

RAUTATIETEKNIikka

Rata 2025 -seminaari

1 - 2025

RAIDELIIKENTEN TEKNISTEN JA TOIMIHENKILÖIDEN LIITTO RTTL RY
RAUTATIETEKNIKAN JOHTAVA AMMATTIJULKAISU

Comforta



Turvaa toiminnot – ei keskeytyksiä

Roxtec'in kaapeli-, putki- ja kaapelinsuojaputki-
tiivisteet suojaavat rautateiden laitteistoja:

- elektromagneettisilta häiriöiltä
- vedeltä
- tulelta
- jyrksijöiltä
- tärinältä

roxtec.com/fi



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



Raidekaluston laatutuotteet:



Gelenkwellenbau



camira
style with substance



Traditionally Innovative

KO-MET OY

www.unilink.fi

Rautatiejärjestelmän
ammattilainen



SAT koulutuspalvelut

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



www.pallasoja.fi

SAFETRACK -tuotteet, maahantuonti, myynti ja huolto

RAUTATIETEKNIikka

RAUTATIETEKNIIKAN JOHTAVA AMMATTIJULKAISU

Aikakausmedia ry:n jäsen
37. 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](mailto:laura.jarvinen(at)grk.fi)

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

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

Talous:
Erkki Kallio

Ilmoitukset:
Varparus Oy, Simo Vartiainen
Puh. 045 695 9744
[simo.vartiainen\(at\)varparus.fi](mailto:simo.vartiainen(at)varparus.fi)
Vuokselantie 12 A 4,
02140 Espoo

Taitto:
Eero Laaksonen

Painopaikka:
PunaMusta, Tampere 2025



Tampereen asema
5.11.2024 klo 16.
Kuva Markku Nummelin

**UUDENMAAN
INFRAKONSULTIT**

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

Tässä numerossa

RATA 2025 – ohjelma	6	Real time traffic optimisation – Metro and mainlines with ATO	40
RATA 2025 – houkutteleva raideliikenne	11	Autonomy for freight traffic and ATO	41
Maailman rautatiet 200 vuotta – Katse eteenpäin aikaisempi tieto hyödyntäen	12	OSAAMISEN VARMISTAMINEN	42
RAUTATIET 200 VUOTTA	12	Pätevyys rautatoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmässä - rataverkon haltijan näkökulma	42
Ölleristä Digirataan -Rautatiemuseo- ja museorautatietoiminta Suomessa osana rautateiden kulttuuriperinnön vaalimista	14	Perinteisen turvalaitetekniikan osaamisen varmistaminen Suomessa	44
Rautateiden vihreä kulttuuriperintö - kulttuurimaiseman	16	Molempikätinen johtaminen megaprojekteissa: asiakasnäkökulma oppimisen ja tehokkuuden yhteensovittamiseen	45
YHTEISKUNNALLINEN VAIKUTTAVUUS	18	Welado-STHK Masters: Konkareiden konsepti osaamisen jakamiseen	46
Rautatiekuljetusjärjestelmän rooli huoltovarmuuden kehittämisessä	18	Osaamistarpeet suunnittelun ohjauksessa - voiko kuka tahansa ohjata suunnittelua?	47
Yllättävät häiriötilanteet ja onnistumisen edellytykset	19	Palvelumuotoilun hyödyntäminen raideliikennealan koulutusprojekteissa	48
Ilmastonmuutos ja sääilmiöt - toimenpiteet toimintavarmuuden ja turvallisuuden eteen	20	Ratatyökoordinaattori tulevaisuuden rautatieliikenteen sujuvuuden varmistaja	49
Huoltovarmuus on kokonaisturvallisuuden perusta	21	ETCS tulee – Miten rautatieala koulutetaan?	50
Kestävä ja saavutettava Suomi, raideliikenne Liikenne 12 -suunnitelman päivityksessä	22	INNOVAATIO: UUDET TEKNOLOGIAT	52
Raidehankkeiden hyväksyttävyyttä rakennetaan viestimällä	24	Matkapuhelindata raideliikenteen kysyntäpotentiaalin arvioinnissa	52
Eurooppalainen raideleveys Suomessa – mahdollisuudet ja haasteet	25	GPT-tekoälymallien hyödyntäminen ratasuunnitteluhankkeissa	53
Mistä junaliikenteen hintalappu muodostuu?	27	Selainpohjainen tilannekuva tehostaa ja selkeyttää ratakankkeiden läpivientiä	54
Pitkät tavarajunat rataverkolla	28	Sähköiset maavastusluotaukset Länsiradan linjauksella	56
ERTMS ja rautatielogistiikan kulkumuotosiirtymän edistäminen	30	TEKNOLOGIA: UUDET MENETELMÄT	58
Tiedonvälitystä kehittämällä katkeamattomampia tavarankuljetusketjuja raideliikenteessä	31	Junan melu- ja värinäherätteiden mittaaminen	58
Erinomaisella asiakaskokemuksella ympäristöystävällisen matkustamisen kulkumuoto-osuuden kasvua	32	Radan geometriavirheiden rooli matkustusmukavuuden ja ratarakenteen kuormituksen näkökulmasta	60
DIGITALISAATIO JA AUTOMATIikka	34	Väyliä kalliioleikkausten digitaalinen tarkastus ja geologinen mallintaminen korjausten ja linkkaaren hallinnan apuvälineenä	61
Rata-analytiikka: miksi se on niin vaikeaa ja miten se ratkaistaan ..	34	TEKNOLOGIA: RATATEKNIikka	62
Tutkimus RTK-paikannuksen soveltuvuudesta ratatyön paikantamisessa	35	Avoimet rajapinnat ratasuunnittelussa	62
Kuinka Suomesta tuli pika-aikataululla Euroopan teknologiaveturi?	36	Kiskon sivukuluminen vaihteen kielisovitusalueella ja sen vaikutus junan suistumisriskiin	63
Itäradan pääsuuntaselvitys - linjausvaihtoehdot tekoälyn avulla ..	37	Tavaravaunun teliyypin vaikutus rataan kohdistuviin kuormituksiin	64
DIGITALIZATION AND AUTOMATION	38	Syrjäsalmen ratasilta, opit vaikeuksista Karjalan radalla	65
A Machine Learning Model for Predicting the Rail Temperature in Finland	38	Pohjaimien käyttö rautatieliikenteen aiheuttaman matalataajuisen värinän torjunnassa	67
Implementation of digital signaling and ETCS HTD in Finland towards infrastructure in the cloud	39	Ratapihahankkeen turvallisuuden erityispiirteet	68
		Päätoteuttajan turvallisuusvaapinen Kupittaa–Turku- ratakankkeella	69

Positiiviset kannustin- ja palkitsemiskeinot osana työturvallisuusjohtamista ja työturvallisuusjohtamismenetelmiä - näkökulmana tilaajan vaikuttamismahdollisuudet palveluntoimittajan työturvallisuuskulttuuriin	70
Turvallisuuskulttuurityö raideliikenteessä - yhteistyötä ja toisilta oppimista	71
Väyläviraston rataverkon kyberturvallisuusohjelman tuloksia	72
Turvajärjestelmien riskiperusteinen haavoittuvuushallinta	73
YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin yhteensovittaminen allianssihankkeen riskienhallintaan Digiradan kehitys- ja verifointivaiheessa – oppeja ja oivalluksia	74
Laittilojen riskienarviointi – dataa johtamisen tueksi	76
Allejäännit rautatieliikenteessä – mitä tiedämme niistä ja miten voimme niitä estää?	77
Tekoäly raideliikenteen riskienhallinnassa	78
Turvallisuus- ja talous tasapainossa rautatieyritysten vastuuvakuutuksissa	79
Kohti riskiperusteista valvontaa	80
ABSTRACTS IN ENGLISH	82
Light rail training program - complete course from urban planning to projects and operation	82
High speed rail infrastructure and rolling stock design: Case of Finland	84
Low adhesion management in the Helsinki metro environment	85
Work Model for Fitting ETCS Systems in Low Serie Vehicles	85
Experimental calculation of finding transfer function for the estimation of rail corrugation using axle-box accelerometers in a scaled track	86
Reducing the Carbon Footprint of Concrete Level Crossing Maintenance through Geopolymer Injection Technology	87
What can the Finnish Market Learn from the Experiences from the ETCS Onboard Enrollment in Sweden?	88
KAUPUNKIRAIDELIKENNE	90
TURMS-innovaatioklusteri ja Lyyli Living Lab	90
Tiiviissä kaupunkiympäristössä toteutetun ratakankkeen haasteet ja opit: Case ESKA	91
Suurten raitiotiehankeiden monimutkaisuus: Osaamisen ja toimijoiden keskittymisen haasteet	92
Kokemuksia kaupunkiraidehankeiden arvioinnista	93
Pikaraitiotieiden meluvaikutukset	94
Elinkaaritehokkaan raitiotien ABC	95
Tampereen raitiotien osan 1 ennen-jälkeen vaikutusten arviointi	96
Vantaan ratikka	97

KAUPUNKIRAIDELIKENNE: YHTEISKUNNALLINEN VAIKUTTAVUUS	98
Paikallisjunaliikenteen uudelleenavaaminen työssäkäyntialueiden kehittämisen välineenä /	98
Tampereen joukkoliikenteelle kasvoi selkäranka – muutosten verkostollinen tarkastelu	99
Kaupungit ja kaupunkilaiset muuttuvat – mitkä ovat vaikutukset raideliikenteeseen?	100
Tulevaisuuden raiteilla: Kaupunkikehityksen mahdollisuudet ja kaavatalous raideliikenteeseen perustuvassa yleiskaavoituksessa	101
KESTÄVÄ KEHITYS	102
Jyväskylä–Pieksämäki-ratahanke kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena	102
Kiertotalous radanpidossa – case ratakiskojen uudelleenkäyttö	103
Saven hyötykäyttömahdollisuudet Länsirata-hankkeessa	105
Kierrätysmuovien hiilijalanjälki ja käyttömahdollisuudet ratarakenteissa	106
Vähähiilisyden arviointi ratakankkeissa ja arviointitiedon hyödyntäminen	107
Raitiotien päällysrakenteen vähähiiliset ratkaisut ja suunnittelu	108
Raitiotien päällysrakenteen vähähiiliset ratkaisut ja suunnittelu	109
Energiätehokkuudella kohti entistäkin ympäristöystävällisempää raideliikennettä	110
Ratakankkeiden sosiaalinen vastuullisuus	111
Meluntorjunnan suunnittelu Länsirata-hankkeessa	112
Rautatiemaisemat kulttuuriperintönä	113
Paahderadalla lisää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta	115
ISOT HANKKEET	118
Käynnissä olevat ja alkavat suuret hankkeet	118
Digiradan vaatimustenhallinta	119
Laurila-Tornio-Haaparanta-rataosan sähköistäminen	120
Tilannekuvan muutos raportoinnin välineestä infrahankkeen käyttöliittymäksi	121
Yhdessä enemmän kuin osiensa summa – toimivan raitiotieallianssin elementtejä	122
Raideliikennemarkkinan avaaminen kilpailulle	124
Kupittaa–Turku-ratakankkeen eteneminen, suunnittelun pääkonsultin puheenvuoro	125
Lentorata	126

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Tiistai 11.2.2025 / Tuesday, 11 February 2025	
09:00	Rekisteröinti & info on auki / registration & info is open Pääaula / Main lobby
09:00	Tervetulokahvi, näyttely / Welcome Coffee, exhibition (9.00–10.00) Sorsapuistosali ja Puistolämpö
10:00	Avajaiset / Opening Ceremony (10.00–12.00) Iso sali
12:00	Näyttely / Exhibition (12.00–13.30) Sorsapuistosali ja Puistolämpö
12:00	Lounas / Lunch (12.00–13.30) Lämpöärvintolat (2. ja 3. kerros / 2. and 3. floor)
13:30	Rautatiet 200 vuotta - teemaseminaari (13.30–14.50) Iso sali Chaired by: Mr. Markku Nummelin
13:30	Rautatiet 200 vuotta (kansainvälinen näkökulma) » Mr. Markku Nummelin ¹ (1..)
14:10	Ölleristä Digirataan -Rautatiemuseo- ja museorautatietoiminta Suomessa osana rautateiden kulttuuriperinnön vaalimista » Mr. Jussi Tepponen ¹ (1. Museorautatieyhdistys ry)
14:30	Rautateiden vihreä kulttuuriperintö - kulttuurimaiseman tulevaisuus » Ms. Liisa Nummela ¹ , Ms. Pirjo Huvila ² (1. Turun yliopisto, Maisemantutkimus, 2. Työhuone Huvila)
13:30	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus: Huoltovarmuus ja resilienssi (13.30–14.50) Pieni sali Chaired by: Mrs. Maria Torttila
13:30	Rautatiekuljetusjärjestelmän rooli huoltovarmuuden kehittämisessä » Dr. Jarkko Rantala ¹ (1. AFRY Finland Oy)
13:50	Yllättävät häiriötilanteet ja onnistumisen edellytykset » Mrs. Kaisa Sainio ¹ (1. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)
14:10	Ilmastonmuutos ja sääilmiöt - toimenpiteet toimintavarmuuden ja turvallisuuden eteen » Mr. Marko Tuominen ¹ , Mrs. Soile Knuuti ¹ (1. Väylävirasto)
14:30	Huoltovarmuus on kokonaisturvallisuuden perusta » Mr. Pasi Soikkeli ¹ (1. Huoltovarmuuskeskus)
13:30	Digitalisaatio ja automaatio (13.30–14.50) Maestro Chaired by: Mr. Juha Lehtola and Mr. Jari Pylvänäinen
13:30	Rata-analytiikka: miksi se on niin vaikeaa ja miten se ratkaistaan » Dr. Mikko Sauni ¹ (1. Väylävirasto)
13:50	Tutkimus RTK-paikannuksen soveltuvuudesta ratatyön paikantamisessa » Mr. Mika Pussinen ¹ , Mr. Teemu Yliinen ¹ , Mr. Riku Kettu ¹ , Mr. Jussi Heiskanen ² (1. Destia Rail Oy, 2. Wizense Oy)
14:10	Kuinka Suomesta tuli pika-aikataululla Euroopan teknologiaveturi? » Mr. Jari Pylvänäinen ¹ , Mr. Juha Lehtola ² (1. Fintraffic Raide Oy, 2. Väylävirasto)
14:30	Itäradan pääsuuntaselvitys - linjausvaihtoehdot tekoälyn avulla » Mr. Tuomo Palomaa ¹ (1. Computational Design Lead)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

1

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Tiistai 11.2.2025 (jatkuu) / Tuesday, 11 February 2025 (continues)	
13:30	Osaamisen varmistaminen (13.30–14.50) Duetto 1 Chaired by: Lauri Ahtiainen
13:30	Pätevyys rautatoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmässä - rataverkon haltijan näkökulma » Mrs. Pia Sotavalta ¹ , Mr. Marko Tuominen ¹ (1. Väylävirasto)
13:50	Perinteisen turvalaitetekniikan osaamisen varmistaminen Suomessa » Mr. Veli-Matti Kantamaa ¹ , Mr. Tero Sorsimo ² (1. Väylävirasto, 2. Sweco Finland Oy)
14:10	Molempikätinen johtaminen megaprojekteissa: asiakasnäkökulma oppimisen ja tehokkuuden yhteensovittamiseen » Ms. Laura Valokoski ¹ (1. Valokosket Oy)
14:30	Welado-STHK Masters: Konkareiden konsepti osaamisen jakamiseen » Ms. Sonja Hernesniemi ¹ , Mr. Jyrki Kataja ¹ (1. Welado Oy)
13:30	Innovaatiot: Uudet teknologiat (13.30–14.50) Duetto 2 Chaired by: Dr. Heikki Luomala
13:30	Matkapuhelindata raideliikenteen kysyntäpotentiaalin arvioinnissa » Mr. Kari Hillo ¹ (1. Ramboll Finland Oy)
13:50	GPT-tekoälymallien hyödyntäminen ratasuunnitteluhankkeissa » Ms. Aino Lahnalampi ¹ (1. Sweco Finland Oy)
14:10	Selainpohjainen tilannekuva tehostaa ja selkeyttää ratakankkeiden läpivientä » Mr. Pekka Saarinen ¹ (1. AFRY Finland Oy)
14:30	Sähköiset maavastuulautaukset Länsiradan linjauksella » Ms. Taija Huotari ¹ , Ms. Emilia Kosonen ¹ (1. Geological Survey of Finland)
14:50	Iltapäiväkahvi, näyttely / Coffee break, exhibition (14.50–15.40) Sorsapuistosali ja Puistolämpö
15:40	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus (15.40–17.00) Pieni sali Chaired by: Mrs. Maria Torttila
15:40	Kestävä ja saavutettava Suomi, raideliikenne Liikenne 12-suunnitelman päivityksessä » Mrs. Maria Torttila ¹ , Ms. Kaisa Kuukasjärvi ¹ (1. Liikenne- ja viestintäministeriö)
16:00	Raidehankkeiden hyväksyttävyyttä rakennetaan viestimällä » Mrs. Johanna Koivunen ¹ (1. Sweco)
16:20	Eurooppalainen raideleveys Suomessa – mahdollisuudet ja haasteet » Mr. Tuomas Lonka ¹ (1. Proxion/WSP)
16:40	Mistä junaliikenteen hintalappu muodostuu? » Ms. Katriina Viljanen ¹ , Mr. Tuomas Toivio ² (1. Proxion/WSP, 2. WSP)
15:40	Digitalization and automation (in English) (15.40–17.00) Maestro Chaired by: Mr. Jari Pylvänäinen and Mr. Juha Lehtola
15:40	A Machine Learning Model for Predicting the Rail Temperature in Finland » Dr. Laila Daniel ¹ , Mrs. Leila Hieta ¹ , Mrs. Anniina Korpinen ¹ , Mrs. Minna Haikonen ¹ , Mr. Henri Seppälä ² , Mr. Aki Hirvaskari ² (1. Finnish Meteorological Institute, 2. Finnish Transport Infrastructure Agency)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

2

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Tiistai 11.2.2025 (jatkuu) / Tuesday, 11 February 2025 (continues)	
16:00	Autonomy for freight traffic and ATO » Ms. Gemma Maria SALAZAR LUQUE ¹ , Mr. Markus Ernst ¹ , Mr. Christian Wallner ¹ (1. GTS Deutschland GmbH)
16:20	Implementation of digital signaling and ETCS HTD in Finland towards infrastructure in the cloud » Dr. Oliver Reichard ¹ (1. Siemens Mobility)
16:40	Real time traffic optimisation – Metro and mainlines with ATO » Mr. Ari Tili ¹ (1. Fintraffic Raide Oy)
15:40	Osaamisen varmistaminen (15.40–17.00) Duetto 1 Chaired by: Lauri Ahtiainen
15:40	Osaamistarpeet suunnittelun ohjauksessa - voiko kuka tahansa ohjata suunnittelua? » Mr. Kari Fagerholm ¹ (1. Afry)
16:00	Palveluotoilun hyödyntäminen raideliikennealan koulutusprojekteissa » Ms. Laura Saarelainen ¹ (1. Proxion/WSP)
16:20	Ratatyökoordinaattori tulevaisuuden rautatieliikenteen sujuvuuden varmistaja » Mr. Simo Sauni ¹ , Mrs. Tiia Jyrkiäinen ² (1. Rejlers Finland Oy, 2. Caarni (TJ Invest&Consulting Oy))
16:40	ETCS tulee – Miten rautatieala koulutetaan? » Mrs. Jaana Koivuniemi ¹ , Mr. Jari Ruotsalainen ² (1. Welado Oy, 2. Fintraffic Raide Oy)
15:40	Innovaatiot: Uudet menetelmät (15.40–17.00) Duetto 2 Chaired by: Mrs. Tiia Loponen

15:40	Junan melu- ja värinäherätteiden mittaaminen » Mr. Timo Huhtala ¹ , Mr. Ville Kovalainen ¹ , Mr. Jarmo Kokkonen ¹ , Mr. Benjamin Oksanen ¹ , Dr. Sakari Tervo ¹ , Dr. Juho Liski ¹ , Dr. Mikko Kylliäinen ¹ (1. A-Insinöörit)
16:00	Radan geometriavirheiden rooli matkustuskomfortin ja ratarakenteen kuormituksen näkökulmasta » Mr. Marko Peltomäki ¹ (1. Tampere University)
16:20	Väylien kallioleikkausten digitaalinen tarkastus ja geologinen mallintaminen korjausten ja elinkaaren hallinnan apuvälineenä » Mr. Lassi Hatakka ¹ (1. Rockplan / Finnmap Infra Oy)
16:40	Avoimet rajapinnat ratasuunnittelussa » Mr. Mikko Ailisto ¹ (1. Finnmap Infra Oy)
17:00	Iltatilaisuus, näyttely / Evening event, exhibition (17.00–19.30) Sorsapuistosali ja Puistolämpö

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

3

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Keskiviikko 12.2.2025 (jatkuu) / Wednesday, 12 February 2025 (continues)	
09:20	Päätoteuttajan turvallisuusapainen Kupittaa-Turku -ratahankkeella » Mrs. Sari-Liia Tonttila ¹ , Mr. Simo Sauni ² , Ms. Riitta Säteri ¹ , Ms. Sanna Erkkilä ¹ , Ms. Niki Sillanpää ² (1. Ahjo Communications Oy, 2. Rejlers Finland Oy)
09:40	Positiiviset kannustin- ja palkitsemiskeinot osana työturvallisuusjohtamista ja työturvallisuusjohtamismenetelmiä - näkökulmana tilaajan vaikuttamismahdollisuudet palveluntoimittajan työturvallisuuskulttuuriin » Mr. Eetu Rajala ¹ , Mrs. Henna Viitala ¹ (1. Welado Oy)
10:00	Turvallisuuskulttuurityö raideliikenteessä - yhteistyötä ja toisilta oppimista » Ms. Sanna Mäkitalo ¹ (1. Liikenne- ja viestintävirasto Trafcom)
09:00	Yhteiskunnallinen vaikuttavuus (9.00–10.20) Pieni sali Chaired by: Janne Hauta
09:00	Pitkät tavarajunat rataverkolla » Mr. Jukka-Pekka Pitkanen ¹ , Mr. Janne Kojo ² , Mr. Sami Iikkanen ¹ , Mrs. Erika Helin ² (1. Ramboll Finland Oy, 2. Väylävirasto)
09:20	ERTMS ja rautatielogistiikan kulkumuotoosiirtymän edistäminen » Ms. Kyllikki Virta ¹ , Mr. Tuomas Lonka ¹ (1. Proxion/WSP)
09:40	Tiedonvälitystä kehittämällä katkeamattomampia tavarankuljetusketjuja raideliikenteessä » Mr. Anssi Krooks ¹ , Ms. Heli Borg ¹ , Mr. Lari Teittinen ² (1. Solita Oy, 2. Sweco)
10:00	Erinomaisella asiakaskokemuksella ympäristöystävällisen matkustamisen kulkumuoto-osuuden kasvua » Mrs. Marika Schuck ¹ , Mrs. Piia Tynyilä ¹ (1. VR-Yhtymä Oyj)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

09:00	Abstracts in English (9.00–10.20) Maestro Chaired by: Mr. Kevin Lane
09:00	Light rail training program - complete course from urban planning to projects and operation » Mr. Artturi Lähdetie ¹ , Prof. Gunnar Heipp ² (1. Kaupunkiliikenne Oy, 2. Ostschweizer Fachhochschule OST)
09:15	High speed rail infrastructure and rolling stock design: Case of Finland » Ms. Florencia Bigatti ¹ (1. WSP - Itärata - Aalto University)
09:30	Low adhesion management in the Helsinki metro environment » Mr. Mikko Paajanen ¹ (1. Kaupunkiliikenne Oy)
09:00	Kaupunkiraideliikenne (9.00–10.20) Duetto 1 Chaired by: Mrs. Elina Väistö
09:00	TURMS-innovaatioklusteri ja Lyyli Living Lab » Mr. Ali Huttunen ¹ , Mrs. Helmi Sipari ¹ , Mr. Mika Luutikivi ¹ (1. Tampereen Raitiotie Oy)
09:20	Tiiviissä kaupunkiympäristössä toteutetun ratahankkeen haasteet ja opit: Case ESKA » Mr. Hafizur Rahman ¹ , Mr. Risto Ketonen ¹ (1. AFRY Finland Oy)
09:40	Suurten raitiotiehankeiden monimutkaisuus: Osaamisen ja toimijoiden keskittymisen haasteet » Mrs. Mira Saarentaus ¹ , Mrs. Vilma Vuori ² , Mr. Kyösti Ratia ³ (1. Welado Oy, 2. Boostbrothers, 3. YIT)
10:00	Kokemuksia kaupunkiraidetietojen arvioinnista » Ms. Taina Haapamäki ¹ , Mr. Anton Silvo ² , Mr. Niko Setälä ² (1. FL OU Oy, 2. Helsingin kaupunki)

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Keskiviikko 12.2.2025 (jatkuu) / Wednesday, 12 February 2025 (continues)	
09:00	Kestävä kehitys (9.00–10.20) Duetto 2 Chaired by: Ms. Henna Teerihalmes
09:00	Jyväskylä-Pieksämäki -ratahanke kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena » <u>Ms. Katja Puolitaival</u> ¹ , <u>Dr. Tero Leppänen</u> ¹ (1. Welado Oy)
09:20	Kiertotalous radanpidossa – case ratakiskojen uudelleenkäyttö » <u>Mr. Tero Savolainen</u> ¹ , <u>Ms. Henna Teerihalmes</u> ² (1. Sweco Finland Oy, 2. Väylävirasto)
09:40	Saven hyötykäyttömahdollisuudet Länsirata-hankkeessa » <u>Ms. Katriina Juvonen</u> ¹ , Ms. Emilia Kosonen ¹ , Dr. Mika Räisänen ¹ , Mrs. Maarit Saresma ¹ (1. Geological Survey of Finland)
10:00	Kierrätysmuovien hiilijalanjälki ja käyttömahdollisuudet ratarakenteissa » <u>Dr. Heikki Luomala</u> ¹ , Mr. Rami Halme ² , Dr. Ilari Jönkkäri ³ (1. Tampere University, Research Centre Terra, 2. Alumni of Tampere University, 3. Tampere University)
10:20	Kahvitauko, näyttely / Coffee break, exhibition (10.20–10.50) Sorsapuistosali ja Puistolämpio
10:50	Turvallisuus (10.50–12.10) Iso sali Chaired by: Heidi Niemimuukko
10:50	Väyläviraston rataverkon kyberturvallisuusohjelman tuloksia » <u>Ms. Pia Raitio</u> ¹ (1. Väylävirasto)
11:10	Turvajärjestelmien riskiperusteinen haavoittuvuushallinta » <u>Mr. Ronny Bäckman</u> ¹ (1. Siemens Mobility Oy)

11:30	YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin yhteensovittaminen allianssihankkeen riskienhallintaan Digiradan kehitys- ja verifointivaiheessa – oppeja ja oivalluksia » <u>Mrs. Arja Kivinen</u> ¹ , <u>Mr. Miikka Uotila</u> ² (1. Ramboll CM Oy, 2. Väylävirasto)
11:50	Laittilojen riskienarviointi – dataa johtamisen tueksi » <u>Mr. Joni Kontio</u> ¹ (1. Proxion/WSP)
10:50	Isot hankkeet (10.50–12.10) Pieni sali Chaired by: Mr. Magnus Nygård
10:50	Käynnissä olevat ja alkavat suuret hankkeet » <u>Mr. Magnus Nygård</u> ¹ (1. Väylävirasto)
11:10	Digiradan vaatimustenhallinta » <u>Mr. Pekka Mäkinen</u> ¹ (1. Fintraffic Raide Oy)
11:30	Laurila-Tornio-Haaparanta -rataosan sähköistäminen » <u>Mrs. Terhi Honkarinta</u> ¹ , <u>Mr. Jukka Pääkkilä</u> ¹ (1. Väylävirasto)
11:50	Tilannekuvan muutos raportoinnin välineestä infrahankeen käyttöliittymäksi » <u>Mr. Oliver Kilpiä</u> ¹ (1. FLOU Oy)
10:50	Abstracts in English (10.50–12.10) Maestro Chaired by: Mr. Kevin Lane
10:50	Work Model for Fitting ETCS Systems in Low Serie Vehicles » <u>Mr. Jesper Näsström</u> ¹ (1. STHK)
11:10	Experimental calculation of finding transfer function for the estimation of rail corrugation using axle-box accelerometers in a scaled track » <u>Dr. Xinxin Yu</u> ¹ , Dr. SERGIO MUÑOZ ² , Dr. PEDRO URDA ² , Prof. Jose Escalona ² (1. Tampere University, 2. University of Seville)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

5

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Keskiviikko 12.2.2025 (jatkuu) / Wednesday, 12 February 2025 (continues)	
11:30	Reducing the Carbon Footprint of Concrete Level Crossing Maintenance through Geopolymer Injection Technology » Mr. Liam Bromley ¹ , Dr. Mohamed Wehbi ¹ , <u>Mr. Tuomas Lievonen</u> ¹ , <u>Mr. Sam Doe</u> ¹ (1. Geobear)
11:50	What can the Finnish Market Learn from the Experiences from the ETCS Onboard Enrollment in Sweden? » <u>Mr. David Gustavsson</u> ¹ (1. STHK)
10:50	Kaupunkiraideliikenne (10.50–12.10) Duetto 1 Chaired by: Laura Järvinen
10:50	Pikaraitioteiden meluvaikutukset » <u>Mr. Johannes Oksanen</u> ¹ (1. Sitowise Oy)
11:10	Elinkaaritehokkaan raitiotien ABC » <u>Mrs. Sini Metsävuo</u> ¹ , <u>Mr. Hannu Stam</u> ² (1. Ramboll Finland Oy, 2. Kaupunkiliikenne Oy)
11:30	Tampereen raitiotien osan 1 ennen-jälkeen vaikutusten arviointi » <u>Ms. Suvi Tammilehto</u> ¹ , Mrs. Riikka Salli ¹ (1. Ramboll Finland Oy)
11:50	Vantaan ratikka » <u>Mr. Hannu Lehtikankare</u> ¹ , <u>Ms. Jonna Tuomiranta</u> ² , Mr. Pekka Kivela ³ (1. Vantaan kaupunki, 2. GRK Suomi Oy, 3. Destia Oy)
10:50	Kestävä kehitys (10.50–12.10) Duetto 2 Chaired by: Ms. Karoliina Saarniaho
10:50	Vähähiilisyysarviointi ratakkeissa ja arviointitiedon hyödyntäminen » <u>Ms. Hanna Sandell</u> ¹ , Ms. Karoliina Saarniaho ¹ , <u>Mr. Janne Pesu</u> ² (1. Väylävirasto, 2. Suomen ympäristökeskus)

11:10	Raitiotien päällysrakenteen vähähiiliset ratkaisut ja suunnittelu » <u>Ms. Ella Eilola</u> ¹ , <u>Ms. Satu Kangas</u> ¹ (1. Sweco Finland Oy)
11:30	Hiilidioksidipäästöjen huomioiminen data-analytiikassa » <u>Dr. Mikko Puonti</u> ¹ (1. Solita Oy)
11:50	Energiätehokkuudella kohti entistäkin ympäristöystävällisempää raideliikennettä » <u>Ms. Katri Ailus</u> ¹ (1. VR-Yhtymä Oy)
12:10	Näyttely / Exhibition (12.10–13.10) Sorsapuistosali ja Puistolämpio
12:10	Lounas / Lunch (12.10–13.10) Lämpöravintolat (2. ja 3. kerros / 2. and 3. floor)
13:10	Turvallisuus (13.10–14.30) Iso sali Chaired by: Ms. Sanna Mäkitalo
13:10	Allejäännit rautatieliikenteessä – mitä tiedämme niistä ja miten voimme niitä estää? » <u>Dr. Anne Silla</u> ¹ (1. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)
13:30	Tekoäly raideliikenteen riskienhallinnassa » <u>Mr. Joona Malmivaara</u> ¹ , <u>Ms. Virva Kuvaja</u> ¹ (1. Sweco Finland Oy)
13:50	Turvallisuus- ja talous tasapainossa rautatieyritysten vastuuvakuutuksissa » <u>Mr. Ville Vainiomäki</u> ¹ , <u>Mr. Jari Nieminen</u> ² (1. Welado Oy, 2. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)
14:10	Kohti riskiperusteista valvontaa » <u>Ms. Emma-Liisa Tanska</u> ¹ , <u>Mr. Janne Anttila</u> ¹ (1. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

6

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Keski-aiikko 12.2.2025 (jatkuu) / Wednesday, 12 February 2025 (continues)	
13:10	Isot hankkeet (13.10–14.30) Pieni sali Chaired by: Miia Kari
13:10	Yhdessä enemmän kuin osiansa summa – toimivan raitiotieallianssin elementtejä » Mrs. Laura Saarlo ¹ (1. NRC Group Finland Oy)
13:30	Raideliikennemerkkinen avaaminen kilpailulle » Mr. Jani von Zansen ¹ , Mrs. Anna Pätynen ¹ (1. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom)
13:50	Kupittaa-Turku ratahankkeen eteneminen, suunnittelun pääkonsultin puheenvuoro » Mr. Niko Tunninen ¹ , Mrs. Saara Vihma ¹ , Ms. Marjut Kakko ¹ (1. Sweco)
14:10	Lentorata » Ms. Siru Koski ¹ (1. Lentorata Oy)
13:10	Innovaatiot: Rata-tekniikka (13.10–14.30) Maestro Chaired by: Dr. Heikki Luomala
13:10	Kiskon sivukuluminen vaihteen kielisovitusalueella ja sen vaikutus junan suistumisriskiin » Mr. Riku Varis ¹ , Mrs. Tiia Loponen ¹ , Dr. Heikki Luomala ¹ (1. Research Centre Terra)
13:30	Tavaravaunun teliyypin vaikutus rataan kohdistuviin kuormituksiin » Mrs. Tiia Loponen ¹ , Mr. Riku Varis ¹ , Dr. Heikki Luomala ¹ (1. Research Centre Terra)
13:50	Syrjäsalmen ratasilta, opit vaikeuksista Karjalan radalla » Mr. Harri Kallio ¹ (1. A-Insinöörit Suunnittelu Oy)
14:10	Pohjaimien käyttö rautatieliikenteen aiheuttaman matalataajuisen tärinän torjunnassa » Mr. Antti Pelho ¹ , Ms. Anniina Söderholm ¹ , Dr. Heikki Luomala ² (1. Tampere University, Research Centre Terra, 2. Research Centre Terra)
13:10	Kaupunkiraideliikenne: Yhteiskunnallinen vaikuttavuus (13.10–14.30) Duetto 1 Chaired by: Laura Järvinen
13:10	Paikallisjunaliikenteen uudelleenavaaminen työssäkäyntialueiden kehittämisen välineenä / (Kandidaatintyö, Aalto-yliopisto) » Mr. Väinö Jalkanen ¹ (1. Aalto-yliopisto)
13:30	Tampereen joukkoliikenteelle kasvoi selkäranka – muutosten verkostollinen tarkastelu » Dr. Christoffer Weckström ¹ (1. Sweco Finland Oy)
13:50	Kaupungit ja kaupunkilaiset muuttuvat – mitkä ovat vaikutukset raideliikenteeseen? » Mr. Juhani Bäckström ¹ (1. WSP Finland Oy)
14:10	Tulevaisuuden raiteilla: Kaupunkikehityksen mahdollisuudet ja kaavatalous raideliikenteeseen perustuvassa yleiskaavoituksessa » Mrs. Kirsi Lilja ¹ (1. Helsingin kaupunki)
13:10	Kestävä kehitys (13.10–14.30) Duetto 2 Chaired by: Mikael Takala
13:10	Ratahankkeiden sosiaalinen vastuullisuus » Mrs. Tiina Juutilainen ¹ (1. Welado Oy)
13:30	Meluntorjunnan suunnittelu Länsirata-hankeissa » Mr. Ilkka Niskanen ¹ , Mrs. Annika Salokangas ² (1. WSP, 2. Sitowise Oy)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

7

11.–12.2.2025 Tampere-talo / 11–12 February 2025, Tampere Hall

Keski-aiikko 12.2.2025 (jatkuu) / Wednesday, 12 February 2025 (continues)	
13:50	Rautatiemaisemat kulttuuriperintönä » Mr. Mikko Itälähti ¹ (1. Suomen Rautatiemuseo)
14:10	Paahderadalla lisää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta » Ms. Lea Hettula ¹ , Mrs. Hanna Ylitalo ¹ (1. AFRY Finland Oy)

(c) Rata 2025 / Tapahtumantekijät Oy

8

PEVERK

Kotimaista kehitystä vaihteisiin



**Meiltä vaihteisiin Railex, D500E kosketin,
lumensulatusta ja tarkistustankoja
antti.pappila@peverk.fi 050 379 8039**

RATA 2025 – houkutteleva raideliikenne

Tampere-talo 11.–12.2.2025

Rata-tapahtumia on järjestetty nyt 25 vuotta. Tämä juhlanumero koostuu Rata 2025 -tapahtuman esitelmien tiivistelmistä.

Tapahtuman ja esitelmien ykköstavoite on osaamisen varmistaminen ja koulutus. Nämä ovat myös Rautatietekniikka-lehden tavoitteita. Siksi Rautatietekniikka-lehti on ollut ja on nykyin Rata-tapahtumien yhteistyökumppani.

Fyysisen tilaisuuden toinen tärkeä tavoite on verkostoituminen; tuttujen ja uusien kasvojen tapaaminen. Oleellista on toimia yhteistyöhakuisesti, mikä edellyttää myös ihmisten tapauksia.

Tietopohjaisuus, tekoäly, digitalisointi, elinkaarihokkuus, vaihtoehtoiset käyttövoimat ja kriittinen infra ovat tärkeitä käsiteltäviä kokonaisuuksia. Mukana on myös paljon teemoja, jotka tekevät kokonaisuudessaan raideliikenteestä houkuttelevan. Toimiva liikennejärjestelmä lähtee usein liikkeelle onnistuneesta maankäytön suunnittelusta. Tekniset innovaatiot kannattaa hyödyntää, aluksi pilottien kautta. Näissä tiivistelmissä esitellään monia näistä innovaatioista.

Ensimmäinen Rata-seminaari pidettiin Vantaalla Heurekaassa vuonna 2000 eli 25 vuotta sitten. Alun perin seminaareja alettiin järjestää uusimman rautatietekniikan esittämiseksi. Seminaareista ne laajenivat kokonaisvaltaisiksi tapahtumiksi, kun mukaan tulivat laajatkin näyttelyosastot. Organisoijat olivat aiemmin Ratahallintokeskus, Liikennevirasto ja Väylävirasto. Nyt järjestävä organisaatio on ensimmäistä kertaa viranomaispuolen sijasta Tapahtumantekijät Oy. Yhtiö on perustettu vuonna 1992 ja se on yksi Suomen vanhimmista tapahtumatoimistoista. Tapahtumantekijät on ollut mukana Rata-tapahtumien tuotannossa useita kertoja aiemminkin. 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.

Sisältöä on tällä kertaa suunnitellut entistä laajempi raideliikennealan edustajista koottu ryhmä. Tampereen Yliopisto on tuonut mukanaan suunnitteluun varsinkin osaamis- ja koulutusalan tarpeita.

Vuosi 2025 on myös merkkivuosi, koska maailman rautatiet täyttävät tänä vuonna 200 vuotta. Yleisen ja samalla veturivetoisen rautatieliikenteen katsotaan alkaneen, kun Pohjois-Englannissa Stocktonin ja Darlingtonin välinen rata avattiin liikenteelle 27.9.1825. Tätä toki juhlietaan laajalti Englannissa, mutta osaltamme on hyvä kerrata mitä voimme oppia rautateiden kehityksestä ja mitä ajatuksia voimme viedä tulevaisuuteenkin.

Tämä kooste ja koko tapahtuma ei olisi onnistunut ilman jopa satoja asiasta innostuneita asiantuntijoita, opiskelijoita ja aiheesta kiinnostuneita, joiden avulla kokonaisuus on muodostunut. Suuret kiitokset teille kaikille!

Hyödyllisiä ja samalla miellyttäviä lukuhetkiä tämän Rata 2025 -tapahtumajulkaisun parissa!

Markku Nummelin

Rata 2025 sisältöryhmän vetäjä

Kati Korpinen

Rata 2025 sisältöryhmän sihteeri

Tapahtumantekijät Oy,
asiakkuusjohtaja

Maailman rautatiet 200 vuotta – Katse eteenpäin aikaisempi tieto hyödyntäen

Rautateiden 200-vuotisesta historiasta on monta asiaa hyödynnettävissä tulevaisuudessakin. Fysiikan lait eivät muutu, joten aiemmin tehtyä perustustekniikasta voidaan hyödyntää; toki nykutekniikalla jatkajalostaen. Rautatiet ovat olleet monessa asiassa ja innovaatioissa edelläkävijöitä. Tulevaisuudessa voimme olla edelläkävijöitä vaikkapa tekoälyn hyödyntämisessä. Ydinasia on kuitenkin rautatieosaimisen varmistaminen.

Rautateiden alku

Yleisen ja samalla veturivetoisen rautatieliikenteen katsotaan alkaneen, kun Pohjois-Englannissa Stocktonin ja Darlingtonin välinen rata avattiin liikenteelle 27.9.1825.

Yleinen rautatieliikenne Suomessa aloitettiin vasta 17.3.1862. Suomi pääsi siis jo heti alussa hyödyntämään muualta saatua oppia. Pyörää ei tarvinnut keksiä uudelleen.

Hyvin toimivaa ei kannata muuttaa muuttamisen vuoksi

Suomessa on tällä hetkellä 150 mm leveämpi kuormaulottuma kuin esimerkiksi USA:ssa. Raideleveyselvityksissä ja tulevilla keskusteluissa ei suomalaista hyvin toimivaa kuormaulottumaa tule pienentää. Myös matkustajavaunuille se antaa avaruutta.

Automaattikytkimet, uusi vanha keksintö

Joskus asiat pitää keksiä uudestaan. Tai hyviä ratkaisuja ei vain ole tohdittu viedä päätökseen. Esimerkkinä vaunujen automaattikytkimet. Vuonna 1936 Saksassa Berliiniin ja Dresdenin välillä liikenteeseen tuli Henschel-Wegmann Zug, reitin pysähtymättä



Mr. Markku Nummelin

ajanut höyryveturivetoinen pikajuna. Niin höyryveturissa kuin vaunuissa oli automaattikytkimet sähköliityntöineen. Vuonna 2024 InnoTrans-messuilla esiteltiin likipitään samaa DAC (Digital automatic coupling) -kytkintä! Välillä on useita kymmeniä vuosia selvitetty kytkinten käyttöönottoa, ongelmaksi on aina tullut olemassa olevan kaluston muutoskustannukset. Vaunusto on tällä välin uudistunut kolmasti tai neljästi... Eli välillä tarvitaan jämpettä kansainvälisiä päätöksiä, toki kohtuullisilla siirtymäajoilla.

Sähköllä ilman sähkörataa

Akkukalustoa markkinoitiin jo 100 vuotta sitten laajasti. Sitä otettiin myös käyttöön. Akkumoottorivaunut kulkivat tasaisesti ja jopa 500 km yhdellä latauksella. Halpa nestemäinen polttoaine pysäytti hyvin vauhtiin päässeän kehityksen. Nyt useat maat siirtyvät uusiutuvan energian käyttöön ja akku- tai hybridikalusto on jälleen ratkaisu sähköistämättömillä radoilla.

Kontit takaisin kiskoille

Suomen tavarajunat poikkeavat rajusti keskieurooppalaisista.

Tällä hetkellä mahdollisuudet multimodaaliseen kuljetusketjuun ovat monilla kaupunkiseuduillamme heikot. Tämä vaatisi jakelukeskuksia hyvien raide- ja tieliikenneyhteyksien varrelle. Tämä tarkoittaisi myös avainsidosryhmien tahtotilan muuttamista. Raakapuuterminaaleissa tässä on onnistuttu, mutta ei yhdistetyissä kuljetuksissa. Nyt voi olla viimeiset hetket puuttua asiaan kaupunkiseutujen maankäytön suunnittelussa. Tässä ei tarvitse mennä Ruotsia kauemmaksi oppia ottamaan.



Saksassa vuonna 1936 käyttöön otettu automaattikytkin, jolla höyryveturi ja vaunut saatiin kytketyksi toisiinsa sähköliityntöineen. Kokoelma Bundesarchiv



Inno-Trans-messuilla 2024 esiteltävä DIG-kytkin, joka on lähes samanlainen kuin lähes 90 vuotta sitten käyttöön otettu kytkin. Kuva Markku Nummelin



Vaihteen kulumamittalaite 40 vuoden takaa. Sen käyttötarve on yhä ilmeinen. Kuva Markku Nummelin

Organisaatiot ja vastuut

Euroopassa noin 30 valtiollisesta yhtiöstä on muodostunut noin 3000 eri toimijaa. Kilpailu ja kilpailutus on oikea lähtökohta. Mutta jollain taholla tulee olla kokonaisvastuu asioista. Infranhaltija hoitaa hyvin infraansa, liikennöitsijät liikennettään ja hankeyhtiöt suunnittelunsa. Mutta koko raideliikennejärjestelmän aktiivinen kehittäminen ei ole yksissä käsissä. Jollain taholla pitää olla kokonaisvastuu asioista. Jaettu vastuu tuo ongelmia.

EU-sääntely

Eurooppalainen sääntely on johtanut pienten parannuskohteiden sijasta suurten kokonaisuuksien toteuttamiseen. Pientä parannusta ei saada hyväksyttyä, ellei samalla tehdä laajempaa kokonaisuutta kuntoon. Tämä jarruttaa pieniä parannustoimia.

Kisko-pyörä-yhteys

Kiskojen ja pyörien yhteistoiminta on tutkittua, mutta suurten nopeuksien ja uudistuvan kaluston vuoksi jatkuvaa toimintaa. Aikaisemmin tutkittua ei saa unohtaa. Tiedon siirto on tärkeää mm. uusia raideliikennejärjestelmiä rakennettaessa. Esimerkkejä haasteista löytyy Suomesta niin rautateiltä kuin raitioteiltä.

Ydinasia: osaamisen varmistaminen

Niin historia kuin katse nykypäivään osoittavat, että rautatiet ja raideliikenne yleisestikin tarvitsevat asiantuntijoita, joilla on ymmärrys koko järjestelmästä. Heitä tarvitaan niin viranomaisilla, liikennöitsijöillä, tilaajilla kuin palveluntuottajilla. On tunnettava jo tapahtunut kehitys ja samalla oltava avoimia tulevaisuuden innovaatioille.

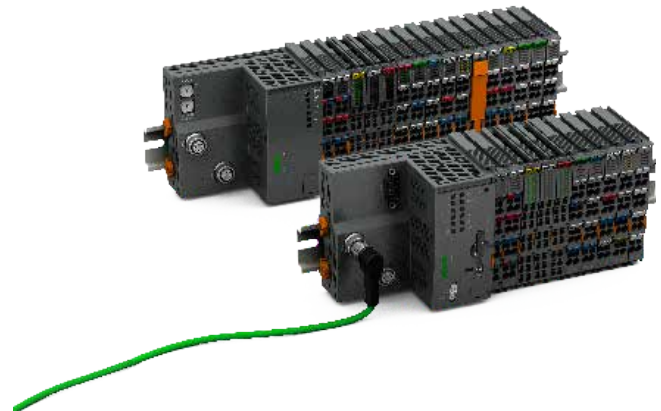
Kehitystyössä tarvitaan laaja-alaista rautatieosaamista. Tämä tuo kustannussäästöjäkin, kun tarvitaan vähemmän valvojia ja seuraajia kuin jos jokaisella pienelläkin osa-alueella olisi vain oman siilonsa asiantuntija.

Avainsanat / Keywords

Rautatiet 200 vuotta	Historia	Tekniikan kehitys
Osaamisen varmistaminen	Kisko-pyörä-yhteys	
Akkumoottorivaunut	Automaattikytkimet	
Organisaatiot	Topic Areas	



**Luotettavaa & kustannustehokasta
liitostekniikkaa ja ohjausta
rautateille jo yli 40 vuoden ajan**



**Olemme mukana
RATA 2025 -tapahtumassa!
Tervetuloa!**

Juha Lyly-Yrjänäinen
Rautatieasiantuntija
+358 50 560 3276
juha.lylyyrjanainen@wago.com



Lue sivuiltamme
lisää rautatieratkaisuista:



www.wago.com/fi/ratkaisut

Ölleristä Digirataan -Rautatiemuseo- ja museorautatietoiminta Suomessa osana rautateiden kulttuuriperinnön vaalimista

Vuonna 1898 perustettiin Suomen Rautatiemuseo, jonka ensimmäiseksi vakituiseksi työntekijäksi valittiin parin vuoden päästä kirjanpitäjä Uno Öller. Samoin vuonna 1898 avattiin yleiselle liikenteelle kapearaiteinen Jokioisten rautatie, josta tuli vuonna 1978 Suomen ensimmäinen museorautatie.

Hyvinkäällä Hanko-Hyvinkää rautatien asema- ja varikkoalueella toimiva Suomen Rautatiemuseo on valtakunnallinen vastuumuseo.

Tämän lisäksi Suomesta löytyy Toijalan vanhoilla veturitalleilla toimiva Toijalan Veturimuseo ja Pieksämäellä Pieksämäen aseman vanhassa asemarakennuksessa oleva Savon radan museo. Näiden lisäksi museotoimintaa on Jokioisten Museorautatiellä Minkiön kapearaidemuseossa.

Suomen ensimmäinen museorautatie on vuonna 1978 museorautatien toimintansa aloittanut kapearaiteinen, 750 mm raideleveysinen ja 15 km pitkä Jokioisten Museorautatie.

Toinen suomen kapearaiteisista museorautatiestä on 600 mm raideleveysinen ja 2 km pitkä Nykarleby Jernväg, joka toimii Kovjoen asemalta.

Suomen ainoa leveäraiteinen museorautatie on Porvoon museorautatie. Vuodesta 2015 lähtien se on ollut yleisen rataverkon museorata.

Rautatiemuseoiden ja Museorautateiden lisäksi Suomessa toimii valtion rataverkolla museoliikenneoperaattoreita, kuten Porha Oulusta, Höyryraide Oy Nurmeksesta, Toijalan Museoveturiseura ry, Porvoon Museorautatie ry ja Haapamäen museoveturiyhdistys ry.



Mr. Jussi Tepponen
- Finland -
Museorautatieyhdistys ry

Mitä on kulttuuriperintö? Se on menneisyydestä perittyjä asioita, jotka heijastavat aikansa arvoja ja tietotaitoa. Kulttuuriperintö jaetaan usein aineelliseen ja aineettomaan kulttuuriperintöön.

Aineellinen kulttuuriperintö sisältää esimerkiksi kulttuuriympäristöt, rakennukset ja museokokelmat.

Suomen rautateiden aineellisen kulttuuriperinnön vaalimista ovat esimerkiksi museorautatiet iomina kokonaisuuksinaan. Jälkipolville pyritään säilyttämään kokonainen rautatie sisältäen radan rakenteineen, asema-alueet, rautatien toimintaan liittyvät rakennukset ja mahdollisuuksien mukaan myös rautatien ympärillä näkyvän maiseman.

Näkyvin osa aineellisen kulttuuriperinnön vaalimista ovat museokokoelmat. Usein liikkuva kalusto,

eli veturit ja vaunut muodostavat museokokoelmien ytimen. Tämän lisäksi suuri yleisö näkee kokoelmista sen, mikä on kulloinkin museoissa näytteillä.

Aineellisen kulttuuriperinnön vaalimista ja sen esittelemistä on helpottanut viime vuosina tapahtunut tekniikan kehitys. Materiaalia voidaan skannata ja kuvata, jolloin sen jakaminen on mahdollista internetin välityksellä. Tällöin aikaisemmin suurelta yleisöltä suljetut kokoelmat avautuvat kaikille ja niihin liittyvä kulttuuriperintö siirtyy osaksi kollektiivista muistia ja muuttuu tavallaan aineettomaksi kulttuuriperinnöksi.

Aineeton kulttuuriperintö on elävää perinnettä. Se on käytäntöjä, ilmauksia, tietoja ja taitoja, sekä niihin liittyviä esineitä ja paikkoja.



Jokioisten Museorautatien Humppilan junanlähettäjän pöytä. Kuva Markku Nummelin

Elävä museo tai museorautatie on paras aineettoman kulttuuriperinnön säilyttäjä. Jotta aineeton kulttuuriperintö säilyisi tarvitaan radan, asemien, veturien ja vaunujen lisäksi ihmisiä, jotka haluavat liikennöidä junilla, korjata kalustoa ja rataa, pitää yllä vanhoja liikennöimisohjeita ja -menetelmiä.

Museorautateilla ei käytetä modernia tekniikkaa ja siellä voi opetella ja vaikka kurssittaa näitä perinteisiä liikenteenohjausjärjestelmiä, joissa junaliikennettä hoidetaan junanlähettäjien, junapäiväkirjan ja puhelinlinjan avulla.

Myös kielelliset ilmaisut säilyvät. Asioista käytetään termejä, jotka on opittu edellisiltä sukupolvilta tai omaksuttu koulutuksissa.

Kaikki tämä on aineetonta kulttuuriperintöä, joka ei säily, jollei sille ole oikeata paikkaa ja tekijöitä, joille kulttuuriperintö siirretään sukupolvesta toiseen.

