisuusasioissa luovat jämäkän ja luotettavan kehyksen turvallisuuden huomioimiseen rautateiden vaativassa toimintaympäristössä.



CELER

Sähköisiä ratkaisuja mittatilaustyönä

Rautateiden sähkö- ja turvalaitteet | Turvalaiteasennukset | Vahvavirta-asennukset | Kokonaistoimitukset | Prosessiautomaatio | Suunnittelu

CELER OY - Pomonkatu 2, 50150 Mikkeli - www.celer.fi

Lännen Alituspalvelu Oy

Vaakaporausten vahva ammattilainen 20 vuoden kokemuksella

www.lannenalitius.com



ALITUSPORAUKSET

- kaikilla menetelmillä
- kaikki halkaisijat Ø 50 – 2300 mm
- kaikkiin maalajeihin savesta kalliioon
- asennuspituudet jopa 1000 m

Honkapuistontie 95, 28430 Pori
puh. 02 538 3655, gsm 0400 593 928
email: lannenalitius@lannenalitius.com



Työntöporaus American Augers 72-1200NG koneella, DN1600 asennus.

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

was ste
pitää pinnat puhtaana

Graffitisuojaukset Silko-hyväksytyllä suojalla

SÄÄNNÖLLINEN PUHTAANAPITO
KANNATTAA AINA



ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

Julkisivupesut
Graffitien poistot
Julkisivusuojaukset
Lämmönvaihtimien pesut
Torbo-märkähiekkapuhallukset
Räystäiden ja syöksytornien sulatukset
Tiilikattojen pesut ja suojaukset

www.was-ste.fi

Arinatie 9, 00370 HELSINKI
puh. (09) 6226 4226

Rasulankatu 5 C, 33730 TAMPERE
puh. 043 - 211 0968

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLÄ

Raiteisto- ja linjakaavio sekä reittikirja paikantamisen apuvälineenä



*Mikael Anttonen
VR Track Oy
Suunnittelu*

Raiteistokaaviolla, linjakaaviolla ja reittikirjalla kuvataan ratarekisterissä olevia tietoja. Raiteistokaavio ja linjakaavio ovat graafisia kuvauksia ja reittikirja taulukkomuotoinen esitys. Tietojen varsinainen ylläpito tapahtuu ratarekisterissä, josta tiedot poimitaan edellä mainittuihin kuvauksiin ja esitykseen. Tämä tarkoittaa sitä, että tiedon lähde on ensisijaisesti ratarekisterissä, poikkeuksena mm. raiteistokaavio, joka on lähdetietona pääraidemäärittelylle.

Raiteistokaaviossa ja linjakaaviossa tietojen sijainti ilmoitetaan ratakilometrijärjestelmässä. Reittikirjassa kuvattavien kohteiden sijainti ilmoitetaan etäisyytenä kohdetta edeltävästä paikantamismerkistä. Reittikirjassa on myös sarake, jossa jokaisen kohteen osalta ilmoitetaan sen sijainti ratakilometrijärjestelmässä.

Kilometrimerkki

Raiteistokaaviossa kuvataan kaikki rautatieliikennepaikan alueella sijaitsevat kilometrimerkit. Linjakaaviossa kilometrimerkeistä kuvataan vain pituusmittausraiteen mukaiset. Reittikirjassa ei kuvata kilometrimerkkejä silloin, kun kyseiselle alueelle on asennettu paikantamismerkki.

Rautatieliikennepaikka

Raiteistokaaviossa ja linjakaaviossa liikennepaikan alue kuvataan vaihdepiirinä, joka rajoittuu liikennepaikan rajoihin. Reittikirjassa liikennepaikkaa kuvataan sen alkaminen ja päättymisen.

Linjavaihteesta kuvataan raiteistokaaviossa linjavaihtemerkit sekä niiden välinen alue. Linjakaaviossa kuvataan linjavaihteen sijainti ratakilometrijärjestelmässä. Reittikirjassa linjavaihteesta kuvataan sen nimi ja lyhenne.

Seisakkeesta kuvataan raiteistokaaviossa matkustajalaiturin ennakkomerkit sekä niiden välinen alue. Linjakaaviossa kuvataan seisakkeen sijainti ratakilometrijärjestelmässä. Reittikirjassa seisakkeesta kuvataan sen nimi ja lyhenne.

Opastimet

Raiteistokaaviossa kuvataan kaikki rautatieliikennepaikalta sijaitsevat opastimet ja niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks.

sa kuvataan myös pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki pää-, esi- ja suojastusopastimet sekä niiden tunnuks.

Opastimen osalta raiteistokaaviossa kuvataan myös liikennepaikan rajalla olevan pääopastimen sijainti ratakilometrijärjestelmässä sekä tarvittaessa muiden opastimien vastaava sijainti. Linjakaaviossa esitetään siinä kuvattavien pää-, esi- ja suojastusopastimien sijainti ratakilometrijärjestelmässä. Reittikirjassa kuvataan pää-, esi- ja suojastusopastimen sijainti etäisyytenä sitä edeltävästä paikantamismerkistä.

