

RAUTATIETEKNIikka

Raitiotiekaluston tulevaisuudennäkymiä
Väitöstutkimus radan kuivatuksesta
Tavara-asemasta kulttuuritaloksi
Veturinkuljettajia yli rajojen
African Pride -junamatka

1 - 2024

RAIDELIIKENTEEN TEKNISTEN JA TOIMIHENKILÖIDEN LIITTO RTTL RY
RAUTATIETEKNIIKAN JOHTAVA AMMATTIJULKAISU



eTrain

Junaelektroniikan asiantuntija
Rautatiekaluston elektroniikkajärjestelmien suunnittelu ja huoltopalvelut.

040 6855 685 / www.etrain.fi



Rautatiejärjestelmän ammattilainen

SAT *koulutuspalvelut*

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



UNILINK
Raidekaluston laatutuotteet:

DANA **SPICER®** Gelenkwellenbau
Faiveley TRANSPORT
GHH-BONATRANS GROUP **camira** style with substance
Camloc Traditionally Innovative **VOITH** Engineered reliability.

www.unilink.fi



KASKEA GROUP

Radan merkit ja rautatierakenteet

TRAFFIC MACHINERY PARKING

kaskea.fi



eurofins

Rautatiepalvelut

Teemme arviointeja kaikille rautatiejärjestelmän rakenteellisille osajärjestelmille (infrastruktuuri, energia, ohjaus, hallinta ja merkinanto) sekä liikkuvalla kalustolle.

- Rautateiden ilmoitetun laitoksen (Notified Body) palvelut
- Rautateiden nimetyn laitoksen (DeBo) palvelut
- Riippumattoman arviointilaitoksen (ISA) palvelut
- Kolmannen osapuolen asiantuntijapalvelut

Lisätietoja:
Mika Riihimaa
Puh. 040 555 3630 MikaRiihimaa@eurofins.fi

www.eurofins.fi/ee/railways



SATEBA FINLAND

YMPÄRISTÖTURVALLISET RATAPÖLKKYT, PITKÄ KÄYTTÖIKÄ

SATEBA FINLAND on betonisten ratapölkkyjen, -vaihdepölkkyjen ja -tasoristeysten valmistaja juna-, raitiotie- ja metroradoille

UUSI BP17 betoniratapölkky asennettuna hajavaihtona Saarijärvi-Haapajärvi rataosuudelle v.2021-2022

testattu • taloudellinen • kestävä

Toimimme osana Sateba konsernia, joka on kestävä raitinfran betonisten ratkaisujen kehittäjä. Tämä mahdollistaa pääsyn laajaan valikoimaan käytettyjä, testattuja ja luotettuja ratkaisuja. Laaja tietotaitomme, asiantuntemuksemme ja kokemuksemme rataratkaisuihin voi tukea projektin haasteita.

MIELE & TÄRINÄ-VAIMENNUS M312 (HAS) Pölkkyt LIGHT TWIN BLOCK Eco Innovation JOUSTAVA YMPÄRISTÖLLE Ladder Track BETONINEN TASORISTEYS

Tutustu meihin: finland.sateba.com Ota yhteyttä: Markku Jarvelainen, +358405471597. Petri Tampio, +358405380001

EPF
ELECTRIC POWER FINLAND OY

**SÄHKÖNJAKELUN
AMMATTILAINEN**

www.epf.fi

- Sähkönjakelu
- Turvalaite-, vahavirta- ja sähköratatyöt
- Muuntamot
- Koestus- ja käyttöönottopalvelut
- Suunnittelu

PALLASOJA

www.pallasoja.fi

SAFETRACK -tuotteet, maahantuonti, myynti ja huolto



DIAMOND | CONSULTING

Analytiikkapalvelut

www.diamondconsulting.fi

timo.heiskanen@diamondconsulting.fi

RAUTATIETEKNIikka

RAUTATIETEKNIIKAN JOHTAVA AMMATTIJULKAISU

Aikakausmedia ry:n jäsen
36. vsk ISSN-L 1237-1513
ISSN 1237-1513 (painettu)
ISSN 2242-3893 (verkojulkaisu)

Julkaisija:
Raideliikenteen Teknisten ja Toimihenkilöiden Liitto RTTL ry

Päätoimittaja:
Laura Järvinen
Puh. 040 866 4959
laura.jarvinen(at)grk.fi

Tilaukset ja yhteyshenkilöiden muutokset:
www.rautatietekniikka.fi
Pyynnöt postituslistalta poistamiseksi: jari.aikas(at)vr.fi.

Toimituskunta:
Erkki Helkiö
Juha Kansonen
Miia Kari
Jouni Kiviniitty
Jukka Leino
Matti Maijala
Markku Nummelin
Janne Wuorenjuuri
Johanna Wäre
Jari Äikäs

Talous:
Erkki Kallio

Ilmoitukset:
Varparus Oy, Esko Vartiainen
Puh. 0400 508 450
esko.vartiainen(at)varparus.fi
Mäntyte 5, 00200 Helsinki

Taitto:
Eero Laaksonen

Painopaikka:
PunaMusta, Tampere 2023



**Koejuna Hangosta
Helsinkiin ylittää
Tammisaaren siltoja
17.11.2023. Normaali
sähkömoottorijunaliikenne
Hangosta aloitettiin
8.1.2024. Kuva Markku
Nummelin**

*Rakennusurakointi
Eero Latomäki Oy*

**SILTOJEN RAKENTAMISTA
JA KORJAUSTA**

Messukylänkatu 46, 33700 TAMPERE p. 0400 535 064

RATATEK

Tulevaisuuden ratarakentamisen kumppani
- nyt ja tulevaisuudessa!



TÄSSÄ NUMEROSSA

Pääkirjoitus	5	Veturinkuljettajia yli rajojen	40
Raitiotiekaluston tulevaisuudennäkymiä	8	Automaattiset ohjelmistotestit - tehokkaampi testaustapa osana laadunvarmistusta	42
Väitöstutkimus radan kuivatuksesta: mitä opittiin?	16	Puheenjohtajan palsta	46
African Pride -junamatka Victorian putouksilta Pretoriaan. 20		Kolumni	47
RATA 2025 – teemana houkutteleva raideliikenne	24		
Ympäristötavoitteet radanpidossa	28		
Ajankohtaista rautateiden turvallisuudesta	32		
Tavara-asemasta kulttuuritaloksi	34		
Raudanjoen ratasilta	37		

mankinen

monipuolista ratatyökoneiden
valmistusta, huoltoa ja korjausta

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

AUTAMME ASIAKKAITA MENESTYMÄÄN



Lujabetonin vahvasta betonitietämyksestä on hyötyä asiakkaille. Tarjoamme ratkaisut kaikkeen infrarakentamiseen.

Tuotevalikoimaan kuuluvat ratapölkkyt, tasoristeyselementit, paalut, sähkörataperustukset, kaapelikourut ja -kannet, laiturielementit ja tukimuurit.



Lisäksi valmisbetoneita ja betonituotteita kuten erilaisia pylväsjalustoja. Muita betoniratkaisuja ovat esimerkiksi raitiotien rakentamiseen kiintoraideelementit sekä ratikkapölkkyt.

Kysy lisää asiantuntijoiltamme!

Lujabetoni

VAHVIN BETONIOSAAJA

Ratatekniikka: Sampsa Lehmusksa 044 585 2021 **Muut infratuotteet:** Tuomo Eilola 044 585 2407

**KAIKESSA BETONIRAKENTAMISESSA
OTA YHTEYS VAHVIMPAAN BETONIOSAAJAAN!**

PUH. 020 789 5500 | WWW.LUJABETONI.FI

TULEVAN VUODEN MENESTYSTEKIJÖITÄ

Taas on aika peilata mennyttä vuotta ja katsoa tulevaisuuteen. Paljon on tapahtunut ja paljon on oppinut matkan varrella. Vaikka parikymmentä vuotta on takana jo rautateillä, on ollut mielenkiintoista nähdä ala myös rakentamisen näkökulmasta. Rakentamiseen liittyy paljon enemmän muuttuvia tekijöitä, myös tekijöistä itsestään riippumattomia. Monta rautaa on tulossa samanaikaisesti ja epävarmuutta on hyvä oppia sietämään, vaikka parhaansa yrittäisikin. Hyvä päivä on sellainen päivä, jolloin on oppinut jotain uutta. Olkoon se sitten ihmisten kanssa toimimisesta tai substanssiasiaa. Tässäpä muutama näistä ohjenuorista myös tulevaan vuoteen, vaikka näissä ei sinänsä mitään uutta olekaan.

Uskalla kysyä. Koskaan ei ole liian tyhmää kysymystä. Voi hyvin olla, että muutkaan eivät ole ymmärtäneet asiaa tai ovat ymmärtäneet sen eri tavalla.

Vaikeista asioista huolimatta vain asiat riitelevät. Jokaista ihmistä voi ja kannattaa arvostaa, vaikka ei aina olisikaan samaa mieltä.

Vastuut on hyvä aina sopia ennakkoon selkeästi. Epäselvyydet kertautuvat ja tuovat aika paljon lisätyötä ajan kanssa.

Yhteisesti sovittujen asioiden muistiinpanoista ei koskaan ole haittaa.

Kannattaa välillä haastaa itseään epämukavuusalueelle, silloin oppii uutta.

Älä luovuta.

Ota realiteetit huomioon ja keskity olennaiseen.

Yhdessä tekemällä ja onnistumalla myös saavutukset tuntuvat parhaimmalta.

Mitkä ovat sinun oppisi viime vuodelta?





Markkinoiden energiatehokkain UPS-järjestelmä

DPA 250 S4

DPA 250 S4 UPS kuluttaa juuri niin paljon energiaa kuin tarvitset. Sujauta vain seuraava 50 kW:n moduuli kaappiin, jos tehon tarve kasvaa. Xtra VFI -ominaisuus säästää energiakustannuksia säätämällä aktiivisten moduulien määrää dynaamisesti siten, että koko järjestelmä toimii optimaalisen tehokkaasti. DPA 250 S4:n ylivoimainen 97,6 % UPS-moduulin hyötysuhde ja 97,4 % järjestelmän hyötysuhde takaavat sinulle markkinoiden energiatehokkaimman UPS-järjestelmän. abb.com/ups/fi



Ratkaisuja **RATAMITTAUKSEEN**

Tulevaisuuden raideliikenteen toimivuus edellyttää tarkkaa ja tuottavaa raiteiden ylläpitoa.

Trimblen ratkaisuja:

GEDO CE 2.0 -mittausvaunu

- molemmat kiskot yhdellä mittauksella

IMS-mittausjärjestelmä

- tarkkuutta ja tuottavuutta raiteiden mittauksen

GX50 ja MX9 -laserkeilaimet

- pistepilvipohjainen inventointi ja ATU-tarkastus

GEDO Scan -ohjelmisto

- pistepilven käsittely AI:n avulla:
luokittelu, vektorointi, ATU-tarkastus

GEDO Office -ohjelmisto

- nuotitukset, geometrian tarkastus ja uudelleenlaskenta



GEOTRIMILTÄ JÄRJESTELMÄT, TEKNINEN TUKI,
KOULUTUS JA HUOLTO



GEOTRIM

Perintökuja 6, 01510 Vantaa
Puh. 0207 510 600, info@geotrim.fi

KORKEAPAINEPESU- JÄRJESTELMÄT

kuljetuskalustolle ja teollisuuteen!

- Pesukemikaalit
- Kylmä- ja kuumavesipesurit
- Pesukadut ja -linjastot
- Säiliönpuhdistusjärjestelmät
- Harjapesukoneet
- Imurit ja painehuuhtelulaitteet
- Tarvikkeet ja varaosat

❄️ **HUOLLA KALUSTOASI
MYÖS TALVELLA!** ❄️



Tampereen
Pesuainepalvelu Oy

Keskuojankatu 5, 33900 Tampere
Puh. 042 466 221
toimisto@tampereenpesuainepalvelu.fi
www.tampereenpesuainepalvelu.fi



Linjalle M6 sijoitettu Bombardier Transportationin valmistama 40 m pitkä Flexity GT8-08ER-vaunu 8034 saapuu Schalkauer Straßen pysäkillä Berliinin Marzahnissa. Kuva: Bezirk Lichtenberg, Berliini, 28.9.2023.

RAITIOTIEKALUSTON TULEVAISUUDENNÄKymiä

Raitioteitä on Euroopassa rakennettu 2000-luvun alkuvuosikymmeninä usealle kymmenelle paikkakunnalle, erityisesti Ranskaan, mutta myös muualle. Pohjoismaissa uusia raitioteitä on viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana valmistunut Ruotsissa Lundiin, Norjassa Bergeniin, Tanskassa Odenseen ja Aarhusiin sekä Suomessa Tampereelle ja Espooseen. Lisäksi olemassa olevia raitiotieverkostoja on laajennettu rakentamalla kokonaan uusia linjoja ja pidentämällä vanhoja. Myös vaunukalustoa on

uusittu monella paikkakunnalla. Vanhemmilla raitioverkoilla on 2020-luvun alussa edessään vaunukaluston sukupolvenvaihdos. Monilla liikennelaitoksilla on käytössään 1990-luvun alkupuolella suunniteltuja ja saman vuosikymmenen puolivälissä käyttöön tulleita matalalattiavaunuja tai niitä vanhempia korkealattisia vaunuja. Tässä artikkelissa tarkastellaan raitiovaunukaluston kehittämisessä meneillään olevia kehityssuuntia.

Raitiovaunujen kehityskaaren piirteitä viime vuosikymmeninä

Ensimmäiset matalalattiavaunut yleistyivät 1990-luvun puolivälissä Keski-Euroopassa samoihin aikoihin kaupunkiliikenteessä käyttöön tulleiden matalalattiabussien kanssa. Matalalattiakaluston käyttöönotto oli seurausta aiempaa huomattavasti parem-

masta esteettömyyden huomioimisesta. Esimerkiksi vielä 1990-luvun alussa Helsingin seudulla metro oli käytännössä ainoa esteetön kulkuväline. Raitiovaunujen, linja-autojen ja junien kyytiin pääsemiseksi oli kiivettävä useita porrasaskelmia. Lähijunissa käytettyjen Sm1- ja Sm2-yksiöiden kyytiin pääsemiseksi ei aina riittänyt porrasaskelmien kiipeäminen. Useimmat Helsingin seudun

liikennepaikkojen matkustajalaitureista olivat vielä matalia (265 mm). Raitiovaunupysäkeillä vaunuihin saatettiin nousta suoraan kadulta ilman minkäänlaista pysäkkikoroketta. Useat raitiovaunuja valmistavat yritykset toivat nopeassa tahdissa markkinoille erilaisia matalalattiaisia raitiovaunumalleja. Helsingissä kävi koeajoilla vuosina 1994–1995 saksalaisen AEG:n ja sveitsiläisen Schweizerische Industrie-Gesellschaftin vaunut. Jälkimmäinen oli varustettu matalalattiaisella välisallalla. Kumpaakaan vaunutyyppiä ei lopulta valittu Helsinkiin vaan kaupunkiin tilattiin vuonna 1997 ADtran-zilta (myöh. Bombardier Transportation) 20 kpl Variotram-tuotemerkin saaneita vaunuja. Tilaus sisälsi myöhemmin lunastetun 20 vaunun option. Siten vaunuja toimitettiin Helsinkiin vuosina 1998–2003 kaikkiaan 40 kpl.

Pian kävi kuitenkin selväksi, ettei Variotram soveltunut kovin hyvin Helsingin mäkiselle ja kaarteiselle rataverkolle. Modulaaristen vaunujen teleissä ei ollut akseleita. Jokaisessa vaunun kolmesta telistä oli neljä pyörää, ja jokaisella pyörällä oli oma sähkömoottorinsa. Vaunuissa oli ensimmäisenä maailmassa lämmitetty lattia matkustajien mukana kulkeutuvan lumen pitämiseksi poissa. Etenkin ohjaamon ergonomiaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Kuljettaja saattoi omalla rahastuslaitteeseen työnnettävällä älykortillaan säätää istuimensa asennon mieleisekseen. Variotram-vaunut eivät kuitenkaan kestäneet Helsingin olosuhteita. Erinäisten vaiheiden jälkeen alle 20-vuotiaat vaunut poistettiin liikenteestä vuonna 2018.

Kiskoliikennekaluston valmistus on 2000-luvulla keskittynyt voimakkaasti muutamalle suurelle yhtiölle. Lukuisten yritysostojen myötä Euroopassa merkittävimmät kalustonvalmistajat ovat tällä hetkellä saksalainen Siemens, sveitsiläinen Stadler, ranskalainen Alstom, tšekkiläinen Škoda Group, espanjalainen CAF ja puolalainen Pesa. Raitiovaunujen tuotenimet ovat saattaneet säilyä, vaikka vaunutyyppin valmistus siirtyisikin toiselle yritykselle. Esimerkiksi Helsingin surullisen kuuluisa Variotram (tunnetaan Keski-Euroopassa paremmin nimellä Variobahn) siirtyi vuonna Bombardier Transportationilta sen ostaneelle sveitsiläiselle Stadlerille. Stadler jatkoi Variobahn-konseptin kehittämistä edelleen ja on sittemmin myynyt menestyksekkäästi Variobahn-vaunuja mm. Bergeniin, Aarhusiin ja Potsdamiin. Bombardier Transportation puolestaan sulautui vuonna 2021 ranskalaiseen Alstomiin.

Matalalattiavaunuista on tullut 2000-luvulla valtaosalle raitiovaunukalustoa valmistavista yrityksistä yleisin myyntituote. Täysin korkealattiaisia vaunuja ei kaupunkiraitioiteille eräitä erityistapauksia lukuun ottamatta juuri valmisteta. Ensimmäinen, 1990-luvulla valmistunut matalalattiavaunusukupolvi alkaa olla käyttöikänsä päässä. Monet liikennelaitokset tilasivat 1990-luvulla matalalattiavaunuja täyttääkseen toisaalta tiukentuvat esteettömyysvaatimukset, toisaalta korvatakseen vanhemmat vaunut modernimmalla kalustolla. Tällöin rataverkkojen rataprofilien vaikutusta vaunuihin ei aina selvitetty riittävän yksityiskohtaisesti ja seurauksena saattoi olla suuria ongelmia. Eräs tunnetuin ongelma oli vuonna 2003 Siemensin valmistamissa Combino-vaunuissa havaitut korivauriot. Korirakenteen osia oli liimattu yhteen ja nivel-rakenne oli kulunut käytössä oletettua enemmän. Siten vaunutyyppi jouduttiin tilapäisesti poistamaan kokonaan liikenteestä mm. Amsterdamissa ja Potsdamissa.

Raitiovaunujen teknisiä ratkaisuja tänään

Matalalattiavaunujen ensimmäisen sukupolven ongelmat on suurelta osin saatu ratkotuksi 2010-luvun aikana. Suuri osa nykyisin myytävistä matalalattiavaunuista on ns. modulaarisia eli ne koostuvat useista nivelen toisistaan erottamista osista. Lyhin yksittäinen vaunu koostuu kahdesta päätyosasta. Moninivelvaunujen telit voivat olla joko moottorilla varustettuja tai moottorittomia juoksutelejä. Vaunun pituus riippuu tilaajan tarpeesta. Monissa kaupungeissa tilaaja on valmistautunut kasvattamaan matkustajakapasiteettia tilaamalla vaunuja, joihin voidaan helposti lisätä myöhemmin yksi lisämoduuli tarpeen niin vaatiessa. Esimerkiksi Tampereella käytössä olevia Škoda Groupin valmistamia 37 m pitkiä ForCity Smart Artic X34-tyypin vaunuja on mahdollista pidentää kymmenellä metrillä 47 m pituuteen, mikäli matkustajamäärät sitä edellyttävät.

Monelle uudelle raitiotielle tilataan nykyään kaksisuuntavaunuja. Pääsyy tähän on uusien raitioteiden suunnitteluratkaisut, jotka eivät pääsääntöisesti suosi kääntösilmukoita. Kaksisuun-

TRO:n vaunu 10 saapuu linjalla 3 Santalahden pääte pysäkille. Kuva kirjoittajan. Tampere, 18.8.2023.



tavaunujen käyttö mahdollistaa raitiotieratojen rakentamisen lyhyissä pätkissä kerrallaan. Tämä parantaa myös häiriöherkkyyden sietokykyä, kun suunnanvaihto voidaan hoitaa tietyin välimatkoin sijaitsevilla raiteenvaihtopaikoilla. Esimerkiksi Tampereella Pyynikintori ja myöhemmin Santalahti soveltuvat hyvin tilapäisiksi päätepysäkeiksi. Oli selvyyttä, että raitiotietä tulaisiin myöhemmin jatkamaan Pyynikintorilta kauemmas länteen kohti Lentävänniemeä. Vanhemmilla raitioteilla käytetään kuitenkin edelleen yleisesti kääntösilmukoita. Niiden tarve ei ole poistunut mihinkään ja uusille yksisuuntavaunuillekin on edelleen käyttöä.