Jos rautateiden kulttuuriperinnön vaaliminen koetaan myös tulevaisuudessa tärkeäksi. Jos halutaan näyttää tulevillekin sukupolville miten asioita joskus tehtiin. Jos halutaan varautua tilanteisiin, kun Digirata-hanke on jo historiaa ja etcs-kulunvalvontaa

ei voida jostain syystä käyttää, ja rautatieliikennettä on kuitenkin hoidettava, on ensiarvoisen tärkeää vaalia rautateiden kulttuuriperinnön ja vanhojen operointimallien säilyttämistä.

Aineellista kulttuuriperintöä on aina helpompi vaalia, mutta ilman aineetonta kulttuuriperintöä siitä puuttuu sisältö. Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää, varsinkin kun kulttuurin rahoitusta leikataan ja kulttuurin arvostus on laskussa, kiinnittää huomio aineettoman kulttuuriperinnön vaalimiseen. Mikäli aineettoman kulttuuriperinnön ketju katkeaa ja tietoa, taitoa, sekä käytäntöjä ei saada siirrettyä seuraavalle sukupolville tapahtuu korvaamaton vahinko, jota ei voi jälkepäin korjata.



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

©2025 Loram Technologies, Inc.



tele radio
wireless solutions

Räätälöidyt radio-ohjaus järjestelmät ratapihoille ja varikoille.

Tele Radio Finland Oy
 Puh. 020 144 3030
www.radio-ohjaus.fi

RATA 20
25
OSASTO 21

Rautateiden vihreä kulttuuriperintö - kulttuurimaiseman tulevaisuus

Rautatieasemapuistot ovat Suomessa ainutlaatuinen kulttuuriperintö ja maamme ensimmäisiä julkisia puistoja. Ne suunniteltiin ja rakennettiin samanaikaisesti asemien ja muiden rautatierakennusten kanssa. 1960-luvulla puistoja oli yli 500 asemalla.

Rautatieasemapuistot 150 vuotta

Suomalainen laaja-alainen rautatieasemapuisto on eurooppalaisittain ainutlaatuinen

kulttuuriperintö. Asemapuisto loi Valtionrautateiden julkisivua matkustajille, ja samalla tarjosi laajan ja viihtyisän julkisen puiston ja asuinalueen puutarhat rautateiden työntekijöille.

Valtionrautatiet rakensi pääradat, asema-alueet ja puistot Suomeen melko nopeasti vuosien 1860–1930 välillä. Viraston omat rautatiearkkitehdit suunnittelivat rautatierakennukset ja asemapuistojen suunnitteluun palkattiin ylipuutarhuri. Heidän yhteistyönään luotiin asema-alueet.

Puistojen tyyli pysyi melko samana aktiivisimman radan rakentamisen ajan, koska virkasuunnittelijat tekivät pitkät työurat. Tekijöitä ei ole nostettu esiin eikä ilmiötä ole juurikaan tutkittu maassamme.

Asemapuistojen kukoistusaikaa elettiin 1950–60-luvuilla, ja silloin asemapuistoja oli yli 500 ja istutettuja rautatiealueita oli 1000, näihin kuuluivat konepajat, varikot ja rautatieläisten erilliset asuinalueet ja vahtitupia radan varressa.

Asemapuistojen merkityksiä; osana yrityskuvaa, julkinen puisto matkustajille, jalopuukujanteet, höyryveturien kipinöjen suojana ja rautatieläisten asuinalueen hyötypuutarhat.

Asemapuistojen suunnitteluun palkattu ylipuutarhuri aloitti 1874 ja Valtionrautateiden keskustaimisto perustettiin Hyvin-



*Ms. Liisa Nummela - Finland -
Turun yliopisto, Maisemantutkimus
Ms. Pirjo Huvila - Finland -
Työhuone Huvila*

käälle samana vuonna. Valtionrautateiden puutarhaosasto koostui suunnittelusta ja omista taimistoista. Alueellinen puutarhatoimen henkilökunta hoiti asemapuistoja ja asema-alueiden ylläpitoon osallistui myös asemien virkahenkilöstöä.

Rautatienomenapuu 120 vuotta

Asemapuistojen nimikkopuu, rautatienomenapuu on jalostettu Hyvinkään taimistossa 1900-luvun taitteessa. Sitä alettiin lisätä keskustaimistolla, kun 1940-luvun

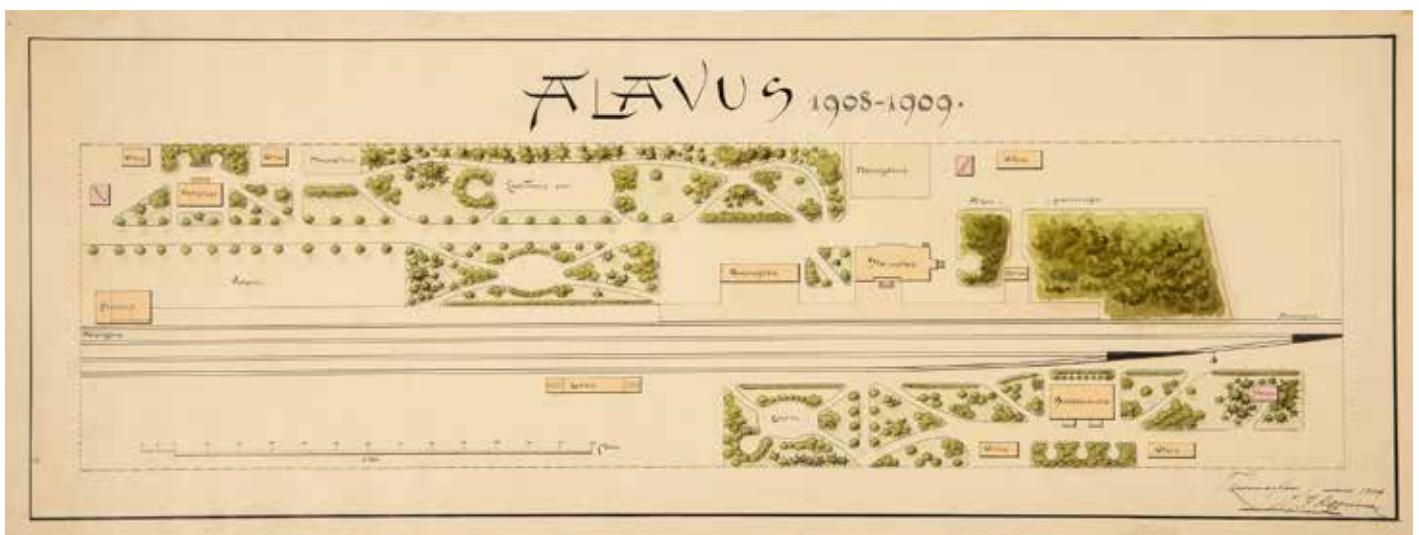
alun ankarat talvet olivat osoittaneet sen erinomaisen kylmänkestävyyden. Rautatieomenapuiden istuttamisen huippukausi oli 1950-luvulla ylipuutarhuri Kalle Jokelan aikana, jolloin sitä istutettiin Hangosta Rovaniemelle. Rautateiden nimikkopuu sai tieteellisen nimen *Malus Hyvingiensis*. Vuonna 2015 yliopiston geenitutkimuksessa todistettiin puun olevan oma lajike. Hyvinkään keskustaimistossa on jalostettu myös asemapuistojen käytetyin jalopuu, kestävä lehmuslaji.

Rautatiepuistojen 150-juhlavuonna etsittiin vanhoja rautatieomenapuita ja istutettiin uusia julkisiin asemapuistoihin. Rautatienomenapuu saivat samalla opastekyltin 50 puistossa kertoamaan rautateiden vihreästä kulttuuriperinnöstä.

Suojelutilanne ja rakennettu kulttuuriympäristö (RKY)

Museovirasto teki laajan asema-alueiden inventoinnin 1990-luvulla. Vuonna 1998 allekirjoitettiin silloisten omistajien kanssa Rautatiesopimus, jossa listattiin valtakunnallisesti arvokkaat asema-alueet 1860–1940-luvuilta.

Sopimuksessa oli 115 liikennepaikkaa ja yli 850 rautatierakennusta. Lähtökohtana oli miljöösuojaus, jossa on mukana kaikki ole-



J.K. Kornmann (piirtäjä ja suunnittelija) Alavuden asemapuistopiirustus 1909, J.K. Kornmann



O. Lehtonen (1968 kuva) ja L. Uimonen (2017 kuva) Hämeenlinnan asemapuistoa vuosina 1968 ja 2017.
Kuvat O. Lehtonen ja L. Uimonen

massa olevat rakennukset ja niitä ympäröivä asemapuisto. Sopimuskohteet ovat mukana myöhemmissä RKY-listauksissa. Tavoitteena oli suojella nämä jatkossa vähintään asemakaavalla. Kaavasuojaus on edennyt hitaasti. Rakennusperintölakia on käytetty Helsingin rautatieaseman sekä Turun aseman ja ympäristön suojelussa.

Tutkimus ja inventoinnit

Yksittäisten asema-alueiden inventointeja on tehty kaavaprosessien yhteydessä. Systemaattinen rautatiekohteiden dokumentointi ja inventointi puuttuu aikaväliltä 1940–2020. Asema-alueiden lisäksi pitäisi inventoida konepajat, varikot ja erilliset asuinalueet. Historiallisista asemapuistoista on tehty vasta muutama puistoinventointi, kuten Hämeenlinna, Pitäjänmäki ja Turku.

Vasta näiden jälkeen on mahdollista tehdä arvottamista ja valtakunnallista suojeluohjelmaa sekä arvioida asemaympäristöjen kulttuurimaisemaa ja muutoskestävyyttä.

Tutkimusraportit tarvitsevat julkisen tietokannan.

Asema-alueiden kehittäminen

Asemakaavojen ja kehityshankkeiden kautta on päädytty hyvin erilaisiin tavoitteisiin.

Huopalahden ja Lapinlahden asema-alueet kehitettiin säilyttämällä alkuperäinen mittakaava, vaikka mukana on uudisrakennuksia ja historiallinen asemapuisto julkisessa käytössä.

Keravan ja Kauniaisten asema-alueille suunnitellaan tornitaloja suojellun puuaseman viereen ja puiston alueelle. Tikkurilan Dixi-kauppakeskus ja asemasilta on toteutettu esimerkki teho-kaavoittamisesta.

Turun asema-alueella on inventoitu rakennukset ja asemapuisto, jotka on suojeltu rakennusperintölailla vuonna 2022. Alueelle suunnitellaan raitiotieliikenneväylää aseman välittömään läheisyyteen.

Yhteistyönä voimme pelastaa historiallisia asemapuistoja jälkipolville ja suunnitella tulevaisuuden asemapuiston!

Miten tulevaisuuden rautatieympäristö huomioi Vihreät arvot, ilmasto-vaikutukset ja vihreän siirtymän?

Avainsanat / Keywords

Rautateiden kulttuuriperintö, Railway Heritage, Rautatieasemapuisto, Railway Parks
Historialliset puistot, Historical Parks
Rautatienomenapuu, Malus Hyvigiensis
Kulttuurimaisema, Cultural Landscape
Dokumentointi ja inventointi, Documentation and Inventory

Rautatiekuljetusjärjestelmän rooli huoltovarmuuden kehittämisessä

Logistiikan huoltovarmuudessa lähdetään ajatuksesta, että logistiikkajärjestelmän tulee toimia normaalioloissa, poikkeusoloissa ja vakavissa häiriöissä. Pääsääntöisesti huoltovarmuus rakentuu normaaliolojen logistiikkaratkaisujen varaan, joita voidaan tarvittaessa ohjata, priorisoida tai lisätä jossain määrin kapasiteettia tarpeen mukaan. Huoltovarmuus liittyy suomalaisen yhteiskunnan toiminnan jatkuvuuteen ja mm. elinkeinoelämän toimintakyvyn varmistamiseen erilaisissa tilanteissa. Siten jonkin logistiikkajärjestelmän osan, kuten rautatiekuljetusjärjestelmän, tarkastelu ja kehittäminen sekä vaihtoehtoisten ratkaisujen kartoittaminen ovat osa Suomen huoltovarmuutta. Ja suurten kuljetusvolyymien ratkaisuna rautatiekuljetusjärjestelmän rooli on tärkeä kuljetuskäytävätarkasteluissa Suomesta eri kuljetussuuntiin. Tässä esityksessä syvennyttään huoltovarmuuden teemaan erityisesti rautatiekuljetusten ja kuljetuskäytävien kehittämisen näkökulmista sekä kuljetusjärjestelmän toisiaan täydentävien roolien kautta.

Esitys perustuu usean eri selvityksen tuottamiin tuloksiin, joissa on tarkasteltu juuri huoltovarmuutta tai muuten kuljetuskäytävien tarkastelussa otettu huomioon myös huoltovarmuusroolia. Pohjoisen maarajan kuljetuskäytävä rautateitse on ollut viime aikoina erittäin paljon esillä. Siihen liittyen pohjana toimii usea Barentsin aluetta tarkasteleva hanke, joissa on muodostettu kokonaiskuva pohjoisen alueen logistiikkainfrastruktuurista ja sen mahdollisuuksista kaikilla kuljetusmuodoilla. Vastaavia tarkasteluja on tehty myös Baltian ja Ruotsin käytävien suhteen. Olennainen tekijä näissä kaikissa on, että ne perustuvat sellaisiin kuljetuskäytävien ja ratkaisuihin, joille suurten kuljetusvolyymien teollisuudella on käyttöä normaalioloissa. Vain siten voi syntyä eri kuljetuskäytäviin palvelutarjontaa, kalustoa, kuljetuskapasiteettia sekä myös perusteluja infrastruktuuri-investoinneille. Toinen tärkeä näkökulma on, että kansainvälisissä yhteyksissä Suomen meriliikenteen kuljetusvolyymi on niin suuri, että tarvitaan useita toisiaan täydentäviä ratkaisuja erilaisiin kuljetustarpeisiin korvaamaan edes osittain merikuljetusten volyymeja, mikäli sellainen tilanne toteutuisi. Yksi maakuljetuskäytävä ei voi merikuljetusjärjestelmää korvata millään kuljetusmuodolla. Edellä mainittujen näkökulmien lisäksi on puolustukseen liittyvä sotilaallinen näkökulma, mutta se rajataan tämän esityksen tarkastelun ulkopuolelle, vaikka infrastruktuurin ja kuljetusjärjestelmien kaksoiskäyttö onkin tärkeä edistettävä teema EU-alueella.

Rautatiekuljetusten perusominaisuus vahvojen materiaali-
virtojen kuljettajana on mielenkiintoinen näkökulma huoltovarmuuskysymysten pohdiskelussa. Lisäksi siihen kytkeytyy infra-

*Dr. Jarkko Rantala -
Finland - AFRY Finland Oy*

struktuuriin liittyviä erityiskysymyksiä, kuten raideleveys, sähköistys ja kulunvalvonta. Kalustomarkkina ja yleensäkin kaluston saatavuus eri tilanteissa on yksi olennainen tekijä kuljetusjärjestelmän kapasiteetin muutostyön arvioinnissa sekä kuljetusvolyymien että kuljetettavan tavarain ominaisuuksien suhteen. Myös erilaiset logistiset solmupisteet muodostavat osan kriittistä infrastruktuuria, joka mahdollistaa siirtymän kuljetusmuotojen välillä mahdollisimman tehokkaasti ja saumattomasti-

Lopputuloksena syntyy analyysi rautatiekuljetusten roolista Suomen huoltovarmuuden muodostajana, erilaisten saavutettavuuteen liittyvien kuljetuskäytävien kehittämisen lähtökohdista ja huomioon otettavista tekijöistä sekä Suomen sisäisen rautatiekuljetusjärjestelmän toiminnasta verkkona ja kokonaisuutena järjestelmänä.

Avainsanat / Keywords

Huoltovarmuus rautatiekuljetus
kansainväliset yhteydet

saavutettavuus
toimintavarmuus

Yllättävät häiriötilanteet ja onnistumisen edellytykset

Suomen rautatiejärjestelmää ovat viime vuosina koetelleet monet ulkopäin tulevat muutokset. Koronapandemia ja Venäjän hyökkäyssota vaikuttivat molemmat rautatiejärjestelmään paljon ja asettivat alan toimijat uudenlaisten haasteiden eteen edellyttäen toimintamallien muutoksia ja mukautumista. Rautatiejärjestelmään vaikuttavat myös erilaiset häiriöt, joista osa on pienempiä ja helposti ratkaistavia - osa haastavampia ja jopa ennen näkemättömiä.

Kesällä 2022 rautatiejärjestelmässä herättiin tilanteeseen, jossa Suomen ja Venäjän välisessä kansainvälisessä rautatieliikenteessä käytettyihin ja Suomen rataverkolla sijaitseviin vaunuihin kohdistui runsaasti pakotteita, joiden vuoksi niitä ei voitu palauttaa normaaliin tapaan Venäjälle. Ker-tyneiden vaunujen lukumäärä uhkasi muodostaa Suomen rautatiejärjestelmän toimintavarmuudelle ja turvallisuudelle merkittäviä haasteita vaunujen viedessä tilaa rataverkolta ja muodostaessa turvallisuusriskejä. Alan toimijoiden ja valtionhallinnon hyvän yhteistyön seurauksena asiaan löydettiin ratkaisu, joka mahdollisti vaunujen palauttamisen Venäjälle ja Suomen rataverkkoon kohdistuvien riskien vähentämisen.

Keväällä 2024 rautatiejärjestelmä kohtasi yksittäistä ratavauriota koskevan häiriötilanteen, johon liittyvistä epävarmuustekijöistä johtuen päädyttiin mm. kaukoliikenteen keskeyttämiseen. Tilanne toi esiin mm. häiriöviestintään, riskienhallintaan, yhteistyöhön ja paikantamiseen liittyviä haasteita ja korosti toimivan yhteistyön, selkeiden vastuiden ja tilannejohtamisen merkitystä. Työ häiriötilanteessa esiinnousseiden kehittämistoimenpiteiden edistämiseksi ja ratkaisemiseksi jatkuu.



*Mrs. Kaisa Sainio -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

Esitys kehystetään kahdella edellä mainitulla rautatiejärjestelmää laajalti koskettavalla häiriötapauksella, mutta siinä keskitytään kuvaamaan eri rautatietojimijoiden vastuita ja toimintavelvollisuuksia laajoissa häiriötilanteissa. Esityksessä kuvataan varautumiseen, häiriöilmoittamiseen, riskienhallintaan ja yhteistyöhön liittyvät perusvelvoitteet ja pohditaan keinoja lisätä organisaatioiden välistä yhteistyötä rautatiejärjestelmän toimintavarmuuden ja turvallisuuden kehittämiseksi.

Esityksessä korostetaan sitä, että rautatiejärjestelmän toimivuuden varmistamiseksi ja turvallisuuden kehittämiseksi ei riitä se, että kukin toimija huolehtii omista velvoitteistaan yksin. Päinvastoin: tarvitaan myös yhteistä keskustelua ja kehittämistä sekä koko rautatiejärjestelmän yhteiseen etuun tähtäävää ajattelua ja toimintaa. Kahden esimerkkinä toimivan häiriötapauksen avulla tuodaan esiin käytännössä testattuja toimintamalleja, mutta samalla pohditaan myös sitä, miten yhteistyötä voitaisiin nostaa vielä uudelle tasolle, jotta rautatiejärjestelmän reagoitavalmiutta ja myös resilienssiä saataisiin kehitettyä.

Avainsanat / Keywords

Turvallisuus häiriötilanteet toimintavarmuus
riskienhallinta yhteistyö

Ilmastonmuutos ja sääilmiöt - toimenpiteet toimintavarmuuden ja turvallisuuden eteen

Voimakkaat sääilmiöt ja ilmastonmuutos vaikuttavat rautatieinfraan niin lyhyellä kuin pitkällä aikajänteellä. Lisäksi tulemme kohtaamaan hitaammin eteneviä, kroonisia vaikutuksia, kuten lämpötilan ja merenpinnan nousun sekä routaisuuden muutoksia. Voimakkaiden sääilmiöiden vaikutukset tulee huomioida operatiivisessa toiminnassa, kunnossapidossa ja liikenteenohjauksessa. Pidemmän aikavälin muutoksiin varaudutaan suunnittelulla ja rakentamisella.

Miten ilmasto muuttuu

Jo nykyisellään sääilmiöt vaikuttavat rautateiden toimintaan. Ilmastonmuutoksen edetessä sääilmiöt ja niiden aiheuttamat vaikutukset yleistyvät ja voimistuvat.

Ilmastonmuutoksen pidemmän aikavälin vaikutuksia tarkasteltiin yhteistyössä Ilmatieteen laitoksen kanssa vuosina 2023–2024 tehdyssä selvityksessä **Ilmastonmuutoksen skenaariot väylänpidossa**. Väylänpidolle merkittäviksi todettiin lämpötilan ja siihen liittyvien ilmiöiden muutokset eli mm. helteiden lisääntyminen, nollan puolin ja toisin vaihtelevat lämpötilat sekä sadannan määrän, olomuodon ja ajankohdan muutokset.

Myös tuulisuus ja myrskyt ovat merkittäviä, mutta ilmastomallien tulosten perusteella tuulisuudessa ei ole jatkossa odotettavissa selviä muutoksia ja eri ilmastomallien tulokset eroavat toisistaan melko paljon. Selvityksessä laskettiin ilmastollisia muuttujia kuluvan vuosisadan puoliväliin (vuodet 2041–2060) ja lopulle (vuodet 2081–2100) keskinkertaisten ja hyvin suurten päästöjen kasvihuonekaasupäästöjen skenaariolla. Mallien tulosten perusteella ilmaston lämmitessä hellejaksot pitenevät ja voimistuvat, kuumat ääriämpötilat kohoavat, lämpötilan nollarajan ohituspäivät lisääntyvät talvella ja talviset keliolosuhteet harvinaistuvat. Talvitulvat yleistyvät ja voimistuvat, kevättulvat pienenevät ja aikaistuvat. Kesän rankkasadetulvat voimistuvat suunnilleen samaa tahtia rankkasateiden voimistumisen kanssa. Vaikka myrskyjen voimakkuus ei kasvaisi, myrskytuhot tulevat todennäköisesti kasvamaan mm. routajakson lyhenemisen takia.

Vaikutukset päivittäiseen toimintaan

Väylävirasto on vuoden 2024 aikana yhdessä rautatiealan toimijoiden kanssa tarkastellut sääilmiöiden rautateiden toimintavarmuuteen ja turvallisuuteen aiheuttamia vaaratekijöitä ja riskejä. Keskeisiksi vaaratekijöiksi on tunnistettu myrskyt ja kovat tuulet, syöksyvirtaukset, runsaat lumi- ja vesisateet, tulvat, talvisateisuus, jäätymis-/sulamissykliin lisääntyminen, ukkoset, helteet ja poikkeuksellinen kuumuus sekä kovat pakkaset ja nopea lämpötilan lasku.

Kaikki edellä mainitut voivat aiheuttaa vaurioita rautatieinfrastruktuurille, joko suoraan tai välillisesti. Tämä puolestaan voi tyypillisesti aiheuttaa rautatieliikenteen keskeytymisen, tarpeen



Mr. Marko Tuominen -
Finland - Väylävirasto

Mrs. Soile Knuuti - Finland
- Väylävirasto

rajoittaa liikennettä tai junien myöhästymisiä. Turvallisuusseurauksina sääilmiöt voivat aiheuttaa vaaran mm. junien kiskoilta suistumisille, törmäyksille sekä niistä seuraaville jatkoseurauksille, työturvallisuusnäkökulmaa unohtamatta.

Tunnistettujen riskien osalta on syytä jatkaa lähtötietojen tarkentamista ja riskienhallintatoimenpiteiden määrittämistä. Näiden avulla voidaan hallita turvallisuus- ja toimintavarmuusriskejä.

Lähtötietojen tarkentamisessa ja toimenpiteiden määrittämisessä tullaan ensi vaiheessa keskittymään myrskyihin ja koviin tuuliin sekä vesistö- ja hulevesitulviin. Näiden osalta keskeisenä on jatkaa koville tuulille alttiiden alueiden tunnistamista sekä määrittää kovan tuulen liikkuvalla rautatiekalustolle aiheuttamien riskien suuruus. Myös radan varren ns. riskipuualueet ja rataverkon ja sen laitteiden

toimintavarmuus myrskyjen yhteydessä kaipaa jatkoselvitystä. Vesistö- ja hulevesitulvissa keskeistä on tunnistaa riskikohteet, jotta pidemmän aikavälin sekä operatiivisen tason toimenpiteet voidaan kohdentaa oikein.

Tarkemmat toimenpiteet tullaan määrittämään niin että niiden avulla tuetaan operatiivista päätöksentekoa muuttuvissa sääolosuhteissa.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset rautatieinfrastruktuuriin

Ilmastonmuutoksen skenaariotyön pohjalta käynnistettiin haavoittuvuustarkastelu, jossa selvitetään tarkemmin ilmiöiden vaikutuksia rautatieinfrastruktuuriin ja -liikenteeseen ilmastonmuutoksen edetessä. Aluksi kuvattiin keskeisten vaaratekijöiden (lämpötila, sateet, tuulet) vaikutusketjut, jotta saatiin lisää ymmärrystä ilmiöistä ja niiden vaikutuksista väylänpitoon.

Haavoittuvuuteen vaikuttaa altistuminen ilmiölle eli kohteen maantieteellinen sijainti sekä tarkasteltavan kohteen ominaisuudet, kuten rakennustapa, materiaalit, mitoitus ja kunnossapito. Paikkatietotarkastelulla on selvitetty rataverkon altistuvia kohteita hyödyntäen skenaariotyössä laskettuja ilmastollisia muuttujia ja muita aineistoja, kuten tulvamallit, korkeusaineisto ja radan ominaisuudet. Haavoittuvuuden tarkemman tarkastelun edellytyksenä on ilmiön ja sen vaikutusten tarkempi ymmärtäminen sekä aineistojen saatavuus ja yhteensopivuus.

Avainsanat / Keywords

ilmastonmuutos
sääilmiö
riski
riskienhallinta
turvallisuus
rautatieinfrastruktuuri

ilmastonmuutosskenaario
sääilmiöiden vaikutus
vaaratekijä
toimintavarmuus
haavoittuvuustarkastelu
rautatieliikenne

Huoltovarmuus on kokonaisturvallisuuden perusta

Huoltovarmuus Suomessa

Huoltovarmuus tarkoittaa varautumista mahdollisiin kriiseihin ja häiriötilanteisiin sekä jatkuvuuden hallintaa turvaamalla elintärkeät toiminnot, jotta yhteiskunta ja elinkeinoelämä toimivat ja ihmiset voivat turvallisesti elää arkeaan.

Toimivat markkinat ja kilpailukykyinen talous ovat huoltovarmuuden perusta. Markkinat eivät kuitenkaan välttämättä riitä ylläpitämään yhteiskunnan taloudellisia ja teknisiä perustoimintoja erilaisissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Tämän vuoksi tarvitaan huoltovarmuustyötä, jolla varaudutaan ylläpitämään yhteiskunnan kriittiset toiminnot mahdollisimman normaaleina näissä tilanteissa. Suomessa huoltovarmuutta varmistetaan yhteistyössä julkisen, yksityisen ja kolmannen sektorin kanssa.

Suomella on runsaasti vahvuuksia, jotka auttavat ylläpitämään kansallista huoltovarmuutta. Runsaat luonnonvarat, hyvä elintarviketuotantokyky, kehittynyt hyvinvointi- ja koulutusjärjestelmä sekä hyvin toimiva fyysinen ja sähköinen infrastruktuuri ovat esimerkkejä vahvuuksista.

Kansantalous on tiiviisti integroitunut kansainväliseen talouteen. Kansainvälistyminen, verkostotalous ja teknologinen kehitys saattavat aiheuttaa uusia riskitekijöitä, minkä vuoksi huoltovarmuuden keinoja kehitetään jatkuvasti. 2000-luvulla materiaalsen varautumisen rinnalle on noussut kriittistä tuotantoa ja järjestelmiä ylläpitävien organisaatioiden ja verkostojen toiminnan jatkuvuuden varmistaminen – jatkuvuudenhallinta.

Huoltovarmuuden historiaa

Huoltovarmuuden juuret Suomessa ulottuvat yli sadan vuoden taakse 1900-luvun alkuun. Huoltovarmuus elää ajassa ja kehittyy muuttuvan maailman mukana. 2000-luvulla huoltovarmuus on materiaalsen varautumisen lisäksi myös kriisinkestävyden parantamista ja jatkuvuuden hallintaa, jota tehdään tänäänkin yhdessä yritysmailman, julkisen ja kolmannen sektorin kanssa.

- Ensimmäinen maailmansota aiheutti huoltokriisin, joka käynnisti tarpeen varautua.
- 1920–50-luvuilla taloudellista puolustusvalmiutta pyrittiin edistämään, sota-aikana turvattiin puolustus- ja siviilitarpeet ja sotakorvauksien toimitukset loivat edellytyksiä ja markkinoita teollisuudelle.
- 1950-luvulla puolustustaloudellinen suunnittelukunta perustettiin ja suunnitelmallinen teollistaminen käynnistyi, osin puolustustaloudellisin painotuksin.
- 1960-luvulta alkaen lainsäädäntö varautumiselle vakiintuu, organisaatiota ja toimintaa kehitetään.
- 1970-luvulla energiakriisi tuo näkyviin kansainvälisten kriisien ja riippuvuuksien vaikutukset. Perushuoltotaso määritellään uudelleen ja ministeriöihin nimitetään valmiuspäälliköt.
- 1980-luvulla huoltovarmuuden tavoitteet määritellään ja kriittisimpiin yrityksiin nimitetään valmiuspäälliköt ja valmiussuunnittelua tehostetaan.

Mr. Pasi Soikkeli - Finland
- Huoltovarmuuskeskus

- 1990-luvulla Huoltovarmuuskeskus perustetaan; huoltovarmuustoimien keskitetty koordinointi, edistäminen ja toimeenpano. Valmius- ja puolustuslait korvaavat ns. säännöstely- ja sotatilalait. Kansainvälinen yhteistyö osaksi toimintaa.
- 2000-luvulla tavoitteita ajantasaistetaan yhteiskunnan muutosten ja turvallisuustarpeiden mukaisiksi. 2000-luvulla huoltovarmuus on materiaalsen varautumisen lisäksi myös kriisinkestävyden parantamista ja jatkuvuuden hallintaa, jota tehdään tänäänkin yhdessä yritysmailman, julkisen ja kolmannen sektorin kanssa.

Maakuljetuspooli

Maakuljetuspoolin toiminnan piiriin kuuluvat maantie- ja rautatiekuljetuspalvelut, tavara- ja henkilöliikenteen logistiikkapalvelut ja huoltotoiminnot. Maakuljetuspooli kehittää ja koordinoi mm. rautatiealan varautumista järjestämällä varautumisen koulutus-tilaisuuksia ja harjoituksia

Poolin sopijaosapuolet ovat Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry, Linja-autoliitto ry, Suomen Taksiliitto ry, Suomen Huoltovarmuuskeskus, Poolin muodostavat sitä johtava poolitoimikunta, poolin toimisto ja alan yritykset.

Rautatiet huoltovarmuuden näkökulmasta

Rataverkko Suomessa jakautuu valtion rataverkkoon (n 6000km) ja yksityiseen rataverkkoon (n 1000km). Valtion rataverkosta vain noin 12% on kaksi- tai useampiraiteista. Sähköistetyn yksiraiteisen radan pituus on 45% kun taas kaksi- tai useampiraiteinen rataosuus on täysin sähköistetty.. Tyypillisiä yksityisraiteen haltijoita ovat erilaiset teollisuusyritykset, satamat sekä kaupungit ja kunnat. Lähes kaikki valtion rataverkolla kulkevat rautatiekuljetukset käyvät jossakin vaiheessa yksityisraiteella.

Suomen ulkomaan kaupasta yli 96% kulkee merikuljetuksina mutta rahti täytyy myös saada toimittajalta satamaan tai satamasta vastaanottajalle, joten myös ns. takamaayhteyksien on toimittava häiriöttömästi. Takamaayhteydet koostuvat niin maantiekuin rautatiekuljetuksista. Suorien rautatiekuljetusten haasteena muualle Eurooppaan ovat mm. erilainen raideleveys ja kuormautuma. Teollisuuden merkitys Suomen huoltovarmuudelle on merkittävä. Vuonna 2023 Suomen rataverkolla kuljetettiin yli 27 miljoonaa tonnia rahtia, josta metsäteollisuuden osuus oli noin 70%. Määrään sisältyy myös maan sisäiset raaka-ainekuljetukset kuten metsäteollisuuden tarvitsemat raaka-aineet.

Avainsanat / Keywords

huoltovarmuus
maakuljetuspooli
jatkuvuudenhallinta

huoltovarmuuskeskus
kokonaisturvallisuus

Kestävä ja saavutettava Suomi, raideliikenne

Liikenne 12 -suunnitelman päivityksessä

Liikennejärjestelmän suunnitteluun ja kehittämiseen on laadittu lain liikennejärjestelymäistä ja maanteistä mukaisesti valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma (Liikenne 12) ensimmäisen kerran vuonna 2021. Suunnitelmassa on esitetty liikennejärjestelmän nykytilaa ja tulevaa toimintaympäristöä koskeva arvio, liikennejärjestelmää koskevat tavoitteet sekä 12-vuotiset toimenpide-ehdotukset tavoitteiden saavuttamiseksi. Lisäksi siihen on sisällytetty liikennejärjestelmää koskeva valtion rahoitusohjelma.

Liikenne 12 -suunnitelma päivitetään hallituskausittain ja uuden suunnitelman on tarkoitus astua voimaan vuoden 2026 alusta. Koska suunnitelma on vielä lausuntokierroksella, ovat tämän hetken toimenpiteet vielä toistaiseksi luonnoksia. Suunnitelmaa laadittaessa on huomioitu toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset. Suunnitelmalle on asetettu kolme keskenään priorisoitua tavoitetta: toimivuus, turvallisuus ja kestävyys. Tavoitteita yhdistäviksi näkökulmiksi on määritetty tehokkuus, saavutettavuus ja resilienssi (kuva 1).

Toimivuustavoitetta priorisoitaessa, myös rahoituksessa painopisteeksi on nostettu perusväylänpidon tasonnosto (vuodesta 2029 alkaen). Tämä mahdollistaa olemassa olevasta verkosta huolehtimisen sekä pienten parantamisten mahdollistamisen. Rataverkolla on mm. priorisoitu pääradan peruskorjauksen aloittamista. Mutta vaikka kansallisen rahoituksen varmistaminen infrahankkeisiin on tärkeää, Liikenne 12 -suunnitelma sisältää myös toimenpiteitä, joilla pyritään varmistamaan EU- ja Nato-rahoituksen täysimääräinen hyödyntäminen seuraavallakin EU-rahoituskaudella liikennejärjestelmän olennaisimpiin kehittämistarpeisiin.

Liikenne 12 -suunnitelma linjaakin myös raideliikenteen kehittämistä. Suunnitelma sisältää toimenpiteitä niin ratainfraan kuin raideliikenteen palveluihin sekä digitalisaatioon.

Yksi keskeisimmistä rautatieliikenteeseen vaikuttavista lähitulevaisuuden investoinneista on Digirata, jonka jatkosta linjataan suunnitelmassa. Tämä liikenneturvallisuuden kannalta välttämätön junien kulunvalvonta- ja viestintäjärjestelmän uusiminen on myös merkittävä osa 12-vuotista rahoitusohjelmaa.

*Mrs. Maria Torttila -
Finland - Liikenne- ja
viestintäministeriö*

*Ms. Kaisa Kuukasjärvi
- Finland - Liikenne- ja
viestintäministeriö*

Kansainvälisen saavutettavuuden (kuva 2) näkökulmasta rautatiet ovat entistä merkityksellisempiä. Itäisen liikenteen lähes loppuessa, on kehittämistarpeita nähtävissä ennen kaikkea lännen suunnassa. Liikenne 12 -suunnitelmassa linjataan, että valtio arvioi ja selvittää mm. raidelevyden muutosta erityisesti Pohjois-Suomessa sotilaallisen liikkuvuuden ja teollisuuden tarpeiden näkökulmasta, ja laatii Euroopan laajuudesta liikenneverkosta säättävän TEN-T-asetuksen mukaiset selvitykset ja raidelevyden muutossuunnitelman. Raidelevyttä koskeva pitkän aikavälin tavoitekuva ja raidelevyden kehittämistä koskeva valtakunnallinen näkemys muodostetaan vuoden 2026 aikana.

Vaikka hankeyhtiöiden vastuulla olevien rataosuuksien toteutuksesta tehdään päätökset erikseen hankeyhtiöön liittyvässä päätöksentekoprosessissa, pyritään niiden eteneminen huomioimaan valtion rataverkon kunnossapidossa ja kehittämisessä. Toteutus- ja päätöksissä huomioidaan Liikenne 12 -suunnitelman tavoitteet sekä liikenneverkon strateginen tilannekuva. Hankeyhtiöiden suunnitteleminen ratojen osalta päätös siitä, onko rataosa yksityisraide vai osa valtion rataverkkoa, tehdään rakentamispäätöksen yhteydessä.

Kaupunkiraideliikenteen mahdollisista lisärakentamisista ja niiden rahoituksista linjataan tulevien maankäytön, asumisen ja liikenteen (MAL) sopimusten päivitysten yhteydessä. Mahdollinen valtion rahoitusosuus kaupunkiraideliikennehankkeisiin olisi jat-



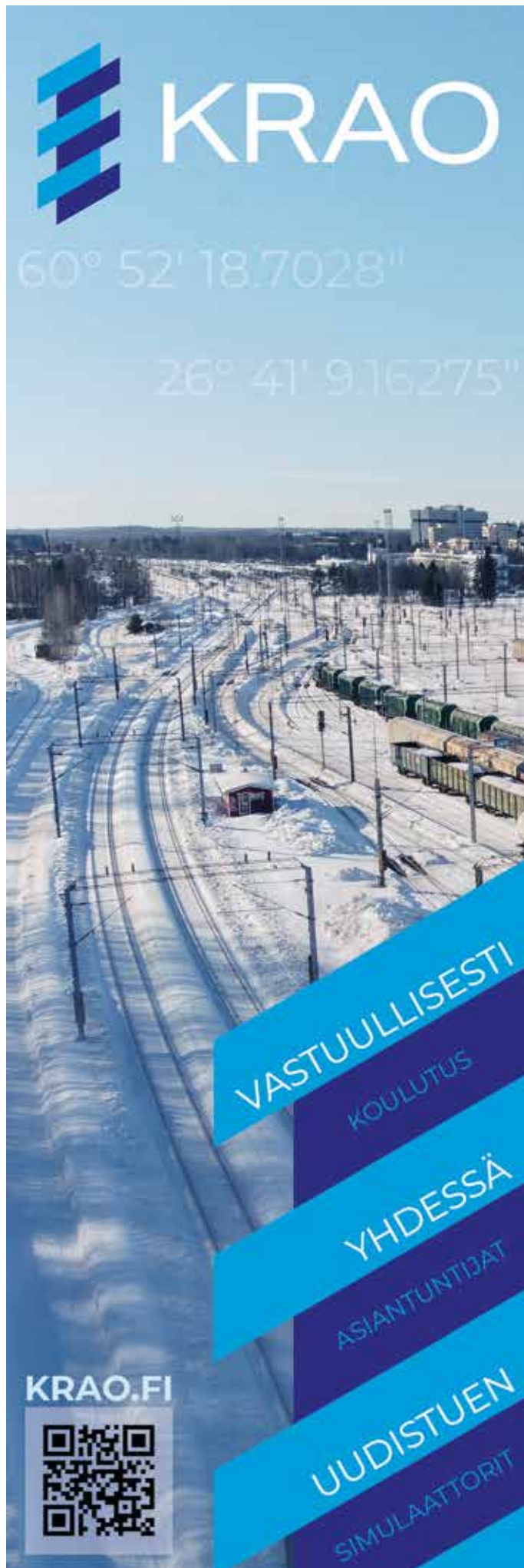
kossakin enintään 30 %, kohdistuen kiinteästi raitiotien rakentamiseen ja suunnitteluun liittyviin kustannuksiin.

Palveluiden osalta merkittävä kokonaisuus liittyy tulevaan junaliikenteen ostopalvelusopimukseen tai sopimukseen (niin kauko- kuin alueellisen lähijunaliikenteen) valmistautumiseen. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman mukaisesti kilpailun syntymistä markkinaehtoiseen henkilöjunaliikenteeseen edesautetaan kilpailuttamalla julkisesti tuettua liikennettä. Valtio valmistautuu kilpailuttamaan tulevat henkilöjunaliikenteen palvelut ja mahdollistaa myös alueellisille viranomaisille ostoliikenteen järjestämisen.

Vaikutusarviointi on myös tärkeä osa valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman valmistelua. Kyse on etukäteisarvioinnista, jossa arvioidaan suunnitelman merkittäväksi tunnistettuja vaikutuksia tavoitteisiin eli liikennejärjestelmän toimivuuteen, turvallisuuteen sekä taloudelliseen, ekologiseen ja sosiaaliseen kestävytyteen. Vaikutusarviointi tuo esiin suunnitelman mahdollisia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia. Liikennejärjestelmäsuunnitelmasta tehdään lisäksi viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain mukainen ympäristöarviointi. Lausunnolla olevan ympäristöselostuksen perusteella Liikenne 12 -suunnitelmalla on erityistä merkitystä nimenomaan olemassa olevan infran kunnon paranemisen suhteen.

Avainsanat / Keywords

Liikenne12 raideliikenne vaikutusten arviointi



KRAO


60° 52' 18.7028"
26° 41' 9.16275"

VASTUULLISESTI
KOULUTUS

YHDESSÄ
ASIAANTUNTIJAT

UUDISTUEN
SIMULAATTORIT

KRAO.FI



Raidehankkeiden hyväksyttävyyttä rakennetaan viestimällä

Hankkeen hyväksyttävyyttä rakennetaan monella tasolla – valmistelusta ja päätöksenteosta yksittäisen asukkaan arkeen. Raitiotiehankeissa rataa suunnitellaan ja rakennetaan tavallisesti olemassa olevan asutuksen, palveluiden ja yritysalueiden välittömään läheisyyteen. Jotta raideliikenne on kulkumuotona houkutteleva, tulee sen hyväksyttävyyttä rakentaa naapureiden keskuudessa pitkäjänteisesti ja avoimesti viestien ja vuorovaikutuksen avulla.

Viimeaikaisista raitiotiehankeista esimerkiksi pääkaupunkiseutua halkovan pikaraitiotie Raide-Jokerin läheisyydessä asui rakentamisvaiheessa noin 100 000 ihmistä. Tampereella suunnitellaan raitiotien jatkoa Pirkkalaan ja Linnainmaalle, ja 13,6 kilometriä pitkän suunnittelualueen läheisyydessä asuu noin 50 000 ihmistä. Turussa raitiotie on strateginen tulevaisuuden investointi, joka vauhdittaa kaupunkikehitystä. Kaupungissa toteutettavien hankkeiden läheisyydessä on satoja yrityksiä sekä kymmeniä kouluja, päiväkotia ja muita ns. herkkiä kohteita, joiden toimintaan erityisesti rakentamisella voi olla merkittäviä haittavaikutuksia, ja asukkaiden ja palveluiden määrät raidelinjojen varrella vain kasvavat tulevaisuudessa merkittävästi.

Hankkeita ei koskaan tehdä tyhjiössä, vaan ne vaikuttavat aina ympäristöönsä, jonka hyväksyntä on ansaittava. Raidehankkeita tehdään aina ihmisille. Hyväksyttävyyden ja raideliikenteen houkuttelevuuden rakentaminen käynnistyy vuosia ennen rakentamisen alkua. On tärkeää aidosti vuorovaikuttaa suunnittelualueen toimijoiden kanssa ja viestiä hankkeen etenemisestä mahdollisimman avoimesti.

Vuorovaikutuksen oikea-aikaisuus on ikuisuushaaste: Aikaisissa suunnitteluvaiheissa ihmisiä on hankalaa saada kiinnostumaan vielä abstraktilla tasolla olevista hankkeista, vaikka juuri silloin vuorovaikutus olisi tärkeintä. Miten saada asukkaat kiinnostumaan hankkeiden suunnitteluun vaikuttamisesta oikeaan aikaan eli silloin, kun heidän arkeensa vaikuttaviin asioihin, kuten vaikkapa pysäkkien paikkoihin, on vielä mahdollista vaikuttaa?

Tavallisesti kiinnostus hankkeita kohtaan kasvaa sitä mukaa, mitä lähemmäs rakentaminen ja lopulta liikennöinti tulee. Hankkeilta vaaditaan avointa viestintää niin kuntalaisten, tilaajien kuin mediankin suunnasta. Rautaisten asiantuntijoiden laatimat suunnitelmat konkretisoituvat asukkaille ja päättäjille vasta, kun niistä viestitään. Säännöllisen, jopa viikoittaisen tai päivittäisen viestinnän merkitys korostuu rakentamisvaiheessa: kun työmaan naapurit tietävät, mitä ja milloin tapahtuu, on väistämätön haitta huomattavasti helpompi sietää. Näin myös työmaan arki sujuu paremmin.

*Mrs. Johanna Koivunen -
Finland - Sweco*

Viestinnän ja vuorovaikutuksen mittaaminen konkretisoi sen hyötyjä

Ratahankkeiden viestinnän ja vuorovaikutuksen kohderyhmiä ovat sadat eri sidosryhmät, hankkeen naapurit eli alueen asukkaat ja yritykset ja viime kädessä kaikki kaupunkiseudun asukkaat ja toimijat. Laadukkaalla, oikea-aikaisella ja ennakoivalla viestinnällä ja vuorovaikutuksella parannetaan näiden ryhmien asiakaskokemusta aina suunnitteluvaiheesta liikennöintiin asti.

Laadukas ja avoin viestintä konkretisoituu sidosryhmien tyytyväisyydessä, hyvässä mediamaaineessa ja myöhemmin joukkoliikenteen käyttöasteessa. Kun suunnittelun ja rakentamisen aikainen viestintä hoidetaan hyvin, myös asukkaiden on helpompi sitoutua hankkeeseen ja nähdä itsensä esim. raitiotien käyttäjänä jo rakentamisvaiheessa.

Hankkeiden viestinnän ja vuorovaikutuksen vaikutusta on seurattu raitiotierakentamisen allianssihankeissa muun muassa mediajulkisuuden sävyä ja sidosryhmien tyytyväisyyttä mittaamalla. Esimerkiksi Raide-Jokeri-projektissa mediajulkisuus pysyi koko projektin ajan erinomaisella tasolla, mikä onnistui panostamalla voimakkaasti mm. työmaa-aikaiseen päivittäisviestintään, palautteisiin reagoimiseen sekä avoimeen tiedon tarjoamiseen medialle.

Myöhemmin hyödyt konkretisoituvat raideliikenteen käyttöasteissa, muuttohalukkuudessa raideliikenteen ääreen ja sitä kautta kestävämmän kaupungin tavoitteiden saavuttamisessa.

Avainsanat / Keywords

vaikuttavuus	yhteiskunta	kaupunkikehitys
asiakas	loppuasiakas	vuorovaikutus
hankeviestintä	allianssiviestintä	

Eurooppalainen raideleveys Suomessa – mahdollisuudet ja haasteet

Suomalaisen raideleveyden (1542 mm) ero eurooppalaisesta standardiraideleveydestä (1435 mm) on ollut viime vuosina usein esillä. Euroopan komissio julkaisi heinäkuussa 2022 TEN-T-asetusehdotuksen, jonka mukaan uudet raideyhteydet tulisi poikkeuksetta rakentaa eurooppalaiseen standardiraideleveyteen. Lisäksi jäsenmaiden tulisi laatia suunnitelma olemassa olevan rataverkon standardileveyteen siirtymiseksi. Liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti yhdessä Väyläviraston kanssa vuoden 2022 lopulla selvityksen raideleveyden muutokseen liittyen. Vuonna 2023 julkaistussa raportissa ”Eurooppalaisen raideleveyden käyttöönoton mahdollisuudet ja vaikutukset Suomessa” esitettiin selvityksen tulokset. Myös yksittäiset hankeyhtiöt ovat tehneet sen jälkeen selvityksiä standardiraideleveyden mahdollisuuksista ja haasteista.

Vuoden 2024 kesäkuussa Euroopan komissio julkaisi uuden TEN-T-asetuksen. Raideleveyden yhtenäistäminen on edelleen vahvasti mukana, mutta vaatimus ei ole yhtä ehdoton kuin aiemmassa ehdotuksessa. Asetus edellyttää kuitenkin tarkempien selvitysten ja kokonaissuunnitelman laatimista standardin raideleveyden osalta. Tavoitteena on kehittää liikennekäytäviä ja laajentaa eurooppalaisen standardileveyden rataverkkoa. Asetuksessa viitataan muun muassa Venäjän hyökkäyssotaan Ukrainaa vastaan ja sen aiheuttamiin muutoksiin geopoliittisessa tilanteessa. Raideyhteydet tunnustetaan yleisesti tärkeiksi myös huoltovarmuuden ja kriisitilanteiden kannalta.

Mr. Tuomas Lonka -
Finland - Proxion/WSP

Raideleveys

Raideleveyttä ja sen mahdollista muutosta ei tulisi tarkastella vain rata- tai liikenneteknisenä ratkaisuna, vaan siinä tulisi ottaa huomioon myös sen laajemmat yhteiskunnalliset vaikutukset. Viime vuosien merkittävät muutokset Suomen geopoliittisessa toimintaympäristössä heijastuvat suoraan myös eri liikennejärjestelmien kehitykseen ja sitä kautta myös raideverkon kehitykseen. Raideleveyden muutoksen keskeisenä motiivina on perinteisesti pidetty sitä, että se yhtenäistäisi EU:n rataverkkoa, kytkisi Suomen vahvemmin EU:n rataverkkoon ja edistäisi rautatiemarkkinoita Suomessa. Raideleveyden muutos liittyy kuitenkin suoraan tai välillisesti myös moniin muihin asiakokonaisuuksiin, joista esimerkkejä on esitetty kuvassa 1.

Raideleveyden muutos – erilaisia teknisiä vaihtoehtoja

Raideleveyden muutosta voidaan toteuttaa erilaisilla teknisillä vaihtoehdoilla:

- Rakennetaan uutta rataverkkoa vanhan rinnalle standardilla raideleveydellä
 - Muutetaan olemassa olevan rataverkon raideleveyttä
 - Hyödynnetään automaattisia raideleveyden vaihtolaitteita (liikkuvan yksikön telien/pyöräkertojen raideleveys muuttuu ja yksikkö voi liikkua useammalla raideleveydellä)
 - Rakennetaan limittäinen raideratkaisu (3 tai 4 raidetta) – samassa ratalinjassa on molemmat raideleveydet limittäin
- Kokonaisuuden kannalta optimaalinen ratkaisu voi sisältää useita edellä mainituista vaihtoehdoista. Esimerkiksi Espanjassa on rakennettu kokonaan uutta rataverkkoa standardilla raideleveydellä, hyödynnetty limittäistä kiskoratkaisua sekä otettu käyttöön automaattisia raideleveyden vaihtolaitteita. Baltiassa ensimmäisenä kehitysvaiheena on rakentaa uutena runkoyhteytenä toimiva Rail Baltica standardilla raideleveydellä.

Selvitysten toteutus

Tehdyt selvitykset perustuvat vaihtoehtotarkasteluihin, joissa yhdessä määritettyjen vaihtoehtojen hyötyjä, haittoja ja erilaisia vaikutuksia verrattiin perustilanteeseen. LVM:n selvityksessä tarkasteltiin muun muassa uutta standardileveyksistä runkoyhteyttä Helsinki–Tornio, hankeyhtiöiden muodostamaa vaihtoehtoa ja TEN-T-verkon kattavia vaihtoehtoja. Hankeyhtiöiden selvityksissä lähtökohtana oli kunkin yhtiön oma suunnittelualaue, mutta raideleveyden vaikutukset ulottuvat aina myös näiden alueiden ulkopuolelle. Vaikutuksia ja muutoksia tarkasteltiin karkeasti aina siis myös laajemmilta alueilta. Raideleveyden muutoksen kannalta merkittävänä tekijänä on yhteys muuhun eurooppalaiseen rataverkkoon. Tämän takia myös Helsinki–Tallinna-yhteyden käsitteilyllä on suuri vaikutus Etelä-Suomen eri vaihtoehtoihin.



Kuva Liikenne ja viestintäministeriö

Yhteenvetoa ja Ratapäivien esitys

Päätöstä raideleveydestä ei voida tehdä yksittäisessä hankkeessa, vaan se vaatii laajemman koko Suomen kattavan raideliikennevisio- ja suunnitelman laatimisen. eurooppalainen raideleveys on järkevä vaihtoehto, jos sen avulla saadaan suora yhteys muuhun Eurooppalaiseen rataverkkoon (tavara- ja henkilöliikenne), ja/ tai luodaan toimiva Suomen sisäinen uusi raideverkosto (esim. nopealle henkilöliikenteelle).

Tämä tiivistelmä ja Ratapäivien esitys perustuvat pääosin tehtyihin selvityksiin (LVM, Länsirata ja Itärata). Esityksessä käsitellään tarkemmin selvitysten sisältöä ja niissä tehtyjä johtopäätöksiä. Se tarjoaa kuulijoille monipuolisen kuvan raideleveyden muu-

toksesta ja sen mahdollisuuksista. Esittäjä (Tuomas Lonka Proxion/WSP) on toiminut LVM:n selvityksessä projektipäällikkönä ja hankeyhtiöiden selvityksissä johtavana asiantuntijana.