Vaihde

Raiteistokaaviossa kuvataan kaikki rautatieliikennepaikan alueella sijaitsevat vaihteet ja niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki vaihteet ja niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki vaihteet ja niiden tunnuks. Linjakaaviossa kuvataan kaikki vaihteet ja niiden tunnuks.

Raide

Raiteistokaaviossa kuvataan raiteen numero siten, että numerolla tarkoitetaan aluetta joka rajoittuu raiteen käyttöpi-tuuden rajakohtiin (raiteen käyttöpi-tuuteen rajoittuvan alueen ulkopuolella sijainnin määrittämisessä on käytettävä muuta kohdetta joka kuvataan raiteistokaaviossa). Linjakaaviossa ja reittikirjassa kuvataan raiteen nimi, jos raiteella sellainen on.

Paikantamismerkki ja paikantamismerkkin lisäkilpi

Raiteistokaaviossa ei kuvata paikantamismerkkiä. Linjakaaviossa ja reittikirjassa kuvataan maastossa oleva paikantamismerkki. Reittikirjassa kuvataan lisäksi paikantamismerkkin lisäkilpi.

Tasoristeys

Raiteistokaaviossa kuvataan siinä esitettävällä alueella sijaitseva tasoristeys. Linjakaaviossa kuvataan siinä esitettävä tasoristeys.

TURVALLISUUS JA RISKIENHALLINTA RAUTATEILLA

vällä alueella sijaitseva tasoristeys sekä tasoristeyksen nimi. Reittikirjassa kuvataan tasoristeyksen nimi.

Rautatietunneli

Raiteistokaaviossa kuvataan siinä esitettävällä alueella sijaitseva rautatietunneli sekä sen nimi ja pituus. Linjakaaviossa kuvataan rautatietunneli ja sen nimi. Reittikirjassa kuvataan rautatietunnelin sijainti sekä sen nimi ja pituus.

Matkustajalaiturit

Raiteistokaaviossa kuvataan matkustajalaiturin korkeus ja sen pituus. Linjakaaviossa ei kuvata matkustajalaituria. Reittikirjassa kuvataan matkustajalaiturin sijainti sekä sen pituus.

MAANRAKENNUS HANNU VUORI OY

Päivöläntie 111
21930 Uusikartano
p. (02) 256 6334, 0400 157 011



Seinäjoen Kiintorakenne Oy



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

Tarjoamme luotettavuutta ja vankkaa ammattitaitoa kaikessa maa- ja vesirakentamisessa yli 20 vuoden kokemuksella.

Seinäjoen Kiintorakenne Oy

Tuottajantie 28 • 60100 SEINÄJOKI
puh. (06) 420 6800 fax (06) 420 6830
GSM Veli-Matti Poikela 0400-854 235
email: veli-matti.poikela@kiintorakenne.fi • www.kiintorakenne.fi

teräspyörä

- Vaihtotyö- ja robottiveturit
- Vaunusiirtovintturit
- Ratatyökoneet
- Vaihtotyökytkimet
- Peruskunnostukset ja huolto



Teräspyörä-Steelwheel Oy
Juvan teollisuusk. 28, 02920 Espoo,
P. 0400 422900, steelwheel@steelwheel.fi
www.teraspyora.fi

SABIK

SHOWS THE WAY

LED-OPASTIMIA RAUTATEILLE

Tieliikenteen ja junien tasoristeysvalot
Rataopastimet
Raideopastimet



Sabik Oy, PL 19, 06151 Porvoo, puh. 019-560 1100, www.sabik.com

LIIKENTEENHALLINTA

Häiriötilanteiden hallinta



*Atte Kanerva
Liikennevirasto*

Rautatieliikenteen häiriötilanteiden hallinta on koko liikennejärjestelmän toimivuuden kannalta keskeisessä roolissa. Suomen rataverkko on suurelta osin yksiraitaista ja häiriötilanteissa junille on vaikeaa tai jopa mahdollonta järjestää korvaavia reittejä. Korvaavat reitit aiheuttaisivat jopa useiden satojen kilometrien kiertoja sekä haittaisivat muiden rataosien liikennettä huomattavasti. Lisäksi viimeisen kahden talven aikana on saatu selkeää muistutusta siitä, että Suomen olosuhteet ovat varsin haastavia talven aiheuttamien lumi- ja jääkuormitusten kannalta. Kesäaikaan voivat myös ukkosten ja rajuilmojen aiheuttamat häiriöt vaikuttaa merkittävästi rautatieliikenteen täsmällisyyteen ja häiriöherkkyyteen. Uutena elementtinä häiriötilanteiden syynä on ollut kahtena vuotena ilkeävaltainen tuhotyö ja tämä tulee tulevaisuuden kehityskuvana torjua määrätietoisin menetelmin ja ottein yhdessä turvallisuusviranomaisten kanssa.