Digitalisaatio ja autonominen ajo: tulevaisuutta myös raitioteilla

Monet kiskokalustoyritykset ovat viime vuosina keskittyneet perinteisen raudan takomisen lisäksi erilaisten digitaalisten palveluiden kehittämiseen. Digitaalisia palveluita myydään toiminnallisina kokonaisuuksina. Etenkin ohjausjärjestelmät ja simulointityökalujen kehitys ovat tällä hetkellä yritysten kärkihankkeita. Monesti varsinainen kehitystyö tehdään alihankintana pienissä start up-yrityksissä. Digitalisaatio mahdollistaa mm. kameroihin perustuvan matkustajalaskentajärjestelmän käyttöönoton. Myös huoltotoiminnan tehostamiseksi pyritään digitaalisiin järjestelmiin keräämään runsaasti tietoa ja analysoimaan sitä. Näin saadaan tietoa esimerkiksi vaunun komponenttien kulloisestakin tilasta ja pystytään ennakoimaan niiden elinkaarta. Jatkossa voidaan siirtyä aiemmasta syklistä kierrosta ennakoivaan.

Tampereen raitioteilla yksi vaunu on varustettu ns. ”Test-lab”-toimintaa varten. Vaunu on normaalissa matkustajaliikenteessä, mutta samalla siinä voidaan testata erilaisia järjestelmiä, kuten törmäyksenestojärjestelmää. Erilaisia liikenteessä eteen tulevia tilanteita voidaan lisäksi simuloida erilaisilla simulaattoreilla. Etenkin kuljettajakoulutuksessa simulaattoria on hyödynnetty viime vuosina entistä enemmän.

Lisäksi Tampereen vaunusta on rakennettu myös ns. ”digitaalinen kaksonen” (Digital twin). Se on raitiovaunun informaatio- ja ohjausjärjestelmät sisältävä, ja vaunun fyysisiä ominaisuuksia vastaava virtuaalimalli. Se mahdollistaa erilaisten järjestelmien, laitteiden ja ohjelmistojen testaukset ennen vaunuun asennusta. Kun digitaalinen kaksonen yhdistetään radan 3D-malliin, käytössä on vaunun todellista ohjausta ja fyysisiä ominaisuuksia vastaava virtuaalivaunu ja ajoympäristö, jota voidaan käyttää koulutus- ja simulaattorina sekä monenlaisiin järjestelmien ja palvelujen testaamiseen.

Muusta liikenteestä eristetyissä kiskoliikennejärjestelmissä automatisaatio on ollut arkea jo vuosikymmenten ajan. Tällaisia järjestelmiä ovat mm. metroverkostot sekä suurten lentokenttien

Ranskalainen APS-järjestelmä on eräs esimerkki ajohdottomasta ratkaisusta. Turvallisesti toteutetulla maanalaisella virtakiskolla voidaan ratkaista historiallisen kaupunkikuvan ja raitiotien mahdollisesti aiheuttama ristiriita. Suomen talviolosuhteet talvikunnossapitoineen eivät kuitenkaan mahdollista APS-järjestelmän käyttöä suomalaisilla raitioteilla. Alstomin viisiosainen, 32,4 m pitkä Citadis 302-vaunu Reimsin historiallisessa keskustassa Rue de Veslen ajohdottomalla osuudella. Huomatkaa vaunun keulan omaperäinen, kuohuviinilasista vaikutteita saanut Reimsin alueen kuohuviinintuotantoon viittaava muotoilu. Kuva kirjoittajan. Reims, 24.7.2019.

automaattiradat, joilla liikennöidään ilman kuljettajaa. Raitioteilla autonomista ajoa ei ole samassa mittakaavassa kokeiltu kuin metroverkkoilla – onhan monella vanhemmalla metroverkollakin kuljettaja-ajoa yhä yleisesti käytössä. Yksittäisiä autonomisen ajon kokeiluja on raitioteillaakin tehty. Ensimmäinen ilman kuljettajaa liikkunut vaunu oli Siemensin 1990-luvun puolivälissä valmistama Combino-vaunu. Se liikennöi vuonna 2018 Saksassa Potsdamissa liikennelaitoksen ViP:n (Verkehrsbetrieb Potsdam GmbH) varikon ja läheisen Sternin kaupunginosassa sijaitsevan Gaustraßen kääntösilmukan välillä. Siemensin henkilökunta seurasi koeajoja tarkoin ja oli valmis tarvittaessa pysäyttämään vaunun. Autonominen ajo on herättänyt ajoittaista mielenkiintoa eri paikkakunnilla, mutta kaupunkiympäristön haasteiden, mm. runsaiden jalankulkijamäärien takia se ei ole toistaiseksi yleistynyt. Eräs autonomiselle ajolle soveltuva kohde on varikkoalue ja siellä tapahtuva vaunujen siirtely esim. säilytys- ja huoltoraiteiden välillä. Muun muassa Tampereella on tutkittu autonomisen varikkoajon käyttöönottoa myöhemmin tulevaisuudessa.

Vaihtoehtoja ajojohtimille: maanalainen virtakisko ja akkukäyttöisyys

Raitiovaunujen käyttövoimana on ollut jo toistasataa vuotta pääosin ajojohtimesta syötetty sähkö. Varsinkin toisen maailmanso-



dan jälkeen ajohodosta virtaa ottamattomat raitiotiejärjestelmät ovat maailman mittakaavassakin olleet harvinaisia. Raitioteiden ajohodinrakenteet ovat kuitenkin aiheuttaneet vuosikymmenten ajan päänvaivaa eräille kaupunkikuvasta huolestuneille tahoille. Varsinkin keskieurooppalaisissa historiallisten kaupunkien keskustoissa raitioteiden ajohodinrakenteita ei aina ole katsottu hyvällä ja raitioteillä ei kaikilla paikkakunnilla ole ollut asiaa keskeisimmille paraati- tai puistokaduille. Etenkin Ranskassa raitioteiden uuden tulemisen myötä 1990-luvun alussa kaupunkikuvaliisiin seikkoihin on kiinnitetty huomiota enemmän kuin muualla. Tämä on tuottanut kalustonvalmistajille uusia haasteita, vaikka asia sinänsä ei ole uusi. Keskusta-alueiden kaupunkikuvaliisten syiden ohella raitioteillä on muitakin kohteita, joihin ajohodinjärjestelmää ei välttämättä voida rakentaa. Tällaisia kohteita ovat mm. herkistä laitteista tunnetut tutkimuslaitokset. Mikäli niitä sattu sijoittumaan raitiotien varrelle, joudutaan laitojen laitteita suojaamaan raitiotien aiheuttamalta EMC-säteilyltä.

Ranskassa monien kaupunkien historiallisissa keskustoissa raitiovaunujen sähkönsyöttö on järjestetty maanalaisella virtakiskolla. Vaikka kadun pinnan alapuolelle upotettua virtakiskoa eri muodoissaan on käytetty varsinkin sähköraitiotien alkuvuosikymmeninä useilla paikkakunnilla, siitä luovuttiin vähitellen turvallisuussyistä. Ranskassa kehitettiin kuitenkin APS-järjestelmä (Ali-

mentation Par le Sol), jossa vaunu ottaa virran ajokiskojen väliin upotetusta virtakiskosta. Virtakisko on jaettu yksittäisiin osiin. Yksittäinen osa muodostuu 8 m pitkistä kiskosta ja 3 m pitkistä eristetyistä osasta. Virtakisko on normaalitilassa jännitteetön, eikä siten aiheuta kadulla kulkijoille minkäänlaista vaaraa. Vaunuun on asennettu kaksi laahainvirroitinta, joista toinen lähettää jatkuvasti radiosignaalia. Signaali saapuu maadoitettuun ohjauskoteloon upotetun ”valvontalaatikkoon”, joka puolestaan aktivoi vaunun alla olevan osan virtakiskosta. Enintään kaksi 11 m pitkää virtakisko-osuutta voi olla samanaikaisesti jännitteisiä. Jokainen virtakiskon osuus on varustettu ohjauslaatikolla, joka aktivoi sen vaunun saapuessa osuudelle ja vastaavasti poistaa jännitteen välittömästi vaunun laahainvirrottimen poistuttua alueelta. Kadulla kulkevien turvallisuus varmistetaan automaattisesti toimivalla laitteistolla, joka kytkee 0,2 sekunnin varoitusajalla jännitteen pois virtakiskosta, mikäli vaunu ei ole sen yläpuolella. Jos virtakisko vioittuu, vaunut kulkevat automaattisesti akuista saatavalla sähkövirralla, kunnes vauriot on korjattu. Vaunu vaihtaa virroitusjärjestelmästä toiseen yleensä pysäkeillä pysähtyessä. Aikaa virroitusjärjestelmästä toiseen vaihtoon kuluu joitakin sekunteja.

Vaikka APS-järjestelmä onkin Ranskassa toiminut vailla suurempia ongelmia, se ei ole yleistynyt merkittävästi muualla. Syynä tähän ovat usein sääolosuhteet. Järjestelmän toimivuutta Suo-



men oloissa pohdittiin mm. Tampereen raitiotietä suunniteltaessa, mutta melko pian todettiin, ettei se ole riittävän toimintavarma, etenkin talvella lumen ja jään peittäessä virtakiskon.

Suomessa EMC-säteilyn vaikutuksia on jouduttu selvittämään mm. Otaniemen ja Viikin yliopistoalueilla. Molemmissa sijaitsee EMC-säteilylle herkkiä laitteita, joita on suojattu erikoisjärjestelyin. Vantaan raitiotien suunnitteluprosessissa on kuitenkin törmätty kokonaan toisenlaiseen ilmiöön. Raitiotien reitillä on useita kohtia, joissa se risteää radan ylittävän 110 kV:n tai 400 kV:n sähkölinjan kanssa. Lisäksi 110 kV sähkölinja kulkee kahdessa paikassa raitiotien vierellä. Sähkölinjoista voi mahdollisesti kytkeytyä sekä induktiivisesti että kapasitiivisesti hyvinkin suuria jännitteitä raitiotien ajohohdinjärjestelmään ja kiskoihin. Suunnitteluvaiheessa näitä kytkeytymisiä tutkittiin simuloinnilla ja laskelmilla. Johtopäätöksenä todettiin siirtyvien jännitteiden voivan aiheuttaa sähköturvallisuusriskin. Raitiotien reittimuutos ongelmakohtien kiertämiseksi ei katsottu olevan mahdollinen mm. palvelutason liiallisen heikentymisen takia, joten suunnittelussa päädyttiin ratkaisuun jättää riskikohteet sähköistämättä toistaiseksi.

Vantaan raitiotielle onkin suunniteltu hankittavaksi akuilla varustettuja, ajojohtimesta akkunsataavaa vaunuja. Koska Vantaan raitiotien reitistä suuri osa ajetaan perinteiseen tapaan ajojohtimen alla, riittää akuista saatava käyttövoima ajohohdotomalla osuudella ajamiseksi. Akusto ladataan ajojohtimesta sekä vaunujen jarrutuksessa ja kiihdytyksessä syntyvällä, superkondensaattorien talteen ottamalla energialla. Akuston käytössä merkittävintä rajoittavin seikka on saatavan tehon lyhytaikaisuus. Akun tehosta pystytään hyödyntämään enimmäkseen vain puolet tai kolmasosa. Siten akut soveltuvat parhaiten lyhytaikaiseen ajoon. Tarvittaessa voidaan käyttää pysäkeille tai päätepysäkeille rakennettuja pikalatauspisteitä. Vastaaventyypisiä pikalatauspisteitä on käytetty jo joitakin vuosia kaupunkien paikallisliikenteen sähkökäyttöisiä

linja-autoja ladattaessa. Joissakin kaupungeissa on kokeiltu myös induktiivista sähkönsyöttöä.

Kaupunkiverkoilla käytettävät akkukäyttöiset raitiovaunut eivät ole maailmalla täysin ainutlaatuisia, mutta niiden käyttö ei toistaiseksi ole merkittävästi yleistynyt. Euroopassa tunnetuin akkukäyttöisiä vaunuja käyttävä paikkakunta on Ranskan Nizza, jossa on ajossa Alstomin toimittamia, akuilla varustettuja Citadis-vaunuja. Akkukäyttöisiä vaunuja on ajossa mm. Konyassa Turkissa sekä Euroopan ulkopuolella Kiinan kansantasavallassa, jossa raitiotieitä on rakennettu 2010-luvun lopulla miljoonakaupunkien esikaupunkialueille palvelemaan metrolinjojen liityntäyhteyksinä.

Sen sijaan kaupunkialueella raitiotieverkolla ja kaupunkialueen ulkopuolella yleisellä rataverkolla liikennöivä raitiojunakalusto käyttää kaupunkiraitiotietä useammin sähkönsyöttöä muuta käyttövoimaa. Yleisin käyttövoima on ollut toistaiseksi sähkönsyöttöä lisäksi polttomoottori. Useimmiten kaupunkiverkolla ajetaan 750 V käyttöjännitteellä ja yleisellä rataverkolla dieselmootorilla. Syyt ovat usein paikkakuntakohtaiset. Joko vaunun yleisellä rataverkolla käyttämää rataosuutta ei ole sähköistetty lainkaan tai se on sähköistetty rautateillä käytetyllä sähköistysjärjestelmällä. Uusin kaksivirtajärjestelmävaunuja käyttävä raitiotiejärjestelmä avattiin syksyllä 2022 Espanjan Cádiziin, jossa vaunut käyttävät leveän raidelevyden 1668 mm rataverkolla 3000 V:n ja sen ulkopuolisella kaupunkirataverkolla 750 V tasavirtaa. Toisaalta Unkarin Szegediin syksyllä 2021 avatulla järjestelmällä vaunut kulkevat

Ranskalainen Translohr on toimittanut kalustoa kahdelle Suur-Pariisin alueelle sijoittuvalle ”kumipyöräraitiolinjalle” (”Tram sur pneu”). Linjalla T6 käytetään kuusiosaisia 46 m pitkiä vaunuja. Tasaisesta pinnasta huolimatta kulkuvälineen matkustusmukavuus ei juuri eroa tavallisesta linja-autosta. Omilla kaistoilla kulkeva kulkuväline ei myöskään pärjää nopeudessa rinnalla ajaville henkilöautoille. Kuva kirjoittajan. Châtillon, 27.7.2019.



Szegedin ja Hódmezővásárhelyin kaupunkialueella 600 V tasavirralla ja kaupunkien välisellä noin 20 km pitkällä yleisen rataverkon osuudella polttomoottorilla. Kaksijärjestelmävaunukalustoa ovat valmistaneet viime vuosina mm. Stadler ja CAF, aiemmin myös Alstom, DUEWAG/Siemens ja Bombardier Transportation.

Perinteistä ajohodinjärjestelmästä virran ottavaa raitiovaunua tullaan jatkossakin käyttämään uusissa raitiotiejärjestelmissä. Akkuteknologia on yleistynyt viime vuosina kaupunkien paikallisbussiliikenteessä. Siten on oletettavissa, että perinteiset johdinautojärjestelmät tulevat lähivuosikymmeninä vähenemään ja akkukäyttöiset linja-autot yleistymään. Sen sijaan raitioiteillä käytettävät akku- tai polttomoottorikäyttöiset vaunut säilyvät paikakuntakohtaisina erikoistapauksina. Akkukäyttöisiä vaunuja tullaan käyttämään erityiskohteissa, joissa ajojohtimia ei teknisistä tai kaupunkikuvallisista syistä sallita. Polttomoottorikäyttöiset vaunut säilyvät lähinnä raitiojunaliikenteessä muutamilla paikkakunnilla. Polttomoottori pyritään kuitenkin korvaamaan muilla käytettävissä olevilla energialähteillä, esim. vedyllä. Vetykäyttöisiä henkilöjunia on koekäytetty sivuratojen paikallisliikenteessä mm. Saksassa, mutta raitiovaunukalustossa vetyä ei toistaiseksi ole käytetty.

”Kiskoton raitiovaunu” – vaihtoehto perinteiselle raitiovaunukalustolle?

Marraskuun lopulla 2023 uutisoitiin Australian länsirannikolla käyttöön otetusta kiskottomasta ja autonomisesta ”raitiovaunusta”. Käyttövoimana yksiköllä on sähkö. Sähkökäyttöiset kulkuneuvot on varustettu päätepysäkeillä pikaladattavilla akuilla. Kulkuneuvoa ohjataan ajoreitille, kadun pinnan alapuolelle upotetulla magneetilla. Modernia raitiovaunua muistuttava, kaksisuuntainen, 150 matkustajaa kerralla kuljettava tavallisin kumipyörin varustettu kalustoyksikkö koostuu kolmesta moduulista ja sen pituus on 30 m. Yksikön huippunopeudeksi luvataan 70 km/h. Toistai-

seksi ajoneuvoja on kokeiltu Australian länsirannikolla sijaitsevassa Perthin kaupungissa. Sinne rakennettiin lyhyehkö koeosuus Stirlingin esikaupungin ja Scarborough Beachin välille. Moderni ”kiskoton raitiovaunu” kehitettiin yhteistyössä Perthissä sijaitsevan Curtin yliopiston, amerikkalaisen Infrastructure Technology Solutionsin sekä kiinalaisten kiskoliikennekalustovalmistajan CRRC:n ja sähkölaitteita valmistavan Shanghai Electricin kanssa.

Vaikka ”kiskotonta raitiovaunua” markkinoidaan modernina ja uutena, raitiovaunun ja linja-auton parhaat puolet yhdistävänä kulkuvälineenä, on kyseessä kuitenkin eräänlaisesta, pakko-ohjautun johdinauton modernimmasta versiosta. ”Kiskotonta raitiovaunua” ovat 1990-luvun lopulta alkaen kehittäneet mm. Translohr ja Bombardier Transportation. Etenkin ranskalaisen Translohrin 2000-luvun alussa kehittämä versio poikkeaa Australiassa koekäytetystä kulkuvälineestä siten, että sen ohjaus perustuu magneettijuovan seuraamisen sijaan urakiskossa kulkevaan teräspyörään. Teräspyörää käytetään vain ajoneuvon ohjaamiseen erillisellä linja-autokaistalle sijoitetulla urakiskolla. Kulkuneuvo kulkee kumipyörin kuin mikä tahansa linja-auto. Translohr myi konseptiaan muutamiin kaupunkeihin, mm. Pariisiin, Italian Padovaan ja Venetiaan-Mestreen sekä Kolumbian Medelliniin. Mikään huippumenestys ”kiskottomista raitiovaunuista” ei toistaiseksi ole tullut. Bombardier Transportationin Ranskan Caeniin toimittama ”kiskoton raitiovaunu” lopetti reilun vuosikymmenen liikennöityään vuonna 2017. Se korvattiin kaksi vuotta myöhemmin, heinäkuussa 2019 liikennöintinsä aloittaneella perinteisellä raitiotiellä. Caenin raitioiteillä käytetään nykyään Alstomin valmistamia modulaarisia Citadis-vaunuja. Myös saman yhtiön ranskalaiseen Nancyn kaupunkiin toimittama samankaltainen, pakko-ohjatulla johdinautolla

Škoda Transtechin ForCity Smart Artic-vaunu 429 linjalla 2 Fredrikinkadulla Helsingissä. Vaunu kuuluu ensimmäiseen ForCity Smart-sukupolveen. Kuva kirjoittajan. Helsinki, 31.12.2022.



liikennöity järjestelmä lakkautettiin lokakuussa 2023. Sen korvaamista perinteisellä raitiotiellä on suunniteltu, mutta toistaiseksi korvaushankkeelle ei ole saatu rahoitusta.

Pariisin esikaupunkialueilla liikennöivät Translohrin toimitamat ”kumipyöräraitiovaunut” (”Tramway sur pneumatiques”) ovat toistaiseksi jatkaneet entisillä reiteillään. Pariisiin valmistuneet uudet raitiovaununlinjat, mm. kesäkuussa 2023 liikennöintinsä aloittanut T10 on kuitenkin toteutettu perinteisinä raitioleinä. Translohrin kalustoa käyttäviä linjoja T5 ja T6 on nyky muodossaan teknisesti mahdoton integroida muuhun Suur-Pariisin alueen raideliikenneverkkoon. ”Kumipyöräraitiovaunun” edellyttämä infrastruktuuri on lähes yhtä kallista kuin perinteisen raitiotien. Pariisissa ”kumipyöräraitiovaununlinja” T6:n rakennuskustannukset olivat 28 M€/km, kun perinteistä raitiovaunukalustoa käyttävän linjan T8 rakennuskustannukset olivat 29 M€/km. On myös tulkintakysymys, ovatko kadun alapuolelle upotettua ohjauskiskoa käyttävät ”kiskottomat” ajoneuvot lainkaan raideliikennekuvälineitä vai eräänlaisia johdinautoista myynnin edistämiseksi kehitettyjä kumipyörillä kulkevia raitiovaunun kalliita kopioita?