Avainsanat / Keywords

Eurooppalainen raideleveys TEN-T verkot
Hankeyhtiöt rautatieliikenteen markkinat
huoltovarmuus liikennejärjestelmä uudet radat

Ratatekniset ohjeet (RATO) 17 päivitetty!

Tilaa uusi radan merkkien juliste Normiopasteelta!
myynti@normi.fi



12X3

12X3

Normiopasteelta raideliikenteen merkit pystytys- ja asennustarvikkeineen

NORMI.FI

Normiopaste Oy | www.normi.fi | myynti@normi.fi | p. 010 423 2240



Lentorata Oy vastaa uuden, Pasilasta Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta Keravalle kulkevan junayhteyden suunnittelusta.

Ota meihin yhteyttä ja kysy lisää hankkeesta:

Siru Koski, suunnittelujohtaja
040 723 2044
siru.koski@lentorata.fi

Heli Nikula, viestintäpäällikkö
040 591 0699
heli.nikula@lentorata.fi

lentorata.fi

[f](#) [in](#) [@](#) [t](#)

Mistä junaliikenteen hintalappu muodostuu?

Junaliikenteen hintaa tarkastellaan tässä kirjoituksessa liikenteen tilaajan eli yhteiskunnan näkökulmasta, eikä keskitytä siihen, mitä yksittäinen matkustaja matkalipustaan maksaa. Jos raiteilla vallitsisi aito kilpailu, voitaisiin junaliikenteen hinnaksi todeta käytännössä se, millä halvin tarjoaja on valmis liikennöimään. Toistaiseksi näin ei kuitenkaan ole, joten asiaa on lähestyttävä hieman laajemmalla kantilta. Tarkastelussa näitä yksikkökustannuksia on tuotu tarkemmin esiin ja kerrottu, mihin hankearvioinnin yksikköarvoissa kuvatut yksikköarvot perustuvat.

Junaliikenteen kustannus riippuu luonnollisesti siitä, millaista liikennettä tilataan: tiheämpi liikenne on harvaa kalliimpaa, mutta tiheämmällä liikenteellä hinta muodostuu edullisemmaksi tarjontaan nähden. Jotta tietyn liikennöintikokonaisuuden kustannukset voidaan vertailukelpoisesti laskea, on määritettävä junaliikenteelle yksikkökustannukset. Ne voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan: vaunupäivä-, kilometri- ja tuntikustannuksiin. Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin junaliikenteen kustannuksien yksikköarvojen määrittämisessä (Väylävirasto, 2024) on käytetty samaa jaottelua kolmeen kategoriaan.

Vaunupäiväkustannukset muodostuvat kalustoyksikön omistamisesta keskimääräisellä liikennöintimäärällä. Ne koostuvat vaunun, veturin tai moottorijunayksikön pääomakustannuksista. Pääomakustannuksessa on mukana sekä rahoituskustannus että käyttöön sidottu arvonalenema. Liikennöintikokonaisuuden vaunupäiväkustannusten laskenta riippuu siitä, onko kohteena suljetun vai avoimen kalustokierroksen liikenne. Suljetulla kierroksella tarkoitetaan sitä, että tietty kalusto sitoutuu tietyn kuljetusreitit tai asiakkaisiin. Avoimessa kierrossa puolestaan kalusto ei sitoudu pysyviin reitteihin tai asiakkaisiin. Siinä liikennöinnin vaunupäiväkustannukset jyvitetään kalustokohtaisesti arvioidun tehollisen käyttötuntiarvion mukaan tuntiperusteiseksi kustannukseksi. Suljetussa kierrossa pääomakustannukset ovat kokonaan osa liikennöintikokonaisuuden kustannusta riippumatta käyttötunneista.

Kilometrikustannukset tarkoittavat junakaluston kulkemaan matkaan perustuvia kustannuksia. Ne sisältävät useampia eriä: merkittävimmät ovat energiankulutus (sähkö tai polttoöljy) ja kaluston kunnossapitokustannukset. Energiakustannukset perustuvat junien energiankulutuksen keskimääräiseen mallinnukseen

Ms. Katriina Viljanen - Finland - Proxion/WSP

ja energian hintaan. Kunnossapitokustannukset on vaikeammin määriteltävä erä, mutta ulkomaisten tutkimusten perusteella on päädytty yleistettyyn arvioon, joka perustuu kaluston hintaan ja käyttöön. Lisäksi kilometrikustannuksiin kuuluu Väyläviraston perimä ratamaksu, joka määritellään bruttotonnikilometrien mukaan.

Tuntikustannukset muodostuvat tarvittavan henkilökunnan palkasta. Kuljettajaa tarvitaan aina, mutta kaukoliikenteessä on tarve myös yhdelle tai useammalle konduktöörille, tavaraliikenteessä taas toisinaan vaihtotyönjohtajalle. Työvoimakustannuksissa huomioidaan palkan lisäksi myös sivukustannukset. Tuntikustannuksiin sisällytetään lisäksi junien käyttövalmiushuollon kustannukset.

Junaliikenteen operoimisen hintalappu muodostuu näistä yllä kuvatuista kolmesta osatekijästä. Kun liikennöinnin suoritteet ja käytettävä kalusto tiedetään, voidaan yksikkökustannusten avulla laskea arvio liikennöinnin kokonaiskustannuksesta. Todellisiin yhteiskunnan kustannuksiin vaikuttaa myös markkinatilanne ja liikennöitsijän kate. Yksikköarvojen keskeisin merkitys on ymmärtää liikennöinnin hintalapun suuruusluokka ja kyetä vertailemaan erilaisia vaihtoehtoja yhteiskunnallisessa päätöksenteossa. Toteutuksen tasolla kustannukset ovat hyvin tilannekohtaiset, mutta niiden taustalla on samat kustannustekijät, joita yksikköarvojen avulla pyritään arvioimaan. Vaikka tässä tekstissä puhutaan yhteiskuntatalouden näkökulmasta ja yksikköarvot on määritelty erityisesti liikenneväylien hankearvioiteja varten, sopivat yksikkökustannukset hyvin myös liikeloudellisen tarkastelun lähtökohdaksi. Toki raideliikenneoperaattoreilla on tarkemmat tiedot.

Yhteiskuntataloudellisesti tärkeä huomio on se, että rautatieliikenne on aika vahvasti subventoitua toimintaa ja tämä näkyy erityisesti infrassa. Ratamaksu kattaa vain osan infrakustannuksista.

Avainsanat / Keywords

junaliikenne kustannukset yksikköarvot

Pitkät tavarajunat rataverkolla

Esitelmä perustuu Väyläviraston tuoreeseen ”Pitkät tavarajunat Suomen rataverkolla” -julkaisuun, joka käsittelee pitkien tavarajunien käyttöä nykytilannetta ja tulevaisuutta Suomessa. Selvityksessä on muodostettu verkollinen kuva nykyisin tavaraliikenteessä käytettävistä junapituuksista ja siitä, minkälaisiin junapituuksiin Suomen rataverkolla tulee varautua tavaraliikenteen osalta tulevaisuudessa. Lisäksi työssä on selvitetty tavaralajikohtaisesti tarvetta ja mahdollisuuksia pidentää nykyisiä tavarajunia.

Selvitys pureutuu eri toimijoiden tarpeisiin ja näkemyksiin sekä kartoittaa rataverkon asettamia haasteita pitkille junille. Keskeisenä kysymyksenä työssä on ollut, miten nykyinen rataverkko vastaa tavaraliikenteen tarpeisiin, miten eri toimijat näkevät pitkien tavarajunien roolin nyt ja tulevaisuudessa sekä miten rataverkon kehittämisessä tulee varautua pitkiin tavarajuniin.

Pitkiä junia käytetään erityisesti suurilla tavaravolyymeilla ja pitkillä kuljetusetäisyyksillä. Yhden pitkän junan operointi on usein kuljetuskustannusten näkökulmasta kustannustehokkaampaa kuin useiden pienempien junien tai kuljetusyksiköiden käyttäminen. Taloudellisuus korostuu etenkin, mikäli junaa pidentämällä voidaan vähentää tarvittavien vuorojen määriä ja siten käyttää veto- ja vaunukalustoa tehokkaasti. Liikennöitsijän sekä kuljetustenantajana näkökulmasta yksi keskeinen syy pitkien tavarajunien käytölle onkin minimoida kuljetuskustannuksia.

Ratainfran näkökulmasta junien maksimipituutta merkittävimmin rajoittavia tekijöitä ovat kohtauspaikkojen sekä yksityisratapihojen ja lastauspaikkojen raidepituudet. Junapituuden optimointiin vaikuttaa myös tehokas vaunukierto sekä tavarantoimitusmahdollisuudet ja -kustannukset.

Mr. Jukka-Pekka Pitkanen
- Finland - Ramboll
Finland Oy

Mr. Janne Kojo - Finland -
Väylävirasto

Mr. Sami Iikkanen -
Finland - Ramboll Finland
Oy

Mrs. Erika Helin - Finland
- Väylävirasto

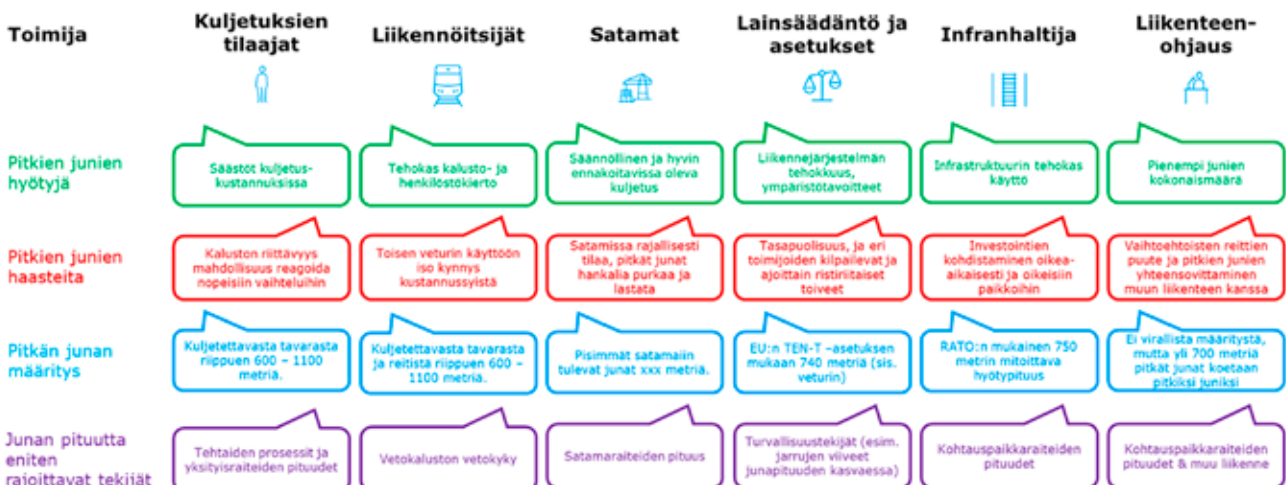
EU:n liikennepolitiikan ytimessä on vihreä siirtymä ja liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Yhtenä toimena on pyrkimys kasvattaa rautatieliikenteen markkinaosuutta ja EU-tasoisena tavoitteena onkin tuplata rautateillä kulkevan raadin määrä vuoteen 2050 mennessä. Ympäristökysymykset ja yritysten vastuullisuus korostuvat entisestään ja kuljetustenantajat ennakoivatkin, että kestävä kehityksen tavoitteet tulevat vaikuttamaan yhä vahvemmin kuljetustavan valintaan ja voivat lisätä rautatiekuljetuksia ja edelleen kasvattaa tavaraliikenteessä käytettäviä junapituuksia. Junapituuden

kasvattaminen pienentää tonnikilometriä kohden syntyviä päästöjä verrattuna useisiin pienempiin kuljetuksiin. Tällä hetkellä kestävä kehityksen tavoitteilla ei vaikuttanut kuitenkaan olevan vaikutusta Suomen rataverkon junamääriin tai -pituuksiin.

Yleisesti ottaen junakuljetusten pituutta säätelee pitkälti kuljetettavan tavarain paino. Raskas tavara ajetaan usein lyhyempinä junina, kun taas kevyempi pidempinä junakokoonpanoina. Käytettävä junapituus määräytyy usein vetokaluston vetokyvyn perusteella. Mikäli junapituuden kasvattaminen edellyttäisi toisen veturin käyttöönottoa, olisi kuljetustehokkuuden nimissä tärkeää pystyä kasvattamaan pituutta niin paljon, että kummankin veturin vetokyky saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman täysimääräisesti.

Veturin vetokyky lisäksi junapituutta säätelee myös se, kuinka kuljetusasiakas saa varastoitua ja purettua tavarain esimerkiksi tuotantolaitoksen tai satamien ratapihalla.

Suomessa yli 700 metriä junia liikennöidään pääsääntöisesti vain harvoilla reiteillä, ja ne ovat lähinnä metalli- ja kemianteollisuuden kuljetuksia. Muut tavarajunat ovat tyypillisesti lyhyempiä. Esimerkiksi raakapuukuljetuksissa pisimmät junat ovat normaalisti alle 650 metriä.



Euroopan laajuista TEN-T liikenneverkkoa säätelevä asetus asettaa vaatimuksia myös pitkien tavarajunien liikennöinnille. Tässä työssä arvioitiin, miten hyvin Suomen rataverkko vastaa näihin vaatimuksiin, ja mitkä olisivat tarvittavat toimenpiteet, jotta kriteerit täyttyvät. Vuodelle 2030 esitetyt ydinverkkoa koskevat vaatimukset eivät nykyisellään täyty Helsinki–Turku-välillä, eivätkä pääradan rataosuuksilla Helsinki–Riihimäki, Hämeenlinna–Tampere ja Lielähti–Seinäjäki. Suomen rataverkko on kuitenkin TEN-T-asetuksen mukainen erillisverkko, eivätkä vaatimukset siten velvoita Suomea vastaamaan suoraan niihin. Kriteereihin vertaaminen antaa kuitenkin hyvän yleiskuvan pitkien tavarajunien liikennöintimahdollisuuksista ja vertailutulokset kannattaa huomioida eri rataosien jatkosuunnittelussa.

Selvityksen perusteella raitainfrastruktuurin kehittämistä pitkien tavarajunien liikennöintimahdollisuuksien parantami-

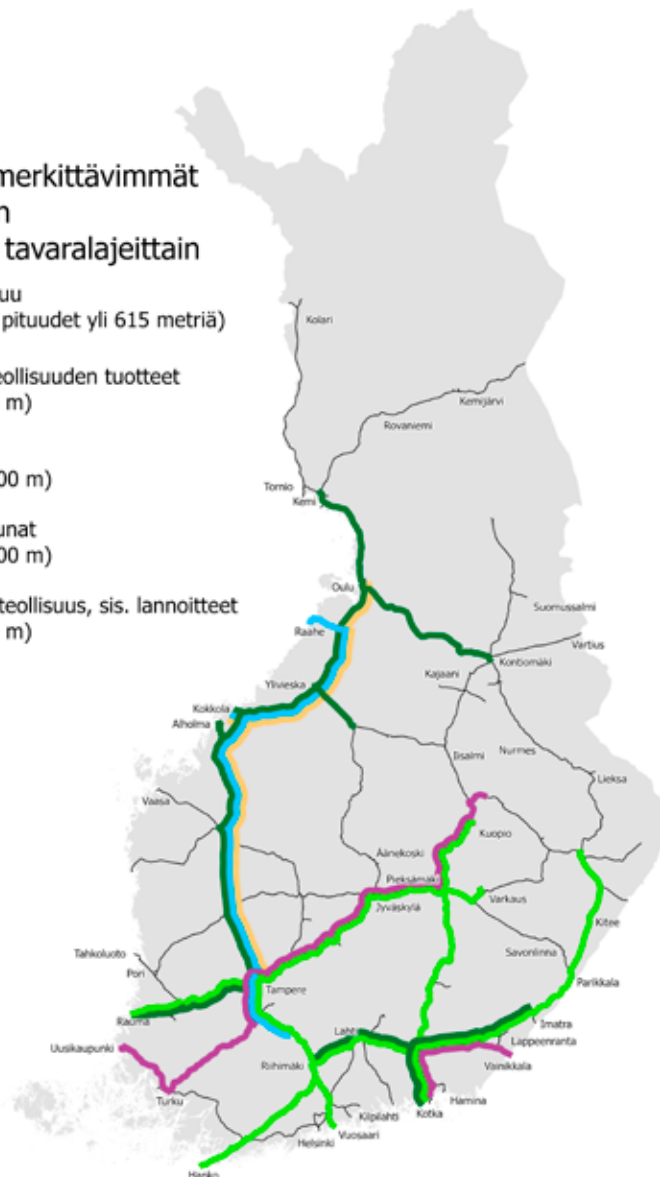
seksi suositellaan erityisesti Pääradalle, Savon radalle ja Karjalan radalle. Kaikilla edellä mainituilla radoilla tulee varautua jatkossa vähintään 750 metriin tavarajuniin, mikä edellyttää nykyisten kohtauspaikkojen pidentämistä tai uusien kohtauspaikkojen rakentamista. Lisäksi tietyillä rataosilla on potentiaalia pidemmillekin junille ja niillä tulisi varautua jopa 925 metrin junapituuksiin.

Avainsanat / Keywords

logistiikka	tavaraliikenne	tavarajunat
junapituus	kapasiteetti	TEN-T
rautatieliikenne	teollisuus	kaivokset
satamat	kuljetusketjut	kalusto
rataverkko	vaikuttavuus	yhteiskunta
kulikutapasiirtymä	kuljetusmuotosiirtymä	

Rataverkon merkittävimmät pitkien junien kuljetusreitit tavaralajeittain

- Raakapuu (junien pituudet yli 615 metriä)
- Metsäteollisuuden tuotteet (yli 625 m)
- Metallit (noin 700 m)
- Runkojunat (noin 700 m)
- Kemianteollisuus, sis. lannoitteet (yli 625 m)



Kuvat Väylävirasto

ERTMS ja rautatielogistiikan kulkumuotosiirtymän edistäminen

Digirata on massiivinen korvausinvestointi, jonka rakentamisen yhteydessä on järkevää tutkia, rakennetaanko uusi järjestelmä samoilla toiminnallisuuksilla, vai pystytäänkö sillä myös ratkaisemaan nykyisiä haasteita ja rautatielogistiikan kilpailukyyn pulonkaloja. Esitys pohjautuu kahteen Väylävirastolle tuotettuun selvitykseen: Digitaalinen Rautatieliikenteen kilpailukykyanalyysi sekä Rautatielogistiikan huomiointi ERTMS-suunnittelussa: case EKA-rataosa.

Koska tietty kulkumuoto ei ole elinkeinoelämälle itseisarvo, kulkumuotosiirtymää voidaan aidosti edistää vain kehittämällä logistiikan kilpailukykytekijöitä. Näitä ovat luotettavuus, joustavuus ja reagointikyky, kustannukset sekä vastuullisuus. Rautatielogistiikassa kilpailukykyyn vaikuttavat eri tekijät, jotka ovat riippuvaisia rautatieoperaattorista, rataverkon haltijan järjestelmästä tai infrasta sekä asiakkaan liiketoimintarakenteesta. Siksi on tunnistettava mihin asioihin voidaan ja mihin ei voida vaikuttaa digitaalisilla ratkaisulla tai digiradalla. Digitalisaation ja Digiradan mahdollistaman digitaalisten palveluiden kasvualusta on merkittävä tiedonkululle tulevaisuudessa. Digiradan suunnittelu konkretisoi ERTMS-suunnitteluun, jossa teollisuuden tarpeet ja rautatielogistiikan kilpailukykytekijät voidaan huomioida ERTMS-varustelaajuuden määrittämisessä. EKA-rataosalta (Lielähti–Pori/Rauma) kartoitettiin elinkeinoelämän tarpeita rajattuna niihin teemoihin, joihin ERTMS- ja digitaalisilla ratkaisulla voidaan vaikuttaa.

Ms. Kyllikki Virta - Finland - Proxion/WSP

Mr. Tuomas Lonka - Finland - Proxion/WSP

Elinkeinoelämän tarpeet voidaan jakaa neljään teemaan:

- 1) vaihtotyöt ja ratapihojen toiminnallisuus
- 2) kuljetusten ja tarjonnan lisääminen
- 3) tiedonkulku, läpinäkyvyys ja ajantasaisuus
- 4) kustannukset.

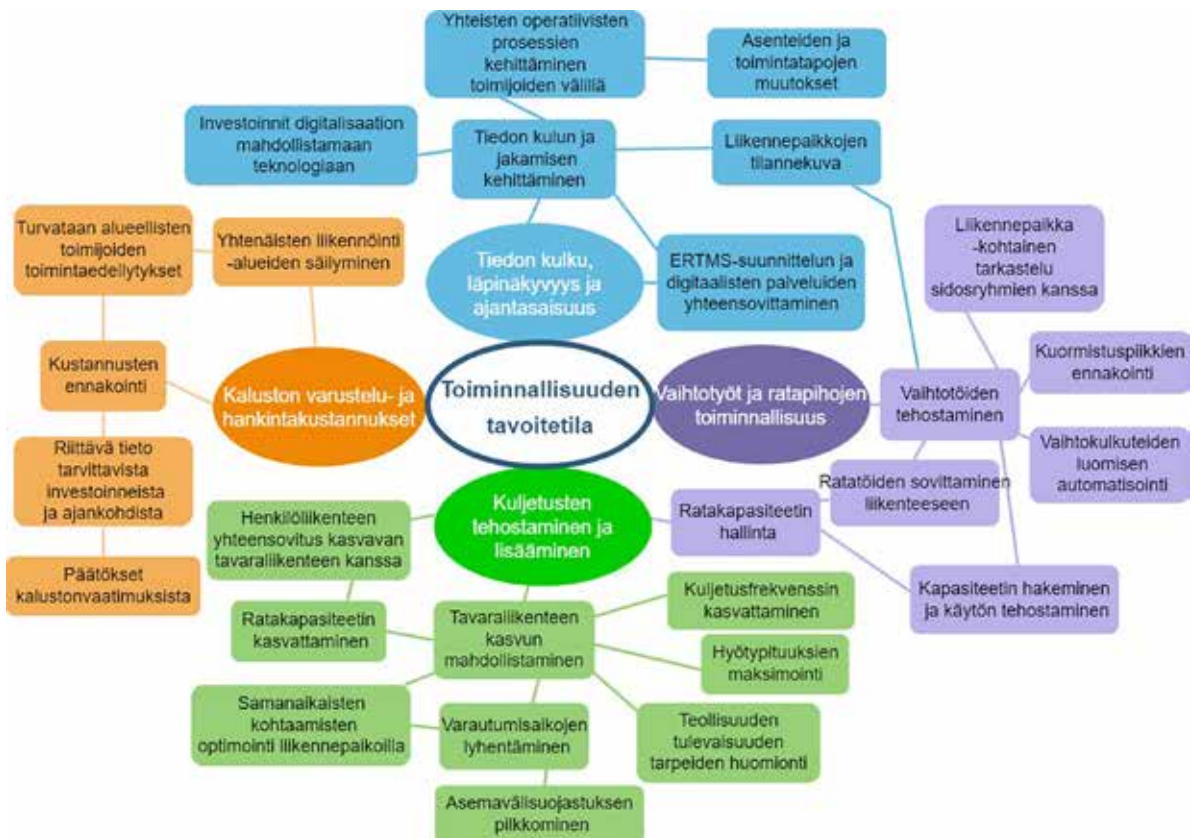
Kun tavoitellaan nykytilanteen ja tulevaisuuden tarpeille parasta toiminnallisuutta, tulisi huomioida kattavasti uuden ERTMS/ETCS-järjestelmän periaatteet eikä vain tukeutua JKV-järjestelmän asettamiin rajoitteisiin. Samalla on silti arvioitava erityisesti kustannustehokkuuden näkökulmasta, onko kaikissa tapauksissa järkevää tehdä merkittäviä muutoksia nykyisiin paikallislupa- ja raideopastinratkaisuihin. Uusi tekniikka tai järjestelmä eivät itsessään automaattisesti tuo parannusta tilanteeseen, mutta kattavalla vaikutusten arvioinnilla ja suunnittelun sovittamisella nykyisiin tarpeisiin ja tulevaisuudennäkymiin kyetään saavuttamaan merkittäviäkin hyötyjä uusilla toiminnallisuuksilla.

Esityksen päätteeksi kuulijalla on käsitys, siitä miten ja mihin asioihin ERTMS voi vaikuttaa sekä miten teollisuuden tarpeiden selvittäminen palvelee ERTMS-suunnittelun läpivientiä.

Avainsanat / Keywords

Kulkumuotosiirtymä
EKA-rataosa

ERTMS Digirata
logistiikan digitalisointi



Tiedonvälitystä kehittämällä katkeamattomampia tavarankuljetusketjuja raideliikenteessä

Rautateiden rahtiliikenteessä on kaikista liikennemuodoista paras ekologinen tasapaino. Tästä syystä EU ja kansalliset hallinnot haluavat lisätä merkittävästi rautatieliikenteen osuutta kokonaisrahtimäärästä. Jotta rahtimäärien lisääminen rautateille toteutuu, ja kustannusten alentamis- ja tehokkuusvaatimuksiin pystytään vastaamaan, vaatii se nykyisten logististen kipupisteiden korjaamista, kuten kuljetusreittien optimointihaasteiden selättämistä. Näihin tavoitteisiin päästään kehittämällä rautatieliikenteen tavaraliikenteen tiedonvälitystä, yhteistä tilannekuvaa sekä parantamalla yhteistyötä eri toimijoiden välillä.

Esitys pohjautuu syksyllä 2023 toteutettuun kehitysprojektiin, jonka tavoitteena oli selvittää rautatieliikenteen tavaraliikenteeseen liittyvän tiedonvälityksen nykytila, kehitystarpeet ja tehdä konkreettinen toimenpidesuunnitelma tiedonvälityksen, tilannekuvan ja logistiikan toimivuuden kehittämiseksi rautateilla. Työ toteutettiin Fintrafficin ja Solitan toimesta yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. Kuljetuksen tilaajat, rautatieoperaattorit, terminaalioperaattorit, rataverkon kunnossapito, satamat/yksityisrautateiden operoijat sekä liikenteenohjaus ja kapasiteetin hallinta osallistuivat työhön haastatteluiden, työpajojen ja verkkokokouksien muodossa.

Esityksen tavoitteena on kertoa, kuinka tavaraliikenteen tiedonvälitystä kehittämällä saadaan rakennettua toimivia ja katkeamattomia logistiikan kuljetusketjuja rautatieliikenteessä. Esityksessä huomioidaan sekä yksityisraiteet että yksityisraiteiden ja valtion rataverkon tiedon yhdistämistarpeet sekä rautateiden tärkeimpien sidosryhmien tietotarpeet. Esityksessä keskitytään erityisesti kokonaisvaltaisen end-2-end kuljetusketjun hallintaan, jotta tavaraliikenteen loppukäyttäjän kuljetusten toimitusvarmuus säilyisi mahdollisimman luotettavana, ja mahdollisiin kuljetusriskeihin pystytään reagoimaan riittävän ajoissa.

Tiedonkeruussa on hyödynnetty haastatteluita ja työpajoja, joihin on osallistunut mm. tavaraa rautateilla kuljettavat yritykset, satamatoimijat, operaattorit ja muut yksityisraiteiden toimijat, rautatieliikenteen harjoittajat, Väylävirasto sekä logistiikkaa edistävien palveluiden kehittäjät.

Tarkempaan tarkasteluun valittiin haasteet, joilla on vaikutusta useammalle ekosysteemin toimijalle. Nämä keskeisimmät haasteet käännettiin arvonluonnin mahdollisuuksiksi ja niiden eteenpäin viemisen tueksi luotiin toimenpidesuunnitelma sekä tietokartta suosituksineen.

Alustavat tulokset osoittavat, että tiedonvälitystä kehittämällä voidaan lieventää häiriöitä, vähentää pullonkauloja ja parantaa kokonaisvaltaista rahtiliikenteen suunnittelua. Haasteeksi tunnistettiin, että kukaan ei ole vastuussa koko kuljetusketjusta ja tiedonkulussa on useita ongelmia aiheuttavia katkopaikkoja. Ennakoiva ongelmanratkaisu suunnitteluvaiheessa voi parantaa kustannustehokkuutta, vähentää riskejä, estää viivästyksiä sekä varmistaa sujuvamman tavarankuljetusprosessin.

*Mr. Anssi Krooks -
Finland - Solita Oy*

*Ms. Heli Borg -
Finland - Solita Oy*

*Mr. Lari Teittinen -
Finland - Sweco*

Tiedonvälityksen ja datan yhdistämishaasteiden ratkominen vaatii hyvää yhteissuunnittelua, tiedonhallintaa sekä toimivien toimintamallien ja menetelmien rakentamista osana kokonaiskehittämistä. Tiedonvälityksen ja tiedon jakamisen parantaminen keskeisten toimijoiden välillä ei merkitse ainoastaan tehokkaan rautatieliikenteen tavaralogistiikan ylläpitämistä Suomessa, vaan on myös järkevä strategia, joka kiihdyttää talouden kasvua, mahdollistaa uusia innovaatioita ja estää häiriöiden kalliit vaikutukset.

Yhteenvetona tehokas tavaraliikenne edellyttää saumatonta yhteistyötä rautateiden ekosysteemissä. Kuljetuksen tilaajat ja rautatieliikenteen harjoittajat, jotka sekä hyötyvät ratkaisusta että kantavat päävastuun ongelmista, luottavat ajoissa tapahtuvaan ja sujuvaan kuljetukseen säilyttääkseen katkeamattoman arvoketjun ja suojellakseen liiketoimintaansa kalliilta häiriöiltä. Ekosysteemin muut toimijat, kuten terminaali-toimijat, Fintraffic ja infrastruktuurin ylläpitäjät (Väylävirasto ja alihankkijat) jakavat yhteisen tavoitteen varmistaa käyttökelpoiset raiteet ja katkeamaton liikennevirta. Loppuasiakkaalle on tärkeää pystyä luottamaan kuljetusketjuun sekä suunnittelemaan oma tuotantonsa kuljetusten aikatauluihin perustuen.

Esityksessä tuomme esiin, kuinka tärkeää on ymmärtää ja hallita koko kuljetusketjun tiedonvälitystä. Haaste ei ole pelkästään tietotekninen vaan se vaatii myös uudenlaista ajattelua toimijoiden keskuudessa. On tärkeää, että kaikki toimijat ymmärtävät oman roolinsa ja vastuunsa e-2-e -kuljetusketjuissa ja sitoutuvat yhteisiin tavoitteisiin. Kehitysprojektin perusteella tiedonvälityksen parantaminen ja yhteisen tilannekuvan luominen ovat avainasemassa tässä prosessissa. Sujuva tiedonvälitys mahdollistaa reaaliaikaisen seurannan ja ennakoivan reagoinnin mahdollisiin ongelmiin. Mahdolliset hyödyt näkyvät sekä kuljetuksen tilaajille että loppukäyttäjille kuljetusten luotettavuutena ja kustannustehokkuutena. Esityksessä tuomme esiin toimenpiteitä ja suosituksia, jotka auttavat saavuttamaan tehokkaampaa ja kestävämpää rautatieliikennettä.

Avainsanat / Keywords

tavaraliikenne	kuljetusketjut	logistiikka
tiedonvälitys	kokonaisvaltaiset kuljetusketjut	
rautatierahti	loppuasiakas	raideliikenne
ekosysteemi	rahtikirjat	

Erinomaisella asiakaskokemuksella ympäristöystävällisen matkustamisen kulkumuoto-osuuden kasvua

Raideliikenteen kulkumuoto-osuuden kasvun edellytyksiä ovat toimiva raideinfra ja kuluttajia houkutteleva palvelutarjonta.

Kuluttajien valintaan kulkumuotojen välillä vaikuttavat merkittävästi muun muassa matka-aika, kulkumuodon saavutettavuus sekä matkustuskokemus. Kuluttajien odotukset palvelua kohtaan kasvavat, mutta hyvällä palvelukokemuksella voidaan merkittävästi vaikuttaa erityisesti junan suositteluun ja uudelleen valintaan.

Matkustaja-asiakkaat vertaavat junamatkustamista muilta toimialoilta koettuun palvelukokemukseen. Systemaattinen asiakastytyväisyyden mittaamisen, analysoinnin ja jatkuvan asiakasdialogin perusteella tunnistetaan juna valintaan vaikuttavimmat tekijät koko asiakkaan polulla. Vaikka kuluttajien odotukset palvelua kohtaan kasvavat, näihin tunnistettuihin tekijöihin panostamalla on mahdollisuus edelleen kasvattaa junan kulkumuoto-osuutta ja luoda edelleen uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Panostukset asiakaskokemukseen ovat tuottaneet tulosta parantuneena asiakastytyväisyytenä ja kasvattaneet junamatkustamisen määrää. Vuonna 2023 tehtiin ennätykselliset 15 miljoonaa kaukoliikennematkaa ja asiakkaiden suositteluindexi NPS nousi tasolta 38 tasolle 49.

Onnistuneen ja kehittyvän asiakaskokemuksen edellytyksiä ovat olleet sen nostaminen osaksi VR:n strategiaa ja yhteisiä tavoitteita. Asiakaslähtöinen kulttuurin puhuttelee henkilökuntaa ja lisää vihreän liikkumisen rinnalla työn merkityksellisyyttä. Olemme yhteisellä matkalla maailman parhaaksi.

*Mrs. Marika Schugk -
Finland - VR-Yhtymä Oyj*

*Mrs. Piia Tynyilä -
Finland - VR-Yhtymä Oyj*

Asiakaskokemuksen kehittäminen on pitkäjänteistä työtä ja asiakkaiden odotukset muuttuvat sekä ajassa, että muiden kuluttajapalveluiden kehityksen myötä. Asiakaskokemus ei myöskään synny vain VR:n oman toiminnan tuloksena, onnistunut asiakaskokemus syntyy koko ekosysteemin yhteisellä työllä suomalaisen kuluttajan parhaaksi.

Avainsanat / Keywords

Asiakaskokemus	asiakasymmärrys	asiakkaan polku
palvelukokemus	kuluttaja	kulkumuoto-osuus
palvelukulttuuri	kulttuurin kehittäminen	digitaaliset palvelut
digitalisaatio	matkaketjut	junamatkailu



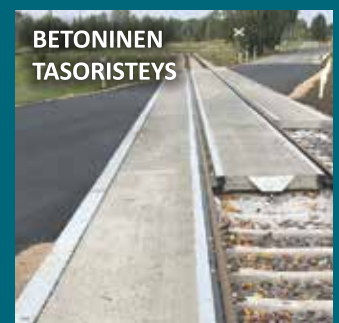
YMPÄRISTÖTURVALLISET RATAPÖLKYT, PITKÄ KÄYTTÖIKÄ

**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 ratainfran betonisten ratkaisujen kehittäjä. Tämä mahdollistaa pääsynne laajaan valikoimaan käytettyjä, testattuja ja luotettuja ratkaisuja. Laaja tietotaitomme, asiantuntemuksemme ja kokemuksemme rataratkaisuista voi tukea projektinne haasteita.



Tutustu meihin: finland.sateba.com

Ota yhteyttä: Petri Tampio, +358405380001

Rata-analytiikka: miksi se on niin vaikeaa ja miten se ratkaistaan

Tekoäly luo videoita tekstistä ja antaa erinomaisia vastauksia ylioppilaskokeiden kysymyksiin. Miksi sitten on edelleen vaikeaa yhdistää rautateiden kulkutietoja, ominaisuustietoja ja kuntotietoja? Syitä on tietysti lukuisia, mutta päivittäistä analytiikkaa haastavia perustavanlaatuisia ongelmia löytyy lähtödatan laadusta ja kattavuudesta, yhtenäisen sijaintipohjan puutteesta ja datan kohdentamismenetelmän puutteesta. Onneksi kaikkiin näihin ongelmiin on jo tartuttu ja osin jopa päästy ratkaisemaan niitä.

Lähtödatan laatu on ainainen haaste, josta ei ikinä päästä täysin eroon. Pienetkin virheet siinä aiheuttavat merkittäviä ongelmia. Esimerkiksi kulkutietoviestien sekunnin murto-osien pyöristämien saa junan kulkudatan epäloogiseen järjestykseen, jossa juna hypää raideosuuksien yli tai palaa äkillisesti taaksepäin.

Yleinen konsensus analytiikassa on, että lähtödatan laadun varmistamiseen menee reilusti yli puolet data-analytiikkaan käytetyistä resursseista. Se tulee hyväksyä, jos haluaa tehdä laadukkaita analyysejä. Oikoteitä onneen harvoin tässä aiheessa löytyy, joten analyysien tuloksia janoavia tulee informoida siitä, että tämän vaiheen kuuluu kestää, vaikka tuloksia ei vaikuta syntyvän. Tilanetta voidaan helpottaa tunnistamalla vain tarvittava data ja priorisoimalla lähteet tarkasti. Lisäksi on korostettava yhteisvastuuta datan laadussa: mikäli huomaat datassa virheitä, ilmoita niistä järjestelmien tukikanaviin. Datan laatu ei ole ainoastaan datan tuottajan asia, vaan kaikkien dataa hyödyntävien on kannettava vastuuta.

Yhtenäisen sijaintipohjan puute tulee haasteeksi, kun useampia eri datalähteitä yritetään yhdistää toisiinsa. Ongelma saattaa myös nousta esiin, kun yhdistetään saman lähteen dataa eri ajanjaksoilta. Esimerkiksi liikenteenohjausdata käyttää valtaosin raideosuuksien turvalaitetunnuksia ja Liike-järjestelmän ID-tunnuksia raiteiston kohdistamiseen. Rataomaisuushallintajärjestelmä RAIDE taas perustuu valtaosin sijaintiraiteisiin ja niiden RATKO OID-tunnuksiin, joskin ominaisuustietoina annetaan myös ratakilometrejä ja koordinaatteja. Radalta tehtävät kuntomittaukset taas perustuvat usein koordinaatteihin ja ratakilometreihin, mutta ne eivät käytännössä koskaan täsmälleen vastaa täysin RAIDE-järjestelmän koordinaatteja ja ratakilometrejä. Vaikka heittoa



*Dr. Mikko Sauni -
Finland - Väylävirasto*

olisi vain vähän, eivät perinteiset analytiikkatyökälut aina ymmärrä, että kyse on samasta kohteesta. Tätä ongelmaa on alettu ratkaista käyttämällä yhtä yhteistä sijaintiraidepohjaa, jonka määrittää Geoviite-järjestelmän ratageometria. Geoviite sisältää suunnitelmageometriat koko valtakunnan rataverkosta, jonka perusteella määritetään mm. ratakilometrijärjestelmä. Geoviitteen viitekehysmuunnin osaa yhdistää tähän rataverkkoon sijaintitietoa, vaikkei se täysin osuisikaan suunnitelmageometriaan tai ratakilometrijärjestelmään. Näin eri lähteen tieto saadaan sijoitettua samaan sijaintipohjaan ja myös tietokoneet ymmärtävät ne samalle sijainnille.

Vaikka lähtödata olisi laadukasta ja eri datalähteet olisi yhdistetty sijaintinsa perusteella toisiinsa, ei rata-analytiikka siltikään ole helppoa. Rataverkon sijaintipohjaa määrittää usein ratakilometrit ja/tai koordinaatit. Kummatkin näistä ovat haastavia analytiikkaan. Ratakilometrien suurin ongelma on niiden pituus: ratakilometri kun on harvoin kilometrin mittainen. Tällöin niiden käyttäminen laskennoissa vaatii erityisiä järjestelyitä varsinkin, kun lasketaan pituuksia tai etäisyyksiä. Tällöin järjestelmässä täytyy olla taustalla keinotekoinen pituusmittausjärjestelmä tai sen tulee tunnistaa kaikkien ratakilometrien pituudet. Vastaavasti koordinaattien käyttö on haastavaa, jollei käytössä ole nimenomaan karttapohjaisiin analyyseihin perustuva järjestelmä. Näihin haasteisiin on tartuttu, ja perinteisessä analytiikassa on pystytty kiertämään ongelmaa mm. käyttämällä vakioituja määrittelyjä kuten: yksi data-entry edustaa yhden metrin matkaa, jolloin pituus voidaan laskea datan määrän ja järjestyksen perusteella. Tästä huolimatta tarve yhä kehittyneemmille analytiikkatyökaluille on ilmeinen ja niiden hankintoja valmistellaan.

Ennen kaikkea onnistunut analytiikka vaatii kaikkien yhteistyötä. Tiedon tuottajien, analytiikan tekijöiden sekä käyttäjien on nähtävä olevansa osana suurempaa kokonaisuutta, jossa jokaisella on vastuu tuottaa yhteensopivaa tietoa yhtenäisin menettelyin. Vielä on paljon määriteltävää ja kehitettävää edessä, jotta kaikki pelisäännöt on kirjoitettu. Mutta jo tässä vaiheessa tietoisuus ja ymmärrys analytiikan kokonaisuudesta ja sen ympärillä tapahtuvasta kehityksestä vie pitkälle.

Tutkimus RTK-paikannuksen soveltuvuudesta ratatyön paikantamisessa

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella RTK-paikannuksen soveltuvuutta ratatöiden tarkkaan paikantamiseen rataverkolla sekä paikantamistiedon kytkemistä rataliikenteenohjauksen RUMA-järjestelmään, jota käytetään ratatyöluopien käsittelyyn ja paikantamiseen. Tavoitteena oli myös tarkastella saatavan sijaintitiedon luotettavuutta sekä olemassa olevien ratainfraa koskevien paikka-tietoaineistojen tarkkuutta ja luotettavuutta. Edelleen tavoitteena oli myös saada kokonaiskuva, onko Väyläviraston syytä jatkaa tarkkan paikantamisen kehittämistä laajamittaisemmin sekä saada kuva muihin tietoaineistoihin (mm. ratainfraa koskevat paikka-tietoaineistot) liittyvistä kehitystarpeista.

Tutkimuksen toteuttamista varten varusteltiin kaksi ratatyökoneetta, yksi kiskopyöräkaivinkone ja yksi linjatukemiskone, RTK-GNSS-paikantimella, joka oli integroitu

RUMA-järjestelmän kanssa tarkemman sijaintitiedon välityksen mahdollistamiseksi.

Tutkimuksen kokeellisessa osiossa verrattiin takymetrimitattua kartoitusaineistoa

Ratainfra-tietojen hallintajärjestelmän RATKO-sovelluksen tausta-aineistoon sekä RUMA-sovelluksen taustakartassa käytettävään Trakedia-aineistoon. Vertailtavat tiedot olivat raiteen keskilinjan geometria sekä ratatyön rajaavien elementtien paikkatiedon poikkeamien vertaaminen kartoitettuun aineistoon.

Tutkimuksessa havaittiin, että RTK-GNSS -paikannus soveltuu ratatyön paikantamiseen. RTK-paikantamisen tarkkuudella voidaan määrittää työkoneen sijainti alle metrin tarkkuudella mikä riittää sijainnin määrittämiseen raidekohtaisella tasolla pois lukien satelliittien katvealueet

Tausta-aineistojen, RATKOn ja Trakedian, laatu vaihteli suuresti. Yleisesti ottaen RUMA-järjestelmän käyttämä Trakedia oli RATKOa epätarkempi raiteen keskilinjan, opastimien ja raide-eristysten suhteen.



Mr. Mika Pussinen -
Finland - Destia Rail Oy

Mr. Riku Kettu -
Finland - Destia Rail Oy



Mr. Teemu Ylinen -
Finland - Destia Rail Oy

Mr. Jussi Heiskanen -
Finland - Wizense Oy

Tutkimusten tulosten perusteella pystyttiin esittämään sekä jatkotutkimus- että kehitysehdotuksia Väylävirastolle RTK-GNSS-paikannuksen käyttöönoton tueksi ratatyön paikantamiseen. Jatkotutkimusehdotukset ovat:

- 1) ratatyöalueen hälytysrajojen testaaminen sivu- ja pitkittäis-suuntaisesti
- RTK-GNSS -paikantimella varustetun ratatyökoneella,
- 2) ratatyöaluehälytysten integroiminen työkoneen rajoitinjärjestelmiin,
- 3) ratatyökoneiden välisten hälytysten pilotointi sekä
- 4) henkilöturvallisuuden parantaminen ratatöissä pilotoimalla työkoneen ja työntekijän työturvallisuuden parantamista.

Tutkimuksen pohjalta tunnistetut muut kehitysehdotukset ovat:

- 1) ratatyön rajaavien elementtien paikkatiedon kartoittaminen,
- 2) raidegeometrian keskilinjan kartoittaminen esimerkiksi joukkoistamalla mittaus RTK-paikkannetuille junille/radantarkastusvaunuille sekä
- 3) tausta-aineistojen radan infran elementtien paikkatietojen harmonisointi.

Avainsanat / Keywords

Ratatyö	RTK	GNSS
tarkka paikannus	ratatyöalue	Destia
Destia Rail	Wizense	Väylävirasto

Kuinka Suomesta tuli pika-aikataululla Euroopan teknologiaveturi?

Digirata perustuu modernien ratkaisujen hyödyntämiseen, näin on ollut alusta saakka. Olemme pyrkineet selvittämään mihin suuntaan teknologia on menossa, jotta emme tekisi Suomessa väliaikaiseksi osoittautuvia valintoja. Ainakaan tietämättämme. Kun olemme seuranneet tätä tietä niin olemmekin päätyneet näyttämään suuntaa muulle rautatiemaailmalle. Miksi?

Digiradassa teot puhuvat sanoja vakuuttavammin. Olemme tehneet valintoja kuunnellen muiden maiden kokemuksia, toimittajia ja pyrkineet ammentamaan omista kokemuksistamme kaiken mahdollisen. Valinnat on tehty täysin niin, ettemme muodostaisi tarpeettomia vaiheita kehitykseen. Matkan varrella on myös opittu todella paljon useista kokonaisuuksista.

Eurooppalainen sääntely kehittyy konsensusta hakien ja se vie aikaa. Digiradan EKA hankinnassa odotimme niin pitkään kuin pystyimme uuden CCS TSI paketin julkaisua, jotta voimme käyttää sitä hankinnan pohjana. Paketti viivästyi ja jäi torsoksi meidän kannalta. Valitsimme käyttää aiempaa versioita CCS paketista, mutta opimme paljon.

Rautateiden teknologiamarkkinoilla on paljon puhetta mitä kaikkea on kehitetty ja valmiina käytettäväksi. Usein todellisuus on hieman erilainen. Jotta kilpailua saadaan myös uusiin ratkaisuihin, on kehitystä pitänyt tapahtua useilla rintamilla yhtä aikaa. Useamman inframanagerin on silloin pitänyt lähteä liikkeelle omista kehityshankkeissaan.

Radioverkko puhuttaa todella paljon, kuten myös digitalisaatio. Molempien osalta olemme kuitenkin tulleet aika pian ymmärrykseen, että olemme aika uniikissa asemassa muuhun Eurooppaan nähden. Meillä on vahva kansallinen näkemys ja koko hallinnonalan tuki toteuttaa rautateiden radioverkko meille parhaalla tavalla sekä panostaa digitalisaatioon (mitä se ikinä tarkoittaakaan kenellekin). Suomessa kehitykselle on ollut erityisen vahva tuki.



Mr. Jari Pylvänäinen -
Finland -
Fintraffic Raide Oy



Mr. Juha Lehtola -
Finland - Väylävirasto

Monen asian summana olemme muutaman vuoden jälkeen huomanneet tekevämme moderneinta kaupalliseen käyttöön tulevaa teknistä rautatiejärjestelmää ensimmäisinä, perustuen omiin tarpeisiimme ja pystyen luottamaan sektorin vahvaan tukeen. Muu Eurooppa seuraa meidän tekemistämme tarkemmin kuin koskaan, koska me osaamme ja uskallamme näyttää suuntaa.

Avainsanat / Keywords

ERTMS	Digirata	rautatie
teknologia	ETCS	OHM YTE
CCS	TSI	

Kuva Jari Pylvänäinen



Itäradan pääsuuntaselvitys - linjausvaihtoehdot tekoälyn avulla

Itäradan pääsuuntaselvityksen tavoitteena oli laatia alustavat ratalinjauksien vaihtoehdot Lentoradalta Porvoon kautta Kouvolaan, laatia vaihtoehdoille alustavaa vaikutusten arviointia sekä tehdä nykytilanteen selvitysten kartoitus ja ohjelmointi YVA-menettelyä varten. Lisäksi tavoitteena on laatia ratalinjauksista alustavat kustannusarviot.

Hankkeen aikana päätettiin tutkia millaisia radan linjauksia tekoälyllä pystytään tuottamaan. Tekoälylle asetettiin päätavoitteeksi selvittää löytääkö tekoäly sellaisia linjausvaihtoehtoja, joita ei käsittehtynä manuaalisesti ole tunnistettu.

Koska pitkällä ratalinjalla on valtava määrä mahdollisia reittivaihtoehtoja, tekoälyn käyttö oli järkevä tapa laajentaa vaihtoehtojen kirjoa ja optimoida linjausten sijoittelua. Tekoälyllä laskettiin ja vertailtiin yli 5000 linjausvaihtoehtoa.

Tekoälyä opetettiin tunnistamaan ja huomioimaan erilaisia tekijöitä, kuten luonnonsuojelualueet, kulttuuriympäristökohteet, tieväylät, sähkölinjat, rakennukset ja muut infrastruktuurit. Tekoälylaskennalle pakotettiin tarpeellisia radan geometrian kauttakulkukohteita kuten esimerkiksi Lentoradan yhdistäminen, Porvoon ja Korian asemapaikat.

*Mr. Tuomo Palomaa -
Finland - Computational
Design Lead*

Tekoälyn laskentaa prosessoitiin erilaisissa variaatioissa joilla arvioitiin lopputulosten monipuolisuutta sekä käytännön käyttökelpoisuutta. Laskennan painopisteitä ohjattiin tilaajan sekä suunnittelun asiantuntijoiden kanssa, jotta saavutettaisiin tavoiteltu lopputulos. Sellaisia painopistekertoimia joita ihminen, alan erityisasiantuntija, hyödyntäisi omassa työssään.

Tekoälylaskennan ja automaation avulla tuotettiin useita potentiaalisia linjausvaihtoehtoja, joita ei oltu aiemmin tunnistettu. Lisäksi ohjelman auttoi tunnistamaan alustavia paikkoja Lentoradan tunnelin suuaukolle ottaen huomioon erilaiset tekniset ja topografiset tekijät.

Näitä tekoälyn avulla tuotettuja linjauksia voidaan käyttää pohjana seuraaville suunnitteluvaiheille, mikä osoittaa tekoälyn potentiaalinen ratasuunnittelussa ja -optimoinnissa.

Avainsanat / Keywords

tekoäly	digitalisointi	suunnitteluautomaatio
paikkatieto	vaikutusten arviointi	suunnitteluysteistyö



Uskomme luonnolliseen tapaan rakentaa ja olemme matkalla kohti kestävä tulevaisuutta. Aloitimme itse matkan puolittamalla hiilidioksidipäästömmme.

Ota kanssamme seuraava askel kohti kestävämpää huomista!

next
STEP

LECA.FI


SAINT-GOBAIN

Kevytsoran alhainen tiivistymiskerroin (1,1) tekee siitä erittäin kustannustehokkaan kevyensyrätkäisyyden ratarakentamiseen.

A Machine Learning Model for Predicting the Rail Temperature in Finland

As the rail temperature is highly correlated to the air temperature, extreme heat and cold weather can affect the rail temperature causing the track to buckle with high temperatures and to develop rail breaks in very cold temperatures. A reliable forecast of the rail temperature can help the Finnish Transport Infrastructure Agency (FTIA) and service providers to take precautionary measures to reduce the adverse effects of extreme temperatures on the rails and also to plan the works on the track as the high temperatures and related compressive stresses are of prime importance during the works on ballasted track. We develop a machine learning model incorporating weather parameters such as air temperature, wind speed, hourly solar and thermal radiations and time of the day and month for a 10-day forecast of the rail temperature in Finland. Visualization of the predicted rail temperature is also generated.

The training data for our machine learning model includes the observations of the rail temperature for eleven Wheel Load checkpoint stations in Finland for the period from September 2019 to August 2023 provided by FTIA and the relevant forecast data for the above period is retrieved from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) model which has a horizontal resolution of around 9 km and provides a 10-day forecast of the weather related parameters used in our model. The test data corresponds to the months October 2022, January, April and July 2023 to represent the four seasons and the rest of the data is split as training and validation data in the ratio 8:2. We have 2.5 million samples of training, 600,000 samples of validation and 400,000 samples of test data.

The machine learning model we developed for predicting the rail temperature is based on the Extreme Boosting (XGBoost) algorithm which is a gradient boosting decision tree algorithm where multiple weak models are used to produce a strong model which is robust and can give reliable predictions. We also developed and tested machine learning models based on Linear Regression, Decision Trees, Random Forest, and neural networks for this problem and it is found that XGBoost model had the lowest root mean square error (RMSE) compared to the other models. XGBoost training and validation errors are 1.9°C and 2.3°C respectively. For the prediction using the test data, our model shows that April



*Dr. Laila Daniel - Finland
- Finnish Meteorological
Institute*

*Mrs. Leila Hieta - Finland
- Finnish Meteorological
Institute*

*Mr. Aki Hirvaskari
- Finland - Finnish
Transport Infrastructure
Agency*



*Mr. Henri Seppälä
- Finland - Finnish
Transport Infrastructure
Agency*

*Ms. Anniina Korpinen
- Finland - Finnish
Meteorological Institute*

*Mrs. Minna Haikonen
- Finland - Finnish
Meteorological Institute*

2023 has the highest RMSE error of 6.4°C. This may be due to the difficulty in predicting the springtime 2 meter air temperature which has the highest impact on the rail temperature. The RMSE for October 2022, January 2023 and July 2023 are 2.8°C, 2.5°C and 3.5°C respectively. This indicates that our model predicts rail temperatures more accurately for autumn and winter than in spring and summer.