Häiriötilanteita hallitaan rautatieliikenteenohjauksen toimesta hyvässä yhteistyössä eri rautatieoperaattoreiden kanssa. Rautatieliikenteenohjaus on Liikenneviraston alaista viranomaistoimintaa ja myös hyvät ja toimivat viranomaisyhteistyön muodot ovat avainasemassa kokonaisuuden hallinnan

kannalta. Uusi rautatielainsäädäntö ja EU-säädökset siirtävät aiempaa enemmän vastuuta poikkeustilanteiden toimintamallien suunnittelusta ja toteutuksesta ratainfrastruktuurin haltijalle ja liikenteenohjauksesta vastaavalle joka valtion rataverkon osalta on Liikennevirasto.

Häiriötilanteiden hallinnan menettelytavat ja toimet suunnitellaan yhteistyössä eri osapuolten kanssa. Osapuolia ovat operaattorit, liikenteen tilaajatahot kuten esim. HSL sekä kunnossapitoyritykset jotka vastaavat alueittain Liikenneviraston ratojen kunnossapidosta. Yhteisen suunnittelun avulla varmistetaan että kaikilla osapuolilla ovat yhtenäiset ohjeet poikkeuksellisten tilanteiden hallinnassa. Suunnitteluvaiheessa pyritään ottamaan myös eri osapuolten tarpeet ja toiveet huomioon siten että vaiheen lopputuloksena ovat yhtenäiset toimintamallit joihin kaikki osapuolet ovat sitoutuneet.

Operatiivisen tilanteen johtamisessa tulee liikenteenohjaus jatkossa keskittymään koko liikennejärjestelmän kannalta parhaiden toimintamallien ja liikenteen priorisointisäännösten luomiseen. Tavoite on minimoida häiriötilanteiden kestoja ja vaikutuksia toimivien yhteistyökäytäntöjen ja hyvän operatiivisen tilannetietoisuuden avulla.

- **Vaativat pohjarakennus- ja perustustyöt**
- **Kunnallistekniikka**
- **Tienrakennus**
- **Ratatyöt ja alikulkutunnelit yms.**



Maanrakennusliike

www.empekkinen.fi

E.M. PEKKINEN OY

Juvan teollisuuskatu 17, 02920 Espoo
Puh. +358 9 849 4070, fax +358 9 852 1890

LIIKENTEENHALLINTA

Dynaamisen liikennetiedon hyödyntäminen liikenteenhallinnan palveluissa

Pertti Tapola

*Ylitarkastaja, liikenteenohjauksen järjestelmäasiantuntija
Liikennevirasto, Liikenteenohjauksen kehittäminen*



Liikennevirasto kerää rautateiltä monentyyppistä dynaamista liikennetietoa. Aikataulut muuttuvat kerran vuodessa ja sen lisäksi muutoksia tulee suunniteltuina muutostajankohtina mutta sen lisäksi myös päivittäin. Päivittäiset muutokset liittyvät enimmäkseen tavarajunien kulkuun, mihin vaikuttavat asiakkaiden muuttuvat kuljetustarpeet. Matkustajajunien osalta muutoksia tulee ratatöiden takia sekä kaluston rikkoutumisten ja onnettomuuksien vuoksi. Edelleen, junat eivät aina kulje aikataulun mukaan. Tämä kaikki johtaa siihen, ettei rautateillä ole kahta samanlaista päivää. Tästä johtuen Liikennevirasto hyödyntää junien toteutuneita kulkutietoja erilaisiin tarkoituksiin.

Matkustajainformaatio

Tärkein hyödyntämiskohde dynaamiselle kulkutiedolle on matkustajainformaatio. Aikataulumuutokset ja junien perumiset välitetään matkustajainformaatiojärjestelmä MIKUun. Kun juna kulkee aikataulustaan poikkeavasti, on tärkeää, että tieto siitä saavuttaa matkustajat mahdollisimman varhain. Toteutuneista kulkutiedoista voidaan vetää johtopäätöksiä junan kulusta lähitulevaisuudessa. Kun vain yksi juna on myöhässä, on helppoa laskea sen saapuminen asemalle minimikulkuaikataulukoiden avulla. Kun useampi juna on myöhässä, ennustaminen muuttuu mutkikkaammaksi, sillä silloin liikenteenohjauksen tekemät päätökset vaikuttavat oleellisesti junien kulkuun. Esimerkiksi aikataulussaan oleva juna jää risteysasemalla odottamaan myöhässä olevaa yhteysjunaa. Tällä hetkellä tieto noista päätöksistä välitetään enimmäkseen puhelimitse, mutta järjestelmäkehitys ennusteiden automaattiseksi siirtämiseksi järjestelmästä toiseen on käynnissä.