Suomen moderni raitiovaunutuohtanto

Suomessa Škoda Groupin Otanmäen tehtaalla Kainuussa valmistetut ForCity Smart Artic-raitiovaunut ovat tulleet tutuiksi kaikille maamme raitiotieillä matkustaneille. Ensimmäiset 27,6 m pitkät ja 2,4 m leveät vaunut saapuivat koeajoille Helsinkiin vuonna 2013. Vaunut oli suunniteltu Helsingin profiililtaan haastavalle rataverkolle. Kahdesta koevaunusta saadut kokemukset osoittautuivat erinomaisiksi. Perinteisiä yksisuuntaisia Artic-vaunuja liikennöi Helsingin kantakaupungissa 70 kpl. Kantakaupunkiin on suunniteltu hankittavaksi 30 kpl enintään 31 m pitkiä yksisuuntaivaunuja sekä Helsingin seudun uusille pikaraitioiteille 33 kpl enintään 36 m pitkiä kaksisuuntaivaunuja. Hankintasuunnitelma sisäl-

tää myös optioita. Vaunuhankinnan toimittajaa ei kuitenkaan ole vielä valittu.

Tampereelle tilattiin kaksisuuntaisia X34-tunnuksen saaneita Artic-vaunuja. Ne ovat Helsingin kantakaupungissa käytettäviä vaunuja pidempiä ja leveämpiä – vaunujen pituus on 37 m ja leveys 2,65 m. Tampereelle tilattiin alun perin 19 kpl vaunua. Varaosista rakennettiin myöhemmin kahdeskymmenes vaunu. Tampereen raitioliikenne laajentuessa vuoden 2025 alussa Lentävänniemeen tarvitaan myös lisää vaunuja. Alkuperäiseen hankintaan kuulunut optio lunastetaan tilaamalla kahdeksan uutta vaunua.

Helsingin seudulla liikenteensä lokakuussa 2023 aloittaneelle Raide-Jokeri-pikaraitiotielle tilattiin 29 kpl ForCity Smart X54-tyypin kaksisuuntaivaunuja. Nämä 34 m pitkät ja 2,42 m leveät kaksisuuntaivaunut ovat soveltuvat myös lähes koko Helsingin kantakaupungin raitiotieverkolle. Vaunulla koeajettiin koko raitiotieverkko läpi vuosina 2021–2022 ennen Raide-Jokerin radan valmistumista. Lisäksi vaunun ominaisuuksia matkustajaliikenteessä kokeiltiin asettamalla se Kauppatorin ja Töölön hallien väliä liikennöineelle linjalle 4S. ForCity Smart Artic X54-vaunuja on toimitettu tätä kirjoittaessa Raide-Jokerin liikennöinnistä vastaavalle Kaupunkiliikenne Oy:lle 18 kpl. Raide-Jokerilla käytettäviä ForCity Smart Artic-vaunuja on tilattu 23 kpl vuonna 2027 valmistuvaa Laajasalon raitiotietä varten. Raide-Jokerin vaunuista ne poikkeavat siinä, että ne liikennöivät osittain myös kantakaupungin raitiotiellä. Vaikka

”Škoda Groupin ForCity Smart 37T-tyypin vaunu koeajolla Rhein-Neckar-Verkehrin verkolla. Nelimoduulisen vaunun pituus on 40,65 m ja se on suunniteltu RNV-verkon monipuoliselle, niin kaupunkien keskustojen urakisko-osuuksille sekä kaupungeja yhdistäville ESBO:n alaisille rataosuuksille. Kuva: Marlon Meyer/Škoda Group”.



Laajasalosta tulevat linjat päättyvät alkuvaiheessa Hakaniemeen, on vaunuilla varauduttu liikennöimään myös Kalasataman ja Pasilan välistä, elokuussa 2024 valmistuvaa linjaa.

Suomessa valmistettuja ForCity Smart Artic-vaunuja on nähty myös ulkomailla. Helsingin kantakaupungin raitioteille tilatuista prototyypivaunuista vaunu 402 kuljetettiin esiteltäväksi syyskuussa 2014 Berliinissä järjestetyille Innotrans-messuille. Tämän jälkeen vaunulla ajettiin kahden viikon ajan baijerilaisessa Würzburgin kaupungissa. Sekä Würzburgin liikennelaitoksen (Würzburger Straßenbahn GmbH, WSB) henkilökunta että tavalliset kaupunkilaiset pitivät uusista vaunuista ja kehuivat niitä kaupungissa yleensä käytettyä kalustoa mukavammiksi. Artic-vaunuja ei kuitenkaan Würzburgiin ole toistaiseksi tilattu. Sen sijaan Berliinin itäpuolella sijaitseva Schöneiche-Rüdersdorfin raitiotieyhtiö (Schöneicher-Rüdersdorfer Straßenbahn GmbH, SRS) osti Helsingin kaksi Artic-prototyypivaunua. Helsinkiin tilatut Artic-sarjavaunut poikkesivat koeajoissa olleista kahdesta prototyypivaunuista siinä määrin, että silloinen liikennöitsijä HKL päätti myydä vaunut Saksaan. Helsinkiin toimitettiin korvaukseksi kaksi uutta, ominaisuuksiltaan sarjavaunun kaltaista vaunua. Myöhemmin Škoda Group toimitti SRS:lle kolmannen prototyypivaunun kaltaisen yksikön. Sekä kaksi alkuperäistä vaunua että kolmas uusi vaunu liikennöivät SRS:n raitiotiellä Helsingin vihreäkeltaisissa väreissä. Kahden vaunun ohjekyltit ovat edelleen osin suomeksi ja ruotsiksi, mutta matkustajainformaatio on vaihdettu Berliinin-Brandenburgin alueen tilaajaorganisaation VBB:n (Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg) edellyttämään ja mm pysäkkikuulutukset ja tarifiohjeet annetaan luonnollisesti saksaksi.

Suurin yksittäinen Otanmäen tehdasta koskettanut, ulkomaille menevä tilaus on kuitenkin tullut Saksasta, Baden-Württembergin ja Rheinland-Pfalzin osavaltioiden rajalla sijaitsevalta RNV:n (Rhein-Neckar Verkehr GmbH) alueelta. Alueen keskuskaupunki on Reinin itärannalle sijoittuva, noin 300 000 asukkaan Mannheim. Aivan Mannheimin keskustan länsipuolella kulkee Rein-joki. Joen länsirannalla sijaitseva Ludwigshafenissa on noin 170 000 asukasta. Vaikka molemmat kaupungit ovat hallinnollisesti omia yksiköitään ja kuuluvat vielä eri osavaltioihin (Mannheim Baden-Württembergiin ja Ludwigshafen Rheinland-Pfalziin), muodostavat ne yhtenäisen toiminnallisen kokonaisuuden. Kaikkiaan noin 2,4 miljoonan asukkaan Rhein-Neckarin metropolialueeseen kuuluu lisäksi useita pienempiä kaupunkeja, joista merkittävin on maailmankuulusta yliopistostaan tunnettu Heidelberg. Laajaa kaupunkiseutua yhdistää 1000 mm raidelevyettä käyttävä raitiotieverkosto. Kolmella suurimmalla kaupungilla on kullakin omat raitiotieverkostonsa. Erilliset verkostot ovat toisiinsa yhteydessä kapearaitteista rautatietä muistuttavin ja lainsäädännön näkökulmasta sellaisiksi tulkittavin yhdysradoin. Kaupunkialueilla rataverkot ovat enimmäkseen Saksan raitioteiden rakentamis- ja liikennöinti-ohjesäännön, BOSTrabin alaisia, kun taas kaupunkialueiden ulkopuolella noudatetaan kapearaitteisten rautateiden rakentamis- ja liikennöinti-ohjesääntöä, ESBO:a (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für Schmalspurbahnen). Laajalla rataverkolla liikennöiviltä vaunuilta edellytetään myös kulunvalvontaa. Vaikka kaupunkiraitioteilla voidaan liikennöidä näkemillä, on Mannheimissa ja Ludwigshafenissa lyhyitä tunneliosuuksia metrosemien kaltaisine maanalaisine pysäkkeineen.

Rhein-Neckar-suurkaupunkialueella raitioliikenteestä vastaava RNV tilasi vuonna 2020 paljolti Helsingin kokemusten innoittamana Škoda Groupin 80 kpl ForCity Smart-vaunuja. RNV:n alueelle toimitettavat kaksisuuntavaunut saivat tunnukseksi Rhein-Neckar-Tram 2020. Vaunut jaetaan pituuden mukaan kolmeen eri ryhmään. Lyhimmät, 30,5 m pitkät vaunut saivat tunnuksen 36T. Tunnuksella 37T tunnettujen vaunujen pituus on 40,65 m ja tunnuksella 38T peräti 58,69 m. Lyhyitä 36T-tyyppin vaunuja tilattiin 31 kpl. hieman pidempiä 37T-tyyppin vaunuja 37 kpl ja pitkiä 38T-tyyppin vaunuja 12 kappaletta. Vaunut ovat modulaarisia. Siten 37T- ja 38T-tyyppin vaunut voidaan jakaa keskeltä kahtia. Periaatteessa vaunujen puolikkaat on mahdollista yhdistää eri vaunujen kanssa. Ratkaisuun päädyttiin jo hankintavaiheessa. Tavoitteena oli säästöjen saavuttaminen huoltoiminoissa. Lisäksi vaunujen modulaarisuudella säästetään varikoiden huoltoraiteiden raidekapasiteettia. Vaununpuolikkaita voidaan myös tarvittaessa yhdistellä esim. kolarikorjausten ajaksi. ForCity-vaunuihin päädyttiin osin myös Ludwigshafenin haastavan ratageometrian takia. Kaupungissa on useita 15 m kaarresäteitä. Aiemmin kaupunkiseudulla on käytetty Bombardier Transportationin vuosina 2002–2013 toimittamia Rhein-Neckar-Variobahn-vaunuja, jotka ovat läheistä sukua Helsingin raitiotiellä vuosina 1999–2017 käytetyille Variotram-vaunuille. Uusia Rhein-Neckar-Tram 2020-vaunuja on toimitettu RNV:lle vuodesta 2022 alkaen. Osa vaunujen komponenteista valmistetaan Otanmäellä Kainuussa, osa Plzeňissä Tšekinmaalla. Linjaliikenteessä oli loka-kuussa 2023 yhteensä 17 vaunua, joista yhdeksän T37-tyyppin ja kahdeksan T36-tyyppin vaunua.

Lopuksi

Vaikka sähköraitiovaunulla on ikää jo lähes 150 vuotta ja tietyt perusratkaisut ovat pysyneet vuosikymmenestä toiseen samoina, on tekniikka mennyt viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana eteenpäin. Vaunujen modulaarisuus on tuonut yksittäiselle yksikölle lisää pituutta. Kun vielä vuosituhanen vaihteessa Helsingin raitioteilla ihmeteltiin aiempiin Valmetin 20 m pitkiin nivelvaunuihin verrattuna pitkiltä tuntuneita 24,4 metrisiä Variotram-matalalattiavaunuja, on Raide-Jokerilla käytettävien For City Artic X54-vaunujen lähes puolet enemmän. Tampereella käytettävät For City Smart Artic X34-vaunut ovat vielä kolme metriä Raide-Jokerin vaunuja pidempiä. Vaunuihin on tullut runsaasti kunnossapidon ja liikennehenkilökunnan arkea helpottavaa elektroniikkaa ja erilaisia teknisiä ratkaisuja. Tulevaisuus näyttää, nähdäänkö Suomessa myös ilman ajohdinta toteutetuilla rataosuuksilla kulkevia akkukäyttöisiä vaunuja sekä joissakin maakuntakaupungeissa ehkäpä yleistä rataverkkoa käyttäviä kaksijärjestelmävaunuja.

Artikkelia varten on haastateltu Škoda Groupilta Jukka Koivurovaa, Timo Hevosmaata, Dominik Reissiä ja Alexandra Sjöbergiä. Lisäksi tietoja ja kuvamateriaalia on antanut Michaela Mostynova.

Teksti: Jouni Kiviniitty

Väitöstutkimus radan kuivatuksesta: mitä opittiin?

Tampereen yliopistossa vuonna 2014 alkanut radan kuivatuksen tutkiminen huipentui Tampereella 16.2.2024 pidetyssä väitöstilaisuudessa. Tutkimuksen myötä radan kuivatuksen merkityksestä ja reunaehdoista tiedetään nyt paljon enemmän ja kuivatuksen parannustoimenpiteet voidaan kohdistaa paremmin oikeisiin kohteisiin.

Miksi radan kuivatusta lähdettiin tutkimaan?

Autoilijoille kevään kelirikon ja syysateiden merkitys on tiedossa, kun painorajoituskyllit ilmestyvät tien päähän varoittamaan heikentyneestä kantavuudesta ja paikoitellen hiekkatiet muuttuvat jopa lähes ajokelvottomiksi liiallisen vesipitoisuuden vuoksi. Vaikka liiallisella vesipitoisuudella on negatiivinen vaikutus maarakenteiden lujuuteen, voi riittävän pienellä vesipitoisuudella olla myös positiivisia vaikutuksia. Jos hiekkalaatikoleikit omasta lapsuudesta tai omien lapsien kanssa ovat vielä muistissa, muistat että hiekkakakun tekeminen ei onnistunut täysin kuivasta tai vedellä kyllästyneestä hiekasta. Kyse on ilmiöstä nimeltä näennäinen koheesio, jossa sopiva vesipitoisuus, ei liian suuri eikä liian pieni, kasvattaa hiekkamateriaalien lujuutta. Rautateillä ei

nähdä hiekkateiden kaltaisia kelirikkoja, koska tukikerros on kärkeä kalliomursketta ja kiskot sekä pölkyt tasaavat maarakenteille kohdistuvaa kuormitusta. Mutta mitä tapahtuu tukikerroksen alapuolella? Muuttuuko radan alusrakennekerrosten lujuus syysateiden myötä? Aiheuttaako kohonnut vesipitoisuus ratageometrian heikkenemistä? Voisiko tämä selittää ainakin osaa rataverkolla havaituista epätasaisuusongelmista? Jos näin olisi, voisiko muodonmuutoksia estää parantamalla radan kuivatusta?

Monta kysymystä, monta menetelmää

Tutkimuksen alkaessa vuonna 2014 radan kuivatuksen vaikutuksista ei vielä tiedetty paljoakaan. Kuivatuksen merkitystä korostettiin useissa eri ohjeissa, mutta todelliset vaikutukset olivat silti epäselviä. Voisiko kuivatusta parantamalla ehkäistä epätasaisuusongelmia tai vähentää routaongelmia? Näihin kysymyksiin lähdettiin hakemaan vastauksia tässä väitöskirjassa. Ensiksi oli selvitettävä, millainen radan kuivatuksen todellinen tilanne on Suomessa ja minkälaisia kuivatusongelmia rataverkollamme esiintyy. Tätä varten tarkasteltiin kunnossapitosopimuksia ja voimassa olleita kuivatusohjeita, tehtiin kyselytutkimusta kunnossapidosta vastaaville sekä kartoitettiin soveltuvia kenttäkohteita.

Tavoitteena oli löytää kenttäkohteita, joiden kuivatusta olisi parannettu muutamia vuosia aiemmin, jotta kuivatuksen vaikutuksia olisi voinut selvittää radantarkastustulosten avulla. Histo-





riatietojen perusteella tapahtuva analysointi osoittautui vaikeaksi, sillä kunnossapitäjien vaihtumisen myötä oli kadotettu merkittävä määrä hiljaista tietoa. Samalla havaittiin, että pelkkiä kuivatuksen parannuskohteita oli hyvin vähän (tai niitä ei löydetty tiedon katoamisen takia), sillä usein kuivatusta oli parannettu muiden toimenpiteiden ohessa. Havaitut kuivatusongelmat olivat sinänsä yksinkertaisia, kuten tukkeutuneita ojia tai rumpuja, alun perinkin alhaisia kuivatussyvyyyksiä tai salaojia, joiden olemassaolosta tai kunnossa ei ollut enää varmuutta. Kenties vaikeimmin ratkaistava kuivatusongelma oli radan ulkopuolisen aluekuivatuksen toimimattomuus. Tämä korostuu erityisesti matalien korkeuserojen alueella, joissa vesien johtaminen pois rata-alueelta on vaikeaa.

Kuivatuksen ylläpidon osalta tutkimuksessa havaittiin, että käytössä olleissa kuivatuksen ohjeistuksissa ja kunnossapitosopimuksissa kuivatuksen kunnossapitoa oli määrä toteuttaa pääasiassa ”tarpeen vaatiessa” tai kun ”virtaus on oleellisesti heikentynyt”. Nämä ilmaisut olivat epämääräisyytensä vuoksi hankalia, sillä kunnan seuranta oli tarkastelijan subjektiivinen arvio. Tällöin kuivatuksen kunnossapidossa oli mahdollista syntyä kierre, jossa kuivatusrakenteiden toiminta saattoi heikentyä salakavalasti. Jo tässä vaiheessa tutkimusta alettiin suositella parempien, numeerista dataa tuottavien menetelmien käyttöä, jotta kuivatuksen kuntoa voitaisiin seurata ja parannustoimenpiteitä tehdä oikeaan aikaan. Uudemmissa kunnossapitosopimuksissa otettiin askel parempaan päin, sillä niissä määriteltiin selkeästi, kuinka paljon esimerkiksi ojia tulee vuodessa perata kunnossapitoalueella.

Suomessa rakenteiden olosuhteet ovat vaativat voimakkaiden vuodenaikaisvaihteluiden vuoksi. Käytettävissä ei kuitenkaan ollut luotettavaa, pitkäaikaista tietoa siitä, minkälaisia vesipitoisuuksia Suomen ratojen alusrakennekerroksessa esiintyy. Aiemmin tehtyjen tutkimusten myötä tiedettiin, että 70–80 % kyllästysaste maarakenteilla, erityisesti tierakenteissa, heikentää merkittävästi niiden syklisen kuormituksen kestäkykyä. Vesipitoisuuksien selvittämiseksi päätettiin rakentaa radan kuivatuksen monitorointiasemat kolmeen erilaiseen kohteeseen Rantaradalle kesällä 2017. Asemat sijaitsivat ratakilometreillä km44, km98 ja km137. Kaikissa kohteissa kuivatus oli lähtötilanteessa puutteellinen ja ajatuksena oli toteuttaa näille kohteille kuivatusparannus pian mittauksen alkamisen jälkeen. Kuivatuksen monitorointiasemat mittasivat alusrakennekerroksen vesipitoisuutta, pohjaveden pinnankorkeutta, raiteen pystysuuntaista siirtymää, vedenpinnan korkeutta

Seurantakohde km44 Rantaradalla kuivatusparannuksen jälkeen.

ojissa sekä sademääriä. Monitorointiasemien avulla saatiin irti arvokasta dataa kohteiden toiminnasta, vaikka monitoroinnissa oli myös haasteensa. Asemia rakentaessa ei tullut ensimmäisenä mieleen, että osa antureista voi hajota jonkun ajaessa crossipyörällä jätkänpolkua pitkin tai että monitorointiaseman lyijyakkua yritetään varastaa. Ukkosen käräyttämä dataloggeri ja kairavauunun yliajamaksi joutunut pohjavesiputki olivat helpommin odotettavissa olevia haasteita. Mittaukset kuitenkin onnistuivat ja alusrakennekerroksen vesipitoisuuksista sekä raiteen siirtymistä saatiin arvokasta tietoa. Kahdella kohteella, km44 ja km98 mitatut siirtymät olivat liikennemäärään nähden suurehkoja, mutta hiekkaharjumainen km137-kohde osoittautui mittauksen perusteella odotettua kuivemmaksi ja mittauspisteen kohdassa ei myöskään havaittu merkittäviä siirtymiä.

Samalla, kun monitorointiasemat tekivät työtään maastossa, tehtiin yliopiston laboratoriossa suuri määrä erilaisia kokeita alusrakennemateriaaleille. Yksi merkittävimmistä koesarjoista oli radan syklistä kuormitusta simuloiva ison mittakaavan kolmiaksoaalikoesarja, jossa alusrakennemateriaaleja kuormitettiin eri voimatasoilla eri vesipitoisuuksissa. Neljän tarkastellun materiaalin välillä havaittiin merkittäviä eroja. Ohjekäyrien mukainen referenssimateriaali kesti kuormitusta hyvin suurissakin vesipitoisuuksissa, mutta erityisesti keskiraekooltaan liian pieni ja tasaraakeinen km137-seuranta-asemalta otettu näyte osoittautui heikoksi suurilla vesipitoisuuksilla. Nämä tulokset onkin jo raportoitu Rautatietekniikka-lehden numerossa 1/2022. Saatua koetuloksia verrattiin rakenteen jännitystilän mallinnustuloksiin ja seurantakohteista saatuihin vesipitoisuuksiin. Näiden perusteella havaittiin, että vuoteen 2022 voimassa olleet alusrakenteen rakeisuusvaatimukset olivat varsin hyvin määritettyjä, sillä ohjealueen hienomalla puolella materiaalien kestävyys alkoi selkeästi heikentyä. Tällöin rataa saattaa muodostua ylimääräisiä siirtymiä, mikäli liikenne on raskasta ja vedenpinta lähellä eristyskerroksen yläosaa.