The model is being further evaluated for deployment in the Finnish railway network.

Avainsanat / Keywords

artificial intelligence
machine learning
weather modelling and prediction
prediction of rail temperature

Implementation of digital signaling and ETCS HTD in Finland towards infrastructure in the cloud

Digirail project in Finland

The Digirail project was created by the Ministry of Transport and Communication to bring together government agencies and stakeholders with the “*desire to create the best for Finland*” with a “*unique combination of experts who have both a great love for the railway sector and a burning desire to renew it*”.

The mission of the Digirail project is to modernize the Finnish rail infrastructure, the current infrastructure being close to the end of its lifecycle.

One of the main objectives of the Digirail project is to replace the outdated interlockings by state-of-the-art digital interlockings and the European Train Control System (ETCS) Level 2 as train control system. Main benefit of ETCS L2 is the operation of the network without physical signals. Taking it even one step further, a Hybrid Train Detection system (HTD) will be implemented. This solution splits the physical block sections into smaller virtual subsections to further increase track capacity and allow more trains to operate on the existing rail infrastructure for trains equipped with a train integrity system.

First implementation between Lielahiti and Rauma/Pori

Within the Digirail project, SIEMENS Mobility has been awarded in April 2024 to implement Central Safety System to the first section of Finland’s rail network on the 191-kilometer rail segment between Lielahiti and Rauma/Pori that is expected to go into commercial service by 2027.

Implementation of digital interlockings as first step to a cloud based Infrastructure

SIEMENS Mobility will implement both applications, interlocking and radio block center (RBC) used in ETCS Level 2 to continuously monitor the train movements, on its new Distributed Smart Safe System (DS3) platform, which enables the usage of commercial-off-the-shelf (COTS) multicore hardware instead of proprietary hardware. The use of COTS hardware allows the network operator to decrease hardware costs and to buy supplier-independent latest high-performance servers on the market over the whole lifecycle. COTS hardware offers the possibility to scale the needed performance to replace proprietary signaling hardware by a rail data center hosting a private cloud for the complete signaling infrastructure.



Dr. Oliver Reichard -
Germany -
Siemens Mobility

Moving all applications into a rail data center allows to migrate and centralize the signaling systems and add further digital services in the future.

The implementation of this new technology paves the way towards a ‘cloud-based’ signaling system for a more sustainable, efficient and safe rail network.

ETCS Level 2 with HTD

Further on, the line the line between Lielahiti and Rauma/Pori will be equipped with the next generation of train control called ETCS Level 2 with Hybrid Train Detection (HTD).

With ETCS Level 2 HTD, physical track sections are divided into virtual subsections allowing higher throughput of trains equipped with a Train Integrity

Monitoring System sending regular train integrity information to the RBC and enabling the operator to reduce trackside equipment.

The advantage of retaining some track vacancy detection equipment is that trains not equipped with a Train Integrity Monitoring System (especially cargo trains) can also operate on the line on basis of the “classical” ETCS Level 2.

Avainsanat / Keywords

Digirail
Digital interlocking
Infrastructure in the cloud
COTS Hardware
ETCS Level 2
ETCS Hybrid Train Detection
Virtual block sections

Kuva Siemens Mobility GmbH



Real time traffic optimisation – Metro and mainlines with ATO

Preface

We take a brief look at the need, history, and methods for real-time traffic optimisation from an engineer's perspective, and see how it is intertwined with the development of Automatic Train Operation (ATO). We are not delving into algorithm-level details but are instead trying to provide an overview of the needs and challenges. The purpose is to attract interest in the future needs of railways outside the traditional signalling engineer audience.



Mr. Ari Tilli - Finland -
Fintraffic Raide Oy

Use cases

On traditional mainline lines, the planned timetable should be conflict-free and optimal for the intended traffic service. The need for rescheduling and optimisation by the Traffic Management System (TMS) arises from perturbations, especially in cases where they start to cascade through the network. However, the second use case for real-time optimisation in mainlines is the optimal usage of recovery margins in the timetable, even without any perturbations.

In mass transit, an additional use case for optimisation is for "arrive and go"-type of services, where no published timetables necessarily exist. In this case, the traffic is rescheduled constantly and cannot really be run without an intelligent TMS.

Approaches and methods for rescheduling

There are multiple ways to classify methods for rescheduling. One categorisation from an algorithm implementer's perspective can be as follows:

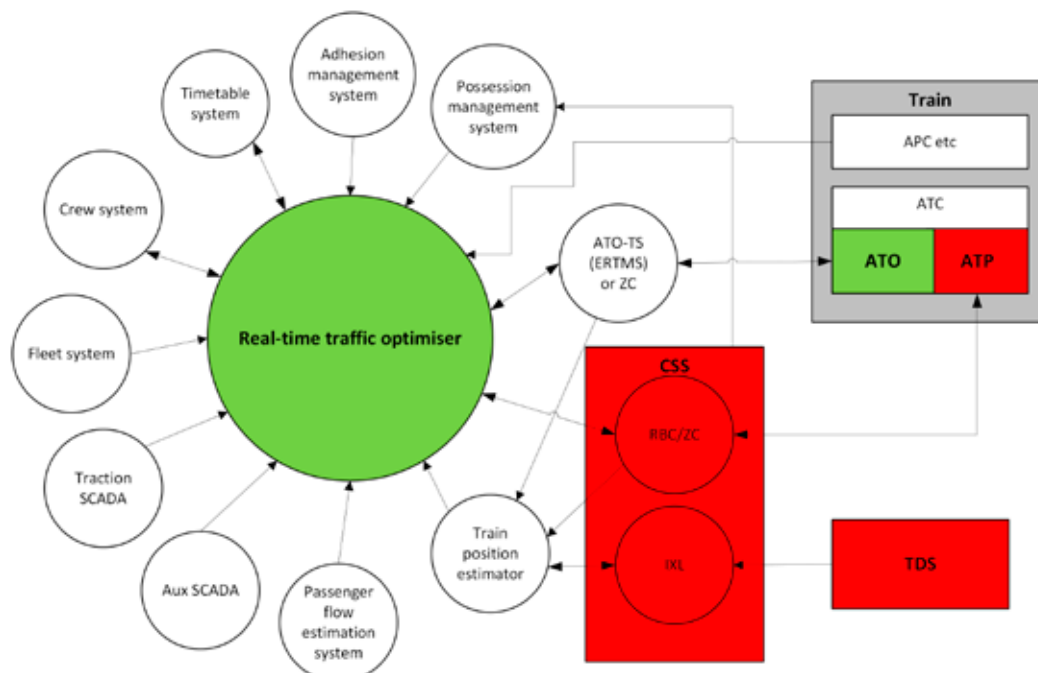
- Rule-based systems: Rules define the corrective actions of the system. This is not real optimisation but can still be used either automatically or as a decision support system (DSS) to reschedule traffic.
- Exact mathematical models: These can be either macroscopic or microscopic formulations of the scheduling problem. They generally lead to Mixed Integer Non-Linear Programming formulations.
- Hybrid methods: These include Artificial Intelligence (AI) methods.

High-level outputs are the same, i.e., orders to retime, reroute, reorder and reassign traffic. All the above methods have been used or tried in products developed in Finland, with different levels of success.

ATO

Automatic Train Operation is not strictly necessary for real-time rescheduling; however, without fine-grained control of movements, the benefits of intelligent TMS are not realised to their full extent. The use of Automatic Train Protection (so-called signal regulation) even with Driver's Advisory System (DAS) is not optimal in high trains per hour situations.

In mass transit applications, ATO has already been in use for decades (up to GoA4), and while all implementations are proprietary, they generally provide a fine grade of movement



control actions from TMS towards ATO on-board (acceleration, deceleration, speed, coasting, etc.).

In the world of ERTMS, the first ATO specification (for GoA2) was released in CCS-TSI 2023 and is based on transferring timing point information from track-side to ATO on-board. The specification still has some errors, and from a TMS engineer's perspective, it is based on flawed conclusions. However, it is the basis for ATO for mainline applications in Finland.

Main challenges

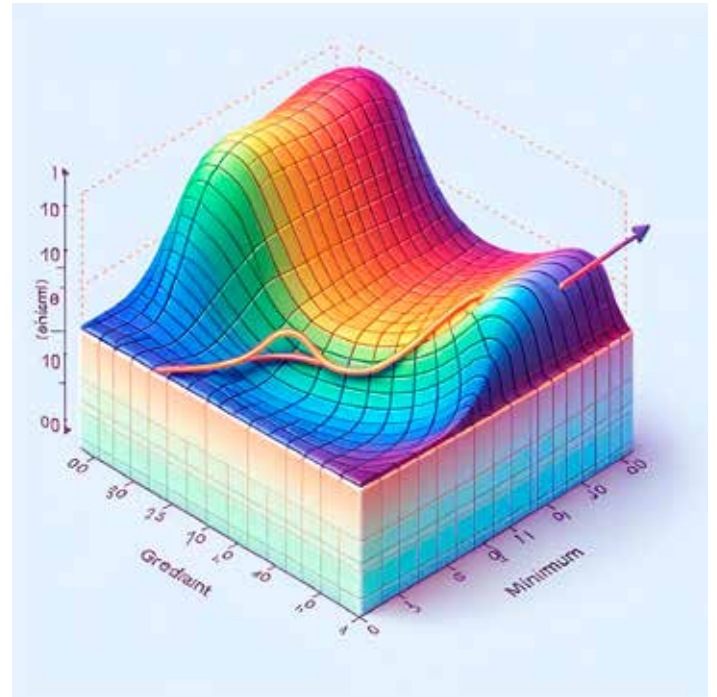
- Skills & development costs
- Stakeholder participation
- Cost of computation
- Systems integration

Digirail

For on-board ATO as well as for track-side ATO, procurements have started, and experience shall be gathered so that stakeholders are ready for the eventual implementation of ATO and intelligent TMS.

Avainsanat / Keywords

digitalization
automation
metro
innovation
optimization
ATO



Autonomy for freight traffic and ATO

ATO for freights:

How to secure smooth and efficient driving for freight trains as part of the digitalization program for the European freight traffic.

The green alternative

AI For Railways:

How AI will support faster deployment of railway solutions with lower total cost of ownership

Process optimization and improved decision making

Avainsanat / Keywords

ATO
Green alternative
AI
Process optimization

*Ms. Gemma Maria
SALAZAR LUQUE
- Germany - GTS
Deutschland GmbH*

*Mr. Markus Ernst
- Germany - GTS
Deutschland GmbH*

*Mr. Christian Wallner
- Germany - GTS
Deutschland GmbH*

Pätevyys rautatoimintojen turvallisuusjohtamisjärjestelmässä - rataverkon haltijan näkökulma

Pätevyyden hallinta on osa rautatietojärjestelmien turvallisuusjohtamista. Tämän esityksen tavoitteena on antaa näkökulmia aiheeseen liittyen alan toimijoille sekä jakaa Väyläviraston näkemyksiä pätevyyden hallinnasta.

Osaava ja pätevä henkilöstö on yksi organisaation tärkeimmistä pääomista, sillä henkilöstönsä välityksellä organisaatio pystyy uudistumaan, kehittymään ja säilyttämään kilpailukykyä. Erityisen tärkeää pätevyys ja osaaminen ovat ns. turvallisuuskriittisillä toimialoilla, joihin muun muassa raideliikenne kuuluu. Näillä toimialoilla toimivien organisaatioiden tulee varmistaa henkilöstönsä pätevyys erityisesti tehtävissä, joilla on tunnistettu olevan keskeinen vaikutus turvallisuuteen.

Rataverkon haltijoiden pätevyteen liittyviä vaatimuksia on kuvattu asetuksen (EU) 2018/762 liitteessä II (turvallisuusjohtamisjärjestelmän vaatimukset) sekä OPE YTE:ssä (käyttötoiminnan ja liikenteen hallinnan yhteentoimivuuden tekninen eritelmä). Näistä edellisessä on kirjattu vaatimus pätevyyden hallinnasta turvallisuuteen liittyvissä tehtävissä ja jälkimmäiseen vaatimus pätevydestä turvallisuuden kannalta kriittisissä tehtävissä.

Rautateiden turvallisuusjohtamisjärjestelmälle asetettujen Euroopan unionin rautatieviraston (ERA) vaatimusten soveltamisoppaasta voidaan tunnistaa monia osaamiseen, koulutukseen, oppimiseen ja pätevyteen liittyviä näkökulmia, mutta asetuksessa tai soveltamisoppaassa ei tarkemmin määritetä, mitä turvallisuuteen liittyvät tehtävät ovat tai mitä pätevyydellä näissä tehtävissä tarkoitetaan. Kunkin toimijan tulee nämä itse tunnistaa ja määrittää oman toimintansa pohjalta.

Pätevyyden ja osaamisen käsitteitä avataan kuitenkin erillisessä ERA:n pätevyyden hallinnan soveltamisoppaassa. Oppaan mukaan pätevyys (competence) liittyy tehtävään (role) ja osaaminen (competency) henkilöön (person). Turvallisuuteen liitty-



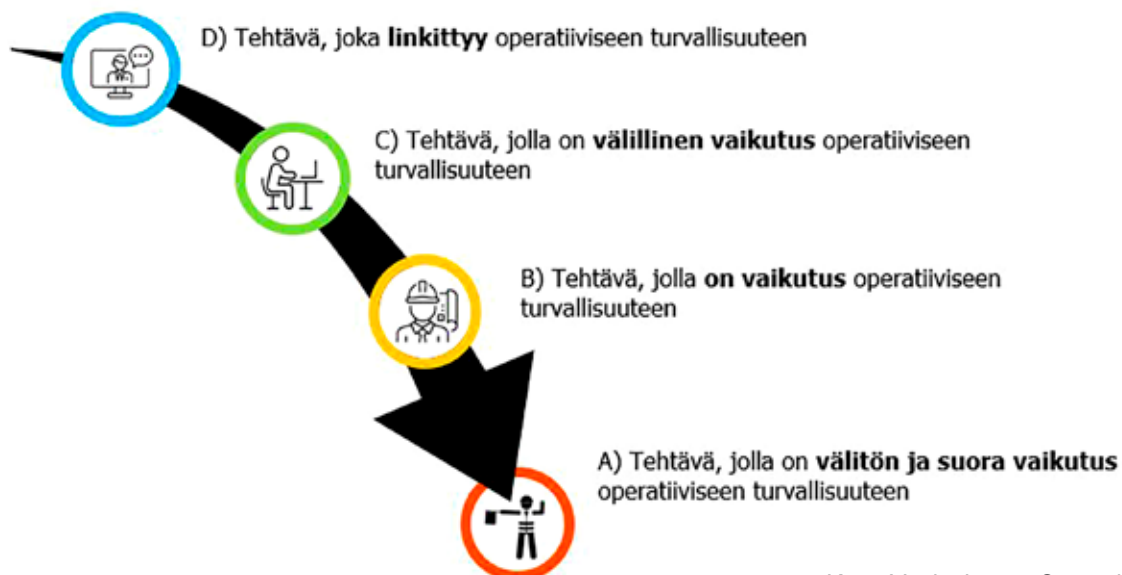
Mrs. Pia Sotavalta -
Finland - Väylävirasto



Mr. Marko Tuominen -
Finland - Väylävirasto

vässä tehtävässä tarvittava osaaminen voidaan kuvata ns. osaamiskehyksen (competency framework) avulla, johon on koostettu niin tehtävässä tarvittavat tiedot, pehmeät taidot (soft skills, non-technical skills) kuin myös mahdollinen hyödyllinen kokemus. Pehmeillä taidoilla (esim. tilannetietoisuus, kriittinen ajattelu) tarkoitetaan työskentelytapaa ja vuorovaikutukseen liittyviä ominaisuuksia, jotka tukevat ja täydentävät mm. koulutuksella saavutettua substanssitetietoa. Henkilön pätevyys turvallisuuteen liittyvässä tehtävässä on lyhyesti määriteltynä henkilön kykyä ottaa vastuuta ja toimia tehtävässä sen edellyttämällä tavalla.

Väylävirastossa rautatieturvallisuuteen liittyvien tehtävien pätevyyden hallintaa on täsmennetty ERA:n soveltamisoppaiden pohjalta. Väylävirasto toimii rataverkon haltijana valtion omistamalla rataverkolla tilaajavirastona. Tästä syystä Väylävirastossa rautatieturvallisuuteen liittyviä tehtäviä tarkastellaan jaotteleamalla ne operatiivisen turvallisuuden näkökulmasta neljään tasoon (kuva):



Kuva Väylävirasto, Sotavalta&Tuominen

- A) tehtävä, joilla on välitön ja suora vaikutus operatiiviseen turvallisuuteen
 B) tehtävä, jolla on vaikutus operatiiviseen turvallisuuteen
 C) tehtävä, jolla on välillinen vaikutus operatiiviseen turvallisuuteen
 D) tehtävä, joka linkittyy operatiiviseen turvallisuuteen

Väyläviraston omat rautatieturvallisuuteen liittyvät tehtävät kohdentuvat tasoille B, C ja D. B-tasolle sijoittuvia tehtäviä ovat mm. viraston rakentamishankkeen johtamisen tehtävät, C-tason tehtäviä esim. toimialan turvallisuusasiantuntijan tehtävät ja D-tason tehtävä esim. turvallisuusmenettelyjen kehitystehtävät. Viitekehyksessä A-tason tehtäviä, joilla on välitön ja suora vaikutus operatiiviseen rautatieturvallisuuteen ovat palveluntuottajien radanpidon ja liikenteenohjauksen tehtävät.

Väylävirasto on laatinut ERA:n soveltamisopasta soveltaen tunnustamilleen rautatieturvallisuuteen liittyville tehtäville osaamiskehykset, joissa koostetaan yhteen:

- tehtävän tarkoitus
- linkitys organisaation prosesseihin
- tehtävässä tarvittavat tiedot ja taidot sekä tunnistettu hyödyllinen työkokemus
- tehtävässä edellytettävät työ- ja/tai turvallisuuspattevyudet sekä
- suositeltavat muut erilliskoulutukset

Laadittuja osaamiskehyksiä hyödynnetään Väylävirastossa rekrytoinnissa, perehdytyksessä ja osaamisen kehittämisessä. Vastaavasti palveluntuottajilta tilattaviin tehtäviin, joilla on välitön ja suora vaikutus operatiiviseen rautatieturvallisuuteen, Väylävirasto on laatinut määrämuotoiset koulutusohjelmat, jotka ovat pääosin kuvattu valtion rataverkon haltijan osaamis- ja pätevyysohjeessa.

Lopuksi alla muutama hyvä käytäntö Väylävirastossa tehdyn työn pohjalta:

1. Perehdy asetusten soveltamisoppaisiin ja niiden kieliversioihin. Ne eivät suoraan anna vastauksia, mutta ne antavat näkemyksiä, miten asiaa voi lähestyä.
2. Käy organisaatiossa avointa keskustelua aiheesta. Vain keskustelun kautta on mahdollisuus saada yhteinen ymmärrys siitä, mitä vaatimukset tarkoittavat juuri oman organisaation kohdalla.
3. Älä kopio muiden ratkaisuja vaan sovelta niitä huomioiden oman organisaationne lähtökohdat

Avainsanat / Keywords

Pätevyys osaaminen osaamiskehykset
 turvallisuuteen liittyvät tehtävät



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**

Rautatieto 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

Rautatieto on osa Sundström-konsernia.

www.sundstroms.fi

www.rautatieto.fi

Perinteisen turvalaitetekniikan osaamisen varmistaminen Suomessa

Turvalaitetekniikan elinkaari on pitkä. Reletekniikan osalta laitteiden vähimmäiselinkaari on reilusti yli puoli vuosisataa. Laitteet kestävät, mutta muutos- ja kunnossapito-osaaminen katoaa, ellei siitä huolehdi. Tilanne voi johtaa ennenaikaisiin ja tarpeetomiin asetinlaitteiden uusintoihin. Korvaavat järjestelmät ovat poikkeuksetta elinkaareltaan merkittävästi lyhyempiä ja kokonaisinvestointeina erittäin kalliita ratkaisuja. Uudempaa teknologiaa edustavasta turvalaitetekniikasta rautatiejärjestelmälle saatavat hyödyt ovat kuitenkin hyvin marginaalisia ja usein käytännössä negatiivisia korkeampien muutos- ja elinkaarikustannusten vuoksi.

Yleistilanne

Yksi suurimpia osaamisenetyksiä kohdistuu perinteisen turvalaitetekniikan alalle. Sitä osaamista tarvitaan rataverkollamme kuitenkin kipeästi vielä vuosikymmeniä. Oikeanlaisella ammatiosaamisen ylläpidolla on mahdollista varmistaa nykyisen tarkoituksenmukaisen ja luotettavan turvalaitoskannan käyttö pitkälle tulevaisuuteen.

Valtionrautateiden aikaisen mestari-kisälli-asetelman kautta tapahtuneen erikoisosaamisen välittymisen sukupolvelta toiselle on katkaissut erinäiset kilpailun avautumiseen johtaneet toimenpiteet vuosituhannen vaihdetta ympäröivinä vuosikymmeninä. Turvalaiteosaamisen varmistaminen niin asiantuntija- kuin asentajatasollakin vaatii uudenlaisia menetelmiä. Tämä tarkoittaa riittävän korkeiden osaamisvaatimusten asettamista sekä näiden täyttämistä tukevan koulutustarjonnan järjestämisessä.

Ratatekninen oppimiskeskus (ROK) tarjoaa erinomaisen alustan näille toiminnoille. ROK:n turvalaitetekninen koulutuslaitteisto yhdessä asiantuntijoiden pitämien tarkkaan suunniteltujen kursien kanssa mahdollistaa osaltaan osaamisen ylläpitoa ja kehittämistä.

Käytännön kokemukset

Käytäntö on osoittanut että ratkaisevan tärkeää turvalaiterakentamis- ja kunnossapitotöiden menestyksekkääseen suorittamiseen on oikeanlainen suhtautuminen siihen, mitä ollaan tekemässä. Ylitse muiden on nöyrä asenne ja kunnioitus rautatiejärjes-



Mr. Veli-Matti Kantamaa -
Finland - Väylävirasto



Mr. Tero Sorsimo - Finland
- Sweco Finland Oy

telmää, sen perinteitä ja harkittuja yksityiskohtia kohtaan. Menneiden sukupolvien edustajilla on ollut merkittävästi meitä enemmän aikaa ja kokemusta miettiä, miksi juuri tietty ratkaisu on hyvä.

On tervettä kyseenalaistaa vuosikymmenten saatossa tehtyjä linjauksia ja toteutusmalleja ja kehittää niitä eteenpäin. Mikäli ei kehityksen huumassa kuitenkaan täydellisesti käsitä kaikkia niitä osatekijöitä, jotka toimivan ratkaisun taustalla ovat, on huomattava riski tuhota jotain arvokasta peruuttamattomasti.

Liiallinen itseluottamus on vaarallista ja johtaa usein vain tuurilla hyvään lopputulokseen. Oikealla asenteella on mahdollista korvata jopa osaamisvajetta. Tärkeää on ymmärtää omien kykyjensä rajat.

Avainsanat / Keywords

Osaamisen varmistaminen
turvalaitetekniikka
asetinlaitteet



Molempikätinen johtaminen megaprojekteissa: asiakasnäkökulma oppimisen ja tehokkuuden yhteensovittamiseen

Pirstaleinen ja projektiluonteinen rakennusala on jäänyt innovaatioissa jälkeen muista toimialoista. Rakennusprojekteja toteutetaan usein ilman toiminnan parantamista ja kehitysprojekteja johdetaan kontrollia korostavilla tavoilla, mikä on vahingollista koko toimialan tuottavuudelle. Projektiorganisaatioissa kehitystyö on tehtävä samanaikaisesti ja samassa tiimissä projektityön kanssa. Megaprojektit ovat innovaatioiden näkökulmasta paitsi monimutkaisia, myös ainutkertainen mahdollisuus. Johtajan rooli on kriittinen, ja tavoitteet asettaa ensisijaisesti asiakas.



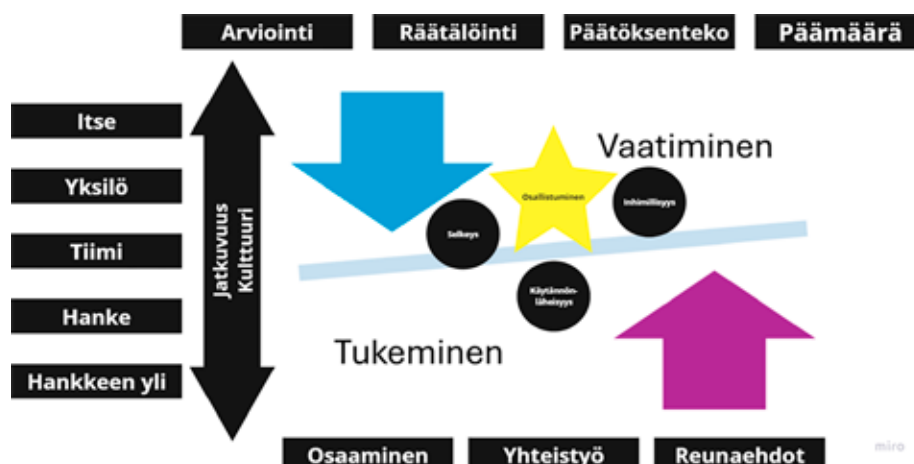
Ms. Laura Valokoski -
Finland – Valokosket Oy

Innovaatioita selittää molempikätisyys, eli kyky sovittaa yhteen paradoksaalisia lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteita. Koska osaavat yksilöt ovat avainasemassa eikä ilman oppimista tai asiakasta ole innovaatioita, tutkimuksessa tarkastellaan oppimisen ja tehokkuuden yhteensovittamista asiakasjohtajien näkökulmasta. Molempikätisyys ristiriitaisten intressien värittämissä megaprojekteissa on erityisen vaativa johtamistehtävä. Sitä ei ole aiemmin tutkittu asiakasjohtajan yksilöllisestä näkökulmasta. Asiakasjohtajan molempikätisyys on kykyä saada vaatimukset ja tuki tasapainoon ja varmistaa jatkuvuus myös projektin yli.

Työ toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Aineisto kerättiin puolistrukturoiduilla haastatteluilla ja täydentävänä aineistona käytettiin focus-ryhmää. Analyysimenetelmänä oli induktiivinen teema-analyysi. Tulosten perusteella megaprojektien asiakasjohtajat voivat toteuttaa molempikätisyyttä arvioimalla saatavilla olevaa osaamista, kohdentamalla tukea osaaville, vaatimalla heiltä korkeatasoisia tuloksia ja osallistumalla projektiin. Johtamista ja päätöksiä on räätälöitävä jatkuvasti tilanteiden ja reunaehtojen puitteissa. Inhimillisuus, selkeys ja käytännönläheisyys ovat asiakasjohtajalle tärkeitä ominaisuuksia.

Avainsanat / Keywords

oppiminen	innovaatio	osaaminen
jakaminen	kehitys	uudistuminen
edistyminen	kestävä kehitys	asiakas
hanke	hankintamalli	kehitys
uudistus	tehokkuus	



Welado-STHK Masters: Konkareiden konsepti osaamisen jakamiseen

Welado-STHK Masters on innovatiivinen konsepti, jonka tarkoituksena on tarjota eläkeikää lähestyville rakennusalan ammattilaisille mahdollisuus pysyä kiinni työelämässä itselleen mielekkäällä tavalla ja samalla jakaa arvokasta osaamistaan nuoremmille asiantuntijoille. Masters-konsepti kokoaa yhteen eläkkeellä olevat ja eläkeikää lähestyvät rakennusalan kokeneet tekijät tarjoten heille mahdollisuuden jatkaa merkityksellistä asiantuntijuuttaan yhdistettynä eläkepäiviin tai hiljalleen niiden pariin laskeutumiseen.

Masters-malli tarjoaa monipuolisia vaihtoehtoja osallistua toimintaan omien preferenssien ja elämäntilanteen mukaan. Yksi vaihtoehto on toimia mentorina nuoremmille asiantuntijoille jakamalla omaa osaamistaan ja auttaen heitä ammatillisessa kasvussa. Toinen vaihtoehto on osallistua laajemmin hankkeiden konsultointiin tai niillä työskentelyyn muuhun arkeen sopivalla tuntimäärällä. Tärkeä elementti konseptissa on myös Masterseille alan kehityksestä ja mielenkiintoisista hankkeista tietoisena pysyminen – verkostotapaamisissa on pidetty erilaisia hanke-esittelyjä, tietoisuuksia ja käyty vieraillessa rakennustyömailla.



Mr. Jyrki Kataja -
Finland - Welado Oy

Ms. Sonja Hernesniemi -
Finland - Welado Oy

Welado-STHK Masters ei ainoastaan tarjoa mahdollisuuksia yksilöille, vaan se myös edistää rakennusalan osaamisen säilymistä korkealla tasolla. Nuorten työntekijöiden palkkaaminen ja mentoointi varmistavat, että alan ammattitaito säilyy ja kehittyy. Lisäksi Masters-konsepti tarjoaa eläkeikää lähestyville mahdollisuuden siirtyä eläkkeelle vähitellen, downshiftaten, ja samalla nauttia vanhojen työkavereiden seurasta ja työtehtävien tuomista mielekkäistä haasteista.

Kokemusten perusteella Masters-konsepti on osoittautunut menestyksekkääksi sekä aktoreille että mentoreille. Mentorointiprosessit ovat tuottaneet hyötyä niin ammatillisessa kehittämisessä kuin palvelujen laadun parantamisessa. Kuitenkin konseptin kehityksen ja parantamisen näkökulmasta on tärkeää, että esimerkiksi sisäisesti kaikki tarjous-

toimintaan osallistuvat sekä toisaalta tilaajaosapuolien edustajat ovat tietoisia konseptin tarjoamista mahdollisuuksista ja hyödyistä.

Avainsanat / Keywords

osaaminen
mentorointi

oppiminen
ratahoukuttelevuus

tiedon jakaminen

ENERGEL

RATKAISUT RATOJEN SÄHKÖISTYKSIIN

- Tasasähköjärjestelmät
- Ratasähkömuuntajat
- Ajolangan ripustus
- Mittamuuntajat
- Kytkinlaitteet

*Tervetuloa tapaamaan
meitä Rata 2025 -
tapahtumaan osastolle 40!*

www.energel.com



Osaamistarpeet suunnittelun ohjauksessa - voiko kuka tahansa ohjata suunnittelua?

Tilaaajien henkilöresurssien vähäisyys on johtanut tarpeeseen hankkia konsulttipalveluita rakennuttamiseen. Toisinaan rakennuttajakonsultit on kiinnitetty rakennuttamispalveluiden ohella ohjaamaan suunnittelua. Millaista osaamista suunnittelua ohjaavilta pitäisi edellyttää ja onko vallitseva käytäntö riittävä suunnittelun ohjaamiseen?

Suunnitelmien tarkastajien roolikin saattaa tarvita tarkentamista. Millainen motivaatio heillä on edistää suunnittelua ja miten kaikkien tekemisestä saadaan suurin hyöty hankkeiden edistämiseen?

Tehtävien hoitamiseen tarvitaan selvät pelisäännöt.

Tätä esitystä varten on tiedusteltu kokemuksia alan toimijoilta ja saatujen vastusten perusteella kokemukset ovat moninaisia. Kysymyksiin vastattiin anonyymisti. Useimmat vastaajat olivat toimineet projektipäällikköinä, pääsuunnittelijoina tai tekniikka-alavastaavina. Tässä esityksessä keskitytään suunnittelukonsultin näkökulmaan. Suunnittelijalla on selvät osaamis- ja suoriutumista mittaavat vaatimukset. Sujuva yhteistyö suunnitteluttajien kanssa on tärkeää. Yleisesti aikataulut ja sanktiot painavat suunnittelijaa ja edellyttävät hyvää suoriutumista läpi koko hankkeen. Mikä kannustaa suunnitteluttajia kohti hankkeen tavoitteita?

Tehtävän määrittely

Lähtökohtana onnistumiseen on selkeästi määritelty tehtävä. Usein tilaaja antaa tarkemman tehtävien määrittelyn suunnitteluttajan laadittavaksi ohjeenaan tilaajan tunnistamat tavoitteet. Näiltä osin suunnittelija saa toisinaan jo tarjousvaiheessa epäselvän tehtäväkuvauksen. Toisinaan siitä voi havaita, että pohja tehtävämäärittelyyn on jostakin aiemmasta hankkeesta, koska tehtävää kuulumattomia asioita on jäänyt tekstiin. Epäselvyyksiin on mahdollista kysyä tarkennuksia kertaalleen. Vastauksista asia ei läheskään aina selviä, vaan niissä viitataan usein edelleen tarjouspyynnön tehtävämäärittelyyn. Tarkentavia kysymyksiä ei tarjousvaiheessa voi enää esittää.

Muutamissa hankkeissa tehtävän sisältöä tarkennetaan järjestämällä hankkeen alkuun kehitysvaihe, jossa voi useassa tapauksessa selvittää kunkin osapuolen käsitystä tehtävän sisällöstä ja suoritustavasta täsmennettyine aikatauluineen.

Osaaminen

Kyselystä ilmenee hyvin, että suunnittelun ohjauksessa on hyvää osaamista, joka hyödyttää hankkeiden etenemistä, mutta joukkoon mahtuu valitettavasti lähes täydellistä osaamattomuuttakin, jonka ei koeta edistävän tekemistä.

*Mr. Kari Fagerholm -
Finland - Afry*

Vastauksissa toivotaan suunnittelun ohjaajalta samanlaista kaikkien tekniikka-alojen yleisosamista, jota myös suunnittelukonsultin projektipäälliköiltä edellytetään. Eduksi katsotaan myös yhteistyö- ja ongelmanratkaisukyky sekä rakentamisen ja urakoinnin tuntemus. Yksimielisesti todetaan, että suunnittelun ohjaajalla pitäisi itsellään olla kokemusta suunnittelusta.

On tullut vastaan tapauksia, joissa suunnittelun ohjaaja on esittänyt tehtäväksi asioita, joita hän arvelee helposti toteutettavaksi, vaikka seurauksena saattaa olla lähes kaikkien suunnitelmapiirustusten tekeminen uudelleen. Näissä tapauksissa huomaa osaamisen puutteen merkityksen.

Hankkeen edistäminen - vastinetta yhteiskunnan panostukseen

Yleisesti koetaan, että hankkeiden edistämiseksi suunnittelun ohjaajalla on merkittävä rooli, mutta sen tasoa pidetään liian vaihtelevana. On erittäin ammattitaitoisia suunnittelun ohjaajia, jotka edistävät hankkeita hyvässä yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa ja voivat tuoda merkittävää tietämystä ratkaisuihin. Erytymisen kiitosta ovat saaneet rakentamissuunnittelun ohjaajat. Toisilla hankkeilla asiat sujuvat hyvin, mutta toisaalla suunnittelun ohjaajat vain hidastavat ja vaikeuttavat työtä. Paljon turhaa byrokratiaa, epäselviä prosesseja ja toimintatapoja sekä turhia kokouksia.

Suunnittelun ohjauksessa on tarpeen tuntee suunnitteluvaihe ja sen tarkkuusvaatimukset.

Tilaaajalla, suunnittelun ohjauksella ja suunnittelijalla tulee olla yhtenäinen tavoite projektissa. Suunnittelun ohjauksen ansaintalogiikka pitäisi olla sidoksissa siihen, miten hyvin suunnittelu etenee ja miten suunnittelulla voidaan saavuttaa säästöjä rakentamisessa, ympäristötavoitteissa ja rakentamisen sujuvuudessa.

Suunnittelun ohjauksen tulee kantaa suunnittelijan kanssa yhteisesti vastuuta siitä, että hanke etenee suunnitellusti. Tällöin kannustimien ja sanktioiden tulee olla saman suuntaiset.

On hyvä, jos suunnitteluttaja kykenee haastamaan tekijöitä parempaan lopputulokseen yhteisen aikataulun puitteissa. Suunnittelijan, suunnittelun ohjaajan ja tilaajan edustajan kesken on tarpeen saavuttaa hyvä yhdessä tekemisen meininki, jotta päästään hyvään lopputulokseen.

Samojen tavoitteiden tulee olla myös suunnitelmien tarkastajilla, joille tämän tavoitteen täyttämiseksi tulee antaa mahdollisuus ottaa kantaa tehtäviin ratkaisuihin koko suunnitteluprosessin ajan.

Avainsanat / Keywords

Suunnittelu
Suunnittelun edistäminen

Rakennuttajat
Suunnittelun laatu

Palvelumuotoilun hyödyntäminen raideliikennealan koulutusprojekteissa

Palvelumuotoilu on olemassa olevan palvelun kehittämistä tai uuden palvelun luomista. Palvelumuotoilussa käytetään erilaisia prosessimalleja, kuten Moritzin mallia ja tuplatimanttimallia. Mallien idea on samankaltainen, vaikka ne ovat visuaalisesti eri näköisiä. Palvelumuotoilun keskeisiä piirteitä ovat asiakkaan tarpeiden ja toiveiden ymmärtäminen, osallistaminen eli yhteiskehittäminen, ideoiden testaaminen prototyyppien avulla ja visuaalisuus. Palvelut ovat usein abstrakteja, joten palvelumuotoilu tekee näkymättömästä näkyvää.

Palvelumuotoilua voidaan hyödyntää koulutusprojekteissa mm. asiakasymmärryksen hankinnassa, asiakaspersoonien ja -polkujen mallintamisessa sekä koulutusten luomisessa ja kehittämisessä. Palvelumuotoilun suurimpia hyötyjä ovat asiakaslähtöisemmän palvelun tuottaminen, liiketoiminnan tehostaminen sekä koulutuksen kohdistaminen tietyille kohderyhmälle.

Esityksessä hyödynnetään case-esimerkinä projektia, jossa liikkuvan kaluston kuljettajan kertauskoulutus (LIKU-koulutus) luotiin verkko-oppimisympäristöön itsenäisesti opiskeltavaksi kokonaisuudeksi. Projekti eteni palvelumuotoiluprosessin mukaisesti painottuen asiakasymmärryksen keräämiseen, ideointiin sekä prototypointiin sekä kehittämiseen.

Idea koulutuksen uudistamisesta syntyi asiakkaan kanssa käydyn keskustelun pohjalta. Kehitystyö aloitettiin kartoittamalla uuden konseptin hyötyjä ja haasteita sekä varautumalla mahdollisiin haasteisiin. Hanke alkoi nopeasti vaikuttaa toteuttamiskelpoiselta, joten loimme konseptiesityksen ja demon asiakastapaamista varten. Konsepti sai innostuneen vastaanoton asiakkaaltamme, vaikka se herätti myös kysymyksiä käytännön toteutuksen haasteista. Eniten pohdintaa aiheuttivat verkkokurssiin liittyvät tietotekniset haasteet. Tämän takia päädyimme ratkaisuun, jossa



Ms. Laura Saarelainen -
Finland - Proxion/WSP

panostimme erityisesti verkkokurssin orientaatioon ja käytettävyyteen. Lisäksi palveluun sisältyi teknisen tuen tarjoaminen oppilaille puhelimitse, sähköpostitse ja oppimisympäristön keskustelualueella.

Projektin aikana tuotettiin erilaisia videoita ja tehtäviä elävöittämään tekstimuotoista opetusmateriaalia. Koulutus sisältää mm. useita interaktiivisia ajovideoita, joihin on upotettu tehtäviä. Ajovideoihin upotettujen tehtävien avulla kuljettaja pystyy harjoittelemaan erilaisia poikkeustilanteita, kuten baliisivikatilanteissa toimimista. Osaaminen varmistetaan monipuolisten tehtävien avulla, sillä verkkokurssi ei sisällä perinteistä koetta.

Asiakas osallistui projektin aikana työpajoihin, joissa kerättiin kehitysideoita koulutusluonnoksen kehittämiseksi. Tällä tavalla varmistettiin koulutuksen sisällön soveltuvuus yrityksen kuljettajille. Hyödynsimme myös yrityksen opetuskuljettajan osaamista koulutuksen testausvaiheessa. Palautteen avulla opetusmateriaalia kehitettiin vielä enemmän vastaamaan kohderyhmän tarpeita, ja sen avulla parannettiin verkkokurssin käytettävyyttä. Palvelumuotoilun luonteen mukaisesti kehittämistyö jatkuu edelleen, vaikka koulutus on jo otettu käyttöön. Kehittämistyössä hyödynnetään oppilailta saatuja palautteita ja verkkokurssien analytiikkaa.

Tule kuuntelemaan lisää palvelumuotoilun hyödyntämismahdollisuuksista. Saat esityksen yhteydessä QR-koodin, jolla pääset tutustumaan WSP Koulutuskeskuksen (Proxion Rataopiston) tuottamaan LIKU-lyhytkurssiin.

Avainsanat / Keywords

Koulutus palvelumuotoilu
liikkuvan kaluston kuljettajan kertauskoulutus
osaamisen varmistaminen



Ratatyökoordinaattori tulevaisuuden rautatieliikenteen sujuvuuden varmistaja

Esityksessä ”Ratatyökoordinaattori – tulevaisuuden rautatieliikenteen sujuvuuden varmistaja” kerromme ratatyökoordinaattorin (RTK) pilottihankkeen tuloksista, jotka on saatu HERI1-hankkeen yhteydessä Väylävirastolle. Hanke käynnistyi tarpeesta tehostaa ja sujuvoittaa työmaita monitoimijaympäristön hankkeissa, turvallisuudesta tinkimättä.

Keskeisenä tavoitteena oli tutkia ja määritellä RTK:n rooli, luoda selkeä tehtäväkuva määrittämään tarvittavat osaamis- ja pätevyysvaatimukset sekä laatia ohjeet ratatyökoordinaattorin toiminnalle. RTK:n roolin tavoitteena on tehostaa työmaiden aikaisia liikennekatkoja sekä parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta. Hankkeessa analysoitiin nykytilannetta, haastateltiin asiantuntijoita ja tehtiin työmaakäyntejä, joiden pohjalta toteutettiin alustava RTK:n rooli, vastualueet ja pätevyysvaatimukset.

Rautatiehankkeet ovat vaativia projekteja, jotka edellyttävät tarkkaa suunnittelua ja yhteistyötä useiden eri sidosryhmien välillä monitoimijaympäristössä. Ratatyökoordinaattorin roolin kehittäminen on yksi keskeinen askel kohti sujuvampaa rautatierakentamista. Ratatyökoordinaattori on keskeinen toimija, joka vastaa työmaiden sujuvuuden, turvallisuuden ja tehokkuuden varmistamisesta rautatiehankkeissa, joissa liikennekatkojen hallinta ja tarkka koordinointi ovat erityisen haastavia. RTK:n tehtävänä on ennakoita, suunnitella ja johtaa liikennekatkojen aikataulutusta, varmistaa, että työvaiheet sujuvat tehokkaasti turvallisuutta vaarantamatta.



*Mr. Simo Sauni - Finland -
Rejlers Finland Oy*

*Mrs. Tiia Jyrkiäinen -
Finland - Caarni (TJ
Invest&Consulting Oy)*

Esittelemme pilottihankkeen pohjalta laaditut suositukset RTK-roolin vakioimiseksi, koulutusohjelman kehittämiseksi ja tehtävän jalkauttamiseksi rautatiehankkeisiin. Tulokset tarjoavat perustan RTK:n toiminnalle ja kehittämiselle sekä tukevat hiljaisen tiedon siirtämistä tuleville rautatieammattilaisille.

Pilottihankkeen toteuttivat Rejlers ja Caarni tiiviissä yhteistyössä Väyläviraston kanssa. Hankkeen pohjana oli tunnistettu tarve parantaa rautatiehankkeiden tehokkuutta ja liikenneturvallisuutta sekä luoda edellytyksiä sujuvalle projektinhallinnalle eri toimijoiden välillä.

ETCS tulee – Miten rautatieala koulutetaan?

Digirata-hanke on rautatiesektorille suuri muutos, joka vaatii kaikilta uudenlaista osaamista. Lielähti-Rauma/Pori radalle rakennettava ensimmäinen kaupallinen rataosa eli EKA tulee olemaan monelle rautatiealalla työskentelevälle ensikosketus ETCS-järjestelmään. EKA on yhteinen matka tulevaisuuteen. Digirata haluaa varmistaa, että jokainen rautatiealan ammattilainen pysyy matkassa mukana.

Digirata-hanke on koko raidealan yhdistävä mahdollisuus, jossa rakennetaan teknologinen perusta pitkälle rautatieliikenteen tulevaisuuteen. ETCS-järjestelmä ei kuitenkaan ole vain laitteiden modernisointia, vaan myös toimintatapojen ja elinkaaren hallinnan uudistamista. EKA on mahdollisuus oppia yhdessä sekä jakaa tietoa yli organisaatorajojen. Tämä vaatii uudenlaista rohkeutta kokeilla ja kyseenalaistaa sekä kykyä oppia arjen kokemuksista ja oivalluksista. Digiradan perusperiaatteet onnistumiselle ovatkin yhteisöllisyys, jatkuva yhdessä oppiminen ja kokeilukulttuuri monitoimijaympäristössä.

ETCS-järjestelmä on koko raidealan yhteinen muutos, joka tulee lopulta vaikuttamaan meidän jokaisen päivittäisiin työtehtäviin, olipa sitten kyse mistä tahansa ammattiryhmästä. Digitaalisen teknologian avulla voidaan parantaa tehokkuutta ja turvallisuutta, mikä luo mahdollisuuksia myös organisaatioiden osaamis- ja kasvattamiseen ja yksilöiden urapolkuihin.

Vuonna 2023 Digirata teetti EKA-koulutustarveanalyysin, jossa kartoitettiin ammattitehtävissä tarvittavaa nykyistä osaamista ja arvioitiin ETCS-järjestelmämuutoksen tuomia tulevaisuuden osaamistarpeita. Muutoksen kannalta merkittävimmiä ammattiryhmiä tunnistettiin liikenteen hallinnan, operaattoreiden ja turvalaitetekunnossapitäjien ammattiryhmät. Haastatteluihin ja työpajoihin osallistui pääasiassa Digirata-hankkeessa työskenteleviä asiantuntijoita, mutta nykyosaamista kartoitettavissa haastatteluissa oli mukana myös hankkeen ulkopuolisia alan ammattilaisia.



*Mrs. Jaana Koivuniemi -
Finland - Welado Oy*

*Mr. Jari Ruotsalainen -
Finland -
Fintraffic Raide Oy*

Vuonna 2024 Digirata on selvittänyt, millaisilla koulutusmalleilla EKAssa tarvittavaa osaamista tulisi kouluttaa toimialan eri organisaatioille. Koulutusmalleja valittaessa huomioidaan organisaatioiden erilaiset tarpeet ja sektoriorganisaatioiden kanssa onkin käyty vuoropuhelua esimerkiksi työpajoissa. Osa organisaatioista on kyvykkäitä ja myös halukkaita kouluttamaan henkilöstönsä itse, kunhan organisaation kouluttajat ja työnopastajat saavat riittävät tiedot ja taidot kouluttajakoulutuksissa. Osa organisaatioista tarvitsee puolestaan enemmän tukea ja apua henkilöstönsä kouluttamiseen.

Digirata koordinoi EKAN koulutusten kokonaisuutta. Koulutuksia antavat esimerkiksi viranomaisen hyväksymät koulutuslaitokset ja oppilaitokset, EKAN laitetoimittajat sekä mahdollisesti myös Digiradan asiantuntijat. Koulutuksissa pyritään monimuotoisuuteen ja osallistaviin menetelmiin, mikä

voi tarkoittaa esimerkiksi omatoimista opiskelua verkkoympäristössä, perinteisempää luokkaopetusta ja käytännön harjoitteita. Koulutusten sisällöt ja pituus vaihtelevat toki merkittävästi henkilön työtehtävistä riippuen.

Vuoden 2025 aikana Digiradan koulutusten toteutus- ja seurantamallit saatetaan valmiiksi. Tässä yhteydessä sektoriorganisaatioiden ja viranomaisten kanssa jatketaan aktiivista vuoropuhelua. EKAN koulutuksista tullaan keräämään palautetta suunnitteluvaiheesta käyttöönottoon jälkeiseen aikaan asti. Palautetta halutaan koulutuksen laadusta, mutta myös siitä, antoiko koulutus riittävästi osaamista ETCS-radalla toimimiseen. Vuoropuhelu ja palaute on tärkeää, sillä vain yhdessä voimme tehdä suomalaisesta ETCS-radasta menestystarinan.

Avainsanat / Keywords

Digirata	EKA	sektorin koulutukset
yhteistyö	osaamisen kehittäminen	
oppiminen	tiedon jakaminen	





Transform **mobility** for everyone

Tule tapaamaan meitä RATA 2025 -tapahtumaan ja kuulemaan, miten Siemens teknologisena edelläkävijänä yhdistää todellisen ja digitaalisen maailman. Kerromme tosielämän esimerkkejä vaikuttavista projekteista, joilla olemme tuottaneet konkreettisia hyötyjä asiakkaillemme. Lisäksi näytämme, miten viemme vastuullisuutemme seuraavalle tasolle.

siemens.fi/mobilityyn

Tavataan
osastolla
27+28



SIEMENS

Matkapuhelindata raideliikenteen kysyntäpotentiaalin arvioinnissa

Joukkoliikenteen matkustuskysyntää on perinteisesti arvioitu työssäkäyntitilastojen, liikennetutkimusten ja liikennemallien avulla. Tavanomaisissa datalähteissä voi kuitenkin olla merkittäviä rajoitteita tai puutteita koskien tietojen saatavuutta, hajautta, ajantasaisuutta sekä ajallista ja maantieteellistä tarkkuutta. Monelta alueelta ajanmukainen liikennemalli puuttuu tai sen pohjalla oleva liikennetutkimustieto on jo vanhentunutta. Sensitiivisten markkinaosuustietojen ohella tiukentuneet GDPR-tulkinnat voivat hankaloittaa kokonaiskuvan muodostamista. Perustellusti voidaan todeta, että joukkoliikenteen matkustuskysyntää koskevan luotettavan tilannekuvan muodostaminen, ylläpitäminen ja muutospotentiaalien arviointi on ollut haastavaa ja työlästä.

Telian Crowd Insights on liikennesuunnittelua merkittävästi mullistanut verrattain uusi tietolähde. Matkapuhelindatalla voidaan muodostaa ajantasainen ja tilastollisesti merkitsevä tilannekuva esimerkiksi liikennekäytävän tai alueen kokonaisliikkumisesta. Matkojen lähtö- ja määräpaikat määritetään tukiasemista saatavalla tiedolla puhelinliittymien liikkeistä ja ajankohdista. Anonymisoitu ja operaattorien markkinaosuustietojen pohjalta laajennettu tieto kuvaa useimmissa käyttötapauksissa riittävällä maantieteellisellä ja ajallisella resoluutiolla Suomessa asuvien liikkumista yhden vuorokauden aikana. Liikenneyhteyksien kehittämistarpeiden ja -mahdollisuuksien tunnistamisessa on merkittävä etu, kun tunnetaan kokonaisliikkumisen volyymi, matkojen suuntautuminen ja tunti-, viikonpäivä- ja kausivaihtelut. Telia-datalla voidaan myös helposti seurata liikkumisessa tapahtunutta kehitystä.

Matkapuhelindataa on viime vuosina enenevässä määrin valjastettu monipuolisesti myös joukkoliikenteen suunnittelukysymyksiin, jossa Joukkoliikenteen suunnittelussa tyypilliset käytötapaukset liittyvät mm. linjastosuunnittelun ohella alueellisten lähijunaliikenteiden toteuttavuuteen liittyviin selvityksiin ja matkaketjuanalyysiin. Esityksessä käydään läpi muutaman raideliikenteen kehittämiseen liittyvän esimerkkihankkeen kautta, miten ja millä edellytyksillä matkapuhelinoperaattoridataa voidaan hyödyntää raideliikenteen kysyntäpotentiaalien tunnistamisessa.



Mr. Kari Hillo - Finland - Ramboll Finland Oy

Uuden raideliikenteen toteutuskelpoisuuden arviointiin liittyy keskeisesti kaavaillun palvelualueen kokonaisliikkuminen, jonka perusteella voidaan tehdä päätelmiä kysyntäpotentiaalista. Kysynnän ominaisuuksien tunteminen on edellytys sille, että voidaan tarkemmin arvioida esimerkiksi lippu- ja laivaikutuksia ja kustannusvastuujakoon liittyviä näkökohtia. Operaattoridata ei tiettyjä erityistapauksia lukuun ottamatta kykene vielä erottelamaan matkalla käytettyä kulkutapaa, vaan referenssitiedot kulkutapajakaumasta tulee määrittää muuta kautta.

Matka-aineistosta voidaan kuitenkin tietyin kriteerein tehdä liikkumisvolyymin ja matkojen suuntautumisen perusteella luotettavia arvioita raideliikennekelpoisista matkoista.

Joukkoliikenteen tarjonnan mitoituksen ohella havaittuun liikkumiskäyttäytymiseen pohjautuvaa ajantasaista liikkumistietoa voidaan käyttää myös liityntäpysäköinnin kysynnän arviointiin. Tarkastelu ottaa huomioon matkojen todellisen suuntautumisen, matkojen tekoajat ja joukkoliikenteen ja henkilöauton matka-ajat. Liityntämatkan realisoituminen edellyttää riittävän pitkää junaliikenteen runkomatkaa ja kilpailukykyistä matka-aikasuhdetta henkilöautoon nähden. Liityntäpysäköintiin soveltuvien matkojen kysyntäpotentiaalin kautta voidaan edelleen päästä tarkemmin kiinni asemakohtaiseen liityntäpysäköinnin kysyntään, paikkatarpeiden mitoituskysymyksiin tai mahdollisuuksiin vähentää henkilöautoliikenteen suoritetta ja päästöjä.