Täsmällisyyden seuranta

Toteutuneista kulkutiedoista voidaan laskea erilaisia tilastoja junaliikenteen täsmällisyydestä. Täsmällisyydsluvut julkaistaan kuukausittain Liikenneviraston sivuilla (<http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto/tilastot/tasmallisyys>). Täsmällisyyden seurantaan käytetään JUSE-järjestelmää (JUnien SEuranta), joka pohjautuu automaattisesti kerättäviin kulkutietoihin, joita täydennetään käsin syötetyillä tiedoilla asemilta joilta automaattisia tietoja ei saada. Näiden tietojen lisäksi liikenteenohjaajat syöttävät myöhästymi-

seen liittyvän syykoodin ja lisätiedon. Tällaiset tiedot talletetaan vain seuranta-asemilta, joita on rataverkolla muutamia kymmeniä. Niiden lisäksi junien lähtö- ja pääteasemilta kirjataan myös tiedot.

Kulkutiedot

Aiemmin kulkutietoja tallennettiin vain JUSE-järjestelmällä. Niiden ongelma on se, että niitä on ollut saatavilla vain joiltakin liikennepaikoilta, eikä aikatauluajkoja ole talletettu lainkaan, ainoastaan poikkeama aikataulusta minuutteina. Sen vuoksi on ollut mahdotonta laskea esimerkiksi ruuhkaajan täsmällisyyksiä, sillä junanumerosta ei voi päätellä mihin aikaan se on kulkenut. Junapäiväkirjan tekoon tarkoitettu GRATU-järjestelmä (GRAafinen TUlostus) kuitenkin hyödyntää kaikilta liikennepaikoilta saatuja kulkutietoja ja yhdistää niihin myös aikataulutiedot. Näiden tietojen avulla on mahdollista laskea tarkempia tilastoja junien täsmällisyydestä, esimerkiksi väliasemilla tai ruuhka-aikana.

Uudet kauko-ohjausjärjestelmät kuten ESKO (Etelä-Suomen Kauko-Ohjaus) tuottavat tietoa vieläkin tarkemmin, nimittäin yksittäisen raide-elementin tarkkuudella. Tämän tiedon tallentaminen ja hyödyntäminen on vasta alkanut. Niistä voidaan tuottaa tietoa esimerkiksi investointeja suunniteltaessa, kun halutaan tietää, missä kohdin rataverkolla on pulonkauloja.

Toistaiseksi kulkutiedoissa on hyvin vähän kalustoa koskevia tietoja, ainoastaan junatyyppi ja suurin sallittu nopeus käyvät niistä ilmi. Tulevaisuudessa myös toteutunut junapaino ja käytetty kalusto saadaan selville. Tämä mahdollistaa esimerkiksi radan kuormituksen laskennan: kuinka monta bruttotonnia on kulkenut tämän rataosuuden yli sen jälkeen kun se on viimeksi uusittu.

Ennusteet

Elokuusta 2011 alkaen eri järjestelmät ovat alkaneet tuottaa ennustesanomia junien kulusta. Ne voivat syntyä joko järjestelmän laskemina automaattisesti tai sitten käyttäjän tuottamina ns. käsiennusteina. Näitä sanomia välitetään eri järjestelmiin ja ne hyödyntävät niitä toiminnassaan. Esimerkiksi MIKU näyttää itse laatimiaan tai muilta järjestelmiltä saamiaan ennusteita asemilla. Järjestelmien tuomia uusia

LIIKENTEENHALLINTA

mahdollisuuksia ollaan ottamassa käyttöön toimintaprosesseissa. Tulevaisuudessa nuo ennusteet ovat nähtävissä myös Liikenneviraston sivuilta, myös mobiililaitteilla.

Eräitä erityistapauksia

Kansalaiset ovat ottaneet Liikennevirastoon yhteyttä mitä erilaisimmissa asioissa. Eräs kyselijä suunnitteli kiinteistön ostamista pääkaupunkiseudulta pääradan varresta, ja halusi tietää ohi kulkevien tavarajunien lukumäärän, erityisesti yöaikaan. Vuosaaren satamaradan valmistuminen on poistanut tavarajunat tältä radalta lähes kokonaan, joten pystyimme antamaan tähän kyselyyn toivotun vastauksen. Toinen kyselijä suunnitteli muuttavansa pääkaupunkiseudun ulkopuolelle mutta halusi tietää, ehtisikö hän aikaisin aamulla Helsinkiin töihin. Käytännössä hänen olisi pitänyt käyttää Pohjois-Suomesta saapuvaa yöjunaa, minkä täsmällisyys ei keskimäärin riitä työmatkan tapaiseen minuuttipeliin.

Helsingin Sanomien Torstikin kääntyi kerran Liikenneviraston puoleen saadakseen vastauksen hänelle esitettyyn kysymykseen Vuosaaren satamaradan toteutuneesta liikenteestä. Liikenneviraston omaan käyttöön kulkutietoja on hyödynnetty esimerkiksi Oikoradan vaikuttavuusselvityksen teossa (kuinka paljon tavarajunia kulkee Oikoradan kautta ja kuinka paljon Riihimäen kautta) sekä muissa vastaavissa liikenneselvityksissä.