Tutkimuksen merkittävimmät havainnot

Monien eri vaiheiden jälkeen radan kuivatuksesta ymmärretään nyt paljon enemmän. Maailmalla liian suuret vesipitoisuudet ovat aiheuttaneet paljon ”mud pumpingiksi” kutsuttua ongelmaa. Tilanne on kuitenkin Suomessa eri, sillä routamitoituksen vuoksi

paksut rakennekerrokset näyttävät tutkimusten myötä ehkäisevän myös tehokkaasti kohonneesta vesipitoisuudesta aiheutuvaa kuormituskestävyyden alenemista. Kenttämittausten perusteella radan alusrakennekerroksen vesipitoisuus määrytyy pääasiassa (pohja)vedenpinnan korkeuden perusteella. Kapillaarisen veden vaikutus tarkastelluilla, liikaa hienoaineista, sisältävillä materiaaleilla oli odotettua pienempi, sillä kapillaarisuus nosti vesipitoisuutta lähinnä 10–20 cm etäisyydellä vedenpinnasta. Myös sateiden vaikutus oli odotettua pienempi ja niiden havaittiin kyllä nostavan kyllästysastetta, mutta vesipitoisuus jäi silti kauaksi lähes kyllästyneestä (kriittisestä) tilasta. Vastaava ilmiö havaittiin myös tietokonepohjaisessa mallinnuksessa, jonka avulla tutkimuksen alkuvaiheessa pyrittiin selvittämään erilaisten kuivatustilanteiden vaikutuksia. Päähuomio tulee siis kiinnittää kuivatussyvyyteen ja (pohja)vedenpintaan, jonka hallinta kuivatuksella on mahdollista.

Laboratoriokokeiden perusteella vesipitoisuus vaikuttaa merkittävästi materiaalien syklisen kuormituksen kestävyyskykyyn. Kuitenkin junaliikenteen aiheuttamat pystyjännitysliisäykset pienenevät nopeasti syvyyden kasvaessa. Tällöin välikerros on kriittisessä roolissa ja sen vesipitoisuus on syytä pitää alhaisena. Eristyskerroksessa huonolaatuisemmatkin materiaalit kestävät, mikäli liikenne ei ole erityisen raskasta eikä vesipitoisuus ole lähellä kyllästynyttä tilaa. Henkilöliikenteen akselipainoilla radassa käytetyt, myös eivaatimuksenmukaiset materiaalit kestävät pääsääntöisesti hyvin. Erityisesti 225 kN ja sitä suuremmilla akselipainoilla kulkeva liikenne alkaa kuitenkin ulosmitata radan alusrakennemateriaalien ominaisuuksia toden teolla.

Tutkimuksen perusteella toimimaton radan kuivatus on harvoin yksin syynä radalla esiintyneisiin epätasaisuusongelmiin. Tässä tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella ongelmat johtuvat usein epäjatkuvuuskohtista, kuten kallioleikkausten siirtymävyöhykkeistä tai pohjamaan painumisesta. Kuivatusseurantakohdeella km44 tehty kuivatusparannus alensi merkittävästi alusrakenteen vesipitoisuuksia, mutta radan painumiseen sillä ei ollut vaikutusta. Kyseisen kohteen geometriaongelmien juurisyy oli pehmeässä pohjamaassa.

Tutkimuksen perusteella radan kuivatus on mahdollisuuksien mukaan aina syytä pitää kunnossa. Materiaalien kuormituskestävyys on parempi, kun vesipitoisuudet pysyvät alhaisina. Tutkimuksen pohjalta annettiin ohjeistus, jonka myötä kuivatussyvyydestä voidaan poiketa tietyissä tilanteissa. Esimerkiksi tietyissä tapauksissa, kun liikenne ei ole raskasta ja materiaalit ovat riittävän hyvälaatuisia, ei rakennekerroksia ei ole tarpeen kuivattaa koko syvyydeltä. Tämä pätee erityisesti silloin, kun kuivatuksen toteuttaminen on teknisesti mahdotonta tai erittäin kustannustehtontä. Keskeiset tutkimustulokset on otettu huomioon Väyläviraston loppuvuonna 2023 valmistuneessa ”Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu” -ohjeessa.

Kiitospuheenvuoro

Tämän tutkimuskokonaisuuden toteuttaminen ei olisi ollut mahdollista ilman Väyläviraston ja Tampereen yliopiston välistä NOSERA-tutkimusohjelmaa tai sen edeltäjää. Haluan kiittää Väylävirastoa pitkäjänteisen tutkimustyön mahdollistamisesta, joka mahdollisti myös tämän väitöskirjan laatimisen. Tutkimustyö jatkuu raskaan ja nopean liikenteen monitorointiaseman parissa.

Väitöskirja ja suurin osa tutkimusartikkeleista on vapaasti ladattavissa ja listaus niistä löytyy osoitteesta <https://researchportal.tuni.fi/fi/persons/juha-latvala>. Lisäksi työn aiemmista vaiheista on kirjoitettu Rautatietekniikka-lehden numeroissa 1/2017, 1/2022 ja 1/2023.

Teksti ja kuvat: Juha Latvala, hattukuva Sami Reivinen

Seurantakohde km137 Rantaradalla.





GRK Rakentaa infran



SUNDSTRÖM 

Sundström rakentaa kestäväää tulevaisuuden infraa. Yhtiö tunnetaan monipuolisena palveluntarjoajana, joka hoitaa urakat ammattitaidolla aina suunnittelusta toteutukseen asti.

Palvelut

- » Radanrakennus
- » Maanrakennus
- » Asfaltointi
- » Kiviaineksen murskaus ja valmistus

 **RAUTATIETO**

Rautatiето tuottaa laadukkaita raideliikenteen turvalaitteisiin ja liikenteenohjausjärjestelmiin liittyviä palveluita. Alansa johtava yhtiö toteuttaa urakat kerralla hyvin aikataulussa ja budjetissa pysyen.

Palvelut

- » Turvalaitteiden sekä vahvavirta- ja sähköratajärjestelmien suunnittelu ja rakentaminen
- » Tietoliikennepalvelut
- » Rautatietekninen konsultointi

Rautatiето on osa Sundström-konsernia.

www.sundstroms.fi

www.rautatiето.fi

African Pride -junamatka Victorian putouksilta Pretoriaan



Maailmassa on mahdollisuus elämysjunamattaan vintage-tyyliin useassa maassa. Tunnetuin näistä luksusjunista lienee Orient Express -nimellä tunnettu junakonsepti, joka liikennöi mm. Pariisista Venetsiaan. Eräs suosittu ja edullisempi vaihtoehto on Rovos Rail -yhtiö,

joka toimii Etelä-Afrikasta käsin. Reittivaihtoehtoja on useita, mutta ehkä mielenkiintoisin ja perinteisin niistä on junamatka Zimbabwesta Victorian putouksilta Etelä-Afrikan Pretoriaan. Tämän matkan tein lokakuussa 2023.

Rovos Rail -yhtiöstä

Yhtiön on perustanut Rohan Vos, jonka nimestä on myös yhtiön nimi johdettu. Toiminta alkoi alun perin rautatieharrastuksesta. Yhtiö aloitti kaupallisen rautatietoi-

minnan aluksi harrastuksesta kertyneellä museokalustolla vuonna 1989. Vaunukalustoa on sittemmin rakennettu vanhoihin runkoihin, sekä hankittu ja kunnostettu höyry-, diesel- ja sähkövetureita. Kalustoa riittää

tällä hetkellä 15 junaan. Vaikka vaunurungot ovat vanhoja, sisältä ne on rakennettu täysin uusiksi ja varustettu modernilla tekniikalla, vaikka sisustuksessa on säilytetty sadan vuoden takainen tyyli. Jokaisessa hytissä, "sviitissä", on oma kylpyhuone. Hyttiluokkia on kolme: Royal, Deluxe ja Pullman. Korkeimman Royal-luokan hyttejä on yhdessä vaunussa vain kaksi, Deluxe-luokassa kolme ja Pullman-luokassa viisi.

Kaupallinen liikennöinti aloitettiin reitillä Victorian putouksilta Pretoriaan. Siellä sijaitsee yhtiön varikko, ja se on kaikkien linjojen toinen päätepiste. Nykyisin säännöllisiä reittejä on seitsemän ulottuen Pretoriasta Etelä-Afrikan linjojen lisäksi Zimbabween, Namibiaan ja Dar es Salaamiin Tansaniaan. Sinne matka kestää 15 vuorokautta, ja se on yhtiön "huippumatka".



Victorian putousten rautatieasema



Kantajat toimittivat matkatavarat sviitteihin painettujen nimilappujen mukaisesti

Yhden junan maksimipituus on 20 vaunua, ja suurin matkustajamäärä on 72. Meidän matkallamme oli vain 52 matkustajaa, ja junan pituus 18 vaunua.

Matkustuksesta

Junamatka alkoi Victoria Falls -hotellin loungessa kutsutilaisuudella, jossa oli jo ruoka- ja juomatarjoilua. Junamatkallahan on all-inclusive-palvelu, ja kaikki tarjoilu koko matkan ajan sisältyy hintaan. Tästä tilaisuudesta oman vaunun palvelija johdatti matkustajat hytteihimme.

18 vaunun juna on melkoinen letka, ja vetureitakin tarvitaan sitä vetämään vähintään kaksi. Kahden veturin käyttö on osin myös varotoimi, koska ainoan veturin vikautuessa kestäisi korvaavan veturin saanti liian kauan. Veturien jälkeen on generaattorivaunu, jonka jälkeen on henkilökunnan majoitusvaunut. Sitten on makuuhyttivaunuja. Välissä on salonkivaunu, jossa on seurusteluryhmäsohvia. Seuraavana tulee keittiövaunu, jonka jälkeen on kaksi ravintolavaunua. Ne ovat noin junan puolivälissä ja ovat 1920- tai 1930-luvun tyyliin sisustettuja. Niiden jälkeen tulee taas matkustajavaunuja, ja junan peräpäässä on salonkivaunu. Viimeisenä on "observation car". Se on vaunu, jonka toinen puoli on salonkitilaa, ja toinen puoli avoin. Siellä voi istua ulkona ja seurata matkan etenemistä junan perään katsoen. Koska juna ajaa Zimbabwessa suuren osan matkaa Hwangen kansallispuistossa, avo-osastosta voi

katsella villieläimiä, mm. norsuja ja kirahveja. Pääosin kuitenkin näkyy tasaista maaseutumaisemaa ja välillä asutusta.

Radasta

Juna ei kiidä kovin kovaa vauhtia johtuen siitä, että raiteet eivät ole kovin hyvässä kunnossa. Maksiminopeus on 60 km/h. Raideleveys on kapea, 3,5 jalkaa eli noin 107 cm. Juna välillä heiluu, huojuu ja paukkuu. Kuljettajan on tarkkailtava koko ajan radan kuntoa, ja usein tarvitaan äkkijarrutuksia, joista aiheutuu pituussuuntaisia jarrutusnykäyksiä. Eräs erikoisuus matkan alussa on maailman pisin rautatiesuora – 114 km.

Zimbabwen puolella on radassa ollut turvalaitejärjestelmä, mutta nyt se on poissa käytössä. Opastimia ja muita ratalaitteita ei ole varsinaisesti romutettu, vaan ainoastaan jätetty ruostumaan. Etelä-Afrikan puolella tilanne on jokseenkin sama. Turvalaitteet ja erityisesti niiden kaapelit kelpaavat varkaille. Jopa osa tärkeimmistä rataosista on nykyisin ilman turvalaitteita, vaikka sellaiset on niillä aiemmin ollut.

Rata koko matkalla on yksiraiteinen, ja junakohtauksia tavarajunien kanssa on aina silloin tällöin. Muuta henkilöliikennettä ei ole tällä kyseisellä rataosuudella. Junakohtausten odotusajat venyvät usein hyvinkin pitkiksi, mutta aikataulun pitävyys perustuu sen väljyyteen ja suuriin puskuriaikoihin.

Yksi havainto oli myös, että radan sivussa oli suuri määrä vaihdettuja rikkoutuneita betonisia ratapölkkyjä. Pölkkyjä on jouduttu vaihtamaan tavaravaunujen suistumien vuoksi. Radan geometria on useassa kohdassa sellaisessa kunnossa, että juna kulki vain kävelyvauhtia, ja Suomessa olisi tämän kuntoinen rata jo suljettu kokonaan liikenteeltä.

Palvelusta

Kaikki tarjoilu kuuluu matkan hintaan. Aterioilla on alkuruoka, pääruoka, jälkiruoka ja juustolautanen. Jokaiselle ruoalle tai ruokalajille on aina mietitty sopiva viini, joka tarjoillaan kyseisen ruoan kanssa. Sekä lounas että illallinen tarjoillaan kaikille matkustajille samaan aikaan määrättyyn kellonaikaan. Kaksi ravintolavaunua on tarpeen, jotta kaikki mahtuvat aterioimaan yhtä aikaa. Kaikki ruoka valmistetaan junan keittiövaunussa.

Juna lähdössä kolmen yön matkalle





Pullman-sviitti matkustajineen

Aamiaisen on noutopöytä osittain, mutta lämpimät ruoat tarjoillaan pöytään.

Aterioilla kaikki juomat kuuluvat matkan hintaan. Viinit ovat laadukkaita eteläafrikkalaisia.

Ilta-aterialla voimassa pukukoodi. Päivällä pukukoodi on "smart casual", mutta illalliselle pukeudutaan. Tavoitehan koko junamatkassa on, että mennään ajassa taaksepäin siihen aikaan, kun Agatha Christie kirjoitti dekkarinsa. Palataan ikään kuin vanhaan aikaan, jolloin matkustaminen oli ainoastaan rikkaiden hupia ja matkat kestivät kauan. Junassa kunnioitetaan tämän aikakauden tyyliä. Pikkutakki ja solmio ovat

miehille pakolliset. Naisilla pukeutuminen on haastavampaa, ja iltapuku on myös heillä oltava.

Sviitissä on jääkaappi, jonne voi halutessaan tilata juotavia. Sekä junan keski-osassa että peräsalongissa on baari auki aamusta yöhön.

Eräs Rohan Vosin matkustajille määräämä sääntö on, että matkapuhelimet eivät ole yleisissä tiloissa sallittuja kuin ainoastaan valokuvaukseen. Kiellon noudattamista helpottaa myös, että matkan aikana on matkapuhelinkenttä olemassa vain suurimmilla asemilla. Herra Vosin mukaan silloin vanhoina aikoinakaan ei ollut känny-



Matkustajavaunun käytävän viimeisteltyä puutyötä



Ravintolavaunu 1920-luvun tyyliin



Vaihdettuja vaurioituneita betoniratapölkkyjä oli matkan varrella runsaasti

Maailman pisin rautatiesuora 114 km

köitä, joten niitä ei saa käyttää tällä aikamatkalla junassakaan. Wifi-verkkoa tai televisiota ei junassa ole. Kaikki on vanhan ajan tyylin mukaista.

Jokaisen sviitin kylpyhuoneessa on suihkukaappi, ja Royal-tason sviitissä jopa kylpyamme. Sviiteissä on sohvapöytä, joista yksi pedataan parivuode.

Junan turvallisuudesta, erityisesti asemien pysähdysten aikana, huolehditaan siten, että junan ovet ovat lukittuina. Ikkunat ovat panssarilasia, eli niistä ei pääse tunkeutumaan ulkokautta hytteihin. Lisäksi ikkunoissa on näkösuojaksi tarkoitettuja ikkunaluukut, jotka on nostettava sulkuasentoon hyttistä poistuttaessa.

Junamatka kesti kolme yötä. Ensimmäisenä aamuna oli pysähdys Hwangen kansallispuistossa, jossa järjestettiin kolmen tunnin safariajelu. Mutta sen jälkeen sitten oikeastaan seuraavat päivät olivatkin vain matkantekoa ja maisemien ihailua.

Saapuminen perille Pretoriaan

Junan saapuessa pääteasemalle oli vastassa itse yhtiön omistaja Rohan Vos. Hän toivotti tervetulleeksi ja kätteli jokaisen matkustajan. Itse Pretorian aseman odotustila on kuin olohuone. Se on taidokkaasti vanhaan tyyliin kalustettu.

Matkan päätteeksi halukkaille oli yhtiön omistajan itse vetämä esittelykiertä aseman yhteydessä olevalle varikolle. Hän kertoi innostuneesti yhtiön historiaa ja esitteli palvelukonseptin.

Varikko on paitsi kunnossapitovarikko, myös uuden kaluston rakentamisverstaas. Uutta kalustoa rakennetaan jatkuvasti "vanhoista romuista" peruskorjaten.

Johtajalla on vahva usko yhtiön tulevaisuuteen. Ikää hänellä jo on, mutta jälkipolvi on vahvasti mukana yhtiön toiminnassa.

Matka oli hintansa-arvoinen elämys.

Teksti ja kuvat Lassi Matikainen



Rohan Vos esittelemässä varikkoaan. Taustalla veturin kunnostus käynnissä.



Rohan Vos ja kirjoittaja Pretorian asemalla



RATA 2025 – teemana houkutteleva raideliikenne

Rata-tapahtumat täyttävät ensi vuonna 25 vuotta. Rataseminaareja järjestetään jatkossakin. Väyläviraston sijasta järjestävä organisaatio on kuitenkin nyt Tapahtumantekijät Oy. Sisältöä suunnittelee entistä laajempi alan edustajista koottu ryhmä. Seuraava tapahtuma, Rata 2025 järjestetään tutussa paikassa Tampere-talossa 11.–12.2.2025.

Rata-tapahtumien kehitys

Rata-tapahtuma on rata-alan yhteiseksi kohtaamispaikaksi muodostunut seminaarikokonaisuus, joka on suunnattu raideliikenteen ammattilaisille, rautateistä kiinnostuneille sekä opiskelijoille.

Rata-tapahtumia on järjestetty vuodesta 2000 alkaen aluksi Ratahallintokeskuksen, sitten Liikenneviraston ja viimeksi Väyläviraston toimesta. Alun perin seminaareja alettiin järjestää uusimman rautatietekniikan esittelemiseksi. Seminaareista ne laajenivat tapahtumiksi, kun mukaan tulivat laajatkin näyttelyosastot.

Rataseminaareja on järjestetty kahden vuoden välein, poikkeuksena kolmen vuoden aikaväli 2020–2023 pandemian takia:

- Vantaalla Heurekassa (2000)
- Hyvinkäällä Sveitsissä (2002)
- Tampereella Tampere-talossa (2004, 2020 ja 2023)
- Lahdessa Sibelius-talossa (2006)
- Helsingissä Messukeskuksessa (2008)
- Jyväskylässä Paviljongissa (2010)
- Hämeenlinnassa Verkatehtaalla (2012)
- Turussa Logomossa (2014, 2016 ja 2018)

Uusi järjestäjä

Tapahtumantekijät Oy on perustettu vuonna 1992 ja se on yksi Suomen vanhimmista tapahtumatoimistoista. Tapahtumantekijöillä on tapahtumatoimistoista varmasti myös pitkäkestoisin ja laajin kokemus rata-alan tapahtumista. Ensimmäinen kosketus syntyi puitesopimuksessa Ratahallintokeskuksen kanssa. Yksi

alkuvaiheen projekteja tuolloin oli Kerava–Lahti-oikoradan avajaiset, joilla voitettiin myös kansainvälinen palkinto.

Ensimmäinen Rata-tapahtuma, jossa Tapahtumantekijät oli mukana, järjestettiin Jyväskylässä vuonna 2010. Myöhemmin Tapahtumantekijät tuotti Rata-tapahtumaa puitesopimuksen myötä myös Liikennevirastolle. Tuohon ajanjaksoon taas sisältyi mm. Kehäradan avajaiset.

Tällä hetkellä voimassa olevia rata-alaan liittyviä julkishallinnon puitesopimuksia Tapahtumantekijöillä on liikenne- ja viestintäministeriön, liikenne- ja viestintävirasto Traficom ja Väyläviraston kanssa. Yhteistyö useiden alan yritysten kanssa on myös tuttua.