Avainsanat / Keywords
innovaatio teknologia kehitys
uudistuminen edistyminen

GPT-tekoälymallien hyödyntäminen ratasuunnitteluhankkeissa

Ratasuunnitteluhankkeiden kasvavat laajuudet, aika- ja budjettirajoitukset, sidosryhmien monipuolisuus ja projektien haavoittuvuus epävarmuuksille tuottavat haasteita hankkeiden onnistumiselle. Hankkeet saattavat kärsiä epäselvistä tai tehottomista tiedonkulun prosesseista ja asiakirjojen hallinnasta, mikä johtaa heikompaan tuottavuuteen ja ylimää räisiin kustannuksiin. Uusien työkalujen kehittäminen tiedonkäsittelyn tehostamiseksi on siis tervetullutta.

Tekoäly on laajasti keskusteltu aihe monilla elämän osa-alueilla, ja sen odotetaan mullistavan ongelmanratkaisua ja manuaalisia tehtäviä, vaikka sen määritelmä ja käyttötapaukset vaativat vielä tarkennusta. Tekoälyn sovelluksista erityisesti laajat kielimallit (Large Language Models, LLM) ovat viimeisten vuosien aikana saaneet paljon huomiota chatbottien kuten ChatGPT:n myötä. Uusia kielimalleja ja tekniikoita julkaistaan kuukausittain tai jopa viikoittain, joten parhaista käytännöistä ajan tasalla pysyminen on varsin haastavaa. Laajoja kielimalleja hyödynnetään tehokkaasti jo monilla aloilla, kuten tutkimuksessa, lääketieteessä, lakitieteessä ja opetuksessa, mutta suunnittelu- ja rakennusaloilla keskustelu on jäänyt vähäisemmäksi. Parhaimmillaan kielimallit voivat kuitenkin vähentää kirjalliseen työhön, kuten tiedon etsimiseen, kirjoittamiseen ja virheiden tarkastamiseen kuluva aikaa sekä vapauttaa sitä tehtäville, jotka vaativat tarkkuutta ja erikoistunutta asiantuntijuutta.

Aalto-yliopistossa Sweco Finland Oy:n toimeksiantona tehdyn diplomityön ”Utilizing Large Language Models in Rail Design Projects” tavoitteena oli löytää käytännön sovelluksia, joissa kielimalleja voisi hyödyntää tekstipohjaisen tiedon käsittelyn tehostamiseksi ratakankkeissa. Työssä testattiin GPT-kielimalleja arvioimalla niiden suorituskykyä ratakankkeiden kontekstissa, ja käytettävyyttä arvioitiin käyttäjätesteissä, joihin osallistui ratakankkeiden projektityöntekijöitä. Tämänhetkinen kielimallien tutkimus painottuu vahvasti mallien tekniisiin ominaisuuksiin, mutta tämä diplomityö täyttää tutkimusaukkoa käytännön käyttäjäkokemusten sekä laajan käyttöönoton osalta suunnittelu- ja rakennusaloilla.



Ms. Aino Lahnalampi -
Finland -
Sweco Finland Oy

Työn tuloksena saatiin tärkeitä havaintoja mm. seuraaviin aihealueisiin liittyen:

- Sopivimman teknologian valinta kielimalleja implementoidessa projektityöhön sekä käytettävyyden että käytännöllisyyden näkökulmasta.
- Tehtävät, joista kielimalli suoriutuu hyvin, sekä nykyteknologian rajoitteet.
- Tekoälyn kyky käsitellä ratamaailman sanastoa, ja tekniikat, joilla sen ”asiantuntemusta” voidaan parantaa.
- Yhteistyötahojen välisten pelisääntöjen kehittäminen koskien kielimallityökaluja niin, että tietoturva ja ammattimaisten ratkaisujen tuottaminen turvataan jatkossakin.
- Edellytykset sille, että myös aloittelevat käyttäjät voisivat ottaa laajasti käyttöön kielimallityökaluja ja hyödyntää niitä tehokkaasti projektityössä.

- Vaatimukset, joita kielimallien hyödyntäminen asettaa projektin aikana tuotetuille asiakirjoille.

Työssä todettiin, että nykyisellään laajasti saatavilla olevat kielimallit tuottivat vastauksia, joissa rautatiealan asiantuntemus ei ollut riittävällä tasolla. Syöttämällä työkaluille hankkeiden kanalta oleellista kontekstia, kuten projektidataa tai rautatiesanas-toa sisältäviä tiedostoja kielimallien suorituskyvyn koettiin kuitenkin parantuvan huomattavasti. Tärkeimpiä ja onnistuneimpia käyttötapauksia olivat sellaiset, jotka nopeuttavat rutiinitehtävien suorittamista, kuten oikean tiedon löytämistä, pöytäkirjojen laatimista, sähköpostien kirjoittamista ja yhteenvedojen luomista. Kielimalleilla on valtavaa potentiaalia tuottavuusloikan edistämiseksi myös rautatiealalla, mutta ne vaativat laajaa ymmärrystä teknologian mahdollisuuksista ja rajoitteista. Uusien tekoälytyökalujen käyttöönotto eroaa tavanomaisista digitaalisista järjestelmistä, sillä se vaatii käyttäjiltä uudenlaista ajattelua, ja esimerkiksi tiedonhaussa olisi siirryttävä ”hakukoneajattelusta” ”keskustelevaan tiedonhakuun”. Diplomityö antaa näyttöä siitä, että nykyisen työnteon tukena tekoälyn avulla voidaan vastata alussa mainittuihin haasteisiin tehokkaasti, mutta asiantuntijatyötä rautatiealalla sen ei tulisi korvata.

Avainsanat / Keywords

tekoäly	suunnittelu	projektityö
tiedonhallinta	innovaatiot	digitalisaatio
yhteistyö	tuottavuus	kielimallit
LLM		

Selainpohjainen tilannekuva tehostaa ja selkeyttää ratahankkeiden läpivientiä

Rata-, tie- ja katuhankeiden toteutuksessa työskentely on yhä enemmän hajautettu eri paikkakunnille ja etätoimistoihin, joka on lisännyt haasteita tiedonkulussa. Projektinjohto puolestaan käyttää usein paljon aikaa tuottamattomaan työhön, kuten tiedon etsimiseen ja raportointiin. Joissakin hankkeissa, kuten Kalasatama-Pasilassa ja Tampere-Jyväskylä-rataosassa, on otettu käyttöön selainpohjaisia tilannekuvapalveluja, jotka ovat parantaneet projektin tiedonkulkua ja johtamista merkittävästi.

Mikä on tilannekuva ja tilannekuvajohtaminen?

Tilannekuva on digitaalinen ja reaaliaikainen näkymä hankkeen tai projektin tilasta. Se kokoaa eri lähteistä saadut tiedot (esim. kustannukset, aikataulut, riskit, päätökset) helposti ymmärrettävään visuaaliseen muotoon. Se tarjoaa ajantasaisen ja objektiivisen kuvan projektin tilanteesta, ja sitä voi käyttää ajasta ja paikasta riippumatta kuka tahansa, jolla on siihen oikeudet.

Johtamista, jossa hyödynnetään tilannekuvaa yhtenä keskeisenä työkaluna, kutsutaan tilannekuvajohtamiseksi. Se mahdollistaa hankkeen seuraamisen ja johtamisen reaaliaikaisesti, ja sen avulla voidaan tehdä nopeita ja perusteltuja päätöksiä. Lähtökohta tilannekuvan sisältöön on yhteisesti sovittujen sisältöjen (esimerkiksi vähähiilisen betonin käyttöä, kairauskaluston toteutumaa, MVR-mittausten tuloksia, riskien vakavuutta ja sijaintia tai vaikkapa fiilismittaria) seuraaminen. Visualisointi on tärkeässä roolissa, sillä tilannekuvan tiedot pitää esittää selkeästi ja ymmärrettävästi.

Tilannekuva auttaa projektin ja oman työn hallinnassa aivan kaikkia projektin henkilöitä osana päivittäistä tekemistä, jolloin se tukee reaaliaikaista päätöksentekoa, dokumentointia ja tavoitteiden saavuttamista. Tärkeät asiakirjat (kokousten pöytäkirjat, päätökset, riskit, laadun- ja muutostenhallinta) voidaan integroida suoraan tilannekuvaan, mikä parantaa hankkeen läpinäkyvyyttä ja seuranta.

Mr. Pekka Saarinen -
Finland - AFRY Finland Oy

tökset, riskit, laadun- ja muutostenhallinta) voidaan integroida suoraan tilannekuvaan, mikä parantaa hankkeen läpinäkyvyyttä ja seuranta.

Hyödyt ja tehostaminen

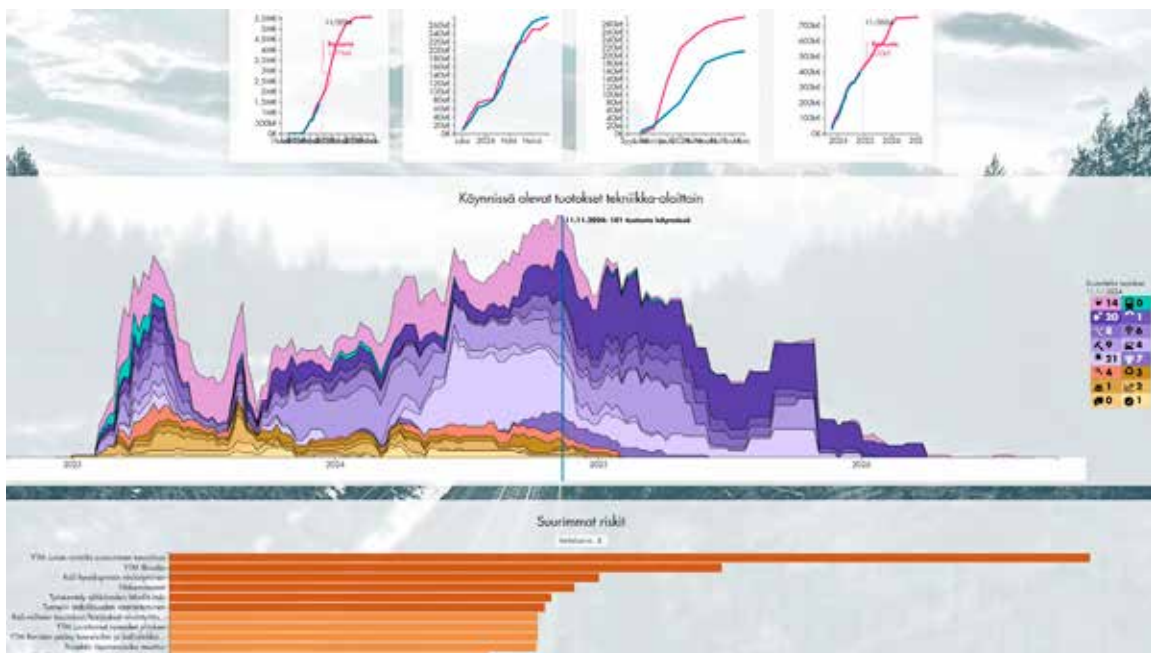
Selainpohjaisen tilannekuvan hyödyt näkyvät erityisesti projektinhallinnan tehostumisena. Kun tilannekuvaa käytetään yhteisenä työskentelyalustana, se parantaa hankkeen koordinoitua ja tiedonkulkua. Hankkeen keskeinen tieto on saatavilla helposti, mikä vähentää tiedon etsimiseen käytettyä aikaa. Esimerkiksi JYTSY-hankkeessa on koottu perehdytysaineistot ja ohjeistukset helposti saataville, mikä säästää aikaa. Lisäksi tilannekuva tukee projektin aikataulujen ja tehtävien hallintaa, koska se mahdollistaa tehtävien kytkemisen toisiinsa ja aikataulujen seuraamisen.

Läpinäkyvyys esimerkiksi kustannusten suhteen parantaa projektin hallintaa, koska tieto on kaikkien nähtävillä, eikä asioita voida piilottaa. Tilannekuva parantaa myös sisäistä tiedottamista, koska ajankohtaiset tiedotteet ja päätökset voidaan julkaista helposti. Projektin jäsenet voivat myös keskustella ja kysyä asioita matalalla kynnyksellä, mikä parantaa viestintää verrattuna perinteisiin sähköpostikeskusteluihin.

Haasteet ja kehitystarpeet

Vaikka selainpohjaiset tilannekuvat tarjoavat monia etuja, niiden käyttöönotossa on ollut haasteita. Suurin ongelma on ollut toimintatapojen ja asenteiden muutos, erityisesti kokeneempien asiantuntijoiden ja tilaajien osalta. Jos tilannekuva ei ole käytössä kaikissa projekteissa, voi sen aktiivinen käyttö olla vierasta. Lisäksi jos esimerkiksi aikataulua tai päätöslokia ei päivitetä, jää tilannekuvasta saatavat hyödyt saavuttamatta.

Kuva JYTSY-hankkeen tilannekuva



Projektiaika



88 %

Valmiusaste



91 %

Laskutus



89 %

Kuva PirLi-allianssin tilannekuva

Toinen haaste on järjestelmien integrointi. Tilannekuva on hyödyllisin ja toimii parhaiten, kun sen tiedot päivittyvät automaattisesti. Tällä hetkellä mm. tietoturvan takia esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmistä tietojen siirtäminen tilannekuvaan on kuitenkin manuaalista. Tämä voi olla aikaa vievää ja johtaa näppäilyvirheisiin.

Kolmas haaste on infodatan määrä. On tärkeää, että tilannekuva on räätälöitävissä, jotta käyttäjät voivat valita, mitä tietoja he haluavat nähdä. Hyvät hakutoiminnot ja visuaaliset esitystavat auttavat hallitsemaan suurta tietomäärää.

Tulevaisuuden näkymät

Selainpohjaisista tilannekuvista tulee alan uusi normaali. Vaikka käyttöönotto vaatii alkuun yhteistä pohdintaa ja investointeja (mm. perehdytys), tilannekuvan hyödyt ovat kiistattomat. Tulevaisuudessa suurille hankkeille kannattaa luoda omat tilannekuvansa, mutta pienemmät projektit voivat hyötyä yhteisestä tilannekuvasta.

Tilannekuvan hyödyntäminen laajasti voisi parantaa saman rataosan hankkeiden koordinaointia ja tuottavuutta, ja mahdollistaa esimerkiksi ratakatojen paremman hyödyntämisen, materiaalien kierrätyksen tai hankkeiden välisten tervehenkisen kilpailun, mikä olisi askel rakennusalan tuottavuuden parantamisessa.

Avainsanat / Keywords

innovaatio	tekniikka	teknologia
kehitys	uudistuminen	edistyminen
johtaminen	tiedolla johtaminen	tilannekuva

Heinrich Krug
rails • track material turnouts • crane rails

TRACK MATERIAL
CRANE RAILS
TURNOUTS FASTENING SYSTEMS
RAILS

WWW.HEINRICH-KRUG.DE

Sähköiset maavastusluotaukset Länsiradan linjauksella

Länsiradan linjauksella toteutettiin sähköisiä maavastusluotauksia tukemaan linjauksen pohjatutkimuksia ja suunnitteluvaihetta. Tutkimukset kohdistuivat paikkoihin, joihin tarvittiin lisätietoa rakennetta rikkomattomilla menetelmillä sekä laajentamaan pohjatutkimuksista saatuja tietoja. Maavastusluotausta, jossa tulokset saadaan näennäisenä ominaisvastuksena, voidaan käyttää esimerkiksi maapeitteiden paksuuden määrittämiseen, pohjaveden pinnan tason selvittämiseen ja kalliopinnan määrittämiseen. Saatuja tuloksia voidaan tarkentaa yhdessä pohjatutkimusten ja muilla geofyysikaalisilla menetelmillä saatujen tulosten kanssa. Tutkittavat Länsiradan linjakohteet koostuivat erilaisista ympäristöistä ja tutkimustarpeista; täyttömaan rakenteen selvitys, muinaismuistoalue ja pohjavesiolosuhteiden kartoittaminen. Projektin aikana tehtiin tiivistä yhteistyötä suunnittelijoiden kanssa, jotta mittaustulosten tulkinnat ja niiden esittäminen ja hyödyntäminen olisi jatkovaiheessa helpompaa.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) toteutti mittaukset suunnittelijoiden valikoimilla kohteilla. Mittauslaitteistona käytettiin 12-kanavaista ABEM Terrameter LS2 -laitteistoa.

Piikkiössä toteutettiin ratalinjauksella profiilit Pussilassa ja Vuortenpäässä. Kumpikin linja leikkasi muinaismuistoaluetta kulmien osittain pellolla. Piikkiön kohteissa tulosten tulkinta tehtiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tulkinta perustui pitkälti sovellettuihin ominaisvastuksen kirjallisuusarvoihin vähäisen referenssiaineiston takia. Alueelle saatiin lupa lisäpohjatutkimuksiin, jotka voitiin kohdistaa vastusluotaustulkintoissa hiekan avoimemmaksi jääneisiin ja haastaviin kohtiin. Toisessa vaiheessa tulkintoja tarkennettiin hyödyntäen lisäreferenssiä. Kohteissa oli paksut savikot, joiden alapinta saatiin tulkittua varsin tarkasti jo ensimmäisellä referenssiaineistolla. Lisäpohjatutkimusten perusteella tehtiin pientä muokkausta kalliopinnan tasoon ja saatiin myös kalliiovarmistus mahdolliseen ruhjekohtaan. Kairaukset eivät kuitenkaan varmista onko kallio rikkonaisempaa vai ei. Paksu savikko saattaa laskea alla olevan maankamaran ominaisvastusarvoja, jolloin referenssiaineisto antaakin tulkinnalle parhaan hyödyn ja maalajien ja kalliion rajapinnat saadaan tarkemmin määritettyä.

Lohjan Lempolassa mitattiin neljä profiilia, joista kolme sijaitsi ratalinjauksella ja yksi Turun moottoritien eteläpuolella pohjavesiottamon läheisyydessä. Lohjan kohteet keskittyivät pohjaveden ja mahdollisiin vettä johtaviin kerroksiin ja sijoittuvat Salpausselkän I:n pohjoispuolelle. Lempolan ratalinjauksella oli käytettävissä pohjatutkimusreferenssiaineistoa. Kohteissa nähtiin kirjallisuusarvoihin verrattuna muuttuneita ominaisvastusarvoja, joten tarkempi tulkinta vaati pohjatutkimuksia. Pohjatutkimusten sijoittelua olisi voitu toisaalta tarkentaa, jos mittaukset olisi tehty ennen niitä. Pohjavesiottamon linjan tulkinta tehtiin pitkälti



Ms. *Taija Huotari - Finland*
- Geological Survey of Finland

Ms. *Emilia Kosonen - Finland*
- Geological Survey of Finland

ilman referenssiaineistoa. Kaikkien linjojen tulkinnoista voidaan erottaa savet, siltit ja veden kyllästämät maakerrokset ja kuiva pintakerros, sekä tiettyyn syvyyteen asti myös kalliion pinta. Ohuita kerroksia ei voida havaita.

Vihdin Huhmarin kaksi linjaa sijoittuivat poikittain ratalinjaukseen nähden siten, että linjojen alkupää lähti ratalinjaukselta Porin tien varresta. Huhmarissa keskityttiin pohjavesiolosuhteisiin. Huhmarin linjat tulkittiin pitkälti ilman pohjatutkimusaineistoa, sillä pohjatutkimukset sijoittuivat aivan linjojen alkupäähän. Linjoilta löytyi, linjaukselta etäämmäksi siirryttäessä, varsin lähellä pintaa oleva kallio, joka kuitenkin saattaa olla rikkonainen joiltain osin. Maapeitteet kyseisessä kohteessa ovat varsin ohuet kauempana linjaukselta. Lähempänä ratalinjausta pintaosassa oli tulkintojen ja referenssiaineiston perusteella hiekkaa ja siltiä. Pohjaveteen liittyvät kysymykset ovat alueella

todennäköisesti kriittisemmät lähellä linjausta kuin kalliioalueelle siirryttäessä.

Espoon Blominmäen profiili sijoittui Blominmäen täyttömaa-alueen kohdalle ylittäen sen ratalinjauksen suuntaisesti. Tutkimuksen kohteena oli täyttömaa-alueen rakenne sekä myös sen alapuolinen kallio. Täyttömaa-alueen erittäin johtavan materiaalin vuoksi sen sisäosista ei voitu erottaa yksityiskohtia, mutta alapuolinen kalliopinta varmistui laajan kairausaineiston kanssa tulkittuna ja itse täyttömaa näyttäisi koostuvan hienommasta aineesta. Pintaosassa voidaan erottaa myös karkeamman aineksen täyttöä. Mittaustuloksista voitiin erottaa myös kalliioon mahdollisesti sijoituvia rakoilu- / tai rikkonaisuusvyöhykkeitä.

Mittaukset tukivat linjauksen pohjatutkimuksia ja suunnitteluvaihetta. Suurin hyöty maavastusmittauksista saadaan, kun ne tehdään suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin suurin osa pohjatutkimuksista voidaan kohdentaa kustannustehokkaammin haastaviin kohtiin. Menetelmän etuna on myös se, että se ei jätä ympäristöön pysyviä jälkiä. Menetelmän käytön ja tulkinnan jatkokokeitus yhdessä toimijoiden kanssa takaa parhaimman tuloksen menetelmän hyödyntämismahdollisuuksia ajatellen.

Avainsanat / Keywords

tekniikka
edistyminen

kehitys

uudistuminen

Tule kehittymään ratahankkeiden ammattilaiseksi monialaiseen huipputiimiimme!

Making Future

Tutustu avoimiin työpaikkoihimme:



AFRY

Junan melu- ja värinäherätteiden mittaaminen

Tutkimushankkeen taustalla on Pori–Mäntyluoto-radalla komposiitti- ja pohjainpölkkytutkimuksen yhteydessä tehty havainto siitä, että GOST-kalustolla eri referenssiradoilla mitatut äänialtistustasot olivat hiljaisempia kuin nykyisin melumallinnuksessa käytettävät arvot. Mikäli meluselvityksissä käytettävät lähtöarvot ovat yliarvioita, vaikuttaa se melulle altistuvien henkilöiden lukumääriin, meluntorjunnan mitoittamiseen (meluesteet, rakennukset) sekä asuinalueiden suunnitteluun.

Tutkimussuunnitelman laatimisen yhteydessä tunnistettiin tarve määrittää raideliikenteen värinän ja runkomelun osalta puuttuvat vastaavan tyyppiset lähtöarvot eri kaluston osalta. Tästä syystä mitaussuunnitelmaan sisällytettiin tehtäväksi myös värähtelymittauksia, joiden avulla on mahdollista määrittää liikennöivälle kalustolle voimatiheydet. Värähtelymittauksia toteutettiin myös osana kokonaiskarheuden määrittystä, joka vaaditaan pyörän karheuden arviointiin mitatun kiskonkarheuden perusteella.

Tutkimusmenetelmät

Ajantasaisten junatyyppivakioiden määrittäminen edellyttää mittauksia vähintään kahdella nopeusalueella mutta käytännössä mittaustaikat ja -ajankohdat pyrittiin valitsemaan siten, että tuloksia saataisiin useammalta nopeusalueelta kaikkien Suomessa liikennöivien junatyyppien osalta. Mittauskohteiksi valittiin Kirkkonummen Masala, Hämeenlinnan Leteensuu sekä Kouvolan Inkeroinen. Meluemissiomittaukset suoritettiin kahdessa pisteessä samassa linjassa yhtäaikaaisesti Nordic Prediction Method-laskentamenetelmän ja standardin ISO 3095:2013 mukaisesti.



Mr. Timo Huhtala - Finland - A-Insinöörit

Mr. Ville Kovalainen - Finland - A-Insinöörit

Mr. Jarno Kokkonen - Finland - A-Insinöörit

Mr. Benjamin Oksanen - Finland - A-Insinöörit

Dr. Sakari Tervo - Finland - A-Insinöörit

Dr. Juho Liski - Finland - A-Insinöörit

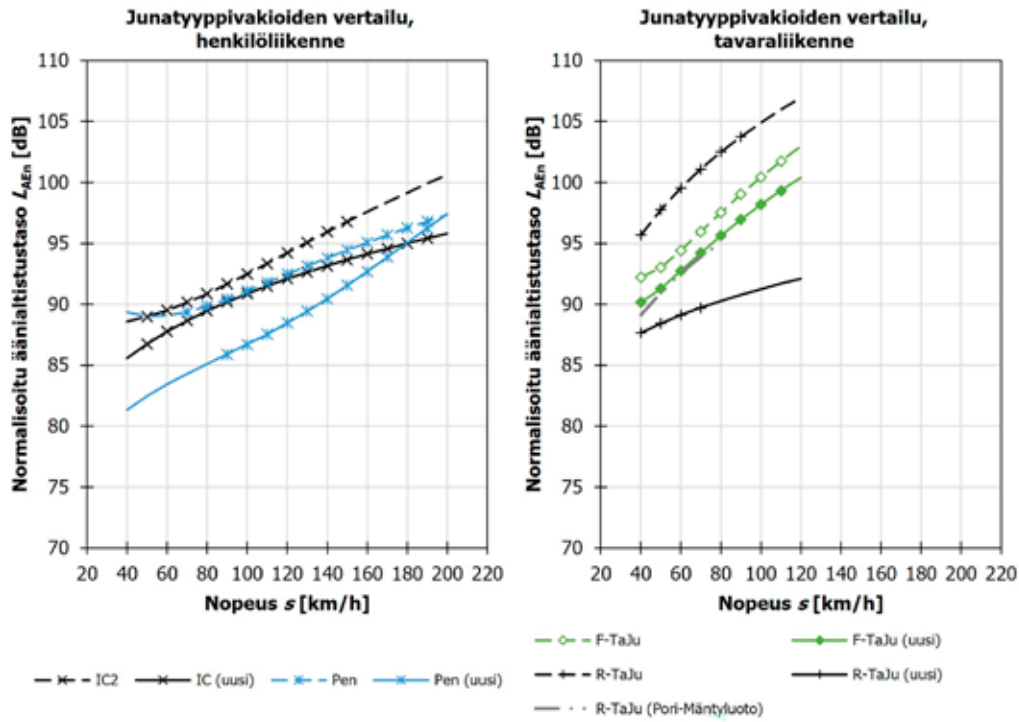
Dr. Mikko Kylliäinen - Finland - A-Insinöörit

Jokaisesta junan ohiajosta mitattiin epäsuorasti radan ja junan yhteinen kokonaiskarheus sekä vaimennusnopeus standardin CEN/TR 16891:2016 mukaisesti. Kun kokonaiskarheus yhdistetään standardin ISO 3095:2013 mukaiseen mittaustulokseen, voidaan määrittää junalle kokonaissiirtokerroin. Nämä kaksi mittaustapaa voidaan suorittaa yhtäaikaisesti samasta ohiajosta. Ohiajojen ja mittauspisteiden kokonaiskarheuksilla ja kokonaissiirtofunktioilla voitiin arvioida karheuden vaihtelua ja merkitystä mitattuun meluemissioon. Radan karheus mitattiin erillisellä laitteistolla standardin SFS-EN 15610:2019 mukaisesti. Radan karheuden ja kokonaiskarheuden perusteella määritettiin arvio junan pyörien karheudesta.

Tärinä- ja runkomeluselvityksissä tarvittavien lähtötietojen määrittämiseksi toteutettiin melumittausten yhteydessä värähtelymittauksia. Voimatiheyksien määrittämistä varten mitattiin liikennöivän kaluston värähtelytasot maaperässä ja radassa. Radassa olevia mittauspisteitä hyödynnettiin kokonaiskarheuden määrittämisessä. Jotta liikennöivän kaluston voimatiheydet eri nopeusluokille pystytään määrittämään, mitattiin myös maaperän ominaisuuksia siirtomobilettimenetelmällä. Siirtomobileettien mittaaminen edellyttää keinoherätettä, jonka tulee olla riittävän voimakas riittävän pienien taajuuksien luotettavaan mittaamiseen. Tätä varten suunniteltiin ja toteutettiin keinoherätelaitteisto, jossa maaperään aiheutettavan impulssin voimaa voidaan säätää kohteen vaatimusten mukaan.

Kuva Ville Kovalainen





Tulokset

Tutkimuksessa määritetyt meluemissiot olivat lähtökohtaisesti pienempiä kuin nykyään käytössä olevat junatyypivakiot ennustavat. Henkilöliikenteen junien kohdalla nyt määritetyt junatyypivakiot ovat keskimäärin noin 0–7 dB hiljaisempia. Junatyypin Sm4 tulokset eroavat käytössä oleviin arvoihin verrattuina eniten. Junatyypin Sm5 uudet vakiot ovat alle 100 km/h ohiajonepeuksilla meluisampia ja yli 100 km/h hiljaisempia kuin nykyään käytössä olevat vakiot. Tavaraliikenteen F-TaJu on noin 2 dB hiljaisempi ja itäisen yhdysliikenteen R-TaJu on jopa 10 dB hiljaisempia kuin nykyään käytössä olevat junatyypivakiot. Loppupäätelmissä suositellaan päivittämään junatyypivakiot ja ohjeistusta tältä osin onkin alettu valmistelemaan.

Kiskon karheustasot eivät näyttäisi vaikuttavan tarkastelluilla rataosuuksilla keskimääräiseen äänialtistustason suuruuteen merkittävästi, koska suomalaisen junakaluston pyörien keskimääräinen karheustaso määrää meluemission suuruuden merkittävimmillä taajuuskaistoilla erityisesti henkilöliikenteellä. Havainto riippuu kuitenkin kyseisen junan ohiajonepeudesta, pyörien karheustasosta ja tarkastellun radan karheustasosta. Kiskonhionnan vaikutus meluemissioon on siten oletettavasti hyvin tilannekohtainen. Mitatut pyörien karheustasot olivat keskimäärin suurempia kuin CNOSSOS-EU -laskentamenetelmän vakioarvoilla olisi odotettavissa.

Voimatiheystasot riippuvat kohteesta ja siihen vaikuttavat maaperän ja junakaluston lisäksi radan rakenne ja kunto. Voimatiheystasoa ja siirtomobilitteettia ei näin ollen voida yleistää. Itäisen yhdysliikenteen tavarajunilla havaittiin hieman suurempia voimatiheystasoja kuin kotimaisilla tavarajunilla. Henkilöliikenteen junista junatyypillä IC oli suurimmat voimatiheystasot. Junat, joita vetävät Sr3-veturit, aiheuttavat suuremman voimatiheystason kuin vastaavat junat muiden veturien vetämänä. Näissä tapauksissa veturityyppi on siis määräävä värähtelyherätteen kannalta. Useimmiten nopeuden nousu kasvattaa voimatiheystasoa, mutta tämä riippuu voimakkaasti junan kokoonpanosta.

Tutkimusraportista on laadittu Väyläviraston julkaisu 47/2024.

Avainsanat / Keywords

kehitys	tekniikka	vaikuttavuus
yhteiskunta	kaupunkikehitys	liikennemelu
tärinä	runkomelu	

Radan geometriavirheiden rooli matkustusmukavuuden ja ratarakenteen kuormituksen näkökulmasta

Matkustusmukavuuden ja liikennetervallisuuden varmistamiseksi ratarakenteiden tekninen toimivuus on ensisijaisen tärkeää. Laadukas ja toimiva rataverkko palvelee yhteiskunnan toimintakykyä ja lisää kuluttajien näkökulmasta junamatkustuksen houkuttelevuutta. Epätasaisuuden kasvaessa myös rakenteen dynaaminen kuormitustaso kasvaa, johtaen virheiden pahenemiseen ja tätä kautta kohooneisiin kunnossapitokustannuksiin. Liikkuvan kaluston ja ratarakenteen yhteistoiminnan monimutkaisuudesta johtuen ilmiöiden yksityiskohtaisempi tarkastelu edellyttää käytännössä numeerisien laskentamallien käyttöä.

Tähän liittyen Tampereen yliopiston tutkimuskeskus Terran ja Väyläviraston NOSERA (nopeat sekaliikenne radat) -tutkimusyhteistyössä on kehitetty uudentyyppinen laskentamalli. Mallilla voidaan muun muassa tarkastella ratarakenteen ja liikkuvan junakaluston dynaamista kuormitusvastetta tai simuloidaan erilaisten rakenneratkaisujen pitkäaikaistoimivuutta. Työkalun laajemman käytön mahdollistamiseksi ohjelmistoon on myös rakennettu yksinkertainen graafinen käyttöliittymä.



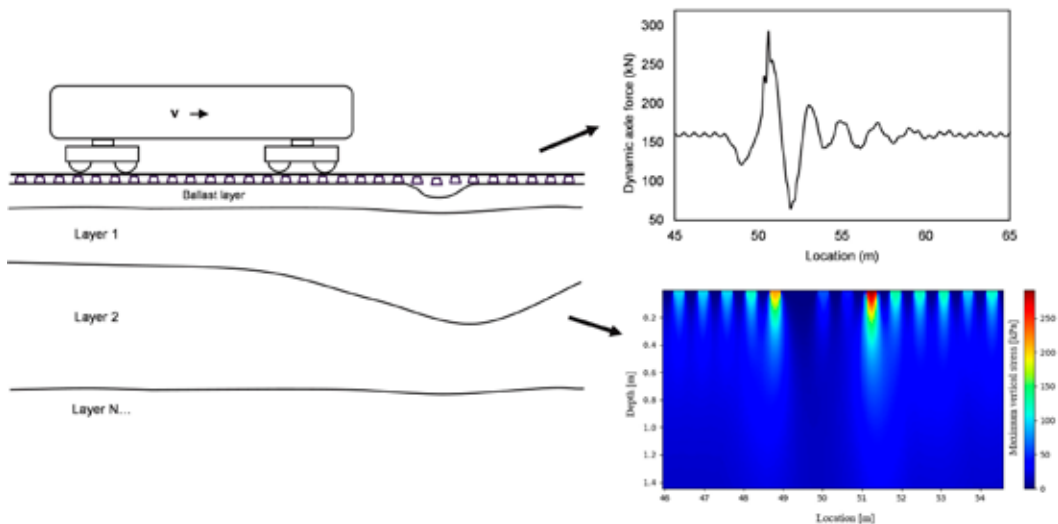
Mr. Marko Peltomäki -
Finland -
Tampere University

Tulokset

Esityksessä käydään lyhyesti lävitse simulointimallin toimintaperiaatetta ja käsitellään tutkimuksen tuloksia erityisesti ajonopeuden noston vaikutusten näkökulmasta. Tulosten perusteella radan laajat ja syvät painumavirheet ovat matkustusmukavuuden kannalta kaikkein ongelmallisimmat virhetyypit, erityisesti suurilla ajonopeuksilla. Toisaalta lyhytpiirteiset geometriavirheet ja erilaiset kiskoviat lisäävät merkittävästi radan kuormitusta; laskentojen mukaisesti geometriavirheiden vaikutus näkyy myös syvemmällä rakenteessa dynaamisen jännitystason kohoamisena. Erityisesti ajonopeuden rooli korostuu roikkuvien pölkkyjen dynaamisen iskukuormituksen kautta. Yleisesti ottaen ajonopeuden vaikutus henkilökaluston kokemuksiin kiihtyvyyksiin ja rakenteen dynaamiseen kuormitukseen on luonteeltaan epälineaarista, mikä tulisikin huomioida rakenteiden suunnittelussa ja radan kunnossapidossa.

Avainsanat / Keywords

Simulointi Ratarakenne Liikkuva kalusto
Dynaaminen kuormitus Matkustusmukavuus



Väylien kallioleikkausten digitaalinen tarkastus ja geologinen mallintaminen korjausten ja elinkaaren hallinnan apuvälineenä

Väylien yhteydessä sijaitsevista kalliorakenteista suuri osa luokitellaan Väyläviraston taitorakenteisiin. Tie- ja rautatietunnelit ovat kuuluneet säännöllisen tarkastustoiminnan piiriin, mutta niiden osuus kaikista muista taitorakenteista on lukumäärältään lähes marginaalinen: tietunneleita on 23 kpl ja rautatietunneleita 45 kpl. Vertailuna mainittakoon sillat, joita on yli 17 000. Kuitenkin uudempi tulokas taitorakenteisiin ovat kallioleikkaukset, joiden määrä on merkittävä. Kookkaampia, yli 2 m korkeita kallioleikkauksia on tieverkolla tämänhetkisen arvion mukaan n. 6700 ja rataverkolla n. 2200 kpl. Vielä ei tiedetä, miten suuri osa näistä tulisi luokitella taitorakenteiksi. Selvitystyö on edelleen käynnissä.

Kalliorakenteiden tarkastustoimintaa on jatkuvasti kehitetty, mutta toistaiseksi kallioleikkaukset eivät kuulu säännöllisen tarkastustoiminnan piiriin. Tämä johtaa siihen, että erilaisiin tapahtumiin joudutaan reagoimaan jälkijunassa vasta siinä vaiheessa, kun havaitaan esim. kalliosortumia, radalle pudonneita paannejäitä tai muita vastaavia kallioleikkausten riskivaurioita. Ennakoimattomat tapahtumat voivat aiheuttaa taloudellisia yllätyksiä, hallitsemattomia liikennekatkoja sekä pahimmassa tapauksessa onnettomuuksia. Viimeinen korostuu erityisesti rautatieleikkauksissa, jotka ovat yleensä kapeita ja joissa junaan kohdistuvat vauriot voivat aiheuttaa vakavia seurauksia.

Tällä hetkellä taitorakenteiksi laskettavien kallioleikkausten normaali tarkastustyö kuuluu tunnelitarkastajien työnsarkaan. Tähän liittyy kuitenkin eräitä haasteita. Tunnelitarkastajan pätevyys ei riitä arvioimaan kallioleikkausten stabiliteettia, ellei tarkastajalla ole taustalla geologin tai muun kallioasiantuntijan koulutusta. Tunnelitarkastaja voi toki määrätä alueelle erikoistarkastuksen, mutta jos kalliossa ei ole valmiiksi havaittavissa merkittäviä sortumia tai tarkastuskäsikirjan mukaista oireilua, erikoistarkastuksen tarvetta ei välttämättä tiedosteta. Perinteinen jalkautettu havainnointi on myös liian hidasta ja kallista, jos halutaan saada yleiskuva maksimissaan n. 9000 kallioleikkauksen kunnosta ja tulevaisuuden kunnostustarpeista. Tarkastustoimintaan ja kunnan seurantaan ehdotettu matriisimuotoinen havainnointi ja määräkaisvertailu toki kertovat, alkaako yksittäinen kallioleikkaus oirehtia, jolloin asiaan osataan reagoida. Mutta kyseinen tarkastelutapa edellyttää säännöllisiä tarkastuskäyntejä, ei ole kaikilta osin ennakoivaa ja kuluttaa runsaasti henkilöresursseja.

Fotogrammetrisesti tai laserskannauksella voidaan kustannustehokkaasti kerätä kallioleikkausdataa, joka voidaan edelleen jatkojalostaa 3D-malliksi. Tästä aineistosta pystytään tekemään osittain automatisoidusti digitaalinen rakokartoitus, minkä avulla asiantuntija pystyy arvioimaan kallioleikkauksen stabiliteettia. Eli kallioleikkauksesta pystytään havaitsemaan riskirakosuunnat ja



Mr. Lassi Hatakka -
Finland - Rockplan /
Finnmap Infra Oy

suuremmat yksittäiset epästabiilit kalliolohkot. Tämä pätee myös korkeiden leikkausten yläosiin, joista normaalisti on vaikea saada tietoa. Lisäksi 3D-mallista pystytään arvioimaan kallion vakavuuteen liittyviä muita parametreja, kuten kallion mahdollista löyhtymistä ja rapautumista, kasvillisuutta sekä vuotoja. Jos kuvantamista tehdään myös talvella, aineistoa voidaan verrata kesäkauden aineistoon ja mallintaa paannejäiden todelliset sijainnit, korkeudet ja jopa tilavuudet.

Em. aineistosta kokeneen kallioasiantuntijan on mahdollista tehdä kallioleikkaukselle yleisluontoinen kuntoarvio. Vielä olennaisempaa kuitenkin on, että aineistosta olisi mahdollista ennustaa tietyllä tarkkuudella tulevan kunnostuksen kiireellisyyssaste ja arvioida mahdollisen jalkautetun erikoistarkas-

tuksen tarve sekä tarvittava ajankohta. Tarkastus- ja kunnostustarpeita voisi digitaalikartoituksen perusteella määräytyä kriittisissä kohdissa jo ennen näkyviä ja yllättäviä sortumia tai onnettomuuksia. Vastaavasti matalan riskin kohteissa tarkastustyötä ja huoltoa voisi turvallisemmin siirtää pidemmälle tulevaisuuteen.

Digitaalisilla mallinnusmenetelmillä ja niihin yhdistetyllä geologisella tulkinalla kallioleikkausten laatu pystyttäisiin arvioimaan nykyistä nopeammin ja laatimaan alustava kuntoluokitus suurelle määrälle vanhoja kallioleikkauksikohteita. Digitaalinen kartoitus ei kokonaan poista jalkautumisen ja kenttäkartoitusten tarvetta, mutta antaisi hyvän pohjan tarkastus- ja huoltotöiden priorisoinnille. Sekä työvoimaresurssit että rahalliset investoinnit voitaisiin ohjata entistä paremmin kiireellisiksi arvioituihin kohteisiin, kun taas hyväkuntoisiin kohteisiin ei turhaan panostettaisi ennen todellista tarvetta. Yhdistettynä normaaliin jalkautettuun tarkastukseen ja matriisityyppiseen kuntoanalyysiin saataisiin aikaan laaja kallioleikkausten ”huoltokirja”, jolla tasattaisiin tulevien vuosien budjettia ja kunnostusresursseja.

Avainsanat / Keywords

digitalisointi	elinkaari	innovaatio
kehitys	riskienhallinta	kustannushallinta
fotogrammetria	laserskannaus	

Avoimet rajapinnat ratasuunnittelussa

Ratasuunnittelussa keskeisenä osana ovat luotettavat lähtötiedot ja niistä merkittävä osa haetaan avoimien rajapintojen kautta. Lähtötietoja tarvitaan ja kerätään ennen kaikkea suunnittelun alkuvaiheessa, mutta myös myöhemmissä vaiheissa niitä on täydennettävä ja päivitettävä jatkuvasti. Muun muassa Väyläviraston, Maanmittauslaitoksen ja Syken avoimet rajapinnat ovat välttämättömiä tietolähteitä ratasuunnittelussa, niin pienissä kuin suurissakin hankkeissa.

Esityksessä syvennymme avointen rajapintojen mahdollisuuksiin ja haasteisiin ratasuunnittelussa ennen kaikkea konsultin näkökulmasta. Case-esimerkkien (suunnitteluprojektien) avulla esittelemme, mitä ja miten rajapintoja ratasuunnittelussa hyödynnetään. Lisäksi tarkastelemme rajapintojen hyödyntämiseen liittyviä haasteita, kuten tiedon luotettavuus, ajantasaisuus ja puoliavointen tai suljettujen rajapintojen aiheuttamia rajoitteita tai hidasteita suunnitteluun.



Mr. Mikko Ailisto - Finland
- Finnmap Infra Oy

Rajapintojen laajempi ja syvempi hyödyntäminen mahdollistavat rata- ja laajemmin muillakin suunnittelualoilla tehokkaamman suunnittelun, suunnittelukustannusten alentamista ja uusien innovaatioiden syntyminen. Avoimen dataan ja rajapintoihin liittyvät yhteensopivuushaasteet, standardointitarpeet ja turvallisuusnäkökohdat tuovat omat hidasteensa rajapintojen kehittämiseksi, mutta eri sidosryhmien tahtotilan ollessa tarpeeksi vahva varmistamisen kautta nämä haasteet voidaan voittaa. Tulevaisuudessa avoimet rajapinnat toimivat aikaisempaa merkittävämpänä edistäjänä tehokkaalle suunnittelulle infra-alalla.

Esityksen tarkoituksena on herättää keskustelua avoimien rajapintojen nykytilasta ja tulevaisuudesta sekä perustella niiden kehittämistarvetta niiden nykyisellä merkittävyydellä sekä potentiaalilla, mitä rajapintojen kehittämällä on suunnittelualueen tehokkuudelle.

Avainsanat / Keywords

Digitalisaatio tekoäly ratasuunnittelu
avoimet rajapinnat innovaatiot

RADALLE RAKENNETTU

Lännen linjatyojärjestelmällä varustettu ratatyökone on markkinoiden monikäyttöisin, kokonaistaloudellinen ja ympäristöystävällisin vaihtoehto raitinfran ympärivuotiseen kunnossapitoon ja rakentamiseen.

Tutustu www.lannen.com ja ota yhteyttä!
Jan Aspvik, puh. 0400 428 765
Hannu Siukkola, puh. 0400 388 299

 **Lännen**
Building a better world
with fewer machines.

Kiskon sivukuluminen vaihteen kielisovitusalueella ja sen vaikutus junan suistumisriskiin

Suomen nykyiset kunnossapitorekisterit osoittavat melko selvästi, että raidelevyydet ovat hyvin suuria useiden eri vaihteiden kielisovitusalueella ympäri Suomen. Tämä on hyvin usein seurausta sekä tukikiskon että kieliprofilin sivukulumisesta. Sekä kunnossapitorajat että pahimmillaan jopa vaihteen akuuttirajat ovat ylittyneet raidelevyyden osalta ja keinot tämän asian hallitsemiseen ovat hyvin rajalliset, sillä kiskojen korjaushitsaus on vaihteen kielisovitusalueella kielletty. Samaan aikaan myös tietämys näiden raidelevyyksien kasvamisen merkityksestä on puutteellista.

Nämä asiat ovat saaneet aikaan tutkimustarpeen, jonka päätavoitteena on ymmärtää syvästi kielisovitusalueen sivukulumisen merkitys junan kululle. Minkälaiset tilanteet ensinnäkin aiheuttavat sivukulumista vaihteissa ja kuinka tämä sivukuluminen voi vaikuttaa junan suistumisriskiin? Näiden asioiden selvittäminen ja ymmärtäminen antaa mahdollisuuden tarjota apua kunnossapitäjille vaihteiden kriittisten kulumisskenaarioiden tehokkaassa tunnistamisessa ja korjaamisessa.

Tutkimuksen aikana tehdyt kirjallisuusselvitykset ja työmaäkäynnit osoittivat, että vaihteen kielialueen sivukulumisen arviointiin on olemassa maailmalla useitakin erilaisia kohtuullisen helposti käytettäviä mittatulkkeja, joita olisi ehdottomasti syytä käyttää myös Suomessa. Näiden muista maista saatujen tietojen mukaisesti tässä projektissa suunniteltiin erilaisia mittatulkki-versioita ja niitä testattiin myös kentällä. Tulokset osoittivat, että kuvan 1 mukaisen kulumattoman S1002-pyöräprofiilin muotoinen mittatulkki pystyy tarjoamaan hyvin tärkeää tietoa pyörän ja kiskon välisestä kontaktikohdasta kielisovitusalueella. Tutkimus painottaa myös nykyisin kunnossapitäjän hitsaus- ja hiontoiminnassa käyttämän mittatulkkin ehdotonta potentiaalia näiden kielen kriittisten muotojen havainnoinnissa.



Kuva 1. S1002-mittatulkkin testaaminen vaihteen kielisovitusta vasten todellisen kontaktikulman (punainen viiva) määrittämiseksi.



Mr. Riku Varis - Finland - Research Centre Terra

Kriittisesti kuluneen kielisovitusalueen takia pyörän ja kiskon välinen kontaktipiste (kuvassa 1 punainen viiva) saattaa muodostua pyörän laipan alle, joka saattaa nostaa pyörää ylöspäin ja luoda näin todellista suistumisriskiä. Lopullinen suistumisriski tietyllä kontaktikulmalla riippuu kontaktissa vallitsevasta vaaka- ja pystyvoimien Y/Q-suhteesta sekä kitkasta. Kansainvälisen rautatiejärjestö UIC:n koodi 716 R määrittelee raja-arvot näille arvoille ja ne on esitetty taulukossa 1.

Taulukosta 1 voidaan havaita, että pyörän ja kielen välisen kontaktikulman ollessa hyvin pieni ($\leq 45^\circ$), suistumiseen tarvittava Y/Q-suhte on kitkasta riippumatta melko matala (0,33-0,67). Tällaiset Y/Q-suhteet ovat varsinkin lyhyissä vaihteissa

aivan realistisia johtuen vaihteiden poikkeavan reitin tiukan kaarresäteen ja pitkien telirakenteiden luomasta suuresta pyörän ja kielen välisestä kohtauskulmasta. Suistumisriskiä näillä kontaktikulmilla voidaan pitää siis merkittävänä. Näihin kriittisiin kontaktikulmiin johtavia kielen muotoja on äärimmäisen hankalaa havaita pelkällä silmämääräisellä tarkastelulla, joten toimivia mittatulkkeja tarvitaan nykyisten tarkastusten rinnalle.

Tämän tutkimuksen avulla ymmärrys kielisovitusalueen sivukulumisen muodoista ja merkityksestä on kasvanut huomattavasti. Uusista mittatulkeista on luotu prototyyppisiä, jotka voivat auttaa kunnossapitäjiä tunnistamaan kriittiset sivukulumismuodot ja ennen kaikkea kriittiset kontaktit pyörän ja kiskon välillä. Tämän tiedon ja sen kunnossapitäjälle jalkauttamisen avulla junien suistumisriskiä vaihteiden kielisovitusalueella voidaan vähentää merkittävästi.

Avainsanat / Keywords

Vaihte Kiskon sivukuluminen Suistumisriski

Kitkakerroin μ	Kontaktikulma δ	Y/Q-suhte
0,2	40°	0,55
	45°	0,67
	50°	0,80
	55°	0,96
	60°	1,14
0,3	40°	0,43
	45°	0,54
	50°	0,66
	55°	0,79
	60°	0,94
0,4	40°	0,33
	45°	0,43
	50°	0,54
	55°	0,65
	60°	0,79

Taulukko 1. Kitkakertoimen μ , kontaktikulma δ ja Y/Q-suhteen sallittujen arvojen suhde toisiinsa. (UIC 716 R)

Tavaravaunun telityypin vaikutus rataan kohdistuviin kuormituksiin

Rataan kohdistuva kuormitus vaihtelee radalla kulkevan kaluston mukaan. Kuormitukseen vaikuttavat erityisesti kaluston tyyppi, akselipaino, kulkunopeus ja kaluston kunto. Pyörän ja kiskon välillä vaikuttavat voimat syntyvät kuitenkin kaluston ja radan välisessä vuorovaikutuksessa, johon vaikuttavat kaluston lisäksi aina myös radan ominaisuudet. Rataan kohdistuvat kuormitukset lisäävät radan kunnossapitokustannuksia esimerkiksi kiskojen vaurioitumisen myötä syntyvän kiskon vaihto- ja hiontatärpeen sekä radan rakennekerrosten muodonmuutosten takia. Tietyn tyyppinen kuormitus voi myös aiheuttaa värinäongelmia radan ympäristössä.

Suuret akselipainot kuormittavat rataa erityisen paljon, ja siksi tavaravaunut vaikuttavat merkittävästi radan kunnan kehittymiseen. Aiheesta tehdyssä tutkimuksessa tavoitteena on selvittää sekä kenttämittauksien että simulointien avulla, kuinka suuri vaikutus tavaravaunun telityypillä on rataan kohdistuviin kuormituksiin ja sitä kautta esimerkiksi kiskon kulumiseen suoralla radalla, erilaisissa kaarteissa ja vaihdealueilla. Samalla saadaan vastavuoroisesti tietoa myös siitä, miten erilaiset rataosuudet kuormittavat kalustoa. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan tavaravaunun telin kunnan, akselipainon sekä tavarajunan nopeuden vaikutusta radan kuormituksiin. Erilaisten telityyppien vaikutuksesta radalla havaittuihin ongelmakohtiin on tärkeää saada lisätietoa, jotta jatkossa voitaisiin ratamaksujen tarkennetulla kohdentamisella kannustaa rataystävällisten telien käyttöön.

Tutkimuksessa hankittiin lähtötiedot Suomessa liikennöivistä K17- ja Y25-teleistä, jotta saadaan rakennettua uusia tavaravaunumalleja jo olemassa olevien Sp-vaunun (K14-teli) ja Vok-vaunun (18-100-teli) mallien lisäksi. Kalustomallien verifiointia varten malleja vastaavien vaunujen ominaisvärähtelymuodot mitattiin talvella 2023-2024 moodianalyysin avulla. Vaunuihin aiheutettiin hydraulitärstimen avulla heräte, joka vaihteli eri taajuuksilla. Vaunussa ja telissä olevien kiihtyvyyssantureiden avulla saatiin selville sekä vaunun että telin ominaisvärähtelymuodot.