Tietojen julkisuus

Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan virastojen tulee luovuttaa omat tietoaineistonsa vapaasti käytettäväksi, sikäli kun niitä julkisuuslain mukaan saa jakaa. Tämän johdosta Liikennevirasto aloittaa vuonna 2012 työn selvittääkseen millaista tietoa junien kulkuun liittyen on tarpeen jakaa

ja miten se voidaan parhaiten teknisesti toteuttaa. Kulkutiedon osalta Liikennevirasto näkee kaksi eri lajia: dynaaminen kulkutieto reaaliaikaisena eli sitä mukaa kun sitä syntyy, ja toisaalta jälkikäteen, esimerkiksi kuukauden tiedot pakettina. Yleisimmin tarvetta näyttäisi olevan koostetulle tiedolle, eli esimerkiksi ”kuinka monta eri tyyppistä junaa on kulkenut tämän rataosuuden kautta arkipäivisin?” tai ”kuinka monta prosenttia tämän lähiliikennelinjan junista on tänään aikataulussaan?”. Toki sen lisäksi tieto yksittäisten junien kulusta kiinnostaa suurta yleisöä mutta sen jakamiseen välineet ovat jo olemassa tai kehitteillä.

Reaaliaikaiselle kulkutiedolle liikennepaikkatasolla voi löytää käyttöä myös tietoja yhdistelevisistä ja jalostavista palveluista, joita kolmannet osapuolet kehittävät. Kaikkein yksityiskohtaisimmalle kulkutiedolle tarve rautateiden operatiivisten järjestelmien ulkopuolella on luultavastikin enemmänkin jälkikäteistiedolle, käytettäväksi erilaisiin analyyseihin.

Tulevaisuudennäkymiä

Dynaaminen liikennetieto on keskeinen tekijä älyliikenteen kehittämisessä. Rautateiden osalta liikenteenohjaus on oikeastaan ollut älyliikennettä jo pitkään, sillä liikenteenohjaus tekee aina kokonaisuuden huomioonottavia päätöksiä, joita kuljettajat sitten omalta osaltaan toteuttavat. Liikennetiedon lisääntyvä hyödyntäminen mahdollistaa tulevaisuudessa rautateiden liikenteenohjauksen optimoinnin koko verkon tasolla. Se sisältää ennustettavuuden kehittämisen, parhaiden mahdollisten päätösten tekemisen poikkeustilanteissa sekä energian tuntevan säästön koko liikenneverkolla.

Tämän linjan mukaisesti Liikennevirasto lähtee kehittämään 150-vuotiaan rautatiejärjestelmän liikennetietojen hallintaa tulevana vuosina.



LIIKENTEENHALLINTA

Liikenteenhallinta-järjestelmien älykäs integraatio

Jari Pylvänäinen
Mipro Oy



Liikenteenhallinta on laaja kokonaisuus, joka on mahdollista ymmärtää monella eri tavalla. Liikenteenhallintaa voidaankin määritellä koskemaan liikenteenohjasta, tiedottamista, häiriön hallintaa, kysyntään vastaamista eli ratakapasiteetin hallintaa, kuljettajan tukijärjestelmiä sekä kuljetusten ja kaluston hallintaa. Teknologisten järjestelmien ohella liikenteenhallinnan on katsottava olevan myös liikenneverkon operointia. Näin määriteltynä liikenteenhallinnan ensisijainen tavoite on hieman yksinkertaisempi: olemassa olevan verkon kapasiteetin tehokkaampi hyödyntäminen.

Uusi teknologia – isäntä vai renki liikenteenhallintajärjestelmien kehityksessä ja integroinnissa

Rautatiemaailmassa järjestelmät ovat kehittyneet maltillisesti havaittujen tarpeiden pohjalta, joiden taustalla ovat olleet paremman käytettävyyden ja tehokkaamman toiminnan vaatimukset. Nyt myös rautateillä kehitysvauhti on kasvanut teknologian avaamien mahdollisuuksien ansiosta. Uudet teknologiaratkaisut antavat suunnattoman potentiaalin varsinkin vanhahtavien järjestelmäkokonaisuuksien kehittämiseen ja siten usein helposti johtavat vääristyneisiin suunnittelu- lähtökohtiin. Liikenteenhallintajärjestelmien uudistamista ja integroimista suunniteltaessa kokonaiskuva on kuitenkin pidettävä mahdollisimman yksinkertaisena ja järjestelmän tavoitteet kirkkaana mielessä.

Liikenteenhallintajärjestelmien ensisijainen tavoite on mahdollistaa liikenneverkon turvallinen ja keskeytymätön käyttö sille määritellyllä tehokkuudella. Kun usean eri aikakauden yksittäisiä järjestelmiä liitetään yhteen, voi yksi niistä muodostua pullonkaulaksi. Eri aikakausien järjestelmillä on toisistaan poikkeavat suorituskykyominaisuudet, jolloin käytännössä kokonaisuus tulisi suunnitella heikoimman lenkin mukaan. Mikäli teknologia ohjaa kehitystä, voi kolme neljästä järjestelmästä olla huippuja suorituskyvyltään, kun taas pullonkaulaksi muodostuu mahdollisesti huomiotta jäänyt yksittäinen järjestelmä. Tämä asetelma aiheuttaa monia haasteita, sillä liikenteenhallintajärjestelmillä on myös useampia omistajia. Omistajilla ei välttämättä ole resursseja tai kyvykkyyttä yhteen sovitettavien järjestelmien samanaikaiseen kehittämiseen.