Kaikkea tätä taustaa vasten Väyläviraston luopuessa Rata-tapahtuman järjestämisestä tuntui luontevalta jatkaa sen tuotantoa Tapahtumantekijöiden nimissä. Väylävirasto luopui järjestelyistä, koska toiminnan ei katsottu kuuluvan sen varsinaisiin tehtäviin.

Rata 2025 ja sen sisältö

Rata-tapahtuma on laatuaan ainoa rata-alaa laajasti kokoava forumi Suomessa. Mukaan ovat tervetulleita niin alan sisäpiiriläiset, alasta kiinnostuneet kuin sitä opiskelevat. Viranomaistahot ovat vahvasti mukana sisältöryhmässä, puhujina, osallistujina ja näytteilleasettajina.

Tapahtuman sisällön on tarkoitus olla yhtä vahvaa kuin aiemminkin. Vuoden 2025 pääteema on ”Houkutteleva raideliikenne”. Alateemoiksi on valittu ”Digitalisaatio ja automaatio”, ”Kestävä kehitys”, ”Innovaatiot”, ”Turvallisuus”, ”Osaamisen varmistaminen”, ”Yhteiskunnallinen vaikuttavuus”, ”Kaupunkiraideliikenne” ja ”Isot hankkeet”. Näistä ensimmäiseen kuuluvat mm. raideliikenteen automatisointi, ATO eli automaattinen liikennöinti, paikantamisteknologiat sekä tekoälyn hyödyntäminen raiteilla. Kestävässä kehityksessä mukana ovat elinkaariajattelu, vihreä siirtymä, kiertotalous, vastuullisuus sekä ilmastonmuutos niin hillinnän kuin varautumisen kannalta. Innovaatioissa käsitellään tekniikan edistysaskeleita ja turvallisuudessa kyberturvallisuutta, resilienssiä ja

2024**Helmikuu 2024**

Call for Papers aukeaa

Huhtikuu 2024

Call for Papers päättyy

Toukokuu 2024

Abstraktien arviointi

Kesäkuu 2024Abstraktit hyväksytyt
Ilmoittautuminen aukeaa**Syyskuu 2024**Ohjelma
julkaistaan**RATA 2025****2025****Helmikuu 2025**Tapahtuma 11.-12.2.2025
Tampere-talossa

tietysti erikseen ”safety” ja ”security” -osa-alueita. Osaamisen varmistamisessa luentoja toivotaan niin alan houkuttelevuudesta kuin oppimisesta ja tiedon jakamisesta. Yhteiskunnallinen vaikuttavuus -osiossa haluamme kuulla esityksiä raideliikenteestä osana kaupunkikehitystä, asiakasnäkökulmasta, teemasta siirtymisestä teiltä raiteille sekä kuljetusketjujen logistiikasta. Kaupunkiraide-liikenne puolestaan käsittää sekä raitiotiet, kevytadat (pikaraitiotiet) että metrot. Isoja hankkeita käsittelevissä esityksissä voi olla mukana niin ajankohtaisia kuulumisia kuin esimerkiksi kustannushallintaa.

Varmastikin päivien aikana tulee myös esille Rata-tapahtumien 25-vuotinen taival sekä koko maailman rautateiden 200-vuotisjuhlat, joita myös vietetään 2025.

Esitysten Call for Papers on jo auki tämän lehden ilmestyessä. Luentoehdotukset voivat olla tutkimusten ja kehitysprojektien ohella myös opinnäytetöiden esittelyjä; näin halutaan nuoriakin alalle tulevia mukaan puhumaan. Esittäjä saa ehdottaa pitääkö esityksen suomeksi vai englanniksi.

Esitykset valitaan tapahtuman sisältöryhmän toimesta juhannukseen 2024 mennessä. Sisältöryhmässä on laaja edustus viranomaistahoilta ja tilaajilta, millä osaltaan varmistetaan



Rata 2025 järjestetään tuttuun tapaan Tampereella. Kuva Markku Nummelin

Rata 2025 -sisältöryhmä

Markku Nummelin, puheenjohtaja
Kati Korpinen, sihteeri

Janne Hauta ja Maria Torttila, liikenne- ja viestintäministeriö
Sanna Mäkitalo ja Anne Silla, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom
Heidi Niemimuukko ja Jukka Ronni, Väylävirasto
Lauri Ahtiainen ja Sanna Järvenpää, Fintraffic
Tiia Loponen ja Heikki Luomala, Tampereen yliopisto
Juha Lehtola ja Jari Pylvänäinen, Digirata
Laura Järvinen ja Miia Kari, Rautatietekniikka-lehti

Radan säilyvän sisällöllisesti vähintään yhtä korkeatasoisena kuin aiemmatkin tapahtumat.

Aiempien tapahtumien toiveita on muutenkin kuultu ja ensimmäisen tapahtumapäivän illanvietto on sisällytetty vuoden 2025 ohjelmaan. Näyttelymyyntikin on lähtenyt käyntiin vauhdilla; vuoden 2024 alussa jo noin puolet näyttelypaikoista oli varattu.

Rautatietekniikka-lehti tulee olemaan Rata 2025 -tapahtuman yhteistyökumppani. Lisätietoja seminaarista ja mm. ilmoittautuminen tapahtuman sähköpostilistalle löytyy osoitteesta <https://rataevent.fi>

Tulevaisuutta

Rata-tapahtuman vetovoima on korkeatasoisissa esityksissä, mielenkiintoisissa näyttelyosastoissa sekä kävijöiden verkottumisessa ja keskusteluissa. Tapahtuman järjestäjien tavoitteena on taata tapahtuman jatkuvuus ja korkean sisällön säilyminen. Yhteistyössä alan aktiivien kanssa tapahtumasta halutaan järjestää yhä laadukkaampi ja osallistujien sekä näytteilleasettajien toiveet täyttävä. Kaikki palaute ja kehitysehdotukset ovat erittäin tervetulleita!

Teksti: Kati Korpinen ja Markku Nummelin



Tiedätkö mistä ratarakenteen ongelmat johtuvat?

Ratarakenteen kunnan heikkeminen johtuu monista tekijöistä. Tunnistamme ratarakenteiden ongelmat ja ehdotamme parhaat kunnossapitotoimet niiden hoitamiseksi.

Loram Finland Oy on johtava ratarakenteiden kunnan diagnostiikan ja integroidun analyysin asiantuntija sekä kunnossapitoratkaisujen osaaja Suomessa ja maailmalla. Mittaus- ja diagnostiikkapalveluidemme avulla saat ennakoivat, täsmälliset ja optimoidut kunnossapitoratkaisut ratarakenteiden ongelmiin.

Lisätietoja: Mika.A.Silvast@Loram.com
puh. 050 5430 008 / www.loram.com
Loram Finland Oy Åkerlundinkatu 2 A 33100 Tampere

LORAM
Finland
RATARAKENTEIDEN DIAGNOSTIIKAN PALVELUT

©2022 Loram Technologies, Inc.



**UUDENMAAN
INFRAKONSULTIT**

**Rakennuttaminen, Valvonta,
Ratojen turvallisuus- ja
henkilöstöpalvelut.**
040 - 844 7332
www.infrakonsultit.fi

Vauhditamme muutosta kohti kestäväää yhteiskuntaa

Katso lisää
afry.com/fi-fi/palvelut/infra

Making Future



Smart Infrastructure. Sustainable Railways.

Vossloh Cogifer Finland Oy
Vaihteet ja kääntölaitteet,
Kaipiainen, p. + 358 20 729 9939

vossloh.com

Vossloh Rail Services Finland Oy
Kiskotuotteet, kiskohionnat, ultraäänilaitteet ym.,
Kaipiainen, p. +358 400 738 317

vossloh
enabling green mobility

Ympäristötavoitteet radanpidossa

Radanpidossa ympäristöasioiden huomioiminen tulee korostumaan entisestään. Painopisteitä ovat mm. kiertotaloussuunnittelun edistäminen ja ilmastomuutokseen varautuminen.

Tämä artikkeli perustuu ryhmäkeskusteluun, jossa olivat mukana kirjoittaja sekä Väylävirastosta Henna Teerihalme, Paula Kajava, Taiju Virtanen, Karoliina Saarniaho ja Mikael Takala.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Ilmastonmuutos, sen hillintä, mutta erityisesti siihen varautuminen on vahvana esillä radanpidon suunnittelussa. Varsinkin Ilmatieteen laitoksen kanssa on tehty tiivistä yhteistyötä. Työhön on kuulunut mm. rautatieliikenteen kannalta kriittisten tuulien esiintymisalueiden selvitys.

Sään ääri-ilmiöt ovat entistä enemmän mukana ohjeissa. Ohjeistusta on myös muutettu ottamaan huomioon entistä paremmin korkeat lämpötilat ja niiden aikana työskentely, kuten pölynvaihto ja tukeminen. Vuonna 2023 rataverkolla ei ollut yhtään merkittävää hellekäyrää. Tähän vaikutti aiempaa parempi varautuminen ja helteellä tehtävän ratatyön ohjeistus.

Kiertotalous

Ratakiskojen ja muun raidemateriaalin kierrätys on tuttua jo vuosikymmenten takaa, mutta nyt koko sektorin kiertotalous on nousussa. Kiertotalouden kokonaiskuvassa haetaan seuraavia steppejä vaikuttavimmasta lähtien. Kiertotalouden pitäisi lähteä liikkeelle liikennejärjestelmän suunnittelusta alkaen. Tavoitteena on tällöinkin luonnonvarojen kulutuksen vähentäminen. Hankesuunnittelussa vahvistetaan kiertotaloussuunnittelun roolia.

Kiertotalouden kannalta oleellista on materiaali kierron edistäminen ja esimerkiksi ns. ”metsävarastojen” saaminen käyttöön. Infran massojen hallintaan haetaan tehokkaimmat keinot. Esimerkiksi käynnissä olevaan Kupittaa–Turku-hankkeeseen on nimetty erityinen massakoordinaattori. Hän varmistaa massojen käytön optimoinnin ja edistää materiaalien kiertoa. Materiaalitiedon hallinnan ja massakoordinaation lisäksi korostuvat ohjeet ja niissä kiertotalouden huomioiminen. Esimerkiksi Ratatekniset ohjeet (RATO) eivät vielä aina ota huomioon kiertotaloutta. Kiertotaloudesta tehdään myös opinnäytetöitä; parhaillaan sellainen on työn alla erästä siltahankkeesta.





Tärinärajoituksesta johtuva kaikkia junia koskeva 40 km/h nopeusmerkki vielä jäljellä Toijalasta Turun suuntaan. Joulukuussa 2023 rajoitus muutettiin koeajalla koskemaan vain yli 2500 tonnia painavia GOST-kalustolla ajettavia tavarajunia.

EU-taksonomia radanpidossa

Euroopan unioni on luonut Euroopan vihreän kehityksen ohjelman (Green Deal), jonka tarkoituksena on edistää unionin tavoitetta olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä. Osana tätä ohjelmaa EU on luonut kestävän rahoituksen luokittelujärjestelmän eli EU-taksonomian, jonka tavoitteena on saada rahoitusmarkkinat suosimaan ympäristön kannalta kestävämpiä ratkaisuja. Mukana on myös vaatimuksia kierrätysmateriaalin määrästä.

Jo nyt yritysten tulee raportoida miten he edistävät vihreän siirtymän tavoitteita. Tämä dokumentointitarve on ymmärrettävästi herättänyt keskustelua toimijoiden keskuudessa. Haasteita voi tuoda, miten mallit sopivat Suomeen, koska ne kattavat koko EU:n erilaisine olosuhteineen.

Hiilijalanjäljen vähentäminen

Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmä -ohje tuli voimaan 1.11.2023. Väylävirasto on koonnut sen yhdessä Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Ohje mahdollistaa yhdenmukaisen tavan infrarakentamisen CO₂-päästöjen laskentaan erityisesti liikenneväylien, mutta myös puistojen ja muun julkisen infran osalta. Siinä on kuvattu hiilijalanjäljen arvioinnin sisältö, mukaan lukien arviointiin sisältyvät elinkaaren vaiheet ja tulosten raportointi. Menetelmäohjeen tarkoituksena on varmistaa, että suunnitteluhankkeissa päästöt lasketaan keskenään vertailukelpoisella tavalla. Joulukuussa 2023 infrahankkeiden laskentapalvelu Ihkussa otettiin käyttöön toiminto, joka tuottaa tietoa hankkeessa syntyvistä CO₂-päästöistä kustannustiedon ohella.

Väylävirastossa vähähiilisyden arviointimenetelmää tullaan edellyttämään kaikissa suunnitteluhankkeissa, joista laaditaan hankearviointi, käytännössä siis yli kahden miljoonan euron hankkeissa. Arviointia edellytetään suunnittelusta saatavaan määrätietoon perustuen jo varhaisessa vaiheessa hankkeen elinkaarta, tarkentuen suunnitteluvaiheittain aina hankkeen toteutukseen asti. Ohje koskee kaikki väylämuotoja, mutta painottuu alkuvaiheessa rata- ja tiehankkeiden suunnitteluun.

Ohjeen mukaan on toimittava siis kaikissa käynnistyvissä hankkeissa. Ohjeen mukainen arviointi tulee sisällyttää suunnittelutoimeksiintoon. Pilotointien jälkeen ohjeesta on jo saatu ensimmäisiä käyttökokemuksia.

Hankkeista, joista on tehty päästölaskentaa suunnitteluvaiheessa, seurataan sitä myös toteutusvaiheessa. Mukaan saadaan siten mm. todelliset työsuoritteet ja polttoaineiden ja materiaalien toteutuneet käyttömäärät. Näin saadaan selville toteutuneet päästöt ja niitä voidaan verrata suunniteltuihin. Samalla nähdään miten päästövähennykset ovat toteutuneet työn aikana.

RATO-ohjeet

Ympäristöperiaatteet-työ on käynnissä Väylävirastossa. Siihen kuuluu myös ympäristöohjeistuksen kehittäminen. Ratatekniset ohjeet osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet on tullut voimaan jo 1.12.2021. Ympäristöä tukevia asioita käsitellään myös monissa muissa RATO:n osissa. Tulevissa päivityksissä tarkastellaan mm. kiertotaloutta ja vaatimuksissa pyritään ohjaamaan vihreämpiin rakenteisiin.

Esimerkki rakenteiden kiertotaloudesta voivat olla betoniratapölkkyt. Ensisijaisesti tulee varmistaa, että betonipölkkyjen laatu mahdollistaa pitkän elinkaaren. Kun niiden käyttöikä alkuperäisessä kohteessa päättyy, etsitään uusi käyttöpaikka esimerkiksi sivuraiteilla tai yksityisraiteilla. Jos pölkkyt eivät sovellu enää radalle, voidaan niille etsiä sellaisenaan muita käyttökohteita. Viimeisenä kiertotaloustoimena betonipölkkyt voidaan hyödyntää betonimurskeena. Betonimurskeelle tulee etsiä hyötykäyttökohde, jossa betonimurskeella pystytään korvaamaan neitseellisen materiaalin käyttöä.

Myös mm. vieraslajitorjunta ja ekosysteemihotellien ylläpito vaativat omat pelisääntönsä. Kumpaakin on jo toteutettu, vaikka ne eivät ole vielä esim. RATOissa. Yleisesti ohjeiden päivitykset vaativat kuitenkin vielä runsaasti perusselvitystyötä ja tutkimusta.

Rautatiemelu

Uusi meluntorjunnan toimintasuunnitelma valmistui 2023. Siinä on esitetty linjaukset ja keinot, joilla Väylävirasto pyrkii vähentämään melulle altistumista rautateiden varsilla seuraavien viiden vuoden aikana sekä siitä eteenpäin. Toimintasuunnitelma on laadittu täyttämään EU:n ympäristömeludirektiivin ja valtioneuvoston asetuksen vaatimukset meluntorjunnan toimintasuunnitelmalle. Esimerkiksi pääradalla Helsingin ja Tampereen välillä on seitsemän rakenteellisen meluntorjunnan kohdetta, joita ei ole

vielä missään hankkeessa. Karkea kustannusarvio näille kohteille on yhteensä noin 20 miljoonaa euroa.

Meluesteiden rakentamisen lisäksi toimintasuunnitelmassa on mukana toimenpiteet matalan meluesteen hyödyntämiseksi raideliikennemelun torjunnassa, kiskonhionta, rautateiden liikenneennusteet ja kaavoitus, meluntorjunnan tarkoituksenmukainen suunnittelu, rakentamisen aikaisen melun torjunta ja hallinta sekä melusteiden kunnossapito. Näille toimenpiteille ei ole laadittu kustannusarvioita, koska ne vaativat tarkempia selvityksiä toteutusedellytyksistä, jolloin myös kustannukset määrittyvät. Monet toimenpiteistä edellyttävät toteutuakseen yhteistyötä eri viranomaistahojen välillä.

Matalan meluesteen rakennetta ei olla muuttamassa, mutta sen mallintamista parannetaan. Näin niille haetaan lisää sopivia käyttökohteita. Työssä tehdään lisää mittauksia, joilla arvioidaan käyttökohteita. Kiskon karheuden mittausta kehitetään; varsinkin mittauksen fyysistä toteuttamista pyritään nopeuttamaan uusilla mittaustekniikoilla. Kiskojen hionta on vähentänyt melua merkittävästi, kun lähtökohtana on ollut huonokuntoinen kisko. Hyväkuntoisessa kiskossa ei vähennystä ole tullut paljonkaan. Hyvä rata ja kalusto pitävät melun kurissa. Mitä paremmassa kunnossa kiskot ja pyörät ovat, sitä vähemmän melua syntyy!

Myös rakentamisen aikaista meluntorjuntaa terävöitetään. Meluilmoitusten tekoa asukkaille helpotetaan mm. työkoneiden entistä täsmällisemmällä melutiedoilla. Lisäksi vanhimpien melusteiden kuntoa ja kunnostamista selvitetään.

Rautatietärinä

Tärinän osalta on alkamassa tutkimushanke ratapölkkyjen alle tulevien pohjainten ja sepelialusmattojen käytöstä. Alun alkaen pohjaimia on käytetty raideseppelin jauhautumisen vähentämiseksi, mutta nyt tarkastellaan enemmän myös tärinän vähentämistä. Selvitettävänä on myös, saadaanko eri kalustotyypeille perustärinäkerroimia.

Yleisesti tärinäongelmat ovat vähentyneet itäisen yhdysliikenteen vähenemisen myötä. Kotimaan liikenteessä olevista GOST-



Pohjaimellinen betoniratapölkky on merkitty P-kirjaimella.

vaunuista ei synny merkittäviä ongelmia, koska ne on kuormattu lähinnä raakapuulla sen verran epätasaisesti, ettei toistuvan tasaisen kuorman häiritsevää taajuutta synny. Ongelma oli suurin varsinkin tasaisesti kuormatuilla hiilivaunuilla.

Vanhoja tärinänopeusrajoituksia tarkastellaan. Esimerkiksi Toijalan Turun suunnan rajoitus poistettiin koeajaksi joulukuussa 2023. Nyt se koskee vain yli 2500 tonnin GOST-kaluston junia; muilla junilla ei ole enää rajoituksia.

Vaihtoehtoiset käyttövoimat

Väylävirasto on käynnistänyt syksyllä 2023 raideliikenteen vaihtoehtoisia käyttövoimia koskevan selvityksen laadinnan. Selvityksen taustalla on koko liikennesektorin tavoite vähentää ilmastopääs-



Ratatyökonemarkkinoilla on jo tarjolla täyssähköisiä raskaitakin työkoneita. Ajolangan alla virta otetaan virroittimella ratajohdosta.

Kreosoottikyllästetyt rataan tulevat ratapölkkyt vaativat nykyään suojauksen välivarastoinnin ajaksi. Suojauksen kestävydestä on huolehdittava.



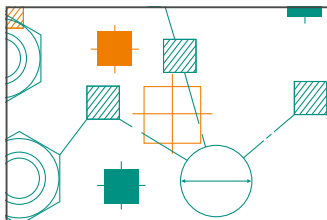
töjä ja siirtyä kohti fossiilitonta liikennettä. Rautateillä tämä koskee toki lähinnä sähköistämätöntä rataverkkoa ja liikennettä, joka tällä hetkellä hoidetaan dieselledolla. Työn tavoitteena on kartoittaa erilaisia vaihtoehtoja ja vaihtoehtoisten käyttövoimien käytön mahdollisuuksia sähköistämättömällä rataverkolla niin henkilö-, tavara- kuin vaihtotyöliikenteessä.

Radanpidon töiden osalta tarkoitus on edetä myös vaihtoehtoihin käyttövoimiin, mutta pienin askelin. Tavoitteena on, että vaihtoehtoisten käyttövoimaa käyttävien työkoneiden osuus kasvaisi vähitellen. Ongelma on erityisesti koneiden lataus työmailla. Ensimmäisessä vaiheessa edettänee pieniin koneisiin, vaikka Keski-Euroopassa on jo markkinoilla täyssähköisiä tukemiskoneitakin. Lisäksi seurataan dieselkoneisiin sopivan uusiutuvan polttoaineen kehitystä.