Mrs. Tiia Loponen - Finland - Research Centre Terra

Mr. Riku Varis - Finland - Research Centre Terra

Dr. Heikki Luomala - Finland - Research Centre Terra

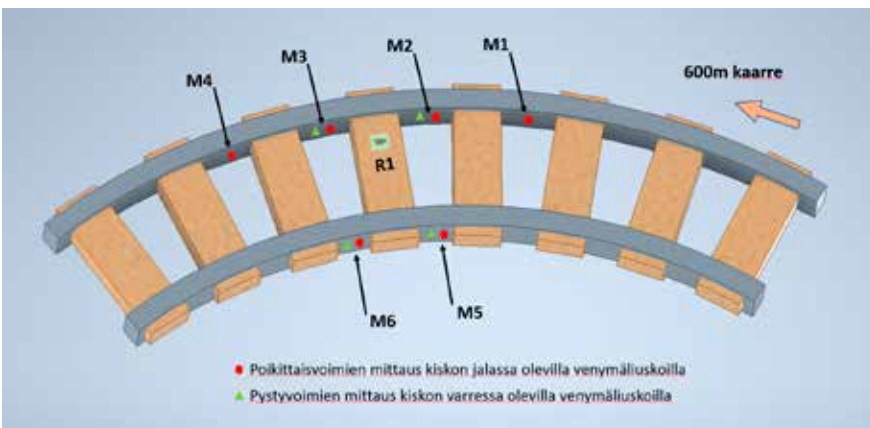
Telimallien avulla arvioidaan sitä, kuinka paljon eri tavaravaunut kuormittavat rataa erilaisissa tilanteissa. Tutkimuksessa on testattu sopivaa telityypin kuormittavuuden arviointitapaa jo olemassa olevilla K14-telin ja 18-100-telin kalustomalleilla tehtävillä simuloinneilla. Simuloinneissa havaittiin, että telimallien käyttäytymisellä voi olla merkittäviä eroja kaarreajossa, mikä ilmenee kulumisesta kertovissa T -arvoissa, pyörä-kisko-kontaktin voimissa sekä pyöräkerran ja radan välisessä kohtauskulmassa. Lisäksi simulointitestien perusteella telien taipumus aiheuttaa värinää maaperään vaihtelee. Tätä ilmiötä voidaan tarkastella telin kiihtyvyyksien tai pyörä-kisko-kontaktissa syntyvien voimien taajuuskuvaajien avulla. Lovipyörien havaittiin aiheuttavan suuria dynaamisia iskuja pyörän ja kiskon välisessä kontaktissa. Näiden vaikutusta eri telityypeillä tarkastellaan jatkossa lisää taajuuksittain, jotta saadaan käsitys lovipyörän aiheuttaman säännöllisen iskun vaikutuksesta maaperän värinään.

Tutkimuksessa tarkasteltiin eri telityyppien käyttäytymistä myös kenttämittauksien avulla. Mittauksissa selvitettiin tavaravaunutelien pyörän ja kiskon väliset poikittaisvoimat, suistumisriskistä kertovat Y/Q-arvot sekä pyöräkerran kohtauskulmat. Yksittäisiä kenttämittauksia tehtiin ensin Kouvolassa kesällä 2022 R=200 m kaarteissa ja Kouvolassa kerättyjen kokemusten pohjalta rakennettiin pidempiaikainen mittauspiste Alapitkään kesällä 2024 R=600 m kaarteeseen (kuva 1).

Alapitkän mittausasemalla hyödynnetään lähellä sijaitsevaa pyöräprofiilien mittauspistettä, josta saadaan mittausaseman ylittävien vaunujen RFID-tiedot. Näin mittausasemalta saadut tulokset saadaan yhdistettyä tiettyyn kalustoon ja telityyppiin. Alapitkän kenttämittauksilla saadaan laaja otanta eri tavaravaunujen käyttäytymisestä kaarteissa, joten mittauksista saadaan selville sekä telityypin keskimääräinen käyttäytyminen että käyttäytymisen tyypillinen vaihteluväli. Tuloksia hyödynnetään sekä suoraan eri telityyppien käyttäytymisen arviointiin että rakennettujen kalustomallien verifiointiin.

Avainsanat / Keywords

tavaravaunu	teli
kuormitus	kuluminen
kaarre	simulointi
kohtauskulma	poikittaisvoima
pystyvoima	suistumisriski



Kuva 1. Alapitkän kaarremittauksissa käytetty anturointi, mittauspisteet M1-M6. Pyöräkerran kohtauskulmat mitataan laserin avulla (R1). Kuva Tiia Loponen

Syrjäsalmen ratasilta, opit vaikeuksista Karjalan radalla

Syrjäsalmen ratasilta on valmistunut 1967 ja silta on yksi aikakautensa suurista ratasilloista. Sil-
lan jännemitat ovat 36 m + 45 m + 36 m ja raken-
nekorkeus on 3,1 m.

Sillan sijainti ja olosuhteet loivat omat hanka-
luutensa sekä suunnittelulle että rakentamiselle
60-luvulla käytettävissä olevilla menetelmillä.
Vuonna 1962 tehdyissä pohjatutkimuksissa silta-
paikan todettiin olevan geoteknisesti erittäin han-
kalan, eikä ns. kovaa pohjaa siltapaikalla löydetty.
Silttaa ei kuitenkaan suunniteltu rakennettavaksi
paalujen varaan, vaan kolme neljästä sillan tuesta
on rakennettu vain tiivistyspaalutuksen varaan ja
yksi tuista on maanvarainen.

Rakentaminenkaan ei sujunut vastoinkäymi-
sittä. Perustuksien rakentamisessa oli hankaluuk-
sia ja esim. maatuukien todettiin olevan reilut 10 cm lähempänä
toisiaan kuin oli suunniteltu. Teräsrakenteet tilattiin Saksasta ja
ne koottiin asennusosiksi Parkanossa, mutta terässilta valmistui
paikoilleen kierona ja laakerien asennoissa oli korjattavaa. Rakent-
tamisen aikana valitettavasti myös yksi ihmishenki menetettiin.

70-luvulla maatuilla ja maatuukien laakereilla havaittujen liik-
keiden vuoksi kannen ja maatuukien väliin asennettiin vetotangot.
Tuolloin myös havaittiin terässillasta katkenneita ja vioittuneita
ruuveja. Sillan välitukien liikehtimistä on epäilty tapahtuvan sillan
valmistumisesta alkaen ja 80-luvulla sähkörataportaalien rakenta-
misen yhteydessä välitukien laakerien vääriä asentoja korjattiinkin.

Sillalle ominaisiin ilmiöihin kuuluu myös auringon vaikutuk-
sesta teräspalkkeihin syntyvä poikkeuksellisen suuri epätasainen
lämpötilakuormitus, joka aiheuttaa merkittävän muodonmuutok-
sen ja kuorman rakenteille.



Mr. Harri Kallio -
Finland - A-Insinöörit
Suunnittelu Oy

Silta ei valmistumisvuoden 1967 jälkeen teh-
tyjen lukuisten korjaustöiden jälkeenkään koskaan
päässyt pois tarkkailuluokalta. Sillan käyttöikä on
nyt lopuillaan, jonka vuoksi uutta Syrjäsalmen rata-
silttaa alettiin suunnittelemaan.

Uuden Syrjäsalmen ratasillan sijainti suunnitel-
tiin nykyiselle rautatiealueelle, mahdollistaen mal-
tillisen mittaisen uuden ratalinjauksen rakentami-
sen. Uuden ratasillan rakentaminen kuitenkin kes-
keytettiin 2023 keväällä, koska nykyinen ratasilta
alkoi liikkua ja kallistua. Rakentamisen aikaisen seu-
rannan ansiosta liikkeet havaittiin ajoissa ja tilan-
teeseen reagoitiin turvallisuutta vaarantamatta.

Maaperän näin herkkään ja poikkeukselliseen
käyttäytymiseen ei osattu varautua, sillä toteute-
tut pohjatutkimukset eivät lainkaan indikoineet

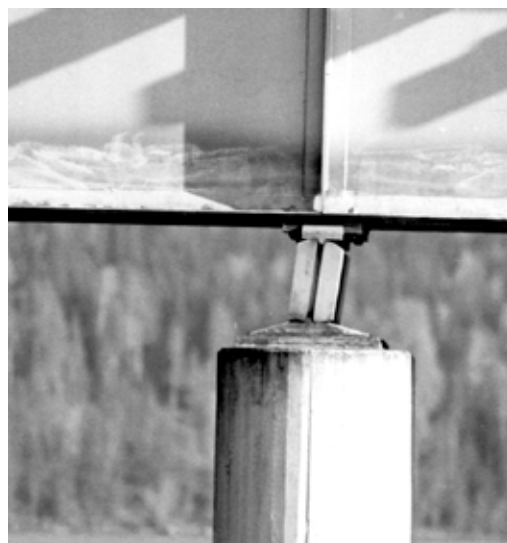
tapahtuneen kaltaista maaperän käyttäytymistä. Syitä selvitet-
tiin laskelmin, lisäpohjatutkimuksin sekä koepaalutuksin. Nykyi-
sen sillan alus- ja päällysrakenteen vaurionsietokykyä selvitet-
tiin ja sillan päällysrakennetta oikaistiin sekä välituen laakerien
asennot korjattiin.

Koepaalutusten, lisäpohjatutkimusten ja laskentojen jälkeen
jouduttiin toteamaan, että uusi silta tulee rakentaa kauemmaksi
nykyisestä ratasillasta, jotta rakentaminen voidaan tehdä riskit
halliten ja rataliikenne turvaten.

Nykyisen sillan rakenteiden geometrinen mittasuhteiden vai-
kutukset voivat olla huomattavia, mikäli poikkeukselliset tapahtu-
mat realisoituvat. Esimerkiksi välitukianturan toisen reunan yhden
senttimetrin epätasainen painuminen aiheuttaa välitukirakentee-
seen kallistuman, joka on laakeritasolla poikittaisena siirtymänä
jo 5-kertainen.



Syrjäsalmen silta vuonna 1967. Kuva Väyläviraston ratapiirustusarkisto



Laakeri. Kuva Väyläviraston ratapiirustusar-
kisto

Nykyisen sillan teräs rakenteisen kannen muoto on pysyvästi muuttunut moneen otteeseen sillan elinkaaren aikana ja jännitykset sillassa ovat niin ikään moneen otteeseen uudelleen jakautuneet. Sillan tällaisen historian vuoksi on sillan nykyisiä vallitsevia rasituksia tai jännitystiloja vaikeaa selvittää laskemalla tai mittaamalla, jonka takia tarkemmin kyetään arviomaan ja mittaamaan vain muutoksia.

Nykyiseen siltaan on keväällä 2024 asennettu monitorointijärjestelmä, jolla sillan käyttäytymistä seurataan jatkuvasti reaaliajassa. Lisäksi sillalla tehdään säännöllisesti sillantarkastuksia. Sillan monitoroinnissa on käytössä seuraavat mittalaitteet; automaattitäkymetri, liikeanturit tuilla, värinämittarit, venymäliuskat pää- ja sekundäärikannattajissa, kiihtyvyyssanturit, lämpötilanturit sekä sääasema ja kamera. Mittaustuloksia seurataan portaalin kautta ja useimmille mittauksille on asetettu vaara- sekä hälytysrajat, joiden ylityksestä lähtee ilmoitukset valvojille. Monitoroinnilla seurataan ensisijaisesti sillassa tapahtuvia poikkeavia muutoksia ja näillä toimin pyritään turvaamaan sillan turvallinen loppuun käyttäminen muutaman tulevan vuoden ajaksi.

Keskeiset opit Syrjäsalmeilta voidaan tiivistää seuraavasti; haasta rohkeasti aiempien suunnitteluvaiheiden ratkaisut, perehdy ympäristön rakenteiden historiaan, huomioi rakenteiden geometrian vaikutukset, uskalla tehdä koerakenteita, seuraa ympäristön rakenteiden tilaa mittauksin ja reagoi rohkeasti uusiin tilanteisiin.

Avainsanat / Keywords

Syrjäsalmi	silta	turvallisuus
elinkaari	monitorointi	tekniikka
teknologia	hanke	ajankohtaisuus
tiedon jakaminen		



Kestävät ja laadukkaat ratkaisut infrarakentamiseen

Lujabetoni tarjoaa ratkaisut kaikkeen infrarakentamiseen.

Tuotevalikoimaamme kuuluvat ratapölkkyt, raitiotierakentamisen puolipölkkyt, tasoristeyselementit, paalut, sähkörataperustukset, kaapelikourut ja -kannet, laiturelementit ja tukimuurit.

Rata- ja raitiotierakentaminen:
Sampsa Lehmusoksa
sampsalehmusoksa@luja.fi / 044 585 2021

Lisäksi tuotevalikoimaamme kuuluvat valmisbetonit ja erilaisia betonituotteita kuten pylväsjalustoja. Meiltä saat infrarakentamisen ratkaisut myös vähähiilisinä vaihtoehtoina!

Kysy lisää asiantuntijoiltamme - rakennetaan yhdessä kestävää infraa kotimaisin ratkaisuin.

Muu infrarakentaminen:
Jukka Kalajanniska
jukka.kalajanniska@luja.fi / 044 585 2404

Pohjaimien käyttö rautatieliikenteen aiheuttaman matalataajuisen tärinän torjunnassa

Rautatieliikenne aiheuttaa rataympäristöön sekä korkea- että matalataajuista tärinää. Korkeataajuinen tärinä havaitaan useimmiten runkoäänenä alueilla, joilla maaperä on kovaa tai rata on perustettu kalliolle. Matalataajuinen tärinä välittyy tehokkaasti pehmeillä pohjamailla ja on usein asumismukavuudelle haitallista alueilla, joilla maaperän ominais- taajuus on lähellä junaliikenteen aiheuttaman tärinäherätteen taajuutta. Suomessa matalataajuista tärinää on eniten havaittu aiheuttavan transitoliikenteen raskaat hiilivaunut, joissa on kolmiosainen GOST 18-100 teli. Vaunujen jousittamaton massa on suurempi ja dimensiot hieman erilaiset kuin muissa käytössä olevissa yhtä raskaissa vaunuissa.

Matalataajuisen tärinän estäminen olemassa olevalla radalla on haastavaa. Yleisimpänä tärinän hallintakeinona alueilla, joilla matalataajuinen tärinä on ongelma, on käytetty nopeusrajoituksia. Nopeusrajoitusten myötä junaliikenteen aiheuttaman tärinäherätteen taajuus muuttuu, sekä tärinän amplitudi pienenee. Nopeusrajoitukset kuitenkin haittaavat rataosuuden kapasiteettia, minkä vuoksi niiden tilalle on tutkittu muita tärinänhallintakeinoja.

Pori-Mäntyluoto rataosan perusparannuksen yhteydessä rataosalle rakennettiin useita eri testiosuuksia, joihin asennettiin eri valmistajien eri mallisia pohjaimia. Pohjaimet vähentävät tutkitusti korkeataajuista tärinää, mutta niitä ei ole yleensä käytetty matalataajuisen tärinän rajoittamisessa. Rataosalla tehtiin laajamittaisia testejä, joissa mitattiin radan muodonmuutoksia sekä rautatieliikenteen aiheuttamaa tärinää. Testeissä käytettiin transitoliikenteen vaunuja, joiden akselipaino oli 22,5 tonnia. Testijunilla ajettiin testikerrasta riippuen kolmea tai kahta eri nopeutta.

Testien perusteella pohjaimet vähentävät junaliikenteen aiheuttamaa matalataajuista tärinää. Pori-Mäntyluoto rataosan pohjajamaatyypillä jäykkyydeltään normaalit pohjaimet toimivat parhaiten matalataajuisen tärinän vähentämisessä. Jäykkyydeltään normaalien pohjaimien vaikutusta voidaan verrata nopeuden alen-



*Mr. Antti Pelho - Finland
- Tampere University,
Research Centre Terra*

*Ms. Anniina Söderholm
- Finland - Tampere
University, Research
Centre Terra*

*Dr. Heikki Luomala -
Finland -
Research Centre Terra*

tamista 70 km/h:sta 50 km/h:ssa. Mikään pohjaintyyppi ei kasvattanut tärinää.

Testien tuloksien innoittamana lisätestejä on tehty myös muualla Suomessa. Testeissä on havaittu samanlaisia tuloksia kuin Pori-Mäntyluoto rataosalla. Pohjaimien käyttäminen matalataajuisen tärinän vähentämisessä ja torjumisessa on mahdollista kohteissa, joissa tärinäongelma ei ole liian suuri. Pohjaimet eivät kuitenkaan ole yksiselitteinen ratkaisu jokaiseen Suomen ongelmakohteeseen. Maaperän ominaisuudet sekä junaliikenteen tyyppi ja nopeus vaikuttavat ympäristöön leviävään tärinään. Pohjaimet toimivat tutkitusti melko pehmeillä pohjamailla, mutta niiden käyttöä tulee testata tai mallintaa myös pehmeämmillä ja kovemmillä pohjamailla.

Pohjaimien toimivuus eri pohjamaissa ja eri nopeuksilla voidaan mallintaa. Mallintamisen avulla voidaan selvittää tarkemmin, mikä vaikutus pohjaimilla on tärinään eri tilanteissa. Mallien perusteella voidaan tarkentaa pohjaimien käyttökohteita: minkä tyyppinen pohjain toimii parhaiten missäkin pohjamaassa ja minkälaisen tärinäherätteen kanssa.

Avainsanat / Keywords

innovaatio tekniikka teknologia kehitys

Ratapihahankkeen turvallisuuden erityispiirteet

Ratapihat toimivat rataverkon solmupisteinä ja mahdollistavat sujuvat vaihdot sekä rautatieliikenteen sisällä että muiden liikennemuotojen välillä. Ratapihat myös mahdollistavat rataverkon tehokkaan kapasiteetin käytön mahdollistamalla junien kohtaamiset ja ohitukset. Suomen ratapihoille kohdistuu tällä hetkellä niin pieniä kuin isojakin korjaus- parantamis- ja kehittämistarpeita. Korjaukset liittyvät rautateiden rakenteiden ja laitteiden kuntoon, toimivuuteen, junaliikenteen hoitamiseen sekä matkustajien olosuhteisiin.

Opinnäytetyön aihe on vilkkaasti liikennöidyn henkilöratapihan ratatöiden erityispiirteet ja niihin liittyen henkilöratapihalla tehtävien rakennustöiden turvallisuus. Tällä hetkellä Väyläviraston ohjeistus ei erikseen huomioi ratapihalla tehtäviä töitä, vaan ohjeet on tehty lähinnä linjalla työskentelyä varten. Vilkkaasti liikennöidyn henkilöratapihan urakoinnissa on huomioitava suuren matkustajamäärän mukanaan tuomat erityisolosuhteet ja -piirteet. Ratapihan toimivuus rautatieliikenteen kannalta on varmistettava koko työn ajan. Junaliikenne on yhteensovitettava niin, että työt onnistuvat matkustajien, sidosryhmien ja sekä urakoitsijoiden kannalta ennakoitusti ja turvallisesti.

Työn keskeisenä tavoitteena on muodostaa käsitys, mitä erityispiirteitä ratapihalla työskentelyssä on verrattuna linjalla tehtävään työhön ja pohtia miten Väyläviraston turvallisuusohjeistus sopii ratapihalla tehtäviin rakennustöihin sekä miten Väyläviraston ohjeistusta tulisi kehittää ratapihalla työskentelyyn. Työssä kuvataan ratapihatyömaan turvallisuusjohtamista ja turvallisuuden varmistamista sekä, mikä on valvonnan merkitys, ohjaus ja resurssit ratapihaurakoissa ja minkälaisia erityispiirteitä valvonnalla on.



*Mrs. Hanna Sipiläinen -
Finland -
Rejlers Finland Oy*

Opinnäytetyössä kuvataan ratapihalla tehtävien töiden keskeisiä riskejä analysoimalla tehtyjä riskienarviointeja pääradan rakennusurakoista. Tutkimuksessa käydään läpi TURI ja TUTKA- ilmoituksia pääradan rakennusurakoista ja selvitetään mitkä ovat yleisimpiä turvallisuuspoikkeamia ratapihatyömailla ja pohditaan miten niitä voisi jatkossa ehkäistä.

Tutkimus osoitti, että ratapihatyöskentelyssä on omat haasteensa ja riskinsä. Poikkeamat ratapihatyömailla ovat usein monen tekijän summa, mutta ennakoivilla toimilla, paremmalla tiedonkululla ja suunnittelulla niitä voidaan vähentää. Väyläviraston turvallisuusohjeistukset soveltuvat monilta osin ratapihalla tehtäviin rakennustöihin, mutta niitä tulisi kehittää edelleen erityisesti ratapihan monimutkaisia ja jatkuvasti muuttuva työolosuhteita huomioiviksi. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää jatkossa vilkkaiden ratapihaurakoiden suunnittelussa ja toteutuksessa ottamalla huomioon tässä työssä ilmenneet riskipaikat sekä tyypilliset vaaratilanteet ja vaikuttaa niihin huomioimalla jo suunnitteluvaiheessa niihin liittyneet tekijät.

Opinnäytetyö Tamk, Rejlers Finland Oy/Väylävirasto

Päätoteuttajan turvallisuusaapinen Kupittaa–Turku-ratahankkeella

Kupittaa–Turku-ratahanke toteutetaan vuosina 2021–2026 kesellä Turun kaupunkia. Hankkeella työskentelee kaikkiaan kahdeksan päätoteuttajaa. Kun päätoteuttajat työskentelevät urakoiden rajapinnoilla, on tärkeää yhteensovittaa töitä työvaiheistuksien mukaisesti. Eri osapuolten töiden yhteensovittaminen on tunnistettu myös turvallisuusriskiksi. Sitä taklaamaan turvallisuustiimi ja viestintätiimi yhdistivät voimavaransa. Tavoitteena oli rakentaa yhteensovittamisen parhaat toimintamallit ja viedä ne käytäntöön viestinnän keinoin jokaisella urakalla. Tarkoitus on yksinkertaisesti saada suunnitellut työt tehtyä suunnitellussa aikataulussa ja turvallisesti. Yhteensovittamisessa katsomme miten työt saadaan tehtyä ja aikataulutettua eri osapuolten kesken.

Hankkeen yhteensovittamiseen liittyvät turvallisuusriskit kiteytettyinä:

- Eri urakoitsijat toteuttavat töitä samalla alueella.
- Aikaa ja aluetta on vähän.
- Ympäriällä, vain metrien päässä, on Turun keskeinen kaupunkialue asutuksineen ja katualueineen.

Turvallisuustiimin ja viestintätiimin yhteistyö alkoi kriisiviestintäsimulaatiolla, jonka jälkeen toteutettiin turvallisuustyöpaja. Molempien tavoitteena oli viedä turvallisuuteen liittyvät käytännöt lihasmuistiin. Turvallisuustyöpajan urakoitsijoiden ryhmän annista koottiin hankkeen omaan oppaaseen yhteensovittamisen pääperiaatteet. Sen jälkeen tuotettiin ”Päätoteuttajan turvallisuusaapinen”. Se nähdään hankkeella viestinnällisenä tekona turvallisuuden varmistamiseksi. Hankkeella saadaan informaatiota viikoittain ja kokoukset aktivoivat tiedostamaan tarpeet arvioida lisäyhteensovituksen, täsmäkokouksien, maastokäyntien toteuttamista.

TYÖSKENTELY RAUTATIEALUEELLA

Turvallisuus rautatiealueella

Ratatyön suojeleminen (RSU) on pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella työskentely edellyttää ratatyöluvan tai työ voidaan tehdä tietyin edellytyksin suvaimestoinnilla tai RATSUa käyttäen.

VIKKOKALENTERI

Urakoitsijalaveri

Päällä urakoitsijoiden työnjohtoa sekä tarvittaessa valvoja, suunnittelijoita, muita asiantuntijoita.

Käsitellään työmaan tilannetta ja työturvallisuusasioita, työväline-/resursseja, suunnitellaan ja yhteensovitetaan työvaiheita, tarkistetaan lähdöiden tilanne, tehdään tarvittavat muutokset.

Teema Pehedytyskortit: työskentely rautatiealueella.

Turvallisuuskortit: urakoitsijalaveri.



Ms. Niki Sillanpää -
Finland -
Rejlers Finland Oy

Ms. Sanna Erkkilä -
Finland - Ahjo
Communications Oy

Mr. Simo Sauni - Finland -
Rejlers Finland Oy



Mrs. Sari-Liia Tonttila -
Finland - Ahjo
Communications Oy

Ms. Riitta Säteri - Finland -
Ahjo Communications Oy

Turvallisuusaapinen toteutetaan päätoteuttajien haastattelujen perusteella. Haastatteluista piirretty kuva päätoteuttajan viikosta yhteensovittamisen näkökulmasta. Turvallisuusaapisen visuaalisuuteen ja pelillisyyteen on kiinnitetty huomiota käyttäjälähtöisyyden näkökulmasta. Turvallisuuden keskeiset elementit esitellään korteilla, jotka täydentävät päätoteuttajan esimerkki- viikkokalenteria.

Turvallisuusaapisen sisältö:

Viikkokalenteri

- o Viikkokalenteri sisältää esimerkin päätoteuttajan työviikon toistuvista sisällöstä.
- o Tavoitteena on yhdenmukaistaa ja havainnollistaa sekä avata tarkemmin työviikkoa. Viikkokalenteri koostuu esimerkkiviikosta ja tehtäväkorteista, joiden pohjalta päätoteuttaja voi koota haluamansa viikkokokonaisuuden unohtamatta yhtään turvallisuuden kannalta olennaisinta asiaa.

Pehedytyskortit

- o Pehedytyskorteissa kuvataan turvallisuuden kannalta aivan keskeisiä asioita.
- o Korteja voi käyttää apuna turvallisuuspehedytyksessä tai muistinvirkistykseen pehedytyksen jälkeen.

Lisäksi on muistettava, että jokaisella yrityksellä on yrityksen oman johtamisjärjestelmänsä määrittelemät tavoitteet ja menetyt em. toiminnoille.

<https://vayla.fi/kupittaa-turku-ratahanke>

Avainsanat / Keywords

turvallisuus työturvallisuus turvallisuuskulttuuri

Positiiviset kannustin- ja palkitsemiskeinot osana työturvallisuusjohtamista ja työturvallisuusjohtamismenetelmiä - näkökulmana tilaajan vaikuttamismahdollisuudet palveluntoimittajan työturvallisuuskulttuuriin

Työturvallisuusjohtamisella voidaan parantaa kokonaisvaltaisesti työpaikan turvallisuutta ja ennaltaehkäistä työtapaturmia, jos työturvallisuusjohtamisessa huomioidaan niin asijahtaminen mittatuloksineen kuin henkilöstöjohtamisen mahdollisuudet vaikuttaa työntekijöiden työturvallisuuskäyttäytymiseen ja työpaikan työturvallisuuskulttuuriin. On tärkeää löytää organisaatiolle sopivat työturvallisuusjohtamismenetelmät. On myös tiedossa yleisesti, että erilaisia positiivisia kannustin- ja palkitsemismenetelmiä hyödynnetään halutun työturvallisuustuloksen saavuttamiseksi.

Tässä pro gradu-tutkielmassa tutkittiin, millaisella tilaajan työturvallisuusjohtamisella ja positiivisilla kannustin- ja palkitsemiskeinoilla voidaan vaikuttaa palveluntoimittajien työturvallisuuskulttuuriin ja sitä kautta parantaa työturvallisuutta, sekä vähentää työtapaturmia. Tutkimukseen haastateltiin turvallisuusasiantuntijoita useilta eri teollisuusaloilta monipuolisten näkökulmien ja hyvien käytäntöjen esiin saamiseksi.

Tutkimuksen myötä tuotettiin tietoa sekä työturvallisuusjohtamisen että työturvallisuusmenetelmien vaikuttamistavoista työturvallisuuskulttuuriin etenkin erimuotoisissa tilaaja-toimittajaketjuissa. Pro gradu -tutkielman tekijänä oli Henna Viitala ja hänen ohjaajanaan Eetu Rajala Welado Oy:stä.



*Mr. Eetu Rajala -
Finland - Welado Oy*



*Mrs. Henna Viitala -
Finland - Welado Oy*

Kerromme esityksessämme pro gradu -tutkielman tuloksista ja esittelemme tulosten pohjalta pohdintojamme positiivisista kannustin- ja palkitsemiskeinoista työturvallisuuskulttuurin muuttamisessa tilaajan näkökulman huomioiden.

Avainsanat / Keywords

safety security turvallisuus työturvallisuus
turvallisuuskulttuuri kokonaisturvallisuus riskienhallinta

Turvallisuuskulttuurityö raideliikenteessä - yhteistyötä ja toisilta oppimista

Raideliikenteen turvallisuuden kehittämisessä katse kohdistuu teknisen ja järjestelmäturvallisuuden lisäksi myös turvallisuuskulttuurin tukemiseen.

Raideliikenteen turvallisuus perustuu turvallisuusjohtamisjärjestelmiin, joiden puitteissa varmistetaan organisaatioiden toiminnallisen turvallisuuden kaikki aspektit. Hyvä turvallisuuskulttuuri tuo turvallisuusjohtamisjärjestelmän eloon ja saa sen toimimaan arjessa.

Hyvä turvallisuuskulttuuri auttaa organisaatiota vastaamaan eteen tuleviin yllättäviinkin haasteisiin. Kyky onnistua vaihtelevissa olosuhteissa onkin keskeinen merkki toimivasta turvallisuuskulttuurista.

Turvallisuuskulttuuria tarkastelemalla pääsemme tarkastelemaan arkipäivän tekemistä ja valintoihin vaikuttavia syitä. Tarkastelukulma auttaa siis näkemään, miten asiat oikeasti tehdään ja miksi. Samalla näiden asioiden esiin nostaminen auttaa organisaatioita havaitsemaan monesti huomiotta jääviä näkökulmia ja kehittämään omaa toimintaansa.

Esityksen alussa kehystetään lyhyestä turvallisuuskulttuurityötä raideliikenteessä siirtyen esittelemään Traficomissa ja Euroopassa tehtävää turvallisuuskulttuurin arvioinnin ja tukemisen kehittämistyötä. Lisäksi esityksessä tuodaan esiin keinoja, joilla toimijat voivat edistää omaa turvallisuuskulttuuriosaamistaan ja kohentaa oman organisaationsa kykyä selviytyä vaihtelevissa tilanteissa.

Traficomin raideliikenteen turvallisuuskulttuurin kehittämistyö keskittyy tekemään yhteistyötä raideliikennejärjestelmän toimijoiden kanssa tukien ja sparraten. Samalle kehitämme lähestymistapaamme vahvassa vuoropuhelussa Euroopan rautatieviraston sekä eurooppalaisten sisarvirastojen kanssa. Traficomin turvallisuuskulttuurityöryhmässä teemme vahvaa konsulttiyhteistyötä, jonka puitteissa on selvitetty mm. Euroopan rautatieviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmämallin ja turvallisuuskulttuurimallin liittymäpintoja (Reiman 2022) ja museoliikennöitsijöiden turvallisuuskulttuuria (Reiman ja Pajunen 2024). Vuonna 2023 selvitimme pienten toimijoiden turvallisuuskulttuuria (Reiman ja Pajunen) löytäen monia seikkoja, joissa voimme tiivistää yhteistyötämme, mm. tiedon jakamisen ja kahdenvälisen keskustelun kautta. Traficomin ja toimijoiden välisissä kahdenvälisissä turvallisuusvuoropuheluissa keskustelemme toimijoiden kanssa inhimillisiin ja organisatorisiin tekijöihin ja mm. resilienssiin liittyvistä teemoista tukien toimijoiden omaa kehittämistyötä.



Ms. Sanna Mäkitalo - Finland - Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

Kehitämme yhteistyössä myös turvallisuuskulttuurin havainnointivälinettä käytettäväksi johtamisjärjestelmäauditointien yhteydessä. Pyrkimys on ollut kehittää väline tai tarkastelutapa, joka käytettävissä olevien resurssien puitteissa auttaisi tuomaan turvallisuuskulttuurin Aspekteja näkyviin tavalla, joka auttaisi kohdeorganisaatiota oman kehittämistyönsä suuntaamisessa. Menetelmässä (Reiman 2022, 2023) turvallisuusjohtamisjärjestelmä- ja turvallisuuskulttuurimalleja on luettu rinnakkain ja kiteytetty kymmeneksi, turvallisuuden perustekijöitä kartoittavaksi kysymykseksi, joihin turvallisuuskulttuurin havainnoija hakee vastauksia auditoinnin aikana.

Euroopan rautatieviraston johdolla on samaan aikaan kehitetty välineistöä laajamittaisempaan organisaation turvallisuuskulttuurin arviointiin etsien turvallisuuskulttuurimallin mukaisia hyvän turvallisuuskulttuurin merkkejä laajalla monimenetelmällisellä, usean päivän kestäväällä useamman asiantuntijan paikan päälle tehtävällä selvityksellä. Selvitämme parhaillamme, miten voisimme tätäkin lähestymistapaa soveltaa omissa roolissamme. Euroopan rautatieviraston tekevästä turvallisuuskulttuurityöstä pääsevät hyötymään jo nyt raideliikennejärjestelmän toimijat, jotka voivat osallistua mm. nykyisin Kansainvälisen rautatieunionin (UIC) koordinoimaan turvallisuuskulttuurin vertaisarviointiin.

Jatkossa Euroopan rautatievirasto ja Traficom suuntaavat kehittämispainopistettää yhä enemmän raideliikennejärjestelmän toimijoiden tukemiseen tuomalla tietämystä turvallisuuskulttuurista paremmin toimijoiden ulottuville sekä kehittämällä tapoja, joiden avulla toimijat voivat itse tarkastella omaa turvallisuuskulttuuriaan ja kehittää sitä edelleen.

Avainsanat / Keywords

Turvallisuuskulttuuri Turvallisuus

Väyläviraston rataverkon kyberturvallisuusohjelman tuloksia

Väylävirasto on käynnistänyt Rataverkon kyberturvallisuusohjelman vuonna 2021. Rata 2023:ssa esitettiin ohjelman taustaa ja päätason tavoitteita [1]. Ohjelman toimenpiteet on jaettu kolmeen eri kategoriaan:

- hallinnollisiin,
- fyysisiin ja
- tietoteknisiin.

Hallinnolliset toimet sisältävät muun muassa ohjeistuksien ja menettelyiden luomista, koulutuksia sekä omalle henkilöstölle että palveluntuottajille, ja kyberturvavaatimusten laadintaa. Fyysiset toimenpiteet alkoivat turvalaittilojen kartoituksilla, ja ovat siitä laajentuneet sähköradan tiloihin sekä tilojen korjaustoimenpiteisiin, sisältäen sekä rakenteellisia korjauksia että teknisten turvallisuuden järjestelmien päivittämistä. Tietoteknisen turvallisuuden toimenpiteet ovat usein haastavimpia toteuttaa. Tähän aiheeseen sisältyy verkon rakenteen auditointia ja verkon havainnointikyvykkyyden kehittämistoimenpiteitä, haavoittuvuuksien hallintaa ja järjestelmien kovennuksia.

Rataverkon kyberturvallisuuden kehittämisen haasteet

Projektia käynnistettäessä vuonna 2021 raideliikenteen kyberturvallisuus on ollut melko vähäiselle huomiolle jäänyt aihe kansainvälisestikin, eikä hyviä käytäntöjä tai standardeja ollut vielä juuri julkaistu. Viime vuosien aikana aihetta on viety paljon eteenpäin, ja raideliikenteen oma kansainvälinen IEC-standardi on parhaillaan kehityksen alla.

Samaan aikaan muun kehityksen myötä myös osaajien määrää aihealueen parissa on saatu kasvatettua, mutta uusien osaajien saaminen on edelleen merkittävä tavoite niin meillä kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Asiantuntijoita, jotka tuntevat syvällisesti sekä turvalaitekokonaisuuden että kyberturvallisuuden, on hyvin pieni joukko. Tämän vuoksi kyberturvallisuuden kehitystä tulee tehdä vahvasti yhteistyössä kyberturvallisuusasiantuntijoiden sekä rautatiejärjestelmän asiantuntijoiden, kuten tietoliikenne-, turvalaite- ja kunnossapitoasiantuntijoiden kesken. Rataverkon kyberturvallisuuden kehittäminen on jatkuva oppimisprosessi kaikilla osallistujilla.

Rataverkko on valtava kokonaisuus, jossa on erilaisia ja eri ikäisiä laitteita ja ratkaisuita. Turvalaitekokonaisuus koostuu useista eri laitteista ja eri aikakausien teknologioista aina 60-luvulta 2020-luvulle. Erilaisista laitekannoista ja tietoliikennetoteutuksista johtuen samat ratkaisut eivät sovellu kaikkiin rataosiin, jonka vuoksi kyberturvallisuutta tulee kehittää riskiperustaisesti.

Rataverkon uhkaskenaarioiden todennäköisyyden, ja sitä myötä riskiarvion pohdinta, tuovat myös omat haasteensa. Uhkaskenaarioissa tulee ottaa huomioon [2]:

- Millaisia taitoja hyökkäyksen tekemiseen tarvitaan
- Kuinka alttiina kohde on hyökkäyksille
- Hyökkääjän tarkoitukset/tavoite



Ms. Pia Raitio - Finland - Väylävirasto

Näiden tarkka arvioiminen on vaikeaa, ja tulee pohtia yhteistyössä eri asiantuntijoiden kanssa. Todennäköisyyden arvioinnissa oman haasteen tuo se, että tällaisia tapauksia sattuu hyvin harvoin maailmallakaan, mutta se ei silti tarkoita sitä, etteikö kyberhyökkäys voisi tapahtua jo huomenna.

Rataverkon kyberturvallisuusohjelman tuloksia
Tämän vuoden esityksessä käydään läpi joitain kahden edellisen vuoden aikana saavutettuja tuloksia.

Hallinnollisten asioiden kehityksessä yksi mainittava saavutus on Väyläviraston palveluntuottajille julkaistu oma verkkokoulutusympäristöstä löytyvä tietoturvakoulutus: koulutukset.vayla.fi. Viraston sisäinen rataverkon kyberturvallisuusriskien hal-

littamalli on laadittu ja riskienhallintatyöstä on saatu näkyvämpää ja prosessimaisempaa. Vaikka nyt kirjatut riskit ovat olleet sinänsä tiedossa ja niitä on käsitelty jo pitkään, saadaan niiden käsittelyä yhtenäistettyä kirjaamalla ne Väyläviraston TUTKA-järjestelmään, jossa riskien arviointia ja toimenpidesuunnitelmia voidaan helpommin seurata.

Fyysisellä puolella Turvalaittilojen kartoitukset ja tarvittavat rakenteelliset korjaukset ovat hyvässä vauhdissa, ja uusiin rakennettaviin turvalaittiloihin on selkeät rakennusohjeet.

Teknisen kyberturvallisuuden tehtävissä on vahvasti keskitytty poikkeamien havainnoin ja reagoitukyvykkyyden parantamiseen. Parhaan valvontatason, ja tarkoitukseen parhaiten soveltuvien verkonvalvontatuotteiden löytämiseksi tehdään erilaisten tuotteiden pilot-kokeiluita. Tänä vuonna eri kohteisiin rataverkolla on toteutettu erilaisia pilot-kokeiluita.

Rataverkon kyberturvallisuusauditointeja on laajennettu turvalaitejärjestelmien auditoinneista myös sähköradan eri toiminnallisuuden auditointiin. Auditoinnit on toteutettu viranomaisille kehitettyä tietoturvallisuuden auditointityökalu KATAKRIa vasten. KATAKRI ei ehkä ole optimaalisin arviointikehikko rautatiemaailmaan, mutta yhtenäisen arviointikehikon avulla saamme eri kohteista yhteismitalliset tulokset, joiden avulla voimme itse lähteä arvioimaan kehitystä vaativat osa-alueet.

[1] Kinnunen, Paul. Rautatietekniikka 1/2023, s. 120-121. https://bin.yhdistysavain.fi/1605615/luLOL3WWkS3PFXRCb-74GoYkQie/Rautatietekniikka%201-2023_harva.pdf

[2] Railway Cybersecurity – Good Practices in Cyber Risk Management, ENISA. 11/2021. <https://www.enisa.europa.eu/publications/railway-cybersecurity-good-practices-in-cyber-risk-management>

Avainsanat / Keywords

kyberturvallisuus riskienhallinta

Turvajärjestelmien riskiperusteinen haavoittuvuushallinta

Turvajärjestelmien arkkitehtuuri perustuu yhä useammin sekä raudan että ohjelmistojen osalta käytettäviin, yleisesti saatavilla oleviin IT-komponentteihin. Yleisten IT-komponenttien käyttö on entistäkin kriittisempää huolehtia turvajärjestelmien asianmukaisesta päivityksestä ja näin minimoida järjestelmän kyberturvallisuuteen kohdistuvat riskit. Järjestelmien päivittäminen ja riskitason alentaminen vaativat resursseja ja käytössä olevat resurssit tulee kohdentaa tehokkaasti. Soveltuva turvalaitejärjestelmälle toteutettava uhkamallinnus sekä kyberturvallisuusriskien hallinta luovat perustan tehokkaalle resurssien käytölle. Ilman perusteellista ja jatkuvaa riskienhallintaa on vaarana käyttää resursseja merkityksettämiin tietoturvapäivityksiin tai jättää kriittisiä päivityksiä tekemättä.

Käytettyyn järjestelmään kohdistuvat haavoittuvuudet tulee tunnistaa ajoissa ja jatkuvan riskienhallinnan pohjalta tehdä tarvittavia päätöksiä toimenpiteistä. Haavoittuvuudet tulee arvioida järjestelmäkohtaisesti, järjestelmän ominaispiirteet ja käyttöympäristö huomioiden. Tiettyyn IT-komponenttiin kohdistuva haavoittuvuus saattaa olla relevantti toisessa järjestelmässä ja ympäristössä, mutta ei välttämättä ole sitä toisessa. Haavoittuvuuden kriittisyydelle annettava yleinen luokitusarvio kertoo yleiset piirteet haavoittuvuudesta. Perusteltua on kuitenkin toteuttaa luokitusarvio turvajärjestelmälle erikseen ottaen huomioon kyseisen järjestelmän ominaispiirteet sekä turvalaiteympäristö. Saavutettu yksilöity luokitusarvio toimii edelleen perustana riskienarvioinnille ottaen enemmän kantaa haavoittuvuuden vaikuttavuuteen ja tarvittaviin suojaustoimenpiteisiin. Tärkeintä on, että tunnistettu riski arvioidaan ja tämän pohjalta joko hyväksytään tai ratkaistaan. Ratkaisu voi olla turvalaitejärjestelmän päivitys tai muunlaisten suojauskeinojen toimeenpano. Riskin ratkaisu vaatii aina resursseja; tämän päätöksen jälkeen on huolehdittava resurssien riittävydestä.

Kyberturvallisuuden riskienhallinnassa on muutamia erityispiirteitä. Ensimmäinen on aktiivinen uhkatekijä: haavoittuvuuksia ei voida hyödyntää ilman aktiivista osallistumista. Tämä on suurin ero perinteiseen riskienhallintaan, jossa riski voi aktivoitua ajan tai ympäristön toimesta. Perinteisen projektiokohtaisen riskienhallinnan tapahtumat saattavat johtua piittaamattomuudesta, jolloin sattuu vahinkoja. Näitä tapahtumia ei kuitenkaan lähtökohtaisesti tehdä tahallaan. Kyberturvallisuushyökkäykset ovat suurimmaksi osaksi tahallisia. Toinen erityispiirre on seurausta siitä, että aktiivinen tekijä haluaa yleensä pysyä tunnistamattomana. Tämä aiheuttaa haasteita hyökkäyksen tunnistamiselle. Riskejä voidaan päivityksenhallinnan lisäksi pienentää tunnistamalla hyökkäyksiä ja estämällä hyökkäyksen eteneminen.



Mr. Ronny Bäckman -
Finland -
Siemens Mobility Oy

Näiden kyvykkyyksien suorituskyky on arvioitava ja suhteutettava oikein riskienhallinnan menetelmin. Erityispiirteiden takia ei kannata suoraan yhdistää perinteistä riskienhallintaa ja kyberturvallisuusriskienhallintaa. Riskit voidaan tavalla tai toisella jossain kohtaa yhdistää, mutta analyysit on parempi tehdä erikseen.

Riskien- ja haavoittuvuushallinnan työ määrä ilman hyviä työkaluja ja prosesseja on haastavaa ja vie paljon resursseja. Jotta resurssien käyttö olisi tehokasta, tarvitaan hyviä työkaluja ja prosesseja. Tärkeätä olisi kyetä automaattisesti tunnistamaan sovelluslistauksen avulla uudet haavoittuvuudet ja arvioida nämä keskitetysti yhdessä järjestelmässä, joka myös huomioi turvalaitejärjestelmän aikaisemman riskienarvioinnin. Eri sovelluserrok-

set on voitava arvioida eri tekijöiden toimesta. Samoja sovelluskomponentteja saattaa olla käytössä useassa järjestelmässä. Haavoittuvuuden vaikuttavuus yhdessä sovelluskomponentissa voi täten koskea useampaa järjestelmäkokonaisuutta. Tällöin yhden sovelluskomponentin arvio voidaan hyödyntää kaikkien niiden järjestelmäkokonaisuuksien arvioissa, joissa kyseinen komponentti on läsnä. Tällä saavutetaan synergiaetua ja saadaan kevennettyä kaikkien järjestelmien erillistä haavoittuvuusarviointia.

Turvallisuus on aina resurssikysymys: lisäämällä resursseja saadaan lisää turvallisuutta. Sopimukset, lait ja säädökset ohjeistavat tietyt vähimmäisvaatimukset kyberturvallisuuden osalta eri tahoille. Vaatimukset voidaan täyttää monella eri tavalla. Riskiperusteinen haavoittuvuushallinta vaatii kohtalaisia resursseja alkuvaiheessa. Sen kautta voidaan kuitenkin saavuttaa kustannustehokasta, syvempään analysointiin perustuvaa haavoittuvuushallintaa.

Avainsanat / Keywords

security turvallisuus riskienhallinta
kyberturvallisuus

YTM-asetuksen mukaisen riskienhallintaprosessin yhteensovittaminen allianssihankeeseen riskienhallintaan Digiradan kehitys- ja verifointivaiheessa – oppeja ja oivalluksia

Rautatiejärjestelmään kohdistuvana allianssihankeena Digiradan kehitys- ja verifointivaiheen riskienhallinnan keskiössä on rautatiejärjestelmän turvallisuuteen ja toimivuuteen liittyvien riskien käsittely YTM-riskienhallinta-asetuksen vaatimusten mukaisesti. Moniin muihin allianssimallilla toteuttaviin hankkeisiin nähden Digiratahankeessa tunnustetaan ja käsitellään riskejä paljon kokonaisvaltaisemmin ja kattavammin koko tarkasteltavaa järjestelmää koskien. Teknisiin suunnitteluratkaisuihin liittyvien riskien lisäksi rautatiejärjestelmän turvallisuuteen liittyviä riskejä tunnustetaan ja käsitellään myös mm. teknologiamuutosten, uusien ja muuttuvien toimintamallien sekä niihin liittyvien ohje- ja pätevyysmuutosten ja -uudistusten kannalta. Keskeisinä rajapintoina näissä tarkasteluissa on otettava huomioon myös mm. toiminnallisen turvallisuuden ja kyberturvallisuuden riski- ja turvallisuustarkastelut. Lisäksi muiden allianssihankeiden tapaan käsiteltävänä on myös projektinhallinnallisia riskejä (mm. hankkeen aikatauluun ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä).

Digiradan YTM-kokonaisuus ja muuttuva ohjekokonaisuus sen osana

Digiratahanke tulee vaikuttamaan niin kattavasti ja kokonaisvaltaisesti rautatiejärjestelmään ja sen turvallisuuteen, että jo hankkeen kehitys- ja verifointivaiheessa on todettu, että rautatiejärjestelmän turvallisuuteen vaikuttavien YTM-riskien käsittelyä ei ole järkevää toteuttaa yhtenä, koko hankesisältöä koskevana kokonaisuutena, vaan käsittely on perusteltua pilkkoa osakokonaisuuksiin. Käsiteltäviksi YTM-kokonaisuuksiksi on linjattu mm. ohjekokonaisuus, pätevyudet ja koulutukset, teknologiamuutos sekä toteutusprojektit perustuen mm. osakokonaisuuksien eriaikaiseen valmistumiseen.

Rajattuihin YTM-kokonaisuuksiin perustuen Digiradan myötä aiheutuvat muutokset on mahdollista kuvata systemaattisesti ja tarkasti järjestelmän määrittelyiksi. Niiden avulla puolestaan voidaan tehdä muutosten merkittävyyden arvioinnit yksityiskohtaisemmin ja konkreettisesti perusteltuina. Tarkempien järjestelmän määrittelykuvausten avulla mahdollistetaan myös muutoksiin liittyvät vaaratekijöiden ja niistä aiheutuvien riskien tunnistamista ja käsittelyä sekä dokumentointia systemaattisin menettelyin riskienhallintaa koskevan YTM-asetuksen vaatimusten mukaisesti. Vaikka em. YTM-kokonaisuudet helpottavat riskienhallinnan kokonaisuuden hahmottamista ja tarkempaa suunnittelua, vaatii kokonaisuuden ja osakokonaisuuksien koordinointi jatkuvaa työtä erityisesti hankkeen riskienhallinnan asiantuntijoilta, jotta kaikki rautatiejärjestelmän turvallisuuteen vaikuttavat riskit tulisivat luokiteltua YTM-riskieiksi ja vieläpä kohdistettua oikeaan YTM-kokonaisuuteen käsiteltäväksi ja dokumentoitavaksi.



Mrs. Arja Kivinen - Finland
- Ramboll CM Oy



Mr. Miikka Uotila - Finland
- Väylävirasto

Esimerkkinä tarkennetaan näkymää Digiradan ohjekokonaisuuden YTM-riskienhallintaprosessiin lähtien muuttuvasta ohjekokonaisuudesta ja sen osista sekä niitä koskien tehdyistä muutoksen merkittävyyden arvioinneista. Ohjekokonaisuuden muutoksen merkittävyyden arvioinnissa ja riskienhallintaprosessissa keskeiseksi asiaksi on noussut rinnakkaisten ohjeiden (ETCS-alue/JKV-alue) käyttäminen Digirataan liittyvän pitkäkestoisen muutoksen aikana – olisiko mm. rinnakkaisten ohjeiden käyttöön liittyvät riskit parhaiten hallittavissa aluekohtaisilla (ETCS-alue/JKV-alue) ohjelistauksilla vai yhdellä yhteisellä ohjelistauksella, jossa aluekohtaiset erot olisivat jaoteltuna.

Riskienhallintaa ja riskitiedonhallintaa

Digiradan kehitys- ja verifointivaiheen allianssissa on tunnistettu useita eri tekijöitä, jotka korostavat hankkeen riskitiedonhallintaan ja tiedonkulkuun liittyvien menettelyiden merkitystä. Näitä tekijöitä ovat ainakin hankkeen valtakunnallinen tarkasteluaajuus, pitkä ajallinen kesto (ja sen myötä muuttuvat osapuolet ja tekijät) sekä huomioon otettavien näkökulmien ja sitä kautta myös riskienhallintaprosessiin osallistettavien osapuolten ja henkilöiden mittava määrä. Nämä kaikki tekijät haastavat Digiradan kehitys- ja verifointivaiheen allianssissa pohtimaan jaideoimaan, miten ja millä keinoin kaikki oleellinen riskitieto saadaan käsiteltyä kaikkien oleellisten osapuolten kesken ja miten tiedot ja opit niistä saadaan siirrettyä eteenpäin myös tulevana vuosina tarvittavien osapuolten ja osahankkeiden hyödynnettäväksi. Tätä varten hankkeelle on laadittu kehitys- ja verifointivaiheen riskienhallinnan toimintamalli, jota kehitetään joustavasti hankkeen edetessä sen tarpeita vastaavaksi. Riskienhallinnassa tehdään myös tiivistä yhteistyötä EKA-toteutusprojektin kanssa sieltä saatavien oppien keräämiseksi ja käynnissä on jo myös riskienhallinnan ja tiedon-

kulun käytäntöjen suunnittelu EKAa seuraaviin toteutusvaiheisiin osana Digiradan toteutusvaiheen toteutussuunnittelua.

(Digiratahankkeen kehitys- ja verifointivaihe toteutetaan Fint-traffic Raide Oy:n ja Väyläviraston välisellä allianssisopimuksella. Allianssikumppaneiden lisäksi kehitys- ja verifointivaiheessa toimii mm. useiden rautatieyritysten sekä konsulttiyritysten suomalaisia ja ulkomaisia asiantuntijoita.)

Avainsanat / Keywords

vaara riski
allianssihanke
turvallisuus
tiedonhallinta
pätevyys
kehittäminen

riskienhallinta
hanke
toimintamalli
teknologia
koulutus
oppiminen

riskitieto allianssi
YTM asetus
tiedonkulku
ohje
projekti
tiedonjakaminen



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



Laitetilojen riskienarviointi – dataa johtamisen tueksi

Proxion (osa WSP-yhtiötä maaliskuusta 2024) laati Väylävirastolle ohjeen rautateiden turvalaitetilojen teknisistä vaatimuksista sekä olemassa olevien turvalaitetilojen riskienarviointityökalun vuosien 2022–2023 aikana. Ohjeella pyritään yhdenmukaistamaan ja selventämään vaatimuksia, jotka perustuvat turvalaitetilan merkittävyyden perusteella määriteltyyn luokitukseen. Ohjeistuksen ydinajatuksena on se, että turvalaitetilat rakennettaisiin siten, että niiden rakennustekninen käyttöikä olisi mahdollisimman pitkä ja toimintavarmuus mahdollisimman hyvä koko elinkaaren ajan.

Laitetilojen huolimatonta suunnittelu ja virheet rakennusteknisissä toteutuksissa voivat pahimmillaan aiheuttaa koko laitetilan tuhoutumisen esimerkiksi yksittäisen komponenttivian tai tuhotyön seurauksena. Suunnittelemalla laitetila nykyohjeistuksen periaatteiden mukaisesti suojaudutaan tehokkaasti näitä uhkia vastaan.