Järjestelmien väliset rajapinnat muodostavat myös suuren kysymysmerkin. Osa järjestelmistä on kehitetty ainoastaan

rautateiden tarpeisiin, mikä useimmiten tarkoittaa suljettuja rajapintoja ja kalliita kehityskuluja. Tavoitteena tulisikin olla mahdollisimman avoimet rajapinnat sekä datan standardointi. Olipa kehitys miten huimaa tahansa, sen lähtökohtana ei voi olla pelkästään olemassa olevan sukupolven tarpeet. Järjestelmien kokonaisuuden avoin tarkastelu tulisikin asettaa pääkriteeriksi yleisiä kehityslinjauksia harkittaessa.

Varmennukset ja riskienkartoitus suunnittelun lähtökohdiksi
Järjestelmien reaaliaikaisuus ja datan määrän kasvu sekä monimutkaistuvat järjestelmäkokonaisuudet voivat muodostua riskeiksi. Tällaisista toteutuneista riskeistä on viime vuodelta monta esimerkkiä. Mitä enemmän tietoa keskitetään, sitä enemmän yksittäinen vika väärässä paikassa vaikuttaa liikenteenhallintaan ja estää liikenteen kokonaan tai rajoittaa sitä oleellisesti. Tärkeiden osien ja yhteyksien kahdentaminen alusta alkaen ja harkittu riskienkartoitus ovat suunnittelun kivijalka. Tällä tavoin myös poikkeustilanteet voidaan hoitaa tavanomaisilla rutineilla, koska järjestelmät toimivat kuten pitääkin. Edellä mainitun lisäksi tulisi varautua erikseen myös tilanteeseen, jossa mikään ei toimi normaalisti. Kustannustehokas poikkeustilanteisiin varautuminen on eittämättä suuri kysymys. Miten se voidaan tehdä? Tarvitaanko erillinen konesali yhteyksineen, joka on suojattu niin hyvin, ettei edes maanjäristys siihen vaikuta?

Oikeat suunnitteluperusteet, järkevä järjestelmäkokonaisuus ja älykkäät alijärjestelmät

Liikenteenhallinnan pohjalla on aina jokin perusjärjestelmä, joka hoitaa niin sanotut yksinkertaiset toiminnot. Kuitenkin tämä järjestelmä asettaa rajoituksia tärkeimmälle tavoitteelle eli ratakapasiteetin tehokkaalle käytölle. Otetaan esimerkkinä asetinlaite. Kaikki liikenteenhallinnan näkyvimät järjestelmäosat käyttävät tätä perusjärjestelmää kapasiteetin varaamiseen ja vapauttamiseen. Eli jos perusjärjestelmä ei toimi, ei myöskään kapasiteetti ole käytössä. Perusjärjestelmän sisällä voi olla monta pienempää alijärjestelmää, kuten asetinlaitteen tapauksessa vaihteenohjausjärjestelmä. Olisiko älykkyyttä vietävä aina perusjärjestelmän alijärjestelmään asti? Varmasti ainakin osittain, mikäli tunnistettuja riskipaikkoja ei voida poistaa muuttamalla perusrakennetta. Tämän tasoista älykkyyttä voidaan pitää laitteen itsediagnostiikkana, joka hälyttää jo nähtävissä olevista epäkäytettävyyksistä.

Liikenteenhallintajärjestelmiä on aina tarkasteltava kokonaisuutena, jossa tarkastelukriteereinä ovat käytettävyys sekä turvallisuus. Kriittisimmissä järjestelmissä tulisi olla käytön varmistavat kahdennukset sekä kriisitilannesuunnitelmat käytettävissä. Liikenteenhallinnan perusjärjestelmä on pidettävä mahdollisimman hyvässä kunnossa, sen tilaa on voitava tarkkailla ja vikoja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä on pystyttävä tekemään diagnostiikan tai saatavilla olevan datan perusteella. Järkevä järjestelmäkokonaisuus, älykkyys tärkeimmissä paikoissa ja oikeat suunnitteluperusteet takaavat tehokkaan kapasiteetin käytön.



LIIKENTEENHALLINTA

Matkustaja- informaatio tänään ja tulevaisuudessa

Mikko Poutanen
Ramboll Finland Oy
Tuomas Lehtinen
Ramboll Finland Oy



Liikennevirasto on jo vuosien ajan panostanut merkittävästi rautatieasemien matkustajainformaation tasoon ja kehittämiseen. Tavoitteena on ollut palvelutason nosto kaikilla asemilla noudattaen uusimpia EU-standardeja mm. esteettömyyteen liittyen. Osana tätä sekä staattisille että dynaamisille opasteille on laadittu uudet vaatimusmäärittelyt sekä suunnitteluohjeet, joissa on otettu huomioon uusimmat EU-määräykset. Uusien ohjeiden tavoitteena on ollut myös yhtenäistää rautatieasemien opastusjärjestelmä yhdenmukaiseksi sekä saavuttaa opasteille nykyaikaisten ratkaisuiden mahdollistama paras laatu.