Kreosootti ratapölkkyjen kyllästyksessä

Kreosootti tehoaineena on hyväksytty EU-tasolla uusien puuratapölkkyjen kyllästysaineena 31.10.2029 saakka. Yksittäisillä valmisteilla saattaa olla lyhyempiäkin kansallisia voimassaoloaikoja. Komposiittipölkkyjen käyttöä on selvitetty puuratapölkkyjen korvikkeena. Vuonna 2024 kahteen KRV-risteysvaihteeseen asennetaan koemielessä komposiittivaihtepölkkyt. Kreosoottipölkkyjen varastointiin on tullut jo tiukennuksia. Ne tulee peittää suojalla väliaikaisissakin varastoissa.

Teksti ja kuvat: Markku Nummelin



WINDHOFF

KLEIN
Anlagenbau AG

ELH

MPV Ventus -ratakuorma-auto

MODULAARINEN

- Vastaamaan asiakkaan vaatimuksia.
- Voidaan varustaa nosturilla, kabiinilla, halutulla runkovaihtoehdolla, varusteilla jne.

MONITOIMISUUTTA

- radan huoltotöihin, mittaukseen, kiskon hiontaan.

KESTÄVIÄ RATKAISUJA

- tämän päivän ja tulevaisuuden ratatöihin.

>> algoltechnics.fi/rautatietekniikka



MPV-Ventus antaa enemmän

Ajankohtaista rautateiden turvallisuudesta

Radanpidon turvallisuusohjeet TURO

Uusi Radanpidon turvallisuusohjeet TURO on julkaistu ja se tulee voimaan 15.4.2024. Voimaantulon alla järjestetään radanpidon toimijoille kolme Teams-infotilaisuutta, 30.1., 28.2. ja 27.3.2024.

Keskeinen syy ohjeen päivitykselle on määrämuotoisen puheviestinnän palauttaminen ratatyöprosessiin, RUMA-sovelluksen käytön rinnalle. Ohjeen voimaantulon jälkeen ratatyövastaavan tulee tehdä ratatyöluvan pyytäminen, muuttaminen ja päättäminen aina suullisella määrämuotoisella puheviestinnällä. RUMA-sovellusta käytetään jatkossakin, ja sillä tehdään ratatyöluvan pyytämisen, muuttamisen ja päättämisen sähköinen dokumentaatio.

Muutoksen taustalla on pienentää riskejä, jotka voivat liittyä RUMAn ja liikenteenohjauksen käyttämän LOKI-järjestelmän toimintaan tai niiden käyttäjien virheisiin.

Lisäksi TUROon tehty muita, pienempiä tarkennuksia. Muutetut kohdat on merkitty ohjeeseen mustalla palkilla.

Ohjeen valmistuminen harmillisesti viivästy suunnitellusta. Tästä syystä ratatyövastaavien vuosittaisten kertauskoulutusten aloittamista jouduttiin lykkäämään. Vuoden 2023 kertauskoulutus tulee olla suoritettuna ohjeen voimaan tulon 15.4.2024 mennessä. Vuoden 2024 kertauskoulutus tulee puolestaan suorittaa 31.12.2024 mennessä.

Ratatöiden toimintatavat ETCS-radalla tarkasteluun

Digirata tuo rautateille paitsi täysin uutta tekniikkaa, myös muuttaa toimintatapojamme. Digirata-projekti laati vuonna 2023 alustavan Ratatyökonseptin, jossa tarkasteltiin ratatöiden mahdollisia toimintatapoja ERTMS-radalla.

Konseptin myötä TURO-toimikunta aloittaa vuonna 2024 toimintatapojen tarkentamisen riskienarviointiin perustuen. Tuloksena syntyy tiivis ohje radalla tehtävien toimintatavoista ETCS-radalla. Vaikka ETCS tuntuu vielä osin kaukaiselta, ei ensimmäisen rataosan käyttöönottoon kuitenkaan ole kovin montaa vuotta, ja menettelyjen on hyvä olla valmiina hyvissä ajoin.

Turvallisuuden laadunhallinnan kehittäminen

Väylävirasto toteutti keväällä ja kesällä 2023 turvallisuuden laadunhallintaan liittyvän kyselyn. Kysely ja sitä seuranneet työpaikat oli suunnattu rautatieturvallisuuden parissa työskenteleville rakennuttajakonsulteille, valvojille, suunnittelijoille ja käyttöönototarkastajille sekä Väyläviraston projektipäälliköille, turvalaitevalvojille ja turvalaiteasiantuntijoille. Kyselyyn vastatattiin nimettömästi, jolloin vastaajan nimi tai organisaatio ei tullut esille.

Keskeisinä tuloksina kyselystä nousi esille kehittämistä kaipaaviksi teemoiksi hankinta-asiakirjat, rautatieturvallisuuden osaaminen (sis. toiminnallinen turvallisuus) ja osaamisvaatimukset, koulutusten laatu ja sisältö, valvonnan tehtävät ja osaaminen, käyttöönoton prosessi sekä hankkeiden aikataulutusmalli. Lisäksi nähtiin hyväksi vahvistaa mestari-kisälli-mallia, tarkentaa viraston sisäisen organisoitumista turvalaiteasioissa ja jatkojalostaa aiheesta aiemmin toteutettua riskienarviointia.

Tulosten pohjalta valittuja toimenpiteitä on kirjattu viraston toimintasuunnitelmaan.

Tasoristeyslaitokset ratatyössä

Ratatyön aikana joudutaan usein kytkemään tasoristeyslaitoksia pois päältä. Tarpeen saattaa aiheuttaa joko itse tasoristeyslaitokseen kohdistuva huoltotyö tai esimerkiksi radalla tehtävä työ, joka aiheuttaisi tasoristeyslaitoksen turhan hälytyksen.

Ratatyötä suunniteltaessa tasoristeyslaitoksen käytöstä poisto tulee merkitä RT-ilmoituksen työnosaan. Tällöin RUMA-sovellus muistuttaa ratatyövastaavaa asiasta, kun hän on päättämässä työnosaa tai koko ratatyöluvaa.

Uuteen TURO:on on tarkennettu, että ratatyövastaavan tulee ilmoittaa tasoristeyslaitosten ratatyön aikaisesta käytöstä poistosta, käyttöön palauttamisesta tai käytöstä poiston jatkumisesta liikenteenohjaukselle sekä käyttökeskukseen. Lisäys on tehty siksi, että liikenteenohjaus ja käyttökeskus tietävät järjestelmistä havaittavan käytöstä poiston olevan suunniteltu, eikä kyseessä tällöin ole esim. vika tai ilkivalta.

Tasoristeyslaitoksen takaisin päälle laittamisen muistaminen töiden päättyessä on keskeinen turvallisuustekijä.

Siksi seuraavat seikat ovat erittäin tärkeitä:

- työn suunnittelussa tunnistetaan, täytyykö tasoristeyslaitoksia kytkeä pois päältä
- merkitään asia RT-ilmoituksen työnosaan
- sovitaan vastuuhenkilö tasoristeyslaitoksen takaisin päälle kytkemiseen (yleensä ratatyövastaava)
- varmistetaan työryhmän yhteinen tietoisuus asiaan liittyen
- huomioidaan alueella mahdollisesti olevat muut työryhmät ja urakoitsijat: vastuut ja roolit, tiedonjako
- ennen työnosan / ratatyöluvan päättämistä varmistetaan, että tasoristeyslaitos on kytketty takaisin päälle

Rautateiden nopeusrajoitusten turvallisuuden riskienarviointi

Keväällä 2023 toteutettiin riskienarviointi koskien rautateiden nopeusrajoitusten turvallisuutta. Työhön kutsuttiin mukaan edustajat rautatieliikenteenohjauksesta, koulutuslaitoksista, rautatieyrityksistä, urakoitsijoista, JKV-suunnittelusta sekä Väylävirastosta. Kokonaisuus sisälsi asiantuntijoiden haastattelut sekä neljä riskityöpajaa.

Nopeusrajoituksiin liittyvien riskien keskeinen potentiaalinen seuraus on tilanne, jossa yksikkö ajaa ylinopeutta sallittuun nopeuteen nähden. Syytekijöitä tunnistettiin kokonaisuudessaan 206. Riskienarvioinnissa todettiin, että riskin toteutumiseen tai estämiseen osallistuu usea toimija; nopeusrajoitusten hallinta kokonaisuutena onkin yksi rautateiden monitoimijaympäristön haastavimpia asioita.

Riskienarvioinnissa keskeisiksi toimenpidesuosituksiksi tunnistettiin:

- nopeusrajoitusten hallintaan liittyvien osaamisvaatimusten ja pätevyyksien tarkentaminen ja osaamisen kehittäminen
- nopeusrajoitusten maastossa tapahtuvan hallinnan vastuiden tarkentaminen
- nopeusrajoitusten prosessin ohjeistuksen tarkentaminen
- nopeusmerkkien käyttämisen periaatteiden tarkentaminen
- tietojärjestelmäkehitys

Työ jatkuu, ja erityisesti nopeusrajoitusten prosessin ohjeistuksen kehittäminen ja tietojärjestelmäkehitys on hyvässä vauhdissa.

Lunta, vettä, tuulta

Ilmastonmuutos on meille kaikille tuttu termi. Myös normaalit sääilmiöt aiheuttavat usein haittaa ja harmia rautatieliikenteelle. Alkuvuoden 2024 aikana tullaankin riskienarvioinnin avulla tarkastelemaan niitä sääilmiöitä, jotka voivat aiheuttaa vaaraa rautatieliikenteen turvallisuudelle.

Riskienarvioinnissa tullaan keskittymään niihin päivittäisen tason toimenpiteisiin, joilla voidaan pienentää sääilmiöistä aiheutuvien turvallisuus- ja toimintavarmuusriskien todennäköisyyttä ja niiden seurauksia. Tarkoituksena on huomioida jo käytössä olevat menettelyt ja tarvittavissa määrin tarkentaa niitä siten, että ne antavat selkeät työkalut riskien pienentämiseen operatiivisessa toiminnassa.

Toimenpiteet on tarkoitus määrittää sellaisiksi, että ne voidaan suoraan viedä Väyläviraston sekä muiden rautatiealan toimijoiden ohjeisiin tai toimintakortteihin.

Teksti: Marko Tuominen

MIPRO

JOENSUUN RATAPIHAN ASETINLAITEJÄRJESTELMÄ RBC-RAJAPINNALLA

Toteutettu turvalaitejärjestelmän modernisointiprojekti sisälsi ratapihan asetinlaite- ja akselinlaskentajärjestelmien, opastimien valoyksiköiden, raideopastimien sekä kolmen tasoristeysjärjestelmän toimituksen. Urakan viimeinen käyttöönotto ja liikenteelle luovutus toteutettiin 14.12.2023, jonka jälkeen ratapihan ohjaus siirrettiin kokonaisuudessaan Mipron uudelle asetinlaitteelle.



Katso video projektista YouTube-kanavalta

mipro.fi



Tavara-asema vasemmalla ja pastaravintola oikealla.

Tavara-asemasta kulttuuritaloksi

Tampereen vuonna 1907 valmistunut VR:n tavara-asema on kokenut monien vaiheiden jälkeen ehkä yllättävänkin muutoksen. Alkuperäinen käyttö päättyi, kun Viinikkaan valmistui uusi ratapiha, jolloin vanha tavara-asema joutui purku-uhan alle. Ongelmaksi muodostui sijainti, joka 'pakotti' linjaamaan läpiajettava Ratapihakatu tavara-asema kiertäen. Pääosin tästä syystä pohdittiin pitkään yli satavuotiaan tavara-aseman purkamista. Tästä syntyi aktiivinen kansalaisliike puolustamaan histo-

riallista rakennusta. Tämä vastakkainasettelu päättyi, kun Tampereen kaupunginvaltuusto hyväksyi vuonna 2016 kaavan, jossa Tavara-asemarakennus siirrettiin vanhan rautatieläisten seurantaloon (Morkun) paikalle. Siirto herätti paljon keskustelua, mutta toteutui onnistuneesti vuonna 2020 kesällä. Tästä alkoi valmistautuminen yli 1000 hengen tapahtuma- ja konserttitaloksi, joka avasi ovensa 13.1.2023. Vastaanotto on ollut kuluneen vuoden perusteella varsin onnistunut.

Taustaa

Tavara-asema on jugend-tyylinen ja valmistui vuonna 1907. Sen on suunnitellut Rautatiehallituksen pääarkkitehti Bruno Granholm (1857-1930). Sekä Tavara-aseman että sen vieressä olevien hirsisten rautatieläisten seurantaloon, 'Morkun', ja veturimiesten entisestä asuintalon kohtalosta kiisteltiin vuosia. Ratapihakadun linjaukselle ei löydetty muita vaihtoehtoja kuin suora linjaus silloiselle Tavara-aseman paikalle tai kiertää Tavara-asema. Tavara-aseman siirto oli keskusteluissa mukana, mutta se edellytti rautatieläisten seurantaloon 'Morkun' purkamista. Siirtoa pidettiin myös kalliina.

Varmaan harva rakennus on aiheuttanut näin paljon tunteita näiden kaikkien kolmen rakennuksen suhteen. Se on toisaalta ymmärrettävää, onhan kyse vanhoista historiallisista rakennuksista ja niiden muodostamasta miljööstä. Tilanteeseen liittyi myös pienimuotoinen talonvaltaus, joka päättyi rauhallisesti valtaajien poistuttua omatoimisesti poliisipartion vielä ollessa paikalla. Nämähän ovat tunneasioita, joita ei voi rahalla mitata.



Tavara-aseman ja Pastaravintolan tyyliteltyt logot.

Siirto toteutui

Lopulta päädyttiin ratkaisuun, jossa rautatieläisten seuratalo 'Morkku' purettiin ja Tavara-asema siirrettiin sen paikalle. Veturimiesten asuintalo säilytettiin.

Siirto tapahtui heinäkuussa 2020. Siirron urakoi Kreate. Siirto-osuuden suoritti alankomaalainen Mammoet, joka on erikoistunut tämän tyyppiin siirtoihin. Koko Tavara-aseman painoksi arvioitiin 5000 tonnia. Siirrettäessä sen paino oli vajaa 2000 tonnia, koska katto ja väliseinät oli purettu. Kyse lienee ensimmäisestä Suomessa siirretystä tiilirakennuksesta. Tavara-asemaa nostettiin 1,4 m ja sitä siirrettiin n. 28 m ratapihalta pois päin. Näin saatiin tilaa suoralle Ratapihankadun linjaukselle. Siirto onnistui hyvin, kesti n. 3 tuntia ja maksoi 2,7 miljoonaa euroa. Siirron valmistelut vahvistuksineen ja siirtoratoineen olivat mittavat.

Mitä siirron jälkeen

Tampereen Kulttuurikamari Oy ilmaisi jo vuonna 2013 kiinnostuksensa rakennuksen tulevaisuuden suhteen. Mahdollisuus realisoi-tui vuoden 2021 alussa operoida jatkossa talon toimintaa.

Näin alkoi rakentumaan historiallisen Tavara-aseman seinien sisälle uusi konsertti- ja tapahtumasali. Tietenkin myös ulkopuoli restauroitiin. Tavara-asema on Tullikamarin tavoin Tampereen Kulttuurikamari Oy:n hallinnoima. Se on Tapahtuma- ja konserttitalo yli 1000 hengelle ja jakautuu kahteen kerrokseen, parveen ja permantoon. Ensimmäinen kerros ja pääsisäänkäynti ovat esteet-tömiä. Tekniikka on nykyaikainen ja laadukas.

Tavara-aseman vieressä oleva yli satavuotias hirsitalo toimi aikanaan veturimiesten asuintalona. Sen purkaminen oli myös uhan alla, mutta siitä onneksi luovuttiin. Rakennus restauroitiin



Tavara-aseman esteetön pääsisäänkäynti.

ja siinä aloitti suosittu pastaravintola viime vuoden kesällä. Kellarikerroksessa on myös yksi pakohuone ja muutama tulee lisääkin. Pakohuonepelissä on jokin miljöö, jossa toiminta tapahtuu. Sitä pelataan yleensä 2-6 hengen joukkueilla. Peliin liittyy ongelmaratkaisuja tietyssä ajassa ja sitä myöten onnistumisen elämyksiä.

Tavara-asema uudistettuna avattiin 13.1.2023 ja tuo ravintola siis viime kesänä. Myös Tavara-asemalla on oma ravintola.

Median mukaan jo ensimmäinen hieman vajaakin vuosi on osoittanut menestystä. Lyhyessä ajassa siitä on tullut tamperelaisen ja muidenkin suosikki. Sinne on helppo tulla. Se on aivan rautatieaseman lähellä sen vastakkaisella puolella. Helpointa onkin tulla junalla, vaikka parkkipaikkojakin löytyy esim. Hämpin parkista. Ohjelma on ollut monipuolinen ja yleisö on paikan löytänyt!

Palkintoja heti alkuun

Onnistuminen luo menestystä. Tavara-asema palkittiin valtakunnallisesti vuoden tapahtumapaikkana musiikkialan ammattilaisten Industry Awards -gaalassa viime lokakuussa.

Tavara-asema on palkittu myös Aamulehden jakamalla **Valo**-palkinnolla.

Tavara-asema sai myös tunnustusta Tampereen kaupungilta 7.2.2024, jolloin luovutettiin Raatihuoneella **Vuoden 2023 kulttuuriteko** -palkinto Tavara-aseman henkilökunnalle.

Asemanseutu kehittyy monipuolisesti

Tampereen henkilöratapiha, rautatieasema, asematunneli ja lähisillat uudistuvat lähivuosina. Hanke on mittava ja maksaa yli 200 miljoonaa euroa. Se toteutetaan yhteistoimintahankkeena, jonka osapuolia ovat Väylävirasto, Tampereen kaupunki, VR ja Fintraffic sekä keväällä valittava palveluntuottaja. Varsinainen rakentaminen alkaa noin vuoden kuluttua. Hanketta rahoittaa Väylävirasto n. 163 M€, Tampereen kaupunki n. 35,5 M€ ja VR n. 2 M€. Yksityiskohtana voisi mainita Tampereen rautatieaseman suojellut katokset, jotka ovat valmistuneet vuonna 1936. Ne ovat odottaneet korjaamista jo 16 vuotta. Vuonna 2007 niitä jouduttiin hieman kaventamaan kaksikerroksisten IC-vaunujen johdosta. Alkavassa hankkeessa nuo katokset ennallistetaan alkuperäisen kaltaiseksi lukuun ottamatta tuota aiemmin tehtyä kavennusta.

Tuon koko runsaan 200 miljoonan euron hankkeen valmistuttua toteutunee ensi vuosikymmenellä asema-alueen ylle kansi, jonka päälle odotetaan tornitaloja. Tämä olisi jatkoa nykyiselle Nokia-areenan rakennuskompleksille!

Teksti ja kuvat Matti Majjala



Tavara-asema sisältä. Johtokeskus keskellä ja reunoja kiertää parvitila.

Siltojen tarinoita



Kuva 1. Raudanjoen ratasilta sijaitsee Sukevalla.

RAUDANJOEN RATASILTA

Savon radalla on enää muutamia vanhoja teräspalkkisiltoja. Näistä kaksi sijaitsee Sukevalla Iisalmen ja Kajaanin välisellä rataosuudella. Tenetinvirran ja Raudanjoen terässillat uusittiin viimeksi 1960 – luvulla. Vaikka sillat ovat edelleen hyvässä kunnossa, ne ovat olleet jatkuvan mielenkiinnon kohteena rakentamisestaan saakka sillan ja radan yhteen toimivuuden tai toimimattomuuden takia. Varsinkin suora Raudanjoen ratasilta radan kaarrekohdassa on osoittautunut vaikeaksi kohteeksi niin suunnittelijoille kuin kunnossapidollekin. Keskustelu siltapaikan haasteista todennäköisesti jatkuu vielä edelleen.

Savon rata oli valmistunut Kuopioon saakka 1888 ja jatkettu Iisalmeen 1902 ja Kajaaniin saakka vuonna 1904. Alun perin jatkeet oli ajateltu rakentaa rahojen säästämiseksi kapearaiteisena, mutta tästä ajatuksesta kuitenkin luovuttiin ennen rakentamispäätöstä. Merkittäviä taitorakennekohteita Kuopiosta Kajaaniin olivat Kallaan silta- ja pengerrystyöt, Paloisvirran ylitys Iisalmessa sekä Sukevan alueella olevat siltarakenteet.

Kontiomäelle saakka Savon rataa jatkettiin vielä 1920-luvulla hankkeessa, jossa rakennettiin yhteys Oulusta itään Savon radalle ja Karjalan radalle. Samalla Kontiomäestä tuli merkittävä risteysasema, jossa nykyisin lähtee ratoja viiteen suuntaan.