Ratapäivien esityksessä käydään läpi riskienarviointityökalun hyötyjä laitetilojen nykytilan arvioinnissa. Työkalu käsittelee muun muassa kohteen ympäristöä, rakenteita, teknisiä järjestelmiä ja suojausta. Arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa laitetilaan suoritetaan maastokäynti, jonka aikana vaatimuksia arvioidaan suhteessa uuden laitetilan vaatimuksiin. Arviointia varten on tehty



Mr. Joni Kontio - Finland - Proxion/WSP

erillinen Excel-pohjainen työkalu. Esimerkiksi vaativimmassa luokan O laitetilassa arvioidaan 42 erillistä vaatimusta. Jos yksittäinen vaatimus ei täyty, kirjataan työkaluun sanallinen kuvaus, millainen puute kohteessa oli havaittavissa. Maastokäynnillä kerätään myös muuta dataa ja valokuvia laitetilasta siten, että myöhemmin voidaan tehdä laaja-alainen riskienarviointi asiantuntijaryhmän työskentelynä.

Riskienarvioinnin lopputuloksena saadaan selvä tilannekuva olemassa olevan infran keskeisistä riskeistä ja niiden suuruudesta. Arviointien jälkeen voidaan tunnistaa ja priorisoida ne kohteet, joihin turvallisuustasoa korjaavia toimenpiteitä on ensisijaisesti hyvä kohdentaa. Eräs turvallisuustason parantamiseen liittyvä korjaustoimenpide voi olla laiteti-

lan varustaminen palonilmaisulaitteistolla ja laitetilan jakaminen paloteknisesti eri osiin.

Laitetila-arvioinnin aikana voi tulla esille akuutteja vikoja, joihin reagoidaan kunnossapitäjän toimesta. Projektin kokemusten mukaan myös laitetilojen huoltotarvetta ja vikoja voidaan ennakoita käyttämällä hyödyksi nykyaikaista tekniikkaa kuten lämpökameroita. Arvioinnissa on tärkeää, että keskitytään laitetilojen kannalta kriittisimpiin järjestelmiin ja niiden kunnan seurantaan. Lopputuloksena saadun tilannekuvan avulla voidaan ohjata esimerkiksi laitetilojen uudiskohde- ja korjaussuunnittelua.

Esityksen päätteeksi kuulija ymmärtää, mitä hyötyä kriittisen infrastruktuurin omistajalle on laitetilojen arvioinnista ja millaisia johtopäätöksiä arviointien perusteella on mahdollista tehdä. Arviointien avulla myös mahdolliset poikkeamatilanteet voidaan havaita etukäteen ja reagoida niihin oikealla vasteella.

Aiheen esittelyyn on saatu lupa Väylävirastolta.

Avainsanat / Keywords

Riskienarviointi rautateiden laitetilat
teknisten laitetilojen ohje riskienarviointityökalu
kriittinen infra



Kuva Joni Kontio

Allejäänit rautatieliikenteessä – mitä tiedämme niistä ja miten voimme niitä estää?

Junan allejääntien seurauksena Suomen rautateillä kuolee vuosittain 50–60 henkilöä. Allejääntien vuosittainen lukumäärä on pysynyt hyvin samalla tasolla jo viimeiset parikymmentä vuotta eikä siinä ole nähtävissä selkeää kehityssuuntaa. Suurin osa näistä allejääneistä on tahallisia. Samaan aikaan kaikkien Suomessa tehtyjen itsemurhien lukumäärä on vähentynyt vuosien varrella.

Allejäänit ovat keskiössä rautatieliikenteessä tapahtuvia kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tarkasteltaessa – noin 90 % kaikista rautatieliikenteessä kuolleista henkilöistä kuolee allejäännin seurauksena. Tämä ei ole pelkästään suomalainen erityispiirre, vaan sama trendi on nähtävissä myös Euroopan laajuisissa tilastoissa.

Rautatieliikenteessä tapahtuvien allejääntien yhteiskunnalliset vaikutukset ovat suuret. Menetetyn ihmishengen lisäksi rautateillä tapahtuvat allejäänit aiheuttavat mm. häiriötä junaliikenteelle sekä traumoja ja ahdistavia tunteita veturinkuljettajille, uhrin läheisille sekä tapahtuman silminnäkijöille. Veturinkuljettajilla ei radalla olevan henkilön havaitessaan ole käytännössä mitään mahdollisuuksia estää törmäystä, koska junan nopeus alenee hätäjarrutuksessaakin melko hitaasti. Kun veturinkuljettaja havaitsee raiteilla olevan henkilön, hänellä ei ole juuri muuta mahdollisuutta kuin tehdä hätäjarrutus ja äänimerkillä varoittamalla yrittää saada kyseinen henkilö siirtymään pois radalta.

Aina silloin tällöin kuulee sanottavan, että ”Niitä nyt vaan tapahtuu, eivätkä rautatietoimijat voi tehdä mitään (junan) allejääntien estämiseksi”. Tämän esityksen tavoitteena on lisätä allejäänteihin ja niiden estämiseen liittyvää tietämystä ja sitä kautta saada tämä näkökulma entistä paremmin mukaan rautatieturvallisuuden parantamiseen liittyviin keskusteluihin. Tavoitteena on myös esittää tämän kappaleen alussa mainittuun sanontaan liittyviä vasta-argumentteja.



*Dr. Anne Silla -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

Esityksen aluksi kerrotaan, mitä tiedämme allejääntien yleisyydestä ja ajankohdista, allejääneistä henkilöistä sekä heidän onnettomuutta edeltävästä käyttäytymisestään. Nämä tiedot perustuvat vuosien 2005–2020 tietoihin, jotka on koottu aiheeseen liittyvistä tilastoista (rautatietoimijat, poliisi, pelastuslaitos & tilastokeskus). Tämän jälkeen esityksessä käydään lyhyesti läpi allejääntiin johtava prosessia – alkaen päätöksestä mennä rautatiealueelle ja päättyen törmäykseen junan kanssa – sekä esimerkkejä prosessin eri vaiheisiin soveltuvista allejääntien estämistoimenpiteistä. Tiedot estämistoimista perustuvat sekä kansalliseen että kansainväliseen tietämykseen aiheesta. Esityksen lopuksi tuodaan esiin eri toimenpiteiden toteuttamiseen liittyvää laajaa toimijajoukkoa sekä yhteistyön

tärkeyttä. Tarkoituksena olisi erityisesti korostaa toimenpiteitä, joilla rautatietoimijat voivat omalta osaltaan ehkäistä rautateillä tapahtuvia junan allejääntejä.

Avainsanat / Keywords

junan allejäänit rautatieliikenne estotoimenpiteet
yhteistyö

Tekoäly raideliikenteen riskienhallinnassa

Raideliikenteen riskienhallinta on tärkeää, jotta voidaan varmistaa turvallinen sekä sujuva toiminta. Raideliikenteen kasvu, toimintaympäristön monimutkaistuminen ja tarve riskienhallinnan jatkuvalla kehittämiselle tuovat mukanaan niin uusia haasteita kuin mahdollisuuksiakin. Yksi merkittävä mahdollisuus liittyy tekoälyn (AI) yleistymiseen, sillä tekoälyn käyttö on noussut merkittäväksi tekijäksi monilla eri toimialoilla ja sen hyödyntämismahdollisuudet ovat kasvaneet viime vuosina tekoälyn nopean kehittymisen ansiosta. Tekoälyn kehittyminen tuo mahdollisuuksia myös riskienhallintaan ja näitä mahdollisuuksia tutkittiin Väylävirastolle tehdystä selvityksestä ”Tekoäly raideliikenteen riskienhallinnassa”. Selvitystyössä kartoitettiin kirjallisuuskatsauksen, asiantuntijahaastattelujen sekä pilottiprojektien avulla tekoälyn hyödyntämistä riskienhallinnassa. Selvitystyön sisällön ja tulosten osalta ei ole vielä saatavilla lopullisia tuloksia, koska selvitystyö on edelleen käynnissä kirjoitushetkellä, mutta tulosten osalta esitetään tähän mennessä saadut keskeisimmät havainnot.

Työn tavoitteena oli selvittää, miten tekoälyä pystyttäisiin tällä hetkellä hyödyntämään matalalla kynnyksellä ja millaisia kehitysuuntia tekoälyn käytössä tulisi ottaa, jotta riskienhallinnassa pystyttäisiin hyödyntämään tekoälyä mahdollisimman tehokkaasti. Ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla, millaisia tekoälysovelluksia on käytössä joko raideliikenneympäristössä ja/tai riskienhallinnassa sekä tietoturvan roolia tekoälyn käytössä. Kirjallisuuskatsaus osoitti, että tekoälyä on osattu hyödyntää vähintään tutkimustasolla hyvin monipuolisesti mm. riskien tunnistamisen, arvioinnin, käsittelyn ja raportoinnin apuna sekä tuottamalla skenaarioita onnettomuustilanteiden tunnistamisen ja työtapaturmien ennaltaehkäisemisen avuksi. Hyödynnettyjä tekoälysovelluksia ovat mm. koneoppiminen, syväoppiminen, neuroverkot, luonnollisen kielen käsittely ja konenäkö. Useissa kirjallisuuskatsauksen tutkimuksissa tekoäly käsitteli suuria datamääriä, jolloin hyötynä oli lisääntynyt tehokkuus ja tarkkuus mm. riskien ja onnettomuuksia tunnistamisessa sekä niiden ennaltaehkäisyssä. Kirjallisuuskatsauksen tietoturvaosiossa nousivat esille eettiset, laadulliset ja tietojärjestelmien turvallisuuteen liittyvät haasteet.

Selvityksen toinen vaihe toteutettiin puolistrukturoitujen haastatteluiden avulla ja haastattelurunko määritettiin kirjallisuuskatsauksen havaintojen pohjalta riskienhallinta-, tekoäly- ja tietoturva-asiantuntijoille. Haastatteluiden avulla haluttiin ymmärtää, millaisia mahdollisuuksia tai haasteita tekoälyn hyödyntämiseen liittyy vähintään näistä kolmesta näkökulmasta. Haastatteluiden pohjalta voidaan todeta, että riskienhallinnassa toivotaan teko-



*Ms. Virva Kuvaja - Finland
- Sweco Finland Oy*

*Mr. Joonas Malmivaara -
Finland -
Sweco Finland Oy*

älyn apua mm. aiemman riskitiedon ja projektitietojen hyödyntämiseen sekä tiedon hyödyntämiseen kaikilta elinkaaren vaiheilta. Toisaalta halutaan varmistaa tekoälyn tuottaman tiedon luotettavuus ja jäljitettävyyys, jotta voidaan tarvittaessa tarkastella, mistä tekoälyn tekemät ehdotukset ovat peräisin ja millaiseen projektiin tai toimintaympäristöön ne liittyvät. Haastatteluissa korostui etenkin se, että riskienhallinta ei ole jotain, mitä tekoälyn tulee tehdä itsenäisesti, vaan tekoälyn tulee toimia asiantuntijoiden apuna ja riskienhallinnassa ihmiset ovat edelleen tärkeimmässä roolissa.

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden pohjalta lähdettiin suunnittelemaan kolmatta vaihetta, pilotointia, jossa hyödynnettiin tekoälyä käynnissä olevien suunnitteluprojektien riskienhallinnassa. Selvitystyön piloteissa käytännön toteuttamiseen valittiin (kirjoitushetkellä) Microsoftin Copilot

sekä Inclusin riskienhallintatyökalu. Molemmat ovat generatiivisia tekoälysovelluksia, jotka pohjautuvat kielimalliin. Pilottiprojekteissa tekoälyn avulla tehtiin nostoja riskien tunnistamisen ja toimenpide-ehdotuksen osalta. Tekoälyn tekemiä nostoja arvioitiin asiantuntijoiden toimesta ja pilottiprojektien tuloksissa vertailtiin tekoälyn tekemiä nostoja asiantuntijoiden tekemiin nostoihin sekä arvioitiin eri tekoälysovellusten käytännöllisyyttä riskienhallintatyössä. Pilotoinnin alustavat tulokset osoittavat, että molempien tekoälytyökalujen avulla pystytään herättämään keskustelua ja laajentamaan sitä kautta riskien tunnistamisen ja toimenpide-ehdotusten näkökulmia. Toisaalta molemmat työkalut pystyvät tarjoamaan vain yleisiä näkökulmia, joten usean eri alan asiantuntijoiden osaamista tarvitaan myös riskienhallinnassa.

Tämän selvitystyön puitteissa ei ollut mahdollista selvittää ja testata kaikkia asiantuntijahaastatteluissa esiin tulleita mahdollisuuksia. Monet mahdollisuudet vaativat vielä lisäkehitystä sekä tarkempaa määrittelyä siitä, mitä tietoa halutaan ja voidaan hyödyntää milläkin tapaa tekoälyn avulla. Selvitystyön tulosten yhteenvedona voidaan todeta, että tekoälyn rooli riskienhallinnassa on avustavana työkaluna ja riskienhallinnassa korostuu jatkossakin eri asiantuntijoiden tiimityö.

Avainsanat / Keywords

tekoäly AI riskienhallinta raideliikenne

Turvallisuus- ja talous tasapainossa rautatieyritysten vastuuvakuutuksissa

Orpon hallituksen tavoitteena on lisätä kilpailua rautatiemarkkinoilla. Tavaraliikenteessä VR:llä on ollut haastajia jo n. kymmenen vuoden ajan, mutta henkilöliikenteessä kilpailu on toden teolla vasta alkamassa.

Suomen rautatiemarkkinoille tuloon liittyy useita haasteita kuten muusta Euroopasta poikkeava raideleveys, kaluston hankintaan liittyvät kustannukset, tukipalveluiden saatavuus ja melko pieni markkina-alue. Myös rautatieyritysten toimilupaprosessin haastavuus on mainittu selvityksissä markkinoille tulon esteeksi. Yksi toimiluvan myöntämisen edellytys on raideliikennelain (1302/2018) mukaisesti rautatieyrityksiltä vaadittava riittävä vastuuvakuutus tai muu vastaava järjestely, joka kattaa rautatieyrityksen toiminnasta kolmannelle osapuolelle aiheutuneet vahingot. Aiemmin Traficom on ohjeessa esittänyt vähimmäistasot vastuuvakuutuksilta vaadittavista vähimmäistasoista eri toimijaryhmille. Vuoden 2024 alussa Traficom valmisti vastuuvakuutusten vähimmäistasojen asettamista rautatieyritysten osalta määräyksellä. Määräysvalmistelun tueksi Traficom tilasi selvityksen, jonka tavoitteena oli määrittää riittävät vähimmäistasot erilaisten rautatieyritysten vastuuvakuutuksille.

Mitä sitten tarkoittaa riittävä vastuuvakuutus? Vastuuvakuutusten vähimmäistason määrittämisessä kohtaa mielenkiintoisella tavalla turvallisuuden hallinnan ja markkinan kehittämisen näkökulmat. Vastuuvakuutuksen vähimmäismäärän tulee olla riittävän korkea kattamaan vakuutuksen ottajan kolmansille osapuolille aiheuttamat vahingot. Vastuuvakuutuksen hankkimisen aiheuttamat kustannukset eivät kuitenkaan saa nousta niin korkeiksi, että vakuutuksen hankinnasta muodostuisi markkinoille tulon este.

Selvityksen lähtökohtana oli kartoittaa mahdollisia onnettomuusskenaarioita rautatieliikenteessä. Onnettomuusskenaarioiden luomisen tausta-aineistoksi koottiin aineisto Suomessa tapahtuneista rautatieonnettomuuksista ja vakavista vaaratilanteista. Myös tapahtuneita vaaratilanteita käytettiin skenaarioiden ideoinnin taustana. Rautatieonnettomuuksien ollessa Suomessa hyvin harvinaisia aineistoa rikastettiin myös koosteella muissa EU-maissa tapahtuneista vakavista rautatieonnettomuuksista. Onnettomuusaineiston pohjalta luotiin skenaarioita Suomessa mahdollisista vakavista rautatieonnettomuuksista. Onnettomuusskenaariosta arvioitiin niistä aiheutuvia henkilövahinkoja ja kustannuksia.

Vastuuvakuutusten vähimmäistasot määriteltiin siten, että vähimmäistason mukainen vastuuvakuutus kattaa suurella todennäköisyydellä onnettomuuden, joka Suomen rautatiejärjestelmässä voi tapahtua. Vähimmäistasojen määrittämisessä ja riskitasojen laskemisessa hyödynnettiin vakuutusmatematiikan ammattitaitoa. Onnettomuuksien pienten todennäköisyyksien ja vakuutusten aiheuttamien kustannusten vuoksi vähimmäistasojen määrittämisessä ei ole tarpeen käyttää ns. worst case skenaario ajattelua. Vähimmäistasot jättävät rautatieyritykselle mahdolli-



*Mr. Ville Vainiomäki -
Finland - Welado Oy*



*Mr. Jari Nieminen -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

suuden hankkia markkinoilta vähimmäistasoa korkeampi vastuuvakuutus, mikäli se arvioidaan yrityksessä tarpeelliseksi. Selvityksen perusteella esitettiin vastuuvakuutusten vähimmäistasoja eri toimijaryhmille.

Selvityksessä tehtiin lisäksi katsaus neljän vertailumaan vastuuvakuutusten vähimmäistasoihin sekä niiden määrittämiskäytäntöihin. Maiden välisistä eroista johtuen, Suomen vähimmäistasojen määrittämistä ei kuitenkaan tehty vertailumaiden vähimmäismäärien perusteella vaan vertailumaiden aineisto toimii selvityksessä referenssiaineistona ja vähimmäistasojen oikean suuruusluokan varmistamisen tukena.

Traficom asetti selvityksen mukaiset vähimmäistasot rautatieyritysten vastuuvakuutuksille määräyksellä syksyllä 2024. Aiemmin vastuuvakuutusten vähimmäistasojen esittäminen jo ohjeenkin tasolla on aiheuttanut alan toimijoiden keskuudessa jonkin verran keskustelua. Mikäli määritetyt vähimmäistasot herättävät kysymyksiä on aiheesta mahdollista keskustella Traficom edustajien ja selvityksen laatijoiden kanssa. Selvitys ja skenaariot on myös julkaistu Rautatieyrityksen toimilupa määräyksen perustelumuiiston liitteenä. Aika näyttää onko vastuuvakuutusten vähimmäistasot määritetty sopivalle tasolle talouden ja turvallisuuden kannalta. Joka tapauksessa vähimmäistasot on nyt määritetty kattavan tausta-aineiston ja vakuutusmatemaattisen riskitarkastelun perusteella.

Avainsanat / Keywords

turvallisuus liikenneturvallisuus riskienhallinta

Kohti riskiperusteista valvontaa

Traficomin tehtävänä on edistää raideliikennejärjestelmän turvallisuutta. Yksi Traficomin ydintehtävistä on toteuttaa sääntelyn vaatimaa valvontaa. Valvonta keskittyy turvallisuusjohtamisjärjestelmänäkökulmaan eli pyritään varmistamaan, että toimijat hallitsevat oman toimintansa riskit turvallisuusjohtamisen menettelyin.

EU:ssa riskiperusteisen valvonnan juuret voidaan katsoa olevan toimintaympäristön muutoksessa, jonka myötä rautateille on tullut ja tulee tulevaisuudessa paljon uusia toimijoita. Turvallisuusviranomaisella ei ole mahdollisuutta valvoa samalla intensiteetillä kaikkia toimijoita vaan valvonta tulee kohdentaa erityisesti niille alueille, missä on suurimmat turvallisuusriskit. Silloin valvonnan vaikuttavuus voidaan saada mahdollisimman suureksi.

Riskiperusteisuuden käytännön toteutusta ei säännellä EU-tasolta vaan eri maat ovat kehittäneet valvontaansa omista lähtökohdista omaan suuntaansa. Traficomin riskiperusteisen valvonnan kehittämistyössä on tehty yhteistyötä EU-tasolla, jolloin on pyritty löytämään hyviä käytäntöjä myös muilta.

Riskiperusteisen valvonnan kehittämisessä lähdettiin kahdesta näkökulmasta: riskikuvan luominen sekä toimijakohtaiset riskitasot. Riskiperusteisuuden tulee näkyä sekä valvonnan painopisteiden määrittämisessä että valvonnan kohdentamisessa toimijoiden välillä.

Riskikuvan kehittämisen tavoitteena on rautatiejärjestelmän keskeisten riskialueiden tunnistaminen ja huomioiminen valvonnan kohdentamisessa. Sen lisäksi riskikuvan kautta kehitetään vuoropuhelua raideliikenteen toimijoiden ja viranomaisten välillä.

Riskikuvan luomisessa on huomioitu muun muassa turvallisuuden seurannassa saatavia tietoja turvallisuuspoikkeamista, valvonnan tuloksia ja sidosryhmäyhteistyön kautta saatavia tietoja. Riskikuvan kehittäminen jatkuu osana kansallisen turvallisuussuunnitelman mukaista työtä.

Toimijakohtaisen riskitason osalta Traficom on kehittänyt käyttöönsä ensimmäisen version työkalusta, jolla määritellään toimijakohtaisesti riskitaso. Työkalu toimii valvonnan suunnittelun pohjana ja ohjaa toimijoihin kohdistettavan valvonnan määrää. Työkalu luotiin Tanskan valvojan viranomaisen työkalun pohjalta ja siinä on huomioitu neljä osa-aluetta, joilla on keskeinen vaikutus Traficomin kuvaan raideliikenteen toimijakentän riskeistä. Näitä ovat toimijan tyyppi ja toimintaympäristö, tapahtumat / poikkeamat, hyväksyntätiedot sekä valvontatiedot. Jokainen kokonaisuus koostuu erilaisista aiheeseen liittyvistä mittareista sekä niiden painotuksesta. Työkalussa täytetään kentät Traficomilla olevien tietojen mukaan ja lopputuloksena saadaan toimijan vertailukelpoinen viitearvo.

Toimijan tyyppissä kerättäviä tietoja ovat toimijan toiminnan laji, ajetut junakilometrit, toiminnan luonne, toiminta-alue sekä erilaisen rautatiekaluston määrä. Rataverkon haltijoilla tarkastellaan ratakilometrit, toimintaympäristötekijät sekä rajautuvien rataverkkojen määrää.



*Ms. Emma-Liisa Tanska
- Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*



*Mr. Janne Anttila -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

Tapahtumat / poikkeamat -osio koostuu toimijan ilmoittamista onnettomuuksien ja vaaratilanteiden määrästä, jotka kerätään toimijoiden toimittamista vuosittaisista turvallisuuskertomuksista.

Hyväksyntätiedot koostetaan keräämällä arviot eri Liikenne- ja viestintäviraston lupahakemusten käsittelyistä ja muista toimijan valvonnoista. Osiossa tarkastellaan karkeasti sitä, vaikuttaako toimijan suoriutuminen eri lupa- ja valvontatapahtumien perusteella keskivertoa paremmin, heikommin vai keskivertaisesti.

Valvontatiedoissa kerätään tiedot myönnetyn luvan ehtojen määrästä, aiemman valvonnan havaintojen määrästä, edellisestä valvonnasta kuluneesta ajasta sekä toimijan kypsytyksestä. Tiedot kerätään Traficomin asianhallintajärjestelmästä vuosittain. Kypsytyksen arviointia päivitetään vielä tulevaisuudessa.

Työkalulla pyritään luomaan tehokkaampaa valvontaa kohdistamalla valvontaa sinne, missä se on vaikuttavinta. Työkalulla luodaan dokumentoidut ja selkeät perustelut valvontakohteiden valinnalle. Samoin kerättyä tietoa pyritään hyödyntämään entistä paremmin.

Riskikuvan ja toimijakohtaisen riskitason lisäksi Traficom on päivittänyt valvontastrategiaansa tukemaan riskiperusteista valvontaa. Valvontastrategia koskee vuosia 2025-2027 ja siinä on mm. määritelty seuraavien vuosien valvonnan painopistealueiksi riskienhallinta ja sen vaikuttavuus, toimintavarmuus ja turvallisuuskulttuuri.

Avainsanat / Keywords

Riskienhallinta turvallisuus riskiperusteisuus
valvonta

The MIPRO logo is displayed in white, bold, uppercase letters within a solid purple rectangular box. The background of the entire page is a photograph of a high-speed train traveling through a snowy, forested landscape. The train is white with green accents and is moving from the right side of the frame towards the left. The ground is covered in a thick layer of snow, and the trees in the background are also heavily laden with snow. The sky is a pale, overcast grey.

MIPRO

RATA 2025

Tervetuloa tapaamaan meidät Tampere-talolle
11.-12.2.2025!

Löydät meidät osastolta 59, jossa esittelemme uusimmat
ratkaisumme ja palvelumme. Tule juttelemaan, kysymään
ja tapaamaan asiantuntijoitamme!

mipro.fi

Light rail training program - complete course from urban planning to projects and operation

Light rail training is a comprehensive international course on urban development and urban rails. The background of the course is the development of sustainable transportation in cities which is more and more based on urban rail systems and especially light rail systems. Also the urban planning is based in many cities on light rail systems such as trams.

Helsinki among many other cities has established light rail projects and have further plans to expand the light rail network in the next decades. The growth of the city and the light rails is in an unseen volume. This means that also the need of educated people is evident.

To fully achieve the goals while also creating sustainable and livable city and operational efficient light rail system, a need to educate people with a holistic understanding was recognized. An estimation was made, that within the next 10 years only projects in city of Helsinki would need more than hundred persons with this knowledge.

Kaupunkiliikenne Oy and City of Helsinki reviewed in 2018 and 2019 existing national and international education programs that could teach this kind of holistic approach to light rails. Since no suitable program was found, an own program of Light Rail Training (LRT) was established in 2020 together with Eastern Switzerland University of Applied Sciences and professor Gunnar Heipp.

The program comprehends all aspects related to light rails; urban planning, transportation planning, sustainability, project execution and procurement, infrastructure and street design, vehicle design and procurement, maintenance of vehicles and infrastructure, control center and driver operations.



Mr. Artturi Lähdetie - Finland - Kaupunkiliikenne Oy

Prof. Gunnar Heipp - Germany - Ostschweizer Fachhochschule OST

For the program an multi-disciplinary steering board was founded already in 2019 to set content and targets of the program but also to select the participants for the courses. The main target of the program is to educate the city and Kaupunkiliikenne employees while strengthening the network of Finnish and international professionals in the business.

The courses are limited to 25 people at a time. Participants are mainly from Kaupunkiliikenne and city of Helsinki. Other participants such as other tramway cities in Finland, state officials, design consultants and entrepreneurs are also included.

The first edition of the course, LRT I, was held in 2021 and 2022 as an four-week pilot course in Zurich, Dresden and Helsinki. The course included lectures, workshops, exercises and excursions. A deep collaboration also with the Dresden tram operator DVB was established. The lecturers in the

course were early booked so that we were able to benefit from the knowledge of some of the most experienced and appreciated professionals.

The pilot course gave us important information to develop the course and now it has been compacted to three weeks in three cities.

So far more than 70 participants have done the training. The fourth LRT course starts in 2025 and the need for further courses is apparent. The aim is to open the course for public and international participants and thus even widen the network of light rail professionals.

Module 1 (9)	Module 2 (8)	Module 3 (3)
Integrated urban and mobility planning	General public transport planning	Environmental aspects in infrastructure planning
Module 4 (10)	Module 5 (5)	Module 6 (7)
Operations, rolling stock and depots for light rail systems	Economics of transport with focus on public transport	Light rail infrastructure and design
Module 7 (5)	Module 8 (2)	Module 9 (2)
Infrastructure construction and maintenance	Public law, legal procedures, permit processes and public relations for infra. projects	Procurement for engineers



Avainsanat / Keywords

knowledge and competence	operations and maintenance
light rail	urban planning
transportation planning	projects
procurement	light rail training
raitiotie	kaupunkikehitys
liikennejärjestelmä	osaamisen kehittäminen
pikaraitiotie	kunnossapito

Kuva: Artturi Lähdetie

High speed rail infrastructure and rolling stock design: Case of Finland

In today's context of increasing demand for social equality, High Speed Rail (HSR), with operating speeds exceeding 250km/h, emerges as a solution to bring societies closer together, thereby reducing social disparities. HSR responds to multiple demands, addressing both the growing need for accessibility and responding to the urgent need of reducing emissions. Renowned for its exemplary safety record, high capacity, and notable energy efficiency, HSR occupies a central role in the transportation systems, driving rapid expansion around the world.

In Finland, substantial experience in operating trains at a maximum speed up to 220km/h exists, but there is no capability above this threshold. Although previous research has explored the introduction of HSR in Nordic countries, there is a need for an updated examination tailored to Finland. Given that there is an expanding interest in HSR projects in Finland, the limited local experience means that it is important to develop a holistic approach to HSR design that considers all stakeholders.

This research explores the considerations that arise in the design of the infrastructure and rolling stock for HSR within the challenging context of Finland's long and severe winters, along with Finnish railway unique technical characteristics, with particular focus on the Itärata line. The study aims to identify the particularities of HSR infrastructure and rolling stock compared to conventional rail lines, while also distinguishing it from HSR projects in other global contexts. Additionally, to ensure these aspects are understood within the whole rail network, the study identifies critical aspects for ensuring interoperability between HSR and the wider rail network.

Emphasizing the importance of the design phase, the study analyzes fundamental HSR components, identifies potential challenges and solutions to ensure reliable and safe service while assuring efficient system design and operations. The study incorporates expert interviews from both local and international context to gain a broad understanding on the matter. Central to the methodology is the adoption of a systems thinking approach, facilitating a comprehensive understanding of relations among various elements of the railway infrastructure and operational processes.



*Ms. Florencia Bigatti -
Finland - WSP - Itärata
- Aalto University*

Key findings highlight that HSR systems impose more stringent requirements on both infrastructure and rolling stock to fulfill safety standards and passenger comfort. Notably, straighter, and flatter track geometries, bigger track separations, and more precise tolerances for geometry imperfections emerge as essential infrastructural adaptations. Similarly, rolling stock must exhibit increased robustness and have the power to operate at higher speeds. Most winter challenges remain consistent as speed increases, but certain factors have a greater impact, with ice dropping on the track bed being the most significant concern. In addition, ensuring interoperability requires meticulous consideration of track gauge, structural gauge, and electrical systems.

In conclusion, these implications underscore the unique challenges that the introduction of HSR in Finland must address, with some presenting substantial cost implications while others demand innovative solutions. By identifying these special points of consideration, the research contributes to the understanding of the complexities inherent in implementing HSR within Finland's distinctive operational context, while opening specific focal points for further analysis.

Avainsanat / Keywords

High-speed infrastructure rolling stock
winter conditions

Low adhesion management in the Helsinki metro environment

In this thesis, a method to determine low adhesion issue locations and adversarial weather conditions on the Helsinki metro main line is developed. The method parses trains' Wheel Slide Protection (WSP) actuation data with the trains' location and the results are compared against hourly weather data. The data was interrogated retrospectively and processed with Python code. The results indicate a correlation between increased M300 series train's WSP system actuation and rainy, snowy, and high relative humidity weather. The correlation is amplified in near-zero Celsius temperature conditions. Furthermore, the developed method maps the actuation instances with a 50-metre resolution, capitalizing on an existing RFID-based train tracking system. This mapping highlights certain sections on the main metro line that consistently show the correlation between prevailing weather conditions and

*Mr. Mikko Paajanen
- Finland -
Kaupunkiliikenne Oy*

Wheel Slide Protection actuation activity. The M300 train series is currently in driver-driven traffic and will be driven by an Automatic Train Operation (ATO) system in the future. This thesis proposes how the result and the method can be used in developing a weather-based low-adhesion warning system. Such a system would allow adjusting ATO operation to mitigate low adhesion-related safety risks. The developed method should be used to further study the effects of weather conditions that were delimited from the thesis study. The thesis study took place from March to August 2023 in Helsinki.

Avainsanat / Keywords

Wheels Slide Protection (WSP)	low adhesion
metro train	metro
Automatic Train Operation (ATO)	weather

Work Model for Fitting ETCS Systems in Low Serie Vehicles

The roll-out of ERTMS/ETCS requires fitting the on-board system on a large number of vehicles of various types. This is a challenge in terms of not only cost, but also capacity.

Especially difficult are the vehicles in low numbers and rare types, including yellow machines. The cost of installing is relatively high as the one-off cost of the design, homologation and approval cannot be shared over a larger fleet of identical vehicles.

STHK has identified a business opportunity by specialising in such vehicles. Using a smaller and agile teamwork approach, and ability to collaborate with smaller workshops, smaller series and less common vehicles can be fitted with ETCS at a lower price.

The key is that all ETCS vendors have designed their systems around a Generic Application/Specific Application split, with the intention of making all the vehicle adaptation in the Specific Application while leaving the Generic Application untouched. This means that the product design and documentation is fit for outsourcing the SA engineering. This may never have been the intention or design goal, but it is nevertheless the result. However, the full endorsement and cooperation between the ETCS vendor and STHK is a prerequisite. But we consider this is the only real obstacle.

*Mr. Jesper Näsström -
Sweden - STHK*

The business model is a win-win. The vehicle owner gets a partner who is dedicated to the task of adapting and engineering the fitment of the ETCS on-board. And the ETCS vendor can produce and sell more on-board systems than their in-house SA organisation can serve. Indeed, the unique or small fleets are less attractive than the larger fleets where the SA resources are used to enable larger sales.

We believe this is a business model that has an important role to play to support the migration to ETCS and the emerging Baselines with new functionality.

Avainsanat / Keywords

digitalization	automation	satellite
positioning technology		ERTMS, ETCS

Experimental calculation of finding transfer function for the estimation of rail corrugation using axle-box accelerometers in a scaled track

Rail corrugation is a wave-type wear along the rail with a range of wavelengths between 10 and 1000 mm. It often appears in metro lines, urban railways, and high-speed railways, resulting in remarkable vibration and noise that affect the operating performance of rail vehicles.

Conventionally, the rail corrugation is monitored while the train stops. The walking-speed trolleys, which are pushed by human operators, are used to measure the corrugation while running at around 1 m/s. It easily leads to train delays and only reduces the likelihood of accidents. To measure/estimate rail corrugation on a large scale, the indirect approach making use of axle box acceleration (ABA) is a good choice due to the low cost, easy maintenance, and commercial speeds. Using an indirect approach, ABA measures the vehicle vibration triggered in the vertical direction by corrugation. The signal processing technology is employed to filter the noise and find useful information for the corrugation derivation.

In the state of art, estimation of rail corrugation using ABA is usually presented in the forms of wavelength-domain spectra and/or the root mean square. The resulting solution is effective in providing the wavelength of the selected corrugated track, but the magnitudes (or depths) are not explicitly derived. Compared to existing indirect approaches, this paper develops a comprehensive procedure to derive the rail corrugation in both wavelength-domain spectra and space domains using a scaled experimental track. To conduct the quantitative analysis of the effect of the wavelength and amplitude of the corrugation on the vehicle vibration, a corrugated profile is designed as a combination of four harmonic waves and machined on the railhead by employing a CNC machine. The rail corrugation spectra are calculated using the spectra of ABA measurement and the knowledge of the transfer function (TF). The inverse discrete Fourier transform is used to transform roughness spectra into the space domain.

*Dr. Xinxin Yu - Finland -
Tampere University*

*Dr. SERGIO MUÑOZ -
Spain -
University of Seville*

*Dr. PEDRO URDA - Spain -
University of Seville*

*Prof. Jose Escalona -
Spain -
University of Seville*

The proposed approach is demonstrated experimentally in a scaled experimental track with an artificially manufactured 1/10 scaled rail surface with a combination of four harmonic waves of 5-, 10-, 20- and 30-mm wavelength and amplitudes of 45, 75, 60, and 30 microns. The results presented in this work can not be directly extended to real tracks because of the effect of the scale and because the track stiffness is relatively high compared to real tracks. However, the precise knowledge of the test conditions, including the geometry of the corrugated sections, can be helpful to advance in the detection of corrugation through ABA measurements.

Avainsanat / Keywords

Urban Rail Traffic Rail vehicle vibration Signal processing
Rail roughness

Reducing the Carbon Footprint of Concrete Level Crossing Maintenance through Geopolymer Injection Technology

Railway concrete level crossings are critical infrastructure components that frequently suffer from settlement issues, leading to ride quality degradation and safety concerns. Traditional maintenance solutions typically involve complete reconstruction, a process that is not only time-consuming and costly but also associated with a significant carbon footprint. In contrast, the last decade has seen the emergence of geopolymer injection technology as a viable alternative. This method allows for in-situ treatment of the level crossings without the need for extensive equipment or track removal, thereby minimising disruption and environmental impact.

The paper presents a comprehensive study on the application of geopolymer injection technology for the maintenance of railway concrete level crossings. This innovative approach is compared against traditional reconstruction methods, with a focus on carbon footprint reduction and performance efficacy.

The paper details a case study of a concrete level crossing in the Northern-Eastern region of England, experiencing rapid geometry deterioration due to subgrade settlement. Geopolymer injections were utilised to lift the level crossing back to its design geometry and strengthen the sub-base below, achieving a significant reduction in the rate of deterioration (from a rate of 0.3mm/day to 0.004mm/day). This improvement translates to an estimated life extension of approximately 22 years for the level crossing.

A Carbon Life Cycle Assessment was conducted to compare the carbon footprint of geopolymer treatment with that of traditional reconstruction methods. The assessment showed a 95.11% reduction in CO₂e emissions over a 60-year lifespan by using Geopolymer injection to remediate the level crossing.

The Carbon Life Cycle Assessment considered raw materials, delivery of raw materials, fuel used for implementation, travel to and from site job site for labour and waste/disposal.

The paper acknowledges several limitations, including assumptions about the condition of the concrete level crossing over time, the consistency of improvement with each geopolymer intervention, and the potential for more efficient replacement



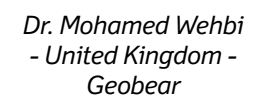
Mr. Tuomas Lievonen - Finland - Geobear



Mr. Liam Bromley - United Kingdom - Geobear



Mr. Sam Doe - United Kingdom - Geobear



Dr. Mohamed Wehbi - United Kingdom - Geobear

methods that could lower CO₂e emissions. Despite these considerations, the paper concludes that geopolymer injections offer an effective and environmentally responsible solution for maintaining concrete level crossings. The reduction in site logistics and disruption, coupled with the significant decrease in carbon footprint, underscores the potential of this technology to contribute to sustainable infrastructure maintenance practices.

In summary, this paper demonstrates the viability of geopolymer injection technology as a sustainable alternative to traditional reconstruction methods for the maintenance of railway concrete level crossings.

Avainsanat / Keywords
Sustainable Development
Asset Maintenance

Carbon Reduction
Life Cycle Assessment

What can the Finnish Market Learn from the Experiences from the ETCS Onboard Enrollment in Sweden?

Sweden implemented the European Rail Traffic Management System (ERTMS) for the first time in August 2010. The event was marked by a visit from the Swedish King, and the occasion was celebrated with great festivity. However, what has transpired since that historic moment? Over the years, Sweden has experienced both successes and challenges with ERTMS implementation. What lessons might Finland glean from the Swedish experience? Guidance is readily available, and it would be unfortunate if similar mistakes were to be repeated.

This presentation will concentrate on the onboard aspects of ERTMS/ETCS and will address the following key topics:

- Establishing robust requirements when procuring ETCS systems.
- Effective practices for the installation of ETCS systems.
- Approaches to monitoring and follow-up during operational deployment.
- Lessons learned—both positive and negative—during the testing phase of ETCS systems.
- Engaging with authorities in a constructive and collaborative manner.
- Lastly, practical recommendations for navigating the journey ahead.

David brings more than 20 years of experience in working with ETCS onboard systems, both from the perspective of companies delivering these systems and those procuring them. At present, David serves as a consultant to several of Sweden's largest passenger transport companies.



*Mr. David Gustavsson -
Sweden - STHK*

Avainsanat / Keywords

digitalization automation satellite
positioning technology ERTMS ETCS



Kuva: Wille Nyssönen/Tampereen Raitiotie Oy

Sweco on Suomen ja koko Pohjois-Euroopan johtava raideliikenteen asiantuntijayritys. Osaamisemme kattaa kaikki valtion rataverkon suunnitteluun tarvittavat tekniikkalajit, rautateiden käyttöönottotarkastuspalvelut, yksityisrautateiden asiantuntijapalvelut sekä raitiotieliikenteen suunnittelutehtävät. Sadat Swecon suunnittelijat ja asiantuntijat työskentelevät viikoittain Suomessa eri raideprojektien parissa.

sweco.fi



VR FLEETCARE

Building the future of rail traffic

We participate in the Rata 2025 seminar.
Welcome to visit us at **stand 15**.

vrfleetcare.com



TURMS-innovaatioklusteri ja Lyyli Living Lab

Lyyli Living Lab on avoin kehitysympäristö raitiovaunuliikennettä runkunaan hyödyntäville kaupungin liikenne- ja liikkumispalveluille sekä niihin kytkeytyville digitaalisille palveluille. Se tarjoaa yrityksille mahdollisuuden testata tuotteitaan ja palveluitaan aidossa käyttöympäristössä ennen markkinoille tuomista, vauhdittaen samalla kestävästä kaupunkikehitystä ja käyttäjäkeskeisten innovaatioiden syntyä ketterien kokeiluiden, todennusten ja referenssiratkaisujen kautta. Lisäksi toimintaan kuuluu kaupungin liikennejärjestelmän kehittämiseen liittyvien tavoiteohjattujen haasteiden ratkaiseminen.

Living Lab-toimintaa koordinoidaan TURMS-Innovaatioklusterissa, jonka isäntäorganisaationa toimii Tampereen Raitiotie Oy. Kaikille avoin klusteri soveltuu erityisesti yrityksille, jotka ovat palveluiden ja teknologioiden kehittäjiä, palveluiden tarjoajia sekä näihin liittyviä startup-toimijoita. TURMS-Innovaatioklusterin ytimen muodostaa suomalainen SmartRail ekosysteemi, joka on Škoda Trans-technin, Tampereen kaupungin, Tampereen yliopiston, VTT:n ja useiden muiden toimijoiden muodostama yhteistyöverkosto ja ekosysteemi. Sen tavoitteena on luoda maailman paras raitiovaunu, integroida siihen markkinoiden houkuttelevin matkustajakokemus ja palvelut sekä tehdä siitä vientituote. Mallina ekosysteemissä käytetään Tampereen Ratikkaa.

Innovaatio- ja testaustoiminnan keskiössä ovat vuoden 2024 alussa käynnistyneen SmartRailin kolmannen innovaatiovaiheen myötä kehitettävät raitiovaunuun ja raitiotiejärjestelmään kytkeytyvät digitaaliset liikkumispalvelut sekä kestävä, palveleva ja turvallisesti autonomisoituvan tulevaisuuden kaupunkiliikenteen edellyttämät skaalattavat teknologiaratkaisut. Hankkeessa toteutetaan datapohjaisia ratkaisuja matkustuskokemuksen, matkakettujen sujuvuuden sekä jalankulkijoiden, pyöräilijöiden ja erityisryhmien liikenneturvallisuuden parantamiseksi.



Mrs. Helmi Sipari - Finland - Tampereen Raitiotie Oy

Mr. Ali Huttunen - Finland - Tampereen Raitiotie Oy

Mr. Mika Luutikivi - Finland - Tampereen Raitiotie Oy

Kansainvälisesti ainutlaatuinen älykkään kaupunkiliikenteen Lyyli Living Lab -testausympäristö ja sen ytimenä oleva Tampereen liikenteessä toimiva raitiovaunu palvelevat monipuolisena kokeilu- ja testausalustana, jossa kaupunkilaiset voivat osallistua kehitystyöhön. Raitiovaunu havainnoi liikennettä, liikkumista ja ympäristöään kameroiden ja muiden sensoreiden avulla sekä mahdollistaa seuraavan sukupolven matkustajapalveluiden ja teknologiaratkaisuiden kehityksen aidossa toimintaympäristössä. Haasteita innovaatio- ja testaustoiminnalle lisäävät liikenteen autonomisoitumisen ja digitalisoitumisen myötä tulevat vaatimukset sensorteknologioille, tietoliikenteen suorituskyvylle, datan laadulle ja jakamiselle sekä kyber- ja tietoturvalle.

TURMS-Innovaatioklusterin toiminta käynnistyi kesällä 2022 Business Finlandin tehtyä hankkeen kannalta positiivisen rahoituspäätöksen Suomen kestävä kasvun ohjelmasta. Suomen kestävä kasvun ohjelma on osa EU:n elpymisvälinettä (Recovery and Resilience Facility, RRF). Business Finlandin rahoitus jatkuu nykyisillä päätöksillä vuoden 2025 loppuun.

TURMS-Innovaatioklusterin tuloksia hyödynnetään sekä kuluttajia palvelevan ja turvallisesti automatisoituvan kaupunkiliikennejärjestelmän toteuttamisessa että uuden liiketoiminnan, yritysvetoinen kasvun ja viennin sekä uusien työpaikkojen synnyttämisessä.

Avainsanat / Keywords

kaupunkiraideliikenne	raitiotie	innovaatio
testaus	kehitys	Topic Areas

Tiiviissä kaupunkiympäristössä toteutetun ratahankkeen haasteet ja opit: Case ESKA

Espoon kaupunkiradan rakentamissuunnittelu on saatu päätökseen usean vuoden jälkeen ja rakentaminen on käynnissä. Hankkeessa on sovitettu mm. lisäraiteet siltoineen ja meluseinineen, pyöräilybaana sekä uusien vaatimusten mukainen kunnallistekniikka tiiviiseen kaupunkiympäristöön. Tämän tyyppisiä hankkeita tulee suunnitteluun tulevaisuudessaakin, joten on aika pysähtyä miettimään, mitä tästä voidaan oppia.

Suunnittelun luonne tiiviissä kaupunkiympäristössä

Vain osa kaupungin infrastruktuurista näkyy maan pinnalle ja se aiheuttaa merkittäviä haasteita yhteensovitukselle sekä vaatimuksia lähtötietojen tarkkuudelle. Tiiviisti rakennetussa ympäristössä kaikki radan liittyvät rakenteet on haastava yhteensovittaa, koska ylimääräistä tilaa ei usein ole. Radan läheisyydessä olevat tekniset verkostot, kuten vesijohdot, viemärit, hulevesijärjestelmät, kaukolämpöverkostot ja tieverkoston kuivatusjärjestelmät vaikuttavat yhteensovitukseen. Näiden suojaus tai jopa siirtotarve tulee suunnitella yhdessä verkostojen omistajien kanssa.

Lähtötiedot kriittisiä onnistumiselle

Suunnittelulle on määrätty aikataulu. Aikataulussa pysymisen kannalta suunnittelijan on tarve saada kaikki tarvittavat lähtötiedot varhaisessa vaiheessa heti suunnittelutyön käynnistyttyä. Haasteena oli, että kaikki lähtötiedot eivät olleet helposti saatavissa. Esimerkki mittaukset ja pohjatutkimukset suoritettiin suunnittelutyön rinnalla, minkä vuoksi suunnittelua jouduttiin edistämään aluksi vajavaisilla lähtötiedoilla.

Tilaaajan päätöksenteko

Toinen tärkeä aikatauluun vaikuttava asia on suunnitelmaratkaisujen päätöksenteko. Tilaajan ja tilaajan asiantuntijoiden resurssien riittävydellä on suunnitteluttamiseen tai suunnittelunohjaukseen suuri merkitys yhteensovitukselle ja päätöksenteolle ja sitä kautta suunnittelun etenemiseen. Etenkin työ alussa lähtötietojen



Mr. Hafizur Rahman -
Finland - AFRY Finland Oy

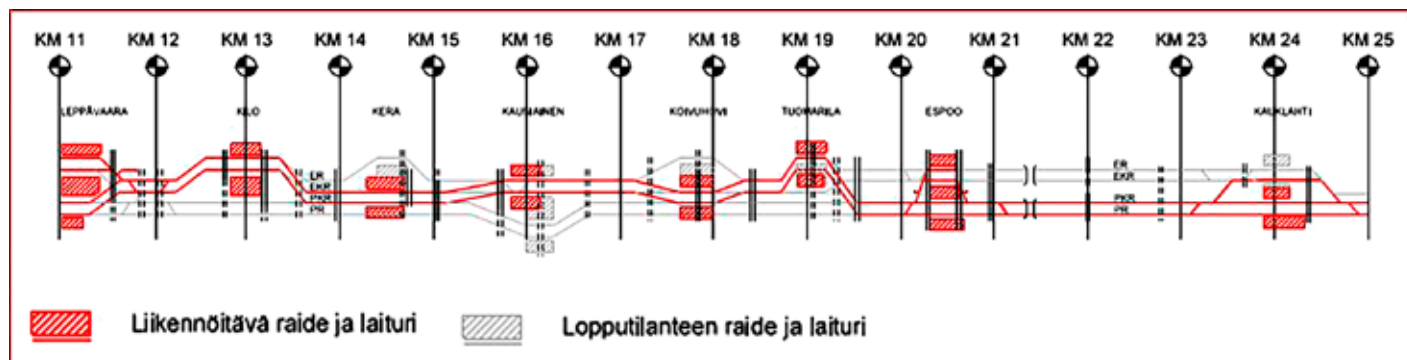
Mr. Risto Ketonen -
Finland - AFRY Finland Oy

ja päätösten puutteet ja viiveet lisäsivät suunnittelun iteraatiokierroksia, jotka kuluttavat hankkeelle varattuja resursseja ja aikataulua. Erityisesti kaupunkiympäristössä suunnittelun vaikutusalueella on rinnakkaisia hankkeita. Näiden yhteensovittamisen huomioiminen suunnittelu- ja päätöksentekoaikataulussa on todella haastavaa. Tämän yhteistyön huono toteutus viivyyttää toteutuskelpoisen ja taloudellisen suunnitelman valmistumista, nostaa suunnittelun kustannusta ja viivästyttää rakentamisen aloittamista.

Suunnittelutyön edetessä suunnittelutiimin koon kasvu asettaa myös omat haasteet, varsinkin rinnakkaiskonsulttien töiden käynnistyessä myöhäisessä vaiheessa. Väylävirasto ja kaupungit täydensivät hankintojaan työhön liittyen. Näin muuttuvasta suunnitteluryhmästä johtuva puutteellinen viestintä vaikeuttaa eri osapuolten yhteistyötä ja yhteensovitusta.

Käytännön esimerkkejä opitusta:

- Lähtötiedot kuntoon ennen suunnittelun aloittamista. Suurimmat aikataulu- ja toteutettavuus haasteet olivat pohjatutkimuksissa liikennöidyllä radalla ja tiiviissä kaupunkiympäristössä.
- Eri suunnittelutoimeksiantojen aikataulujen yhteensovitusta tulee hallita paremmin.
- Suunnittelijalle tulee turvata riittävä suunnittelu-aika lähtötietojen saamisen jälkeen.
- Yhteistyön sekä yhteensovituksen merkitys suunnittelun etenemisen kannalta on keskeistä.
- Lähtötietodatan mallinnus selkeyttää suunnitelmaratkaisuja ja välttää turhaa työtä.
- Yhteensovitus tietomallin avulla on hyödyllisempää, kuin tarkastella asioita tasokuvasta.
- Selkeä viestintä eri toimialojen ja toimeksiantojen välillä parantaa vuorovaikutusta. Yhteistyömuotoja on kehitettävä, välttämättä mammuttikokouksia. Osapuolten kuunteleminen edistää yhteisymmärrystä.



Kuva Espoon kaupunkirata, ratasuunnitelmaraportti. Liikennevirasto (Väylävirasto)

- Suunnittelutiimin kasvaessa positiivisen tiimihengen luominen on edellytys sujuvalle prosessille.
- Aktiivinen vuorovaikutus tilaajan ja sen organisaation kanssa luo yhteisen tekemisen henkeä.
- Tilaajan organisaation päätöksenteon tehostaminen (mukaan lukien suunnitelmien tarkastusprosessi) edesauttaa suunnittelun etenemisessä.
- Työvaiheistuksen lukitseminen tulisi tehdä suunnittelun lähtökohdaksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällöin katkoissa tehtävien töiden ja sitä kautta mm. työnaikaisten rakenteiden optimointi onnistuu parhaiten.
- Tiedon määrä kasvaa hankkeen edetessä, tärkeintä kuitenkin on, ettei sitä hukata suunnitteluprosessin aikana.
- Suunnittelu kannattaa aloittaa vasta kun riittävät lähtötiedot ovat käytettävissä. Tarkentavat lähtötiedot voidaan ottaa huomioon työn edetessä.

Avainsanat / Keywords

Kaupunki Kaupunkiraideliikenne Rinnakkaishankkeet
Tiivis kaupunkirakenne Yhteensovitus

Suurten raitiotiehankkeiden monimutkaisuus: Osaamisen ja toimijoiden keskittymisen haasteet

Tämä seminaariesitys pohtii suurten raitiotiehankkeiden monimutkaisuutta ja niihin liittyviä haasteita, erityisesti osaamisen ja toimijoiden keskittymisen näkökulmasta.

Esityksessä pureudutaan siihen, miten raitiotiehankkeet vaativat monipuolista asiantuntemusta eri aloilta, kuten insinööritieteistä kaupunkisuunnitteluun ja talouteen, ja miten tätä osaamista on tarjolla.

Lisäksi käsitellään toimijoiden keskittymistä, kuten suurten rakennusyritysten ja kaupunkien roolia hankkeiden toteuttajina ja rahoittajina, sekä niiden vaikutusta hankkeiden hallintaan ja lopputulokseen.

Tarkastellaan, miten tilaajan kyky hallita monimutkaisia raitiotieprojekteja vaikuttaa hankkeen suunnitteluun, toteutukseen ja lopputulokseen. Lisäksi käsitellään tilaajan roolia projektin johtamisessa, kommunikaatiossa ja sidosryhmien hallinnassa sekä sen merkitystä projektin laadulle, aikataululle ja budjetille.