Yhtenäisen opastusjärjestelmän luomiseksi kaikkien Suomen rautatieasemien kiinteä opastus on käyty läpi ja se on suunniteltu uusien ohjeiden mukaiseksi. Työ on kestänyt jo yli kolme vuotta ja on kohta valmistumassa. Lisäksi vuonna 2011 käynnistettiin kolmen aseman pilotti rautatieasemi-

en lähialuekartan suunnittelemisesta opastamaan matkustajia rautatieasemalta pois ympäristön lähikohteisiin. Työ laajennetaan vuoden 2012 aikana noin 80 rautatieasemalle.

Jatkuvasti kehittyvä näyttölaite-tekniikka mahdollistaa aikaisempaa merkittävästi monipuolisemman dynaamisen infon esittämisen asemilla ja esimerkiksi uuden teknologian TFT-raidenäytöt on jo asennettu Helsingin, Pasilan ja Tikkurilan asemille. Näiltä asemilta vapautuneita raidenäyttöjä on puolestaan siirretty muualle Suomeen, mm. kaikkien pääreittien sektoroidut asemat on vuoden 2012 jälkeen varustettu raidenäyttöillä. Lisäksi joka vuosi suuri määrä vanhoja elinkaarensa lopussa olevia näyttöjä uusitaan moderneilla TFT-näyttöillä. Myös poikkeustilanteista tiedottamista on parannettu asentamalla suurimmille asemille erilliset INFO-näytöt, joissa ei esitetä muuta kuin poikkeustilanne-tiedotteita. Tällä hetkellä Suomen rautatieasemilla on yhteen-

LIIKENTEENHALLINTA

sä hieman alle 1000 dynaamista näyttöä.

Tärkeänä osana matkustajainformaatiota on myös kuulusjärjestelmä. Julkisten tilojen puheäänentoistoon on tällä vuosituhannella alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota ja nykyaikaistuneet mittausten menetelmät ovatkin mahdollistaneet selkeämpiä vaatimusmäärittelyjä. Puheenymmärrettävyyttä on selvitetty kenttämittauksin parilla kymmenellä asemalla ja mittausten perusteella on annettu ohjeita kuulusjärjestelmien parantamiseen laitevalinnoin tai akustiikkasuunnittelulla. Tulokset ovat olleet erinomaisia.

Keskitetyn dynaamisten matkustajainformaatiolaitteiden hallinta- ja ohjausjärjestelmän MIKU:n avulla voidaan ohjata asemien näyttö- ja kuuluslaitteita graafiselta käyttöliittymältä. MIKU-järjestelmä korvasi Suomessa aikaisemmin käytössä olleet neljä erillistä informaationhallintajärjestelmää (MAKE, HELMI, SAD ja JILMO) lopullisesti 2010 joulukuussa, kun järjestelmän käyttöönotto saatiin päätökseen Helsingin asemalla. Järjestelmän käyttöönoton yhteydessä asemien näyttölaitteiden käyttämät ohjelmistorajapinnat yhtenäistettiin niin, että kaikki näyttölaitteet käyttävät samaa ohjelmistoa tietojen esittämisessä. MIKU-järjestelmä saa automaattisesti junien kulkutiedot, raiteiden muutostiedot sekä aikataulutiedot Santra-integraatiopalvelun kautta ja näiden tietojen avulla MIKU pystyy itsenäisesti laskemaan junakohtaisesti ennustetietoja kaikille junan reitillä oleville asemille. MIKU käyttöliittymästä käyttäjä pystyy myös antamaan asemille tekstitiedotteita sekä manuaalisia että suoria kuulutuksia. Käyttäjä pystyy myös ajastamaan sekä valitsemaan informaation piiriin kuuluvat asemat ja niiden informaatiolaitteet, joille määritellyt tiedotteet annetaan. Tiedot-

teita käyttäjät voivat luoda itse tai käyttää valmiiksi tehtyjä ja tallen-nettujen tiedotteita.