Vuonna 1962 käynnistyi rataosalla Iisalmi – Kontiomäki perusparannushanke, jossa uusittiin vanhoja terässiltoja. Hankkeessa tilattiin Rauma-Repola Oy:ltä Sukevalla olevien Raudanjoen ja Tenetinvirran uudet terässillat sekä Vaasaan Vaskiluodon ratasilan uudet teräsjänteet.

Sukevalla Raudanjoen siltapaikalla pidettiin osapuolten välillä katselmus marraskuussa 1963. Katselmuksessa todettiin, että ratasillan kannenvaihto merkitsi myös muutostarpeita maatuikiin.

Lopulta laakeritasoja sekä levennettiin että korotettiin vuonna 1964, koska betonointityöt ja kylmien kivimuurien vaatima lämmittäminen seuraavana talvena arvioitiin tulevan liian kalliiksi.

Terästoimittajan näkemys oli, että heiltä jo tilattujen siltojen valmistusohjelmat menisivät sekaisin, jos siltojen kokoamista lykättäisiin vuodelle. Tilaaja ja toimittaja sopivat siltojen kokoaamisesta Sukevan ratapihalta varatulla 60 * 10 metrin alueella. Alun perin teräsjänneet oli tarkoitus koota siltapaikalla vanhan sillan vieressä VR:n toimesta rakennettavien telineiden varaan ja suorittaa siltajänneiden vaihto siirtämällä Rauma-Repolan toimesta. Tämän avulla saatiin säästöä siltapaikan telinekustannuksissa, eikä Rauma-Repolakaan veloittanut tästä muutoksesta enempää.

Alustava uusi siirtosuunnitelma oli, että vanhat sillat nostetaan paikoiltaan ja asennetaan maatuojien päälle siirtovaunut. Kun uudet sillat on saatu siirrettyä ratapihalta alusvaunuilla siltapaikalle, vanha silta vedetään pois väliaikaisilta tuilta samalla siirtäisi uusi jänne paikoilleen. Vanha silta ja uusi silta olisi siirron aikana yhteen liitettyä toisiinsa. Lopulta uusi silta laskettaisiin nostureilla paikoilleen.

Maatuen muutostyöt valmistuivat vasta syksyllä 1964, joten sillan siirto päätettiin toteuttaa vasta seuraavana vuonna. Lopullinen siirtopäivä oli 27.9.1965. Rata katkaistiin liikenteeltä aamulla klo 9.06 kun pikajuna P71 oli ohittanut Sukevan. Valmistelujen jälkeen uudet sillat työnnettiin asennuspaikalle klo 12.18–12.25. Vanha silta oli saatu siirrettyä paikoiltaan ja uusi sen tilalle klo 15.45 mennessä, minkä jälkeen tehtiin vielä kiskojen naulausta. Kun vanha silta oli saatu siirrettyä pois, saatiin rata avattua liikenteelle klo 17.40 aikana. Vain lyijyjen valu laakerialustoille jäi seuraavalle päivälle, mutta muuten koko operaatio tehtiin nopeasti 8,5 tunnin aikana.

Nopeuksien noustessa siltapaikan geometria on ollut koko ajan huolenaiheena. Sillan korkeusviivasta ja sijainnista siirtymäkaarella on käyty dokumentoitua keskustelua jo 1960-luvulta lähtien. Jonkinlainen ongelma sillan taustat ja raiteen epäjatkavuuskohta on ollut jo 1978, jolloin sillan taustoille tehtiin pohjatutkimuksia mahdollisten painumaongelmien selvittämiseksi.

Selvitykset liittyivät rataosan siltojen perusparannukseen. Vuonna 1982 uusittiin Iisalmi – Kontiomäki rataosalla kolme vanhaa terässiltaa muuttamalla ne tukikerroksellisiksi teräsbetonisilloiksi. Raudanjoen sekä läheisen Kukkopuron ratasilltojen korotettiin korotuspaloilla. Tässä yhteydessä vanhan kivirakenteen päälle Raudanjoen sillassa asennettiin kaukaloelementit, joilla oli tarkoitus rauhoittaa tätä raiteen epäjatkavuuskohtaa.

Ehdotuksena oli jo tällöin siirtymäkaaren takia muuttaa myös Raudanjoen silta sepelikerrokselliseksi terässillaksi, mutta tätä ei toteutettu. Korkeusviivaa saatiin nostettua hieman maatuojielementeillä. Sillan pohjoispään ongelmiin ratkaisuksi tehtiin geometrian parantamiseksi ns. korikaari, jotta siirtymäkaari ei ulottuisi sillan päälle asti. Kun Kukkopuron ratasilta uusittiin vuonna 2002 teräskaukalopalkkisillaksi, jäi Raudanjoki ainoaksi terässillaksi Iisalmen ja Kontiomäen väliselle rataosuudelle läheisen Tenetinvirran sillan lisäksi.

Ajettavuusongelmat ja raiteen geometrinen kunto siltapaikalla ovat säännöllisesti olleet ajankohtaisia vuosien varrella. Vuonna 2006 tehtiin selvityksiä ja painumalausunto liittyen rataosan sähköistykseen. Tällöin todettiin katselmusraportissa, että sillan pohjoispäädyssä radassa oli silmin havaittava painuma. Pohjoispuolella kaukaloelementtien siipimuurin alta on valunut maa-ainesta niin, että siipimuurien taakse on muodostunut luiskaan saakka avoimia tyhjätaloja. Tämä avoin tila oli havaittavissa molemmilla puolilla. Oikealla puolella muurin kivissä havaittiin siirtymiä ja



Kuva 2. Radan kaarre alkaa heti sillan jälkeen pohjoisen suuntaan.

saumat olivat halkeilleet. Eteläisellä maatuella oli havaittavissa vastaavaa maan valumista, ei tosin yhtä selvästi.

Tähän painumaongelmaan tehtiin vuonna 2010 parannus, kun sillan taustat paketoitiin radansuuntaisiin teräsponttiseiniin, jotka lyötiin sillan tulopenkereen yläosaan radan suuntaisesti molemmin puolin rataa. Teräsponttiseinä alkaa maatuen etumuurin takapinnasta ja ulottuu vanhan siipimuurin ohi, jotta tulopenkereen luiskia voitiin loiventaa. Ponttiseinän ja ratapenkereen/maatuen väli täytettiin maa-aineksella. Tällä rakenteella estettiin pengermateriaalin valuminen siipimuurin alta luiskaan. Tässä yhteydessä selvitettiin myös maaperän kivisyyttä ja vanhan kiviperustuksen todelliset sijainnit.

Sillan taustojen ajettavuusongelmat nousevat yhä esille vieläkin. Välillä kunnossapitäjä on joutunut turvautumaan nopeusrajoituksen asentamiseen siltapaikalla, välillä ongelma on saatu kuriin tehostetulla kunnossapidolla.

Itse silta on melko hyvässä kunnossa. Silta on maalattu vuonna 1995 ja on vielä hyvässä maalisissa. Laakereiden huoltokäsittelyä lukuun ottamatta siltarakenteelle ei ole esitetty lähivuosille korjaustoimenpiteitä. Sillalla raiteen kunnossapitoa helpottaa se, että siirtymäkaari ei ulotu sillalle. Sillan matkalla ei tällä hetkellä ole poikkeuksellisia raideratkaisuja.

Mutta siltapaikan ajettavuusongelma on ollut merkittävä poikkeuksellisen geometrian ja raiteen epäjatkuvuuden takia. Tätä raiteen erityiskohtaa on vaikea kunnossapitää. Sillan läheisyydessä radan kunnossapito on pitkälti käsityötä, koska koneellista tuentaa ei voi tehdä tukikerroksettoman sillan lähellä. Lisäksi siltapaikan geometrian kunnossapitotuenta pitäisi perustua tarkkoihin mittauksiin, jotta korikaari olisi jouheva tulopenkereeltä sillalle. Lisäksi sepelin kunto sillan taustalla vaikuttaa raiteen geomet-

riseen kuntoon. Onko sepeli jo osin jauhaantunut tukikerrossyvyyden matkalla?

Viime aikoina tehtyjen selvitysten perusteella tulopenkereiden painumisesta ei ole tehty havaintoja tai ainakaan kirjauksia järjestelmiin. Todennäköistä on, että vuonna 2010 tehdyt korjaukset ovat vaikuttaneet ainakin painumien vähentymiseen. Toisaalta, jos mahdollisia painumia haluttaisiin vieläkin parantaa, sillan taustapenkereillä radan rakennekerrokset siirtymäalueen matkalta voisi vaihtaa massanvaihtona. Siltapaikan geotekniikka ei ole todettu olevan ongelma.

Viime aikoina on jälleen noussut esiin sillan uusiminen tukikerrokseksi sillaksi. Näin sillan kaarre ja siirtymäkaari saataisiin optimoitua, ja raiteen epäjatkuvuuskohta poistettua. Vaihtoehtoisia tapoja parantaa tilannetta voisi olla raidegeometrian parantaminen, joko kaaren salliminen sillalle kiilapalojen tai sitten geometrian parantaminen sillan taustalla niin, että se mahdollistaa koneellista tuentaa lähemmäksi siltaa. Mutta näissä vaihtoehtoisissa tavoissa saattaa kuitenkin olla se riski, että ongelma ei poistu vieläkkään kokonaan.

Joka tapauksessa tämä silta on uusimiseen asti kunnossapidon kannalta erityiskohde. Kunnossapitotoimien tulisi olla jatkuvaa ja suunnitelmallista. Vaikka nyt tilanne siltapaikalla olisi tehtyjen toimenpiteiden takia kohtuullinen, ajettavuushaasteista on puhuttu jo ainakin 60 vuotta. Vastaavia siltoja on tästä syystä muutettu tukikerrokseksi sopivissa hankkeissa.

Lähteet:

Väyläviraston ja Sweco Finland Oy:n arkistot
Valtion Rautatiet - kirjat

Teksti ja kuvat: Janne Wuorenuuri



Kuva 3. Sillan taustoille rakennettiin ponttiseinät tulopenkereen painumien vähentämiseksi.



Suomalaisen lupakirjan ja lisätodistuksen omaava kuljettaja, turkulainen Anders Järvenpää koulutusajossa Ruotsissa tähtäimenään myös ruotsalainen rata- ja kalustokohtainen lisätodistus. Ruotsalaiseen tapaan ajopöytä on vasemalla, onhan Ruotsissa rautateillä yhä vasemmanpuoleinen liikenne. Moottorivaunussa on myös kulunvalvontalaitteet.

Veturinkuljettajia yli rajojen

EU:n eräänä lähtökohtana on kansainvälisen rautatie-
liikenteen helpottaminen. EU haluaa myös määrätietoi-
sesti helpottaa työvoiman liikkuvuutta unionin alueella.

Osa tätä on raideliikenteen kuljettajien pätevyyksien
sääntely. Keski-Euroopassa rajanylittävää liikennettä
on jo runsaasti, mutta esimerkiksi Suomessa ja Ruot-
sissa yhteisten kuljettajien käyttö on hyvin harvinaista.
Pohjoismaisesta yhteistyöstä ja ajamisesta toisessakin
maassa voi kuitenkin oppia paljon.

Lupakirja ja lisätodistus

Yleisellä rataverkolla kuljettajilla on oltava lupakirja, joka todistaa, että kuljettaja täyttää fyysiset ja psyykkiset sekä koulutusta ja yleistä ammatillista pätevyyttä koskevat vähimmäisvaatimukset. Rautatieliikenteen kuljettajan lupakirja on voimassa koko EU- ja ETA-alueella. Kuljettajan lupakirja on osoitus siitä, että henkilöllä on kuljettamiseen tarvittava yleinen pätevyys.

Lisäksi kuljettajalla pitää olla lisätodistus, josta käy ilmi, min-kälaisella infrastruktuurilla (radoilla) ja kalustoilla (junatyypeillä) kuljettajalla on lupa ajaa. Tämän koulutuksen antaa tai järjestää usein rautatieliikenteen harjoittaja tai esimerkiksi rataurakoitsija, joka liikennöi rataverkolla.

Käytännöt pohjoismaissa

Ruotsista samat kuljettajat ajavat runsaasti Tanskaan, mutta myös Norjaan. Samaa tapahtuu myös toiseen suuntaan. Yleensä rautatieliikenteen harjoittajat hankkivat koulutuspalvelujen tarjoajilta kuljettajilleen lisätodistusta varten vaadittavan lisäkoulutuksen,

Ulkomaalaisille kuljettajille on valmiita koulutuspaketteja. Paketit ovat erilaisia eri maista tuleville, koska eri maiden junaturvallisuussäännöt ja toimintamallit eroavat usein eri tavoin kohdemaan säännöistä. Ruotsissa on parhaillaan selvittävänä mitä eroavaisuuksia on Suomen ja Ruotsin valtion rataverkkojen säännöissä ja mitä koulutustarpeita nousee esille lisätodistusta varten.

Kussakin pohjoismaassa valtion rataverkon liikenteenohjauskieli on rataverkon haltijan määrittelemä kieli. Esimerkiksi Ruotsissa vaaditaan kielikoe, jos ruotsi ei ole opiskelijan äidinkieli. Siten vaikkapa suomalaisilta, joiden äidinkieli on ruotsi, ei koetta vaadita.

Miksi ajamaan toiseen maahan?

Keski-Euroopassa on hyvin yleistä, että kuljettaja työskentelee josain naapurimaassa. Syy tähän on yksinkertainen eli toimeentulon parantaminen. Mm. Saksa, Itävalta ja Sveitsi kilpailevat samoista kuljettajista. Jossain määrin tätä tapahtuu myös Ruotsin, Tanskan ja Norjan välillä. Pohjoismaissa myös Juutinrauman sillan ylittävä ja eteläiseen Ruotsiin laajalti ulottuva tiheä Kööpenhaminan lähiliikenne on merkityksellisin esimerkki, koska siellä miltei kaikki kuljettajat asuvat jommassakummassa maassa, mutta ajavat molemmissa.

Toinen syy on lisäopin saaminen. Tämä voi olla myös alkuperämaan intressissä. Esimerkiksi ETCS:llä ajo muissa maissa voisi tuoda tarvittavaa käytännön kokemusta vaikkapa Suomeen ja samalla uusia ajatuksia koulutukseenkin. Varmastikin olisi harvittava asia meilläkin.

Kolmas syy voisi olla halu lähteä pakoon talven pimeyttä ajaen esimerkiksi Barcelonan lähiliikennettä talvisin ja Helsingin vastaavaa kesäisin.

Teksti ja kuvat: Markku Nummelin

Koulutusajoon käytetty X16-sähkömoottorivaunu. Suomessa hankittu lisätodistus Dm7-kalustoon hyödyntää vastaaventyyppisen kaluston todistuksen saamista Ruotsissakin



Automaattiset ohjelmistotestit - tehokkaampi testaustapa osana laadunvarmistusta

Tulevaisuuden junankulunvalvontajärjestelmään siirtyminen tuo mukanaan uusia haasteita. Nykyinen rautatieliikenneinfrastruktuuri vaatii päivityksiä, jotta uusi junankulunvalvontajärjestelmä toimisi saumattomasti. Riittävän turvallisuustason varmistamiseksi nykyisiin

turvalaitejärjestelmiin tulee myös tehdä merkittäviä muutoksia. Järjestelmien käyttöönottoprosesseissa testauksen merkitys korostuu ja tätä varten tarvitaan tehokkaampia testaustapoja.

Testausautomaatio rautatieliikenteessä

Rautateiden turvalaitejärjestelmät ja niiden ohjaaminen ovat nykyään hyvin usein riippuvaisia eri ohjelmistoista sekä tietotekniikasta. Uusien turvalaitejärjestelmien käyttöönottoaminen vaatii kattavaa testausta. Testaus on prosessi ohjelmistokehityksessä, joka on usein mukana jokaisessa ohjelman kehitysvaiheessa. Testaamisella halutaan osoittaa, että testattava järjestelmä tai ohjelmisto voidaan toteuttaa halutuilla ominaisuuksilla tai täyttää tietyt teknilliset tai kaupalliset vaatimukset, esimerkiksi osana asiakkaan tai tilaajan laadunvarmistusprosessia. Testausautomaatiosta on tullut yksi keskeisimmistä konsepteista nykyaikaisessa ohjelmistokehityksessä. Testausautomaatiossa eli automaattisessa testauksessa ohjelmistoja käytetään testauksessa tai testausta tukeviin toimiin, kuten testauksen hallintaan, suunnitteluun sekä testitapausten suorittamiseen ja tulosten analysointiin.

Eurooppalaisessa standardissa SFS-EN 50128:2011 käsitellään rautatiejärjestelmän ohjaus- ja turvallisuusjärjestelmiin liittyvien ohjelmistojen suunnittelu, kehitys ja testaus, johon myös testiautomaatio kuuluu. Standardissa korostetaan, että testit pitää toteuttaa automaattisesti, mikäli tämä on mahdollista ja käytännöllistä. Hyödyntämällä automatisoituja testejä manuaalisten testien rinnalla, voidaan tehostaa testausta ja minimoida inhimillisiä virheitä. Testausta toteuttavalle ryhmälle jää siten enemmän aikaa hoitaa paremmin ihmiselle sopivia tehtäviä, kun tietokone hoitaa muut tehtävät. Esimerkkejä kyseisistä tehtävistä ovat yksinkertaisten, toistuvien sekä erittäin monimutkaisten testien suorittaminen.

Automatisoituja ohjelmistotestejä on hyödynnetty jo usealla eri tavalla Euroopassa rautateiden turvalaitejärjestelmien ja junankulunvalvontajärjestelmien ohjelmistojen testaamisessa. Esimerkkeinä voidaan mainita turvallisuusarvioita tekevien ohjelmistojen, liikenteenohjauksessa käytettyjen ohjelmistojen sekä

ERTMS/ETCS- laiteohjainten (*engl. ERTMS/ETCS controller*) testaamista. ERTMS on eurooppalainen rautatienliikenteen hallintajärjestelmä, johon kuuluu eurooppalainen junankulunvalvontajärjestelmä ETCS. Suomessa on päätetty, että nykyinen junankulunvalvontajärjestelmä JKV tullaan tulevaisuudessa korvaamaan elinkaarenhallintasyistä ERTMS/ETCS-tekniikalla. Siirtyminen ERTMS/ETCS-järjestelmään vaatii merkittäviä muutoksia nykyisiin turvalaitejärjestelmiin, sekä kattavaa testausta riittävän turvallisuustason varmistamiseksi.

Automaattisten testien hyödyntäminen laadunvarmistusprosessissa

Automaattisia ohjelmistotestejä pyritään tulevaisuudessa hyödyntämään kansallisessa ERTMS-laboratorion testauksessa, osana junankulunvalvonnan tilaajan laadunvarmistusta. Laadunvarmistusprosessiin kuuluu turvalaitejärjestelmien simulointia ja testausta kansallisessa ERTMS-laboratoriossa, jota käytetään muun muassa ERTMS- järjestelmän kehitykseen ja kelpoistamiseen. Tavoitteena on, että automaattisia testejä voitaisiin käyttää ERTMS-laboratoriossa täydentävänä testaustapana manuaaliselle testaukselle. Nykyiseen ja tulevaan junankulunvalvonnan käyttöönottotarkastusprosessiin kuuluu hyvin usein ohjelmistotestausta prosessin tietyissä vaiheissa (FAT-, SIT-, ja SAT-vaiheissa) ja siten aikaisemmin mainittua standardia SFS-EN 50128:2011 on seurattava myös junankulunvalvonnan käyttöönottotarkastusprosessissa. Pääsääntöisesti arviointi ja testaus tulisi tehdä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa sekä mahdollisimman kattavasti. Standardin taulukoita A.5, A.6 ja A.7 voidaan käyttää yleisenä ohjeena FAT-, SIT- ja SAT-vaiheiden ohjelmistotestauksen suunnitteluun.

Automaattisten testien hyödyntäminen FAT-vaiheessa

Tehdastestausvaiheessa eli FAT-vaiheessa pyritään todentamaan, että ohjelmistot ja laitteet täyttävät niille asetetut vaatimukset sekä tarkistamaan, että järjestelmä toimii sille asetettujen vaatimusten mukaisesti. Standardin SFS- EN 50128:2011 todentamis- ja testausprosessivaihe vastaa junankulunvalvonnan käyttöönototarkastuksen FAT-vaihetta. Standardin taulukko A.5 kuvailee todentamisen ja testaamisen yhteydessä käytettävät testaus- ja todentamistekniikat tai hyödylliset mittausarvot. Ohjelmiston vaaditun turvallisuuden eheystason perusteella on käytettävä tiettyjä testustekniikkoja tai testustekniikkayhdistelmiä testausvaiheessa. FAT-vaiheessa tulisi suorittaa testausta erityisesti niiden toiminnallisuuksien osalta, joita ei voida tai ovat vaikeita tarkastaa SIT- ja SAT-vaiheissa.