Tulevaisuuden matkustajainformaatio ei ole pelkästään mobiililaitteiden varassa, sillä edelleenkin informaation tulee tavoittaa kaikki asemalla olevat matkustajat. Asemilla olevat näyttölaitteet muuttuvat entistä informatiivisimmiksi sekä interaktiivisimmiksi, jolloin käyttäjä pystyy kosketus-näyttöteknologian avulla hakemaan lisätietoja asemalle saapuvista junista ja niiden aikatauluista. Pelkästään esittävää informaatiota jakavat näyttölaitteet muuttuvat uusien näyttötekniikoiden avulla myös entistä energiaa säästävimmiksi ja rakenteeltaan ohuemmiksi. Tulevaisuuden asemarakennuksessa näytöt voivat muodostaa jopa seinä- tai ikkunapintoja. Kuulusjärjestelmän laitteet jakavat kuulutuksia tarkkaan määritellyille alueille ja kuulusäänen voimakkuus kuulutuksissa säätyy automaattisesti alueen taustamelun mukaan niin, että ympäristöön leviää mahdollisimman vähän melua. Junien vakiokäyttäjät siirtyvät kuitenkin entistä enemmän käyttämään mobiililaitteiden erilaisia sovelluksia, joiden avulla käyttäjä pystyy reaaliaikaisesti esimerkiksi seuraamaan valitun junan aikataulua sekä mahdollisia jatkoyhteyksiä. Sovellukset voivat myös ehdottaa vaihtoehtoisia kulkumuotoja, mikäli valittuun määränpäähen päästään nopeammin toisella joukkoliikennevälineellä. Mahdollisuudet ovat lähes rajattomat, mikäli erilaiset taustajärjestelmät tuottavat riittävän paljon tietoa sovelluksiin. Sovellusten kehittäjille erityisen tärkeää on taustatietojen reaaliaikaisuus, jotta niiden toiminnallisuus saadaan vastaamaan mahdollisimman hyvin käyttäjien toiveita.



LIIKENTEENHALLINTA

Total renewal of the Danish signalling infrastructure

Karel Čapek (kuvassa)
Ramboll Finland Oy
Jukka-Pekka Pitkänen
Ramboll Finland Oy
Peter Koch
Ramboll Denmark



In 2009, the Danish parliament has decided to replace all signalling on Banedanmark's railway lines as well as on the Copenhagen S-bane. The replacement should be finished by 2021 and its costs are estimated to reach EUR 3.2 bn. Major reason for this decision is punctuality. The current signaling system is responsible for about half of all the delays at the Banedanmark infrastructure and generates about 39.000 delayed trains per year. At the same time, 60% of all current signaling sites will exceed their absolute final service-life within the next 15 years. Maintenance costs of the current system are high, implementation of changes in the system is difficult and there are problems in the supply chain for spare parts.

As a result of a comparison study evaluating several options of signaling renewal, signalling will be replaced on the whole Banedanmark's conventional network and the Copenhagen S-bane. The renewal will take 10-12 years and consists of the following phases:

- Early deployment
- Main lines
- Regional lines
- Low density lines

The Banedanmark's conventional network will be equipped with ERTMS level 2 technology while the Copenhagen S-bane will implement CBTS (moving block). The signaling replacement is divided into four major packages:

- 2 tenders (East and West) for all the signalling equipment for the conventional network of Banedanmark.
- 1 framework tender for all the ERTMS on-board equipment for trains on the conventional.
- 1 tender for the replacement of all S-bane signalling including the on-board equipment for the rolling stock.

The new signalling system will be designed to meet also future capacity requirements of the network. Capacity has major impacts on some of the parameters of the system as block length. Overall, the signaling renewal concerns approximately 3.200 km of track length, 289 stations, over 6.300 train detection sections and 560 trains. The control of the whole network will be centralized into 3 traffic management centres. Operation of the network will be supported by about 300 operators and it will be necessary to train approximately 2.500 train drivers.

The new signaling system is a big step change in technology bringing many benefits to the railway network in Denmark.

The new technology is estimated to reduce all signalling related delays on the main-line by 80% and on the S-bane by 50% compared to the current situation. At the same time, it will allow trains to run higher speeds and to achieve shorter travel times at some lines. The technology also provides high safety level on the whole network, full interoperability according to the European standards and better traffic information to passengers.



Rautatietekniikka



Answers
for a world
of mobility

ALGOL
TECHNICS
www.algoltechnics.com

KNORR-BREMSE
www.knorr-bremse.com

Ympäristösi tekijä.

Sito on infran, liikenteen ja ympäristön moniosaajista koostuva yritys, joka tarjoaa maan parasta palvelua sekä korkealaatuista luovaa suunnittelua. Palvelumme kattaa asiakasprosessin kaikki vaiheet konsultoinnista projektin kunnossapitoon. Meidän kanssamme suuretkin hankkeet onnistuvat.

» www.sito.fi



Castrol
Advantage

- Voiteluaineet
- Työstönesteet
- Pintakäsittely

Telko Group Voiteluaineet
www.telkogroup.com/voiteluaineet
voiteluaineet@telkogroup.com

A distributor of Castrol products

LOVAL VASTUKSILLA Lämpöä joka lähtöön Myös rautateille vaihteisiin



LOVAL OY
PL 112
07901 LOVIISA
Puhelin: (019) 517 31
Telekopio: (019) 532 955
www.loval.fi



Comforta



Roxtec läpiviennit juna- ja turvalaitesovelluksiin

- Palokatko EI 60 (YM144/6221/2007)
- Vesi- ja kaasutiivis läpivienti
- Atex/IECEX-sertifioitu
- Kaappi- ja koteloläpiviennit (IP55, IP66/67)

Roxtec Finland Oy, Kutumotie 6 B, 00380 Helsinki, FINLAND
PUH 09-565 5090, FAX 09-565 50955, EMAIL info@fi.roxtec.com, www.roxtec.com