Automaattisten testien hyödyntäminen SIT-vaiheessa

SIT-vaiheen eli järjestelmäintegroituvaiheen tavoitteena on varmistaa, että laitteiden yhteentoimivuus on vaatimusten mukaisella tasolla, riippumatta laitteiden järjestelmätoimittajasta tai -toimittajista. Taulukossa A.6 esitetään integraatiossa käytettävät testaus- ja todentamistekniikat. Automaattista testausta voitaisiin hyödyntää SIT-vaiheessa käyttämällä esimerkiksi suorituskyvyn testustekniikkana rasiustestausta, missä järjestelmään syötetään tietoa nopeammin kuin mitä todennäköisesti tapahtuisi tavallisessa käyttötilanteessa ja arvioidaan järjestelmän toimintaa.

Automaattisten testien hyödyntäminen SAT-vaiheessa

SAT-vaiheen tavoitteena on tarkistaa, mikäli ohjelmisto täyttää hyväksymiskriteerit sen lopullisessa käyttöympäristössä. Standardin taulukko A.7 kuvailee yleistä ohjelmistotestausvaihetta (vastaa käyttöönototarkastuksen SAT-vaihetta), johon kuuluu ohjelmiston lopullinen kelpoistaminen. SAT-vaiheessa suoritettavat testit ovat hyvin usein vain täydentäviä testejä niille testeille, joita suoritetaan pääsääntöisesti jo FAT- ja SIT-vaiheissa. Esimerkki automaattisesta testistä SAT-vaiheessa on mustalaatikkotestustekniikan raja-arvoanalyysin hyödyntäminen. Testissä eri parametrisarvo yhdistelmiä (kuten junan paino, pituus, maksimivauhti jne.) syötetään automaattisesti järjestelmään ja järjestelmän toimintaa operoinnin aikana analysoidaan.

Toteuttamishdotukset automaattisten testien hyödyntämiselle ERTMS-laboratoriossa tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa tavoitteena olisi löytää sellaisia testaamisjärjestelyjä, joilla voitaisiin saada aikaan samanlaisia häiriöitä ERTMS-laboratoriossa kuin mitä kentällä, jolloin kyseisiä häiriöitä voitaisiin analysoida vaarantamatta kalustoa tai laitteita. Testaus työkalut, joita käytettäisiin myöhemmin virallisissa FAT-, SIT- ja SAT-vaiheissa pitäisivät myös olla sertifioituja, jotta testitulokset olisivat luotettavia. Testaus työkalu tulisi olla mahdollisuuksien mukaan avoimen lähdekoodin työkalu.

Todennäköisesti paras strategia hyödyntää automaattisia testejä nykyisessä ERTMS-laboratoriossa olisi hyödyntää automaattisia integrointitestejä (esim. FAT- ja SIT-vaiheissa) ja joissain tapauksissa automaattisia yksikkötestejä (esim. FAT-vaiheessa), jolloin esimerkiksi järjestelmien ja ohjelmistojen regressiotestausta mahdollisesti helpottuisi. Esimerkiksi diplomityön ”Automaattisten testien hyödyntäminen osana tulevaisuuden junankulunvalvonnan tilaajan laadunvarmistusta” kokeellisessa osuudessa esitetty RBC–OBU-rajapinnan (radiosuojustuskeskusveturilaitte-rajapinta) testaukseen tarkoitettu testiskripti voitaisiin muokata muiden tiedostojen analysoimiseen. Mikäli automaattisia testejä haluttaisiin toteuttaa myös järjestelmätasolla, on SFS-EN 50128-standardin mukaan SIL-4 turvallisuustason järjestelmille pakollista käyttää mustalaatikkotekniikkaa, kuten raja-arvoanalyysia. Tämän lisäksi on myös erittäin suositeltavaa käyttää suorituskykytestausta.

Testiautomaatioketkeyksen Robot Frameworkin avulla on mahdollista toteuttaa eri käyttöjärjestelmien sekä eri teknologioihin pohjautuvien sovelluksien testausta hyödyntämällä sen erilaiset ohjelmakirjastot ja testaus työkalut. Hyviä esimerkkejä tästä ovat avainsanapohjaiset testit ja Python-ohjelmointikielillä kirjoitetut testiskriptit. Robot Framework tarjoaa myös mahdollisuuksia testata eri käyttöjärjestelmiin pohjautuvien sovelluksien graafisia käyttöliittymiä. Ohjelmistokirjastoja, kuten AutoIt Library, Sikuli Library ja Image Horizon Library, voidaan hyödyntää yhdessä mahdollisimman ison testikattavuuden ja paremman testattavuuden saavuttamiseksi. Näiden ohjelmakirjastojen avulla voidaan käyttää niin sanottua nauhoitus/toisto- työkalua (engl. *record and playback, capture/replay*), jolla voidaan luotettavasti simuloida käyttäjän hiirellä ja näppäimistöllä tekemät toiminnot tehokkaasti. Testit näillä työkaluilla ovat helposti toteuttavissa, ja työkalut helppokäyttöisiä, mutta testit voivat olla herkkiä pienille muutoksille testattavassa ohjelmassa tai jopa tietokoneen asetuksissa. Avainsanapohjaiset testit ja Python-skriptit ovat todennäköisesti luotettavampia tapoja luoda vakaita automaattisia testejä, mutta saattavat vaatia tietoteknillisiä taitoja testaajalta, kuten ohjelmointitaitoja.

Automaattinen testaus voi parhaimmillaan tehostaa junankulunvalvontajärjestelmien sekä rautatieliikenteen hallintajärjestelmien testausta merkittävästi toimimalla täydentävänä testausmanuaaliselle testaukselle. On kuitenkin aina tapauskohtaisesti punnittava automaattisten testien toteuttamisen hyötyjä ja haittoja ennen niiden toteuttamista käytännössä.

Teksti: Rudolf Stråhlmann

Viitteet

- Aalto, M., Kakkonen, K., Pomppu, J., Rytönen, M., Selonen, L. ISTQB:n testaussanasto v. 2.3 Englanti - Suomi. Verkkodokumentti. Päivitetty 30.4.2015. Viitattu 29.6.2022. Saatavissa: https://tivia-jasenyhdistykset.fi/fistb-testi/wp-content/uploads/sites/30/2020/12/istqb_sanasto_2015-04-30-2.3-ENG-FI_EI_Kokeeseen.pdf
- Bourque, P., Fairley, R.E. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge: Version 3.0 (SWEBOOK Guide)*. Los Alamitos, CA. IEEE Computer Society, 2014. ISBN 9780769551661. Saatavissa: <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering/v3>

- Haikala, I., Märijärvi, J. *Ohjelmistotuotanto*. 11. painos, Helsinki, Talentum oyj, 2006
- Haxthausen, A. E., Peleska, J. Automatic Verification, Validation and Test for Railway Control Systems Based on Domain-Specific Descriptions. *IFAC Proceedings* Volumes, verkkodokumentti, vol. 36, nro 14, s. 239–244, 2003. Viitattu 4.7.2022. Saatavissa: [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)32426-6](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)32426-6)
- Hwang, J.-G., Jo, H., Kim, H. Design of automatic testing tool for railway signalling systems software safety assessment. *WIT Transactions on Information and Communication*, verkkodokumentti, vol. 39, s. 513–522. Päivitetty 22.4.2008. Viitattu 4.7.2022. DOI: 10.2495/RISK080501
- Härkönen, A., Järvinen, L., Kantamaa, V.-M., Katajala, M., Koro, M., Lehtikainen, H., Matikainen, L., Sorsimo, T., Tuomi, J., Viitanen, J. *Rautatieturvallitteet*. 2. painos. Lappeenranta, Liikennevirasto, 2018.
- Löytynoja, L. Applying Test Automation to GSM Network Element - Architectural Observations and Case Study. Verkkodokumentti. Master's Thesis. University of Jyväskylä, Faculty of Information Technology, Jyväskylä, 2018. Viitattu 22.6.2022. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/60381/1/URN%3ANBN%3AFi%3Ajyu-201811294925.pdf>
- Mellado Torío, J., Dueñas, J. Automated Validation Environment for a Product Line of Railway Traffic Control Systems. *PFE 2001*, verkkodokumentti, s. 401-408, 2001. Viitattu 4.7.2022. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/220941876_Automated_Validation_Environment_for_a_Product_Line_of_Railway_Traffic_Control_Systems
- Nardone, R., Marrone, S., Gentile, U., Amato, A., Barberio, G., Benerecetti, M., De Guglielmo, R., Di Martino, B., Mazzocca, N., Peron, A., Pisani, G. An OSLC-based environment for system-level functional testing of ERTMS/ETCS controllers. *Journal of Systems and Software*, verkkodokumentti, vol. 161, jul- kaiserä C, s. 110478, 2020. Viitattu 4.7.2022. DOI: 10.1016/j.jss.2019.110478
- Saarinen, T., Viinikanoja, N. Testaus ja sen automatisointi. Verkkodokumentti. Opinnäytetyö, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Tietojenkäsittely, Oulu, 2013. Viitattu 22.4.2022. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61197/Saarinen_Teemu_Viinikanoja_Niko.pdf;jsessionid=FA68115FE298E6BEBE07E41882664F57?sequence=1
- SFS-EN 50128:2011. Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems. 1. painos. Helsinki, Suomen Standardisointiliitto SFS ry, 2016. 128 s.
- Sommerville, I. *Software Engineering*. 10. painos. Harlow, Essex, Pearson Education Limited, 2016. ISBN 978-1-292-09613-1
- Stråhlmann, R. Automaattisten testien hyödyntäminen osana tulevaisuuden junankulunvalvonnan tilaajan laadunvarmistusta. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu. Espoo. 2022. 63 s.
- Tersa, T. Testausmenetelmien käyttö sovelluksen systeemitestausvaiheessa. Verkkodokumentti. Pro gradu tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Tietotekniikan laitos, Jyväskylä, 2002. Viitattu 21.6.2022. Saatavissa: http://www.mit.jyu.fi/opetus/opinnayte/gradu/systeemitestaus/Tiina_Tersa.pdf
- Tiri, J., Jäppinen, P., Matikainen, J. ERTMS-käyttöönottoprosessit ja -ohjeistukset huomioiden kyberturvallisuus – Esiselvitys *Väyläviraston julkaisuja 25*, 2022.



Houkutteleva raideliikenne

Tampere-talo 11.-12.2.2025

Call for Papers on auki ja näyttelymyynti etenee vauhdilla. Hae puhujaksi ja varaa osastosi nyt! www.rataevent.fi



Rata event



RATA 20
25

Muuttuiko mikään?

Vuosi vaihtui mutta muuttuiko tässä oikeasti nyt mikään? Venäjä jatkaa hyökkäystä Ukrainaan, muu maailma tukee Ukrainan taistelijoita ase- ja tarvikeavustuksin, inflaatio korottaa hintoja, talous taantuu, korkoja nostetaan, hallitus heikentää työsuhteen ehtoja jne.

Itse vuoden ja vuosiluvun vaihtumisella ei taida olla mitään vaikutusta edellä mainittuihin, vaan näille ja monille muille asioille on meidän kaikkien aktiivisesti tehtävä toimenpiteitä. On tehtävä päätöksiä ja solmittava sopimuksia, synnyttävä ideoita ja tarkkoja suunnitelmia, sekä ennen kaikkea on tehtävä paljon työtä.

Maan hallitus ei ole muuttanut suunnitelmiaan työelämän heikennyksen suhteen vaan on jatkanut niiden valmistelua lakoista ja mielenilmauksista huolimatta. Lakoilla ovat työntekijäjärjestöt pyrkineet saamaan rakentavan neuvotteluyhteyden auki hallituksen suuntaan, mutta hallitus ei ole niihin reagoinut toivotulla tavalla.

Lakko on minustakin kohtuuttoman kova keino soittaa päätäjien neuvotteluhuoneen ovikelloa, mutta pitkin syksyä jatkunut työntekijöiden edunvalvojen puhe tai omat vastaehdotukset eivät ole näiden kokoushuoneiden ovia aukaisseet, niin jotain muutaakin on silloin koitettava.

Osa hallituksen heikennyksistä astui voimaan jo tämän vuoden alusta, mutta vielä on käynnissä useita suunnitelmia heikentää työelämän pelisääntöjä sekä lakeja.

Työehtojen neuvottelujärjestelmää halutaan muuttaa siten että työmarkkinajärjestöjen sovittua vientialojen palkankorotukset, lukittaisiin se tulos kaikkien neuvottelukierroksen palkankotusten katoksi valtakunnansovittelijan oikeuksia rajaamalla. Sovintoesityksissä ei siis ylitettäisi palkkojen osalta vientialojen tulosta. Tämä nk. vientimalli on ollut pitkään vakiintunut käytäntö kotimaisissa työehtosopimusneuvotteluissa, vaikka virallista sopimusta järjestöjen kesken siitä ei siis ole ollut.

Lakimuutoksin hallitus haluaa myös mahdollistaa enintään vuoden mittaisten määräaikaisten sopimusten tekeminen ilman perustetta. Lisäksi suunnitellaan lyhentää lomautusilmoitusaika



seitsemään päivään. Ensimmäinen sairauslomapäivä haluttaisiin myös palkattomaksi. Ja pelkkä asiallinen syy riittäisi jatkossa työntekijän irtisanomiseen ja vielä että yhteistoimintalain neuvotteluaikoja vähennetään puoleen nykyisestä. Siinä ne tärkeimmät ja vielä on tukku muitakin muutoksia listoilla.

Kirjoitan tätä tekstiä presidentinvaalien äänestyskierrosten välissä ja vielä ei ole siis minulla tiedossa kummasta jäljellä olevasta ehdokkaasta tulee uusi tasavallan presidentti. Toivon kuitenkin, että hänen avullaan saataisiin meidän suomalaisten viesti rauhasta Ukrainaan menemään myös niin korkealle tasolle ja painavana sanomana, että sillä olisi myös jotain näkyvää vaikutusta. Minusta se on nykyisellään Suomelle tärkein ulkopoliittinen asia ja tavoite.

Nyt on meneillään niin paljon kotimaiseen työelämään vaikuttavia asioita ja suunnitelmia, että on hyvä muistuttaa teitä myös järjestäytymisen tärkeydestä. Kaikki ammattiliitot tekevät meidän puolestamme tärkeää edunvalvontaa hallituksen suuntaan. Meille sitä työtä pääasiassa tekee Insinööriliitto ja sen aktiiviset toimihenkilöt. Liity RTTL:n jäseneksi ja tuetaan yhdessä heidän työtään meidän etujen valvonnassa.

Terveisin
Jari Äikäs, puheenjohtaja

Hokemia ja lukemia

Kun jotain pitää mainostaa, turvaudutaan usein iskulauseisiin eli sloganeihin. Hyvä slogani tunnetaan siitä, että se jää helposti kansan mieleen. Sitä saatetaan toistella vielä vuosien ajan. Näitä iskulauseita ovat esitelleet pankit, kauppaketjut ja ravintolat. Partiosakin sanotaan, ole valmis. Presidenttiehdokkaat ja aikaisemmat presidentit ovat hekin keksineet itse tai teettäneet mainostajilla viisaat sanat suuhunsa Niitä on hoettu ja niitä on käytetty mainosilmoituksissa. Kuka sanoikaan ennen jotain saatanan tunareista ja kuka fundeeraaja totesi, että tarttis tehrä jotakin ja kyllä se siitä? Työväelläkin oli oma presidenttiehdokkaansa.

Näitä iskulauseita on hyödynnetty myös Valtion rautateiden mainonnassa, kun asiakkaita on houkuteltu matkustajiksi. VR:n hokemia on toisteltu, maisteltu ja muisteltu. Kansan kärttyisä käsi on niitä vuosikymmenien aikana kirjoitellut muistiin jopa junien seiniin ja keksinyt uusia vaihtoehtoja. Näin on purettu tyytymättömyyttä varsinkin lippujen hintojen kallistuessa ja pakkasella myöhästyneitä junia odoteltaessa. Kieliäkin on opittu junassa, kun on katseltu välillä kolmella kielellä ohjetta, Älä sylje lattialle.

Salpausselän kisoihin Lahteen alettiin järjestää erikoisjunakuljetuksia jo 1920-luvulla. Urheilu kiinnosti kansaa. Aatteen puolesta juniin noustiin vuonna 1930, kun lähdettiin talonpoikaismarssille Helsinkiin. Opi tuntemaan kotimaasi rautateiden rengasmatkoilla. Näin mainostettiin 1930-luvun puolivälissä ja houkuteltiin väkeä Viipuriin asti. Elettiin silloin vielä aikaa, jolloin junalla tehtiin enemmän työmatkoja kuin huvimatkoja. Vapaa-aikaakin alkoi lomien myötä löytyä ja isänmaallisuuteen vedettiin silloin vielä nuorena tasavallassa. Kauniit maisemat ja houkutukset matkakohteissa alkoivat kiinnostaa. Seuraavalla vuosikymmenellä tehtiin junilla sota- ja evakkomatkoja, mutta rauhan tultua alkoivat lomamatkatkin taas kiinnostaa.

Se suuri junamatka oli monelle, kun pääsi junalla v. 1952 katsomaan Helsingin olympialaisia. Siellä näki muitakin lippuja kuin junalippuja. Siellä näki ulkomaalaisia ja sai halutessaan maistaa Coca Colaa. Vaunuissa oli enemmän pehmeitä penkkejä. Ravintolavaunujakin alettiin mainostaa. Monelle on jäänyt mieleen hokema kuinka, matkalla maistuu huonompikin ruoka. Tarina ker-

too sanonnan syntyneen teekkareiden vappulehteensä laittamasta ilmaisesta ilmoituksesta, kun ravintolayrittäjä antoi luvan ilmoittaa, mutta ei rahaa ilmoituskuluihin. Nyt junien ravintolavaunuissa on jo kahden kerroksen väkeä ja seinissä omat mainoslauseensa. Kun kiskoja pitkin ei pääse joka paikkaan, on turvauduttu kumipyöriin. Kappaletavaraa kuljettavien VR:n kuorma-autojen kyljissä luki Ovelta Ovelle. Sillekin lukemalle kansa keksi oman väännöksensä.

Myöhempien aikojen hokemia ovat, toimii kuin junan vessa ja assan vessan kassa. Molemmat mukavuuslaitokset ovat tuoneet junamatkustajille helpotusta. Jonottaminen niihin on joskus ollut aikaa vievää. Käymälää saa käyttää vain junan kissa. Tämä teksti syntyi, kun vessan käyttöohjeesta käymälää saa käyttää vain junan kulkiessa, raaputti muutaman kirjaimen pois. Myönteisiä lausahduksia ovat olleet sen tyyppiset, kuin junassa on hauska matkustaa, kiskoilla on aina kesäkeli ja Intercity tuo ja Intercity vie. Näitä on toisteltu, mutta jotkut junassa matkustaneet eivät ole hokemia aina uskoneet. Toivomus virkistyäkää matkalla, on joskus käännetty muotoon, rähjäntyäkää reissussa. Niin se vaihtelukin virkistää. Joku muistaa ehkä vielä vuoden 2010, kun Helsingistä Rovaniemelle ajettiin 13 tuntia juhannusjunassa. Matkalla sattui kaikenlaista. Ensimmäinen kokemus oli sähkökatko Pasilassa. Junakulutusista on mieleen jäänyt Juice Leskisen laulussaan kertomat kokemukset Pieksämäen asemalta ja Matti Jurvan kuulutus Kouvolassa, onko Mikkeliin mänijöitä? Juna män justiinsa. Onhan juna mennyt joskus jopa suoraan hotelliin Helsingin asemalla. Nysse tulee, sanoi tamperelainen, kun näki bussin tulevan pysäkillä. Josse tulee, väitetään monen junamatkustajan pohtivan junasta. Kilpailivat kuljetusmuodot mainostavat joskus toistensa kustannuksella. Lentäen olisitte jo perillä, lupasi mainos. Laivalla olisitte jo juovuksissa, uhosi kilpailija. Pyörällä päästään ja kävellenkin olisin jo perillä, huokaili junan odottaja asemalla pakkasessa, kun odotushuoneen ovi oli lukossa. Vihrein valinta, luki junan seinässä. Kaikkihan me samassa veneessä ollaan, on rautateillä muuttunut sanonnaksi, meitä on joka junaan. Niinhän asia todetaan myös VR:n 150-vuotishistoriassa nimeltään Yhteisellä matkalla.

päätäväinen
rohkea
osaava
x
innostunut
oivaltava
nopea

Tunnistitko itsesi? Haemme uusia osaajia timanttiseen joukkoomme tekemään työn lisäksi tulevaisuutta.

Lue lisää: proxion.fi/meille-toihin

proxion