Seminaariesitys valottaa monimutkaisten raitiotiehankkeiden luonnetta ja tarjoaa näkökulmia siihen, miten näitä haasteita voidaan hallita ja hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla.

Esitelmöitsijät arvioivat aihetta omista lähtökohdistaan ja yhteisten kokemusten perusteella:

Mira Saarentaus on toiminut Espoon kaupungilla Raide-Jokerin tilaajan APR-jäsenenä ja nykyisin Weladon konsulttina useissa allianssihankeissa.

Vilma Vuori toimi Rambollin suunnittelutiimin osana allianssikyvykkyyden vastuuhenkilönä Raide-Jokeri- ja Kruunusillat-alliansseissa ja nykyisin Boost Brothersin konsulttina useissa allianssihankeissa.



*Mrs. Mira Saarentaus -
Finland - Welado Oy*

*Mr. Kyösti Ratia -
Finland - YIT*



*Mrs. Vilma Vuori - Finland
- Boostbrothers*

Kyösti Ratia toimi YIT:n edustajana APR-jäsenenä Raide-Jokeri-allianssissa. Lisäksi hän on koko 2000-luvun tehnyt yhteistoiminnallisia (mm. ST, allianssi) hankkeita nykyisin toimien Boost Brothersin konsulttina useissa allianssihankeissa.

Esitelmöijien välillä on vahva luottamus toistensa tekemiseen, mutta myös kihelmöivä jännite eri osapuolien sekä insinööri- ja johtamistieteiden näkökulmien ja kokemusten välillä.

Avainsanat / Keywords

kaupunki kaupunkiraideliikenne raitiotie
kevytrata pikaraitiotie

Kokemuksia kaupunkiraidehankkeiden arvioinnista

Kaupunkiraidehankkeita arvioidaan hankearvioinnin yleisohjeen ja uuden, syksyllä 2023 ilmestyneen, kaupunkiraidehankkeiden arviointiohjeen mukaan. Kaupunkiraidehankkeille on lisäksi vakiintunut muita arviointikehikoita, kuten Helsingin laajennettu hankearviointi sekä kaupunkitaloudelliset arvioinnit. Kvantitatiiviset arvioinnit toimivat parhaimmillaan ranking-työkaluna ja vastaavat kysymyksiin optimaalisesta toteuttamisjärjestyksestä.

Kokemuksemme perustuvat tuoreisiin vaikutusten arviointeihin Länsi-Helsingin raitioteistä (hankesuunnitelma 2023) ja Viikin-Malmin pikaraitiotiestä (päivitetty yleissuunnitelma 2024). Töissä on kehitetty uusia arviointimenetelmiä ja yhdistetty eri näkökulmia näkemyksen saavuttamiseksi. Molemmat hankkeet ovat kaupunkikehityshankkeita, joista on laadittu hankearvioinnit.

Esityksessämme etsimme vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Kaupunkiraidehankkeisiin liittyy tyypillisesti tavoitteita kapasiteetin kasvattamisesta, mikä näkyy erityisesti matka-ajan luotettavuuden paranemisena ja myös matka-ajan lyhenemisenä. Miten vertailuvaihtoehtoa (tyypillisesti bussi) tulisi arvioida osana vaikutusten arviointia? Miten vaihtoehtoisia tai kevennettyjä toteutusvaihtoehtoja pitäisi käsitellä, kun maankäytön suunnittelussa kuitenkin laaditaan tavoitteellisesti toivottua suunnitelmaa?
- Useat kaupunkiraidehankkeet ovat kaupunkikehityshankkeita, joissa nykyinen maankäyttö ei edellytä raidehanketta, mutta hanke on edellytys maankäytön kehittymiselle. Miten kaupunkiraidehankkeen tyyppi vaikuttaa vaikutusten arviointiin?

*Ms. Taina Haapamäki
- British Indian Ocean
Territory - FLOU Oy*

*Mr. Anton Silvo - Finland -
Helsingin kaupunki*

*Mr. Niko Setälä - Finland -
Helsingin kaupunki*

- Raidehanke on usein edellytys tulevaisuuden kehitykselle, joka ei tapahtuisi ilman hanketta. Hankkeen hyödyt nojaavat yleensä hankepäättöksen jälkeen tehtäviin päätöksiin. Hankearviointiohjeistuksen mukainen lopputilanne (30 vuoden aikajakson viimeinen tilanne) ei siten kuvaa 30 vuoden jälkeen vallitsevaa tilannetta (esim. case Itämetro tai Raide-Jokeri). Millä rajauksilla arviointikehikko olisi hyödynnettävissä strategiatyöhön?

Avainsanat / Keywords

kaupunkiraideliikenne
raitiotiet

vaikutustenarviointi
kaupunkikehitys

Pikaraitioteiden meluvaikutukset

Uuden ajan pikaraitiotiet ovat valtava muutos kaupunkien liikenneinfrastruktuurissa, tuoden mukanaan sekä mahdollisuuksia että haasteita meluongelmien hallinnan näkökulmasta.

Suomessa on 2020-luvulla käynnissä mittavia raitiotiehankkeita eri kaupungeissa, mikä vaikuttaa merkittävästi sekä kaupunkirakenteeseen että melutilanteeseen. Lisäksi raitioteiden rakentaminen muuttaa tyypillisesti liikennejärjestelyjä ja voi siten vaikuttaa alueellisesti autojen määrään ja edelleen melutilanteeseen.

Raitiotien rakentaminen tuo mukanaan myös uudenlaisia, raitiovaunulle ominaisia äänihaittoja kaarteiden ja vaihteiden läheisyyteen. Raitioliikenne kulkee tyypillisesti tiheällä vuorovälillä myös öisin, joten meluhaitat voivat olla terveydelle haitallisia. Ilmassa etenevän äänen lisäksi raitiotie voi aiheuttaa maaperän ja rakennuksen rungon kautta asuntoon ääntä, runkomelua.

Luennossa käsitellään tarkemmin kolmea merkittävää raitiotiehanketta Vantaalla, Helsingissä ja Espoossa. Meluongelman hallinta on tärkeässä asemassa näiden hankkeiden suunnittelussa. Raitioradat sijoittuvat edelleen tiivistyvään kaupunkirakenteeseen, joten niiden melualueelle sijoittuu niin uusia kuin vanhoja rakennuksia.



Mr. Niko Setälä - Finland -
Helsingin kaupunki

Luennossa keskitytään rakenteellisiin ratkaisuihin, jotka voivat auttaa vähentämään raitiotien aiheuttamaa melua sekä runkomelua ja siten haitallisia vaikutuksia asukkaiden elämänlaatuun. Lisäksi tarkastellaan kuinka rakennettavien alueiden kaavoituksessa ja suunnittelussa on otettava huomioon raitiotien aiheuttamat meluhaitat ja pyrittävä minimoimaan niiden vaikutukset asukkaisiin ja ympäristöön.

Esitelmä osoittaa, että meluongelman hallinta on monivaiheinen prosessi, joka vaatii yhteistyötä eri sidosryhmien ja suunnittelijoiden välillä.

Vaikka uudet raitiotiet voivat tarjota kestäviä liikennevaihtoehtoja ja parantaa kaupunkien saavutettavuutta, niiden meluvaikutukset voivat olla paikallisesti merkittäviä ja haitallisia. Kaavoituksella, rakenteellisilla ratkaisuilla ja käytönaikaisella kunnossapidolla voidaan vähentää meluhaittoja ja edistää kaupunkien elinympäristön viihtyisyyttä.

Avainsanat / Keywords

Kaupunkiliikenne melu kaupunkiympäristö
asumisviihtyvyys



Elinkaaritehokkaan raitiotien ABC

Kaupunkiliikenteen perustehtävä on tuottaa ja kehittää pääkaupunkiseudun kestävästä liikkumisesta palveluita ja infrastruktuuria laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Kaupunkiliikenteen tavoitteena on mm. tuottaa raitioiteita, joiden tarkoituksenmukainen palvelutaso on mahdollista säilyttää ympäri vuoden sekä kustannukset resurssitehokkaasti, turvallisesti ja ilmastoystävällisesti.

Kaupungit suosivat allianssimallia raitioiteiden rakentamisessa, mikä tuo suuria etuja mm. innovaatioiden sekä rakentamisen aikaisen kustannustehokkuuden näkökulmista. Allianssimallin heikkoudet näkyvät elinkaarenhallinnassa siten, että kunnossapidon vaatimukset suunnittelu- ja rakentamiskäytännöissä sekä materiaalivalinnoissa jäävät usein vähemmälle huomiolle.

Kaupunkiliikenteen hallinnassa on tällä hetkellä yli 55 km raitioiteita. Raitioiteita on rakennettu pitkän ajanjakson kuluessa, jolloin käytetyt suunnitteluratkaisut, materiaalivalinnat sekä huollon ja rakentamisen toimintatavat ovat muuttuneet matkan varrella. Suunnittelupöydällä huomioidaan suuri määrä eri näkökulmia kuten joukkoliikenteen edistäminen, palvelutaso, liikenteen turvallisuus ja sujuvuus, investointikustannukset, rakentamisen aikaiset päästöt jne. Rakentamisvaiheessa raitiotie taas pyritään rakentamaan suunnitelmien mukaisesti. Kaikkea ei ole suunnitteluvaiheessakaan määritelty, ja rakentamisvaiheessa pyritään löytämään näiden osalta kustannustehokkain ratkaisu, joka vastaa suunnitelmissa olevia vaatimuksia. Kun valmis raitiotie luovutetaan käyttöön, kunnossapidon avulla varmistetaan sen tarkoituksenmukaisen palvelutason tuottaminen joka päivä seuraavien kymmenien vuosien ajan. Kun kunnossapitotoimet aloitetaan, joudutaan monesti huomaamaan, ettei toimenpiteitä voidakaan toteuttaa kaikkialla, tai ne ovat hyvin vaikeasti toteutettavissa ja vievät huomattavasti enemmän aikaa kuin mihin on varauduttu.

Elinkaaritehokkaan raitiotien ABC-hankkeessa kerättiin heikkoudet ja vahvuudet jo olemassa olevista raitioiteista kunnossapidon ja käytön tehokkuuden näkökulmasta, ja siirrettiin kerätyt opit uusien raitioiteiden suunnitteluun ja rakentamiseen. Työn tavoitteena oli koota yhteen olemassa olevaa hiljaista tietoa hyväksi todetuista toimintamalleista ja välttää uusissa hankkeissa mahdolliset ongelmalliset ratkaisut.

Työssä selvitettiin kunnossapidon näkökulmasta haastavien ratkaisujen vaikutukset kunnossapidon elinkaarikustannuksiin ja elinkaari-päästöihin. Näin saatiin tietää, kuinka paljon eri suunnittelu- ja rakentamiskäytännöt tuottavat päästöjä sekä kustannuksia kunnossapidolle 40 vuoden aikana. Haasteita arvioitiin seuraavista näkökulmista: suorat kustannukset, henkilöresurssit, päästöt ja turvallisuus.

Työvaiheet:

- Tiedon kerääminen ja luokittelu

Olemassa olevilta raitioiteilta kerättiin tietoja kunnossapidon näkökulmasta haastavista kohdista (mm. miksi kohta on haastava, millaisilla toimenpiteillä tarkoituksenmukainen palvelutaso on onnistuttu säilyttämään). Haasteiden juurisyiden perusteella aineisto



Mrs. Sini Metsävuo -
Finland -
Ramboll Finland Oy



Mr. Hannu Stam - Finland
- Kaupunkiliikenne Oy

luokiteltiin ja tehtiin analyysi siitä, millaisten syiden vuoksi haasteita on eniten, ja mitä tietoa aikaisemmissa hankevaiheissa olisi pitänyt olla, että ongelmallisilta ratkaisuilta olisi välttytty.

- Kustannus- ja päästölaskenta

Kustannus- ja päästölaskentoja pilotoitiin sellaisille suunnitteluratkaisuvaihtoehdoille, joiden välillä suunnittelija joutuu tekemään valinnan raitiotietä suunnitellessaan. Laskennat tuottavat tietoa päätöksenteon tueksi kunnossapidon sekä vähähiilisyiden näkökulmista: kuinka paljon eri vaihtoehdot vaikuttavat kunnossapidon kustannuksiin sekä päästöihin koko käyttövaiheen aikana. Lukuja vertaamalla keskenään saatiin tietää, minkä verran erilaisilla suunnittelu- ja rakentamiskäytännöillä sekä materiaalivalinnoilla on vaikutusta koko raitiotien elinkaarikustannuksiin ja -päästöihin.

- Opit talteen

Tutkimustulosten pohjalta tuotettiin allianssien sekä suunnittelijoiden käyttöön Elinkaaritehokkaan raitiotien ABC-ohje, johon poimittiin vaikuttavimmat ja merkittävimmät parannukset sekä suunnittelu- että rakentamisvaiheisiin kunnossapidon näkökulmasta. Ohjetta jatkokehitetään seuraavien raitiotiehankkeiden yhteydessä, ja sitä pilotoidaan Länsi-Helsingin Raitiotiet-hankkeessa.

Hankkeesta saatujen oppien avulla raitioiteiden elinkaarikustannuksia sekä elinkaari-päästöjä voidaan vähentää, ja palvelutason tarkoituksenmukainen säilyttäminen voidaan varmistaa sekä kustannus- että resurssitehokkaasti, turvallisesti ja ilmastoystävällisesti. Hankkeen tuotoksia käytetään päätöksenteon tukena seuraavissa raitiotiehankkeissa.

Avainsanat / Keywords

kaupunki kaupunkiraideliikenne raitiotie
kevytrata pikaraitiotie metro
elinkaarikestävyys omaisuudenhallinta

Tampereen raitiotien osan 1 ennen-jälkeen vaikutusten arviointi

Tampereen raitiotien osa 1 avautui kaupalliselle liikenteelle vuoden 2021 elokuussa. Toteutussuunnitelman yhteydessä vuonna 2016 laadittiin laaja vaikutusarviointi. Raitiotien vaikutuksia ei kuitenkaan tähän saakka ole kattavasti seurattu eikä raportoitu.

Keväällä 2024 toteutetussa Tampereen raitiotien osan 1 ennen-jälkeen vaikutustenarviointityössä selvitettiin, miten ennen ratikan rakentamista laaditussa vaikutusarviointiraportissa esitetyt väittämät ja ennakoituiden vaikutukset ovat toteutuneet. Työssä keskityttiin liikenteellisiin ja liikenneturvallisuusvaikutuksiin, lasten ja nuorten liikkumiseen sekä esteettömyyteen. Selvitys toteutettiin Tampereen Raitiotie Oy:n toimeksiannosta osin Hämeen ammattikorkeakoulun YAMK-opinnäytetyönä, jonka toteutti Rambollissa suunnittelijana toimiva Suvi Tammilehto. Selvitys valmistui kesäkuussa 2024.

Liikenteellisistä vaikutuksista selvitettiin mm. raitiotien matkustajamääriä suhteessa toteutussuunnitelman yhteydessä laadittuihin ennusteisiin, matkustajamäärien kehitystä, joukkoliikennematkojen vaihtojen määrän muutosta, bussien ja ratikan käytön eroavaisuuksia eri aikoina sekä joukkoliikenteen täsmällisyyttä ja luotettavuutta. Lisäksi tarkasteltiin liikennemäärien kehitystä raitiotien vaikutusalueella.

Tampereen Ratikan päivittäiset matkustajamäärät ovat kasvaneet ennakoitua nopeammin. Raitiotien osalla 1 päästiin vuonna 2023 jo lähes samoihin matkustajamääriin, joita oli ennakoitu yhteensä osille 1 ja 2 vuodelle 2025. Yksittäisinä päivinä ennuste jo ylittyi. Joukkoliikenteen vaihtojen osuus on kasvanut ennakoitun mukaisesti (+7 %), mutta suurin vaikutus on ollut vaihto-oikeuden pidentymisellä 60 minuutista 90 minuuttiin tammikuussa 2021.

Liikenneturvallisuuden osalta selvityksessä tutkittiin onnettomuismäärien muutoksia Tampereen katuverkolla sekä analysoitiin turvallisuushavainnointia ja poikkeamia. Raitiotien rakentamisen jälkeen poliisille on raportoitu tarkastelualueella keskimäärin 24,7 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta vähemmän vuodessa. Tampereen Raitiotie Oy:n keräämistä havainnoista ja poikkeamista yleisimpiä ovat liikenneturvallisuuteen, vaaratilanteisiin ja järjestyshäiriöihin liittyvät tapaukset. Yhtiö on aktiivisesti toteuttanut liikenneturvallisuutta parantavia toimenpiteitä raitiotien varrelle.

Lapsiin kohdistuvien vaikutusten selvittämiseksi laadittiin kyselytutkimus Tampereen ja raitiotielinjan varren koululaisille sekä heidän huoltajilleen ja koulujen henkilökunnalle. Kyselystä saatiin tietoa siitä, mitä mieltä lapset ja nuoret ovat ratikasta, miten he käyttävät ratikkaa koulu- ja harrastusmatkoilla sekä onko ratikka vaikuttanut heidän itsenäisen liikkumisen mahdollisuuksiinsa.



*Ms. Suvi Tammilehto -
Finland -
Ramboll Finland Oy*

*Mrs. Riikka Salli - Finland
- Ramboll Finland Oy*

Oppilaista 68 % vastasi, että ratikka on helpottanut heidän vapaa-ajan liikkumistaan. Sekä lapset ja nuoret että heidän huoltajansa kokevat ratikalla ja bussilla matkustamisen pääsääntöisesti helpoksi ja turvallisen tuntuiseksi. Noin 60 % vastasi, ettei ratikan tulolla ole ollut vaikutusta siihen, kuinka paljon aikuiset kuljettavat häntä kouluun ja harrastuksiin, mutta kuitenkin joka viides ilmoitti kulkevansa ratikan myötä kouluun itsenäisemmin. Lähes kaikki huoltajat olivat sitä mieltä, että lasten on helppo oppia kulkemaan yksin ratikalla.

Myös ratikan vaikutuksia esteettömyyteen selvitettiin kyselytutkimuksella. Tutkimuksen kohderyhmänä olivat henkilöt, joiden aistit tai toimintakyky on heikentynyt tai rajoittunut esimerkiksi vamman, sairauden tai iän myötä ja jotka mahdollisesti käyttävät apuvälineitä. Esteettömyyteen liittyen selvitettiin mm. sitä, miten esteettömyys on toteutunut

ratikassa, miten turvallinen ratikka on ja miten talvikunnossapito on toteutunut ratikkapysäkeillä ja niiden läheisyydessä.

Esteettömyyskyselyn tulosten mukaan usein joukkoliikennettä käyttävät kulkevat useammin ratikalla kuin bussilla. Vastaajista 67 % mukaan ratikka on lisännyt heidän joukkoliikenteen käyttöönsä merkittävästi tai jonkin verran. 74 % vastaajista arvioi, että ratikka on parantanut heidän itsenäisen liikkumisen mahdollisuuksiaan.

Selvityksessä suurimmiksi haasteiksi nousivat esiin vaunujen ruuhkaisuus, tienkäyttäjien tarkkaamattomuus raitiotien lähellä sekä päihteidenkäyttöön liittyvät järjestyshäiriöt. Esiin nousivat myös muulle liikenteelle aiheutuvat viiveet ja pidemmät kävely- matkat pysäkeille.

Selvityksen tuloksia voidaan hyödyntää sekä Tampereen raitiotien jatkohaarojen suunnittelussa ja vaikutusarvioinneissa, että muiden kaupunkien raitiotiesuunnitteluhankkeissa benchmarking-materiaalina.

Avainsanat / Keywords

kaupunkiraideliikenne	ratikka	raitiotie
vaikutusarviointi	ennen-jälkeen arviointi	esteettömyys
lapsiin kohdistuvat vaikutukset		liikennevaikutukset
liikkuminen	liikenneturvallisuus	kyselytutkimus
Tampere		

Vantaan ratikka

Vantaan Ratikka on pikaraitiotie, joka yhdistää itä-länsisuunnassa Helsingin Mellunmäen Vantaan Hakunilaan ja Tikkurilaan ja edelleen kauppakeskus Jumbon kautta Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Raitiotien kokonaispituus on noin 19 kilometriä.

Hanke toteutetaan kahdella samanaikaisesti etenevällä allianssilla. Toinen allianssi vastaa ratikkahankkeen länsiosasta välillä Lentoasema–Tikkurila sekä Tikkurilan tunnelista, ja toinen allianssi hankkeen itäosasta välillä Tikkurila–Mellunmäki.

Ratikan länsiosan rakentajana on Destia Oy ja suunnittelijoina Sitowise Oy:n ja Ramboll Finland Oy:n ryhmittymä. Itäosan rakentajina taas ovat GRK Suomi Oy ja Kreate Oy sekä suunnittelijoina AFRY Finland Oy, Sweco Finland Oy ja WSP Finland Oy.

Tilajaosapuolina alliansseissa ovat Vantaan kaupungin lisäksi Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy ja Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut HSY.

Allianssien kehitysvaihe on alkanut lokakuussa 2024 ja jatkuu vuoden 2025 kesään, minkä jälkeen siirrytään toteutusvaiheeseen. Ratikkahankkeen kokonaisbudjetti on noin 660 miljoonaa euroa.

Suunnitelmissa on aloittaa Vantaan ratikan liikennöinti vuonna 2029. Ratikka on Vantaalle paitsi liikennehanke myös merkittävä kaupunkikehityshanke ja kaupungin kasvusuunta tulevana vuosikymmeninä. Ratikka tuo kaupungin itäiset osat raideliikenteen piiriin ja sujuvoittaa poikittaisliikennettä.



*Mr. Hannu Lehtikankare
- Finland -
Vantaan kaupunki*

*Mr. Pekka Kivelä -
Finland - Destia Oy*



*Ms. Jonna Tuomiranta -
Finland - GRK Suomi Oy*

HYVÄÄ PATAA.

Meillä ratasuunnittelu(kin)
on rautaista tiimityötä. Luodaan
yhdessä kestävämpää liikkumista!

Nouse kyytiin: finnmap-infra.fi

We are SOLWERS

Finmap
Infra

Paikallisjunaliikenteen uudelleenavaaminen työssäkäyntialueiden kehittämisen välineenä / Kandidaatintyö, Aalto-yliopisto

Useassa maassa on viime vuosikymmeninä vahvistunut tavoite luoda yhtenäisempiä työssäkäyntialueita. Yhtenä työkaluna on käytetty hiljentyneiden paikallisjunayhteyksien uudelleenavaamista. Kiinnostus on herännyt myös Suomessa, mutta haasteena on, ettei Suomessa ole saatavilla kotimaista ennakkotietoa vastaavan muutoksen pidempiaikaisista vaikutuksista. Tämä luo tarpeen kerätä Suomessa käytävän keskustelun rinnalle empiiristä tutkimustietoa muualla Euroopassa jo toteutetuista hankkeista.

Tarkastelin opinnäytetutkimuksessani 23:a Saksassa, Ranskassa, Italiassa, Puolassa ja Ruotsissa sijaitsevaa ratayhteyttä, joilta henkilöliikenne oli lakkautettu 1960–1990-luvuilla ja avattu uudestaan 10–40 vuoden tauon jälkeen 1990–2010-luvuilla. Kirjallisuustietojen lisäksi hyödynsin tutkimuksessani saksaksi, ranskaksi, italiaksi ja ruotsiksi toteuttamiani kyselyhaastatteluita paikallisille hallinnon edustajille. Valitsin tarkasteluun tarkoituksella erityisesti suomalaisittain mielenkiintoisia pieniä, 50 000–150 000 asukkaan seutukuntia. Aineiston perusteella havaitsin uudelleenavatuilla henkilöjunayhteyksillä vaikutuksia yhteiskuntaan viidellä osa-alueella: työmarkkinat, väestönkehitys, kiinteistömarkkinat, matkailu sekä joukkoliikennejärjestelmän asema alueella.



Mr. Väinö Jalkanen -
Finland - Aalto-yliopisto

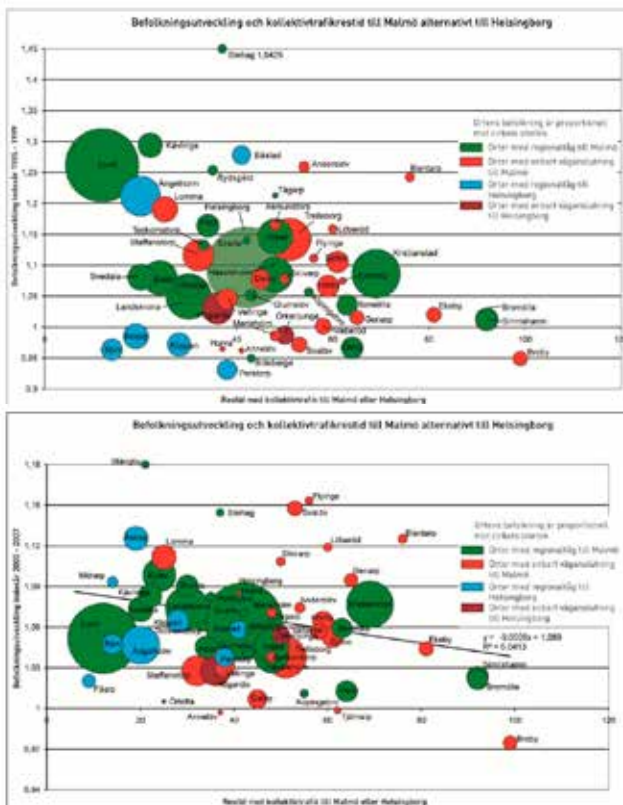
Useassa tapauksessa paikallisjunaliikenne on auttanut heikommin menestyvien pikkukaupunkien sekä taantuvien kuntien integroimista suuremman keskuskaupungin työmarkkinoihin ja toisinpäin. Paikallisjunatarjonnan kasvattamisen myötä Skoonessa kahdeksasta erillisestä työssäkäyntialueesta muodostui kolme suurempaa työssäkäyntialuetta. Työssäkäynti radanvarsikunnasta toiseen kasvoi Skoonen ja Juutinrauman alueella vuosikymmenen tarkastelujaksolla 49 %. Etelä-Tirolin autonomisessa maakunnassa Pohjois-Italiassa sijaitsevalla Vinschgau-laakson 73 000 asukkaan ratakäytävällä vastaava kasvu oli 17 vuodessa 55 prosenttia. Sekä Ranskassa että Ruotsissa virkamiehet toivat esiin, kuinka raideliikenneyhteys auttoi keskuskaupun-

geissa asuvan työvoiman rekrytoimisessa myös pieniin kuntiin.

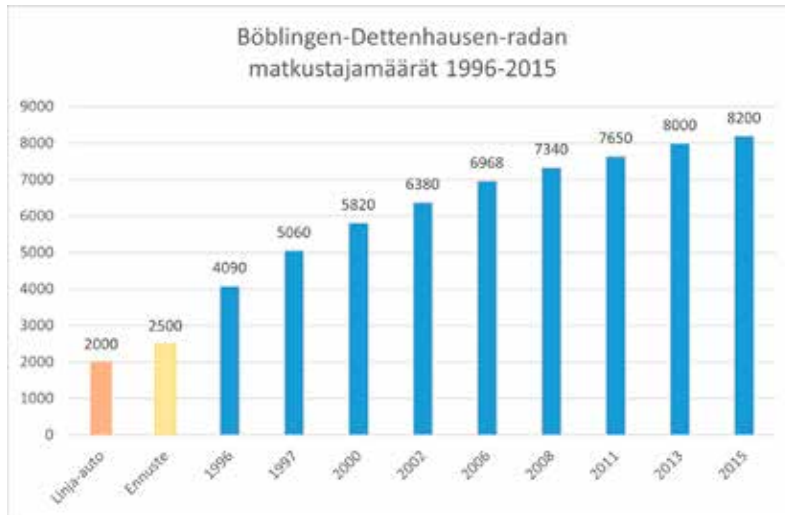
Skoonessa kuntien väestökehityksen kääntymisessä positiiviseksi on ollut vaikutusta paitsi junayhteyden avaamisella, erityisesti siirtymisellä 2–3 tunnin vuorovälillä tasaminuuttiseen tunnin vuorovälin liikenteeseen. Saksassa puolestaan on havaittu paikallisjunaliikenteen vähentävän nuorten poismuuttoa kotikunnista ja nuorentavan kunnan väestörakennetta, sillä laajempi opiskelu- ja työpaikkojen määrä on saavutettavissa myös ilman auton omistamista. Etelä-Tirolin Vinschgau-laaksossa pitkään jatkunut muuttotappio päättyi paikallisjunayhteyden uudelleenavaamiseen.

Kiinteistömarkkinoiden osalta paikallisjunayhteyksien todettiin edesauttaneen kiinteistöjen arvon vakautumisessa ja lisäneen radanvarsikunnissa sekä asuntojen että yritystonttien kysyntää. Matkailun osalta useammassa maassa nousi puolestaan esiin pyörämatkailun kasvu. Erityisesti Etelä-Tirolin Vinschgau-laaksossa junaa ja polkupyörää yhdistävän matkailun räjähdysmäinen kasvu on synnyttänyt uutta liiketoimintaa seisakkeille syntyneiden pyöränhuoltoasemien, kahviloiden ja liikkeiden muodossa.

Joukkoliikenteen matkustajamääriä tarkastellessa löytyi sekä onnistuneita että epäonnistuneita esimerkkejä. Eräs menestyksenkäs tapaus oli Böblingenin ja Dettenhausenin välinen 81 000 asukkaan ratakäytävä Baden-Württembergin osavaltiossa Saksassa. Ennen junayhteyden uudelleenavaamista kaupunkien välisellä linja-autoliikenteellä oli päivässä 2000 matkustajaa. Paikallisjunaliikenteessä jo ensimmäisen vuoden keskiarvo oli yli 4000 ja toisen yli 5000 päivittäistä matkaa. Vuorotarjonnan lisäämisen sekä radan osittaisen kaksiraiteistamisen ja sähköistykseen myötä kahdessa vuosikymmenessä matkustajamäärät jopa nelinkertaisuivat suhteessa edeltävään linja-autoliikenteeseen. Myös muilla 70 000–120 000 asukkaan ratakäytävillä on päästy 3000–8000 päivittäiseen matkustajaan. Menestyksellään ratkaisuille yhteistä on, että liikenne on aloitettu 60 minuutin vuorovälillä vakiominuuttiaikataululla. Sen sijaan sähköistys ei ollut ratkaiseva edellytys liikenteen onnistumiselle.



Kuva Hans Svensson Sahlinin tutkimuksesta. Ylempi kuva esittää väestökehitystä Skoonen kunnissa vuosina 1985-1999 ja alempi kuvaaja vuosina 2000-2007. Astorpin Bjuvin ja Billebergan nousu havainnollistavat paikallisjunayhteyden sekä tasatuntiliikenteen merkityksen. (Sahlin, 2011)



Lähde: Schönbuchbahn-radan kotisivu schoenbuchbahn.de

Markkinaehtoisuuden sijaan menestyneet tapaukset olivat kaikki alueellisen toimivaltaisen joukkoliikenneviranomaisen järjestämiä. Tutkimuksen aineisto kannustaakin kysymään, tulisiko myös Suomessa henkilöjunaliikenteen selvitysten painopistettä muuttaa suuntaan, jossa tarkasteltaisiin, kuinka paikallisjunayhteyden hyödyt edellä esitellyille viidelle sektorille optimoitaisiin siten, että niiden yhteisvaikutukset ylittäisivät liikennöintiin tarvittavan subvention suuruuden?

Samalla nousi esille haaste, että uuden raideyhteyden matkustajamääriä ei usein osata suoraan ennustaa edeltävän ajan tunnusluvuista, sillä useammassa tapauksessa laadukkaasti toteutettuna junaliikenneyhteys on synnyttänyt uudenlaisia matkustamisen syitä, joita ei ollut aiemmin olemassa. Näissä tapauksissa junaliikenne ei näyttäydä välineenä vastata kysyntään vaan alkutekijänä, joka on generoinut uusia työ-, opiskelu- tai matkailupohjaisen yhteistyöketjujen muotoja.

Tutkimus kannustaakin tarkastelemaan paikallisjunaliikennettä vähemmän liikennemuotona ja enemmän työmarkkinahyötyjen, aluekehityksen ja hyvinvointitarjooman työkaluna.

Työ on ladattavissa osoitteesta <https://vainojalkanen.com/tutkimus>.

Avainsanat / Keywords

paikallisjunaliikenne, seudullinen junaliikenne, alueellinen junaliikenne, duoraitiotie, aluetalous, aluekehitys, työssäkäyntialue, työmarkkinat, työmarkkinahyödyt, työmatkaliikenne, vaikutustenarviointi, väestönkehitys, joukkoliikenne, joukkoliikenteen käyttö, matkustajamäärät, työllisyyssektori, kiinteistömarkkinat, kiinteistöalustus, matkailu, pyörämatkailu, polkupyörämatkailu, Ranska, Italia, Saksa, Puola, Ruotsi, Skoone, Baden-Württemberg, Etelä-Tiroli, keskisuuret kaupunkiseudut, pienet kaupunkiseudut, sähköistys, käyttövoima, vuoroväli, vuorotarjonta, vakiominuuttiaikataulu

Tampereen joukkoliikenteelle kasvoi selkäranka – muutosten verkostollinen tarkastelu

Tampereen joukkoliikenne on viime vuosina multunut uuden raitiotien, runkobussilinjaston ja lähijunan myötä. Tulokset ovat olleet rohkaisevia: Tampereen joukkoliikenteen matkustajamäärät ponahtivat suurista kaupungeista nopeinten koronaa edeltäneelle tasolle ja yli. Esityksessä pohditaan muutoksen menestystekijöitä pintaa syvemältä: miten joukkoliikenneverkoston rakenne on muuttunut ja mitä joukkoliikenneverkoston rakenne merkitsee matkustajalle. Lisäksi Tampereella toteutettuja muutoksia verrataan muihin uusiin raitiotie- ja runkobussikaupunkeihin kuten Århusiin, Odensehen, Ålborgiin ja Lundiin.



Dr. Christoffer Weckström
- Finland -
Sweco Finland Oy

Avainsanat / Keywords

Joukkoliikenne, saavutettavuus, kaupunkikehitys

Kaupungit ja kaupunkilaiset muuttuvat – mitkä ovat vaikutukset raideliikenteeseen?

Kaupunkilaiset harvoin käyttävät raideliikennettä (juna, metro, ratikka) pelkästään liikkumisen takia. Liikkumisen taustalla on lähes aina tarve jostakin muusta. Tarve päästä esimerkiksi kotiin, työpaikalle, kauppaan, mökille tai vaikkapa kuntosalille. Myös ihmisten asenteet ja arvostukset muuttuvat. Lisääntynyt tietoisuus ilmaston lämpenemisestä ja sen mukanaan tuomista haitoista ovat muokanneet jo tänä päivänä ihmisten arjen toimintoja ja valintoja. Myös kaupungin kehittämisen tavoitteet muuttuvat. Kymmenen vuotta taaksepäin eivät esimerkiksi ympäristöasiat olleet tavoitteiden kärjessä. Nyt ne ovat kaupunkien kärkitavoitteita. Seuraavien vuosikymmenten aikana kaupungin raideliikenteeseen, liikenteeseen ja liikkumisratkaisuihin tulevat vaikuttamaan useat muutokset, jotka kytkeytyvät tiiviisti kaupungin ja kaupunkielämän laajempiin muutoksiin. Onko raideliikenne valmistautunut näihin? Ollaanko oltu hereillä? Onko kuunneltu riittävän herkillä korvalla muutosten tuulia vai ollaanko oltu kiinni perinteisessä? Tätä pohditaan esityksessä. Bäckström on käsitellyt useissa projekteissa muun muassa seuraavien muutosten vaikutuksia joukkoliikenteeseen ja liikkumiseen:

- Kaupungit haluavat kasvaa ja tiivistyä. Raideliikenteen ja liikkumisratkaisujen on omalta osaltaan tuettava kaupunkien vetovoimaisuutta. Esimerkiksi monipuolisen asumisen lisäksi on pystyttävä tarjoamaan monipuolisia ja joustavia raideliikenne- ja liikkumispalveluja. Vaikka liikkumisratkaisut eivät ole tärkeimpiä kriteerejä asuin- tai työpaikkaa valittaessa, on niillä osalle väestöstä merkitystä valintoja tehtäessä.
- Etätyö lisääntyi pandemian aikana huomattavasti eikä paluuta vanhaan tämän osalta ole. Tästä pitävät huolen erittäin kehittyneet etätyömenetelmät sekä etäyön mukanaan tuoma liikkumisen ajansäästö. Suurin yksittäinen työelämän muutos on kuitenkin se, että Suomi vanhenee ja tämä tarkoittaa suurta muutosta myös kaupunkien raideliikenne ja liikkumisratkaisuille. Miten tämä näkyy raideliikennepalveluissa?
- Verkkokaupan kasvu on vääjäämätöntä. Se on usein sekä asiakkaalle että myyjälle vaivattomin ja tehokkain tapa ostaa ja myydä tuotteita. On myös ennustettu, että tekoäly tulee nostamaan verkkokaupan uudelle tasolle. Tällä tulee olemaan laajoja vaikutuksia ihmisten liikkumisen ja jakeluliikenteen ratkaisuihin. Onko tämä raideliikenteelle mahdollisuus vai uhka vai jotakin näiden välistä?



Mr. Juhani Bäckström -
Finland - WSP Finland Oy

- Ihmisten asenteiden muutoksiin liittyy suuria epävarmuuksia. Miten valmiita ollaan luopumaan autolla tehdyistä matkoista? Vaikka nuoriso ei ole enää yhtä halukas ajamaan ajokorttia, niin Traficomien tilaston mukaan ajokorttisten määrä asukaslukuun suhteutettuna ei ole juurikaan laskenut viimeisten kymmenen vuoden aikana. Miksi on näin? Eivätkö raideliikenne ja joukkoliikenne ole riittävän houkuttelevia?
- Uusien teknologisten palveluiden taustalla on lähes aina tavoitteena tarjota parempia palveluita kaupunkilaisille. Helposti myös ajatellaan, että se mikä on teknologisesti mahdollista saavuttaa suuren suosion. Näin ei ole. Esimerkiksi raitiovaunut, sähköpotkulaudat ja kaupunkipyörät ovat varsin yllättäen saavuttaneet useissa kaupungeissa suuren suosion, kun taas yhteiskäyttöautojen luultu läpimurto on jäänyt vaatimattomaksi merkittävästä panostuksista huolimatta. Teknologisille palveluille on myös ominaista, että niiden käynnistyminen tapahtuu usein hitaammin kuin oletetaan, mutta ne voivat sitten levitä käyttäjien keskuudessa oletettua nopeammin. Tämä saattaa tulevaisuudessa koskea esimerkiksi automaattiajoneuvojen yleistymistä, millä on yleistyessään erittäin suuri vaikutuksia kaupunkilaisten liikkumiseen.

Lopuksi: Paljon on raideliikenteessä tehty oikein, mutta riittäkö se vastaamaan tulevaisuuden muutoksiin? Tätä pohditaan esityksessä.

Avainsanat / Keywords

Raideliikenne	raitiotieliikenne	junaliikenne
metroliikenne	kaupunkimuutos	liikkumistottumukset
liikkumismuutos	etätyö	verkkokauppa
teknologiamuutos	asennemuutos	

Tulevaisuuden raiteilla: Kaupunkikehityksen mahdollisuudet ja kaavatalous raideliikenteeseen perustuvassa yleiskaavoituksessa

Nykyaikaisessa ja kestävässä kaupunkikehityksessä tarvitaan raidesuunnittelun - ja rakentamisen osaamista muun kaupunki - ja kunnallisteknisen osaamisen lisäksi. Kasvavilla kaupunkialueilla raideliikenne on merkittävässä osassa kaupunkien liikkumismuotoja. Raideosaajat luovat tulevaisuuden kaupunkeja! Helsingin kaupungin liikennestrategiassa raideliikenteellä on iso merkitys. Esityksessä avataan sitä, miten raideliikenteen mahdollisuudet nähdään tulevaisuuden aluekehityksessä. Kaavoituksella vaikutetaan kaupunkirakenteen kehittymiseen vuosikymmenien aikajänteellä. Case-esimerkkinä käytetään Östersundomin aluetta Helsingissä ja tutkitaan, miten yleiskaavoituksessa voidaan sitoa taajamarakenne raideyhteyteen ja tavoitella kestävä kasvua. Alueelle on tekeillä osayleiskaava, jonka suunnitteluvaihtoehtoihin tutustutaan. Aiheessa pureudutaan raideliikenteeseen perustuvaan yleiskaavoituksen vaikutusten arviointiin erityisesti keskittyen taloudellisiin näkökohtiin, kuten kaavatalouteen.

Helsingin kaupunkistrategiassa ja yleiskaavassa 2016 samoin kuin Östersundomin alueen maakuntakaavassa ja tekeillä oleva MAL -suunnitelmassa tavoitteena on entistä tiiviimpi yhdyskuntarakenne ja kestävien kulkumuotojen, etenkin raideliikenteen, kulkumuoto-osuuden kasvattaminen. Östersundomin alueen haasteita on paitsi alueen etäisyys Helsingin keskustasta, myös alueen laajuus ja verrattain pitkät sisäiset välimatkat osa-alueiden välillä. Alueen merkittävän rakentamisen edellytykseksi on maakuntakaavassa asetettu raideliikenteeseen perustuva joukkoliikennematkaisu, jonka ajatellaan parantavan alueen joukkoliiken-



Mrs. Kirsi Lilja - Finland - Helsingin kaupunki

nesaavutettavuutta siten, että liikenne alueelle on järjestettävissä kestävällä tavalla.

Aiheen avulla voidaan saada ymmärrys siitä, miten raideliikenteen suunnittelu ja kaavoitus liittyvät toisiinsa. Tavoitteena on myös herättää keskustelua siitä, miten voimme parhaiten hyödyntää raideliikennettä kaupunkikehityksen moottorina. Taloudelliset tekijät vaikuttavat päätöksentekoon. Vaikutusten arvioinnissa on tärkeää huomioida rakentamisen yhdyskuntataloudelliset vaikutukset jo kaupunkisuunnittelun varhaisessa vaiheessa. Taloudellisten vaikutusten arviointi tuottaa tärkeää tietoa eri ratkaisujen kustannuseroista sekä kaavojen taloudellisista vaikutuksista. Suunnittelun keinoin voidaan pyrkiä välttämään huonoja ratkaisuja

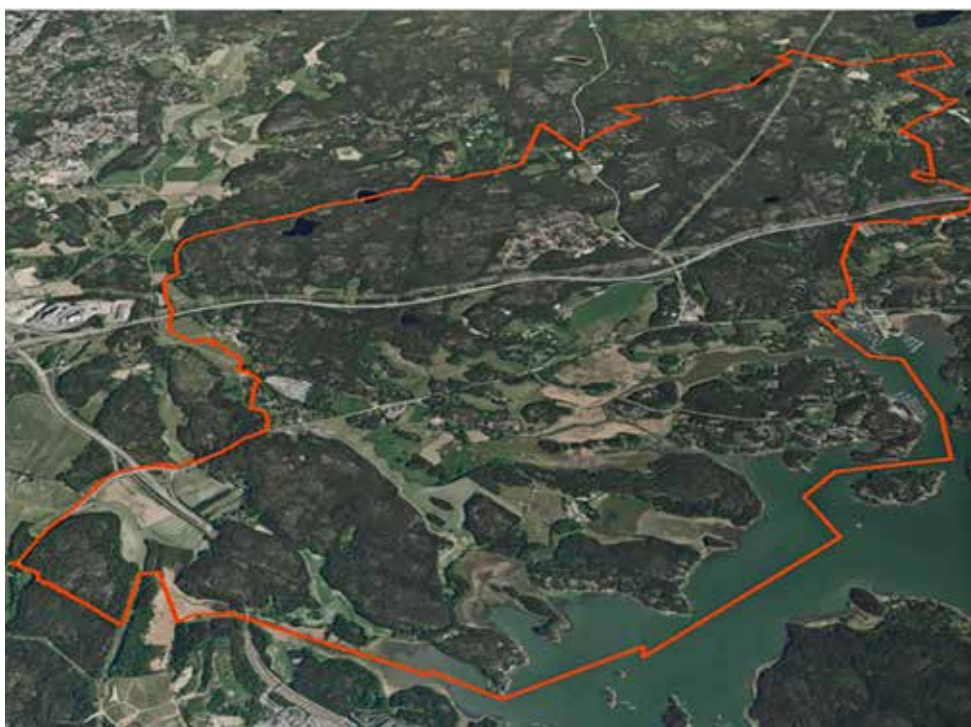
sekä toisaalta edistämään asioita, joilla saavutettaisiin mahdollisimman hyvä lopputulos ja vaikuttavuus. Aiheessani tarjotaan näkemyksiä ja käytännön vinkkejä siitä, miten näitä elementtejä voidaan parhaiten hyödyntää kaupunkien kestävässä kehityksessä.

Rautatietekniikan osaajat saavat uusia näkökulmia raideliikenteen suunnitteluun ja kaavoitukseen. Rautatietekniikan osaajat ovat avainasemassa suunniteltaessa tulevaisuuden kestävä ja tehokasta raideliikennettä kaupunkialueilla. Raideliikenteen avulla on mahdollista rakentaa parempaa ja kestävämpää tulevaisuutta.

Avainsanat / Keywords

vaikuttavuus	yhteiskunta	kaupunkikehitys
kaupunki	kaupunkiraideliikenne	kustannushallinta

Kuva Helsingin kaupunki



Jyväskylä–Pieksämäki-ratahanke kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena

Jyväskylä–Pieksämäki-rataosuus on noin 80 km mittainen, yksiraiteinen rataosuus, joka on sähköistetty, suojastettu sekä varustettu kauko-ohjauksella ja junien automaattisella kulunvalvonnalla. Rataosuus on rakennettu 1913–1917 ja sen viimeisin peruskorjaus on tehty vuosina 1976–1989. Rataosuudella kulkee niin tavarakuin henkilöliikennettä. Perusparannushankkeen aikana radan päällystys- ja alusrakenne peruskorjataan, taitorakenteita uusitaan sekä korjataan, turvalaitteet uusitaan ja tasoristeysturvallisuutta parannetaan rakentamalla yli-/alikulkuiltoja tai korvaavia tieyhteyksiä. Hanke on alkanut vuonna 2022 ja jatkuu vuoteen 2028.

Hanke on toiminut kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena. Kiertotaloussuunnitelman tarkoituksena on huomioida kiertotalous systemaattisesti ja oikea-aikaisesti radan investointihankkeiden toteutuksessa. Kiertotaloussuunnitelma sisältää tiedot hankkeella syntyvien materiaalien määrästä, laadusta ja sijainnista, niiden suunnitelluista käyttö- ja sijoituskohteista, kuvaukset kartoitetuista kiertotalousratkaisuksista sekä ohjeistukset urakoitsijalle hankkeella toteutettavista ratkaisuksista ja syntyvien materiaalien käsittelystä.

Hankkeen tavoitteena on varmistaa junaliikenteen sujuvuus ja turvallisuus tulevaisuudessa

Jyväskylän ratapiha on yksi kymmenestä perussolmurasatapihoista Suomessa, joka toimii risteysasemana Pieksämäen, Oriveden, Haapamäen ja Haapajärven suuntaan. Ratapihan kautta kulkee niin henkilöliikenteen junia kuin tavaraliikennettä. Jyväskylän ratapiha ja Jyväskylä–Pieksämäki-linjaosuuden käyttöikä on elinkaarensa loppupuolella. Hankealueella on huonokuntoista radan päällysrakennetta ja taitorakenteita. Jyväskylä–Pieksämäki-perusparannushankkeen tavoitteena on varmistaa junaliikenteen sujuvuus ja turvallisuus myös tulevaisuudessa.

Hankkeella toteutetaan huonokuntoisen päällysrakenteen, taitorakenteiden ja kallioleikkausten korjaukset ja uusimiset. Lisäksi toteutetaan tarvittavat muutokset junien tarvitsemiin turvalaitteisiin, sähköraataan sekä valaistukseen. Hankkeella tehdään rataosuunnitelma myös useiden tasoristeysten ja varoituslaitosten poistoista Jyväskylän ja Pieksämäen väliltä. Tilalle suunnitellaan korvaavat tieyhteydet tai alikulkuiltoja. Hankkeen toimenpiteillä varmistetaan radan käytettävyyden ja junaliikenteen toimivuuden tulevaisuudelle vuosikymmeniksi. Tasoristeysten poistaminen parantaa liikenneturvallisuutta.

Jyväskylän ratapiha peruskorjataan vuosina 2024–2025 ja Jyväskylä–Pieksämäki-osa vuosien 2024–2028 aikana. Perusparannus käynnistyy kesällä 2024 Jyväskylän ratapihan ja Vaa-jakoski–Lievestuore-rataosuuden osalta. Vuonna 2025 uusitaan Jyväskylän ratapihalla Tourujoen ratasilta ja korjataan koko linjaosuudella sijaitsevia siltoja sekä rumpuja.

Kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena

Jyväskylä–Pieksämäki-perusparannushanke on ollut kiertotaloussuunnitelman pilottikohteena. Hankkeella on selvitetty seuraavien



Ms. Katja Puolitaival -
Finland - Welado Oy



Dr. Tero Leppänen -
Finland - Welado Oy

kohteiden uudelleen käyttöä; kiskot, betonipölkkyt, puupölkkyt, raidesepeleli, leikattava puhdas maa-ainekes, leikattava haitta-ainepitoinen maa-ainekes, turvalaitteet ja routalevyt. Hankkeen alussa on kartoitettu kiskojes ja pölkkyjes nykyinen kunto ja jaoteltu luokkiin ”hyväkuntoiset/huonokuntoiset”. Raidesepeleli osalta on tehty koekuoppatutkimukset ja erilliset haitta-ainetutkimukset koko rataosalle. Lisäksi puu- ja betonipölkkyjes sekä routaeristeiden nykytilan selvityksessä on käytetty ratainfra-tietoes hallintajärjestelmään kirjattuja tietoja.

Hankkeelle laadittu kiertotaloussuunnitelma sisältää tiedot hankkeella syntyvien materiaalien määrästä, laadusta ja sijainnista, niiden suunnitelluista käyttö- ja sijoituskohteista, kuvaukset kartoitetuista kiertotalousratkaisuksista sekä ohjeistukset urakoitsijalle hankkeella toteutettavista ratkaisuksista ja syntyvien materiaalien käsittelystä.

Kaikkelle hyväkuntoiselle materiaaleille on pyritty selvittämään soveltuva uusiokäyttökohde ratahankees sisältä tai hankealueen läheltä. Esimerkiksi hyväkuntoisia kiskoja hyödynnetään toisella kunnossapitoalueella ja betonipölkkyjä aurinkovoimalan perustuksissa. Haitta-ainepitoiset ja puhtaat teknisesti rakenteeseen kelpaavat maa-ainekes pyritään hyödyntämään hankealueella huoltoteissä, pengerlevityksissä ja kävelykulkuteissä.

Rakentamissuunnittelussa on huomioitu haitta-ainepitoisten ja puhtaiden maa-ainesten hyötykäyttö alueella. Työ on vaa-tinut tiivistä yhteistyötä ja yhteensovitusta eri toimijoes välillä. Näitä ovat olleet muun muassa suunnittelijat, kunnossapitäjät, isännöitsijät, kaupungit ja kunnat sekä erilaiset yritykset. Hankkeen urakoes aikataulutuksen osalta on tunnistettava urakat, joissa materiaalien hyödyntäminen on mahdollista ja aikataulut yhteensovitettava.

Avainsanat / Keywords

kestävä kehitys	elinkaari	elinkaariajattelu
vihreä siirtymä	kiertotalous	vastuullisuus
ilmastonmuutos	ympäristö	

Kiertotalous radanpidossa – case ratakiskojen uudelleenkäyttö

Väylävirasto on sitoutunut vahvistamaan kiertotalouden periaatteita toiminnassaan. Ympäristöperiaatteiden mukaisesti kehitetään ja otetaan käyttöön esimerkiksi resurssiviisaita toimintamalleja. Vuoden 2024 aikana yksi keskeisiä Väyläviraston kiertotalouden edistämisen tavoitteita oli kiertotalouden kokonaiskuvan, tavoitteiden ja toimenpidetarpeiden kirkastaminen sekä kiertotalouden green deal -sitoumuksen valmistelu.

Kokonaiskuvassa on tunnistettu, että radanpidossa kiertotaloutta edistetään niin suunnittelussa, rakentamisessa kuin kunnossapidossa. Suunnittelussa on otettu käyttöön muun muassa kiertotalousosaamisen hankintakriteeri, jonka tavoitteena on vahvistaa suunnittelualan kiertotalousosaamista. Lisäksi vuoden 2024 aikana valmisteltiin kiertotaloussuunnitelman sisältö ja laadinta-ohje, jonka käyttöönoton myötä kiertotalous tulee huomioidua aiempaa systemaattisemmin. Ylipäätään väyläsuunnittelussa lähtökohtana on pitkäikäisyys ja elinkaarikestävyys, jotka ovat keskeisiä asioita kiertotalouden kannalta. Rakentamisessa ja kunnossapidossa tärkeäksi nousee ratamateriaalien kiertotalouskoordinaatio; mihin hankkeissa vapautuvat materiaalit ohjataan ja miten käyttökelpoiset materiaalit saadaan hyödynnettyä. Käyttökelpoiset materiaalit on kiertotalouden kannalta parempi hyödyntää samassa tarkoituksessa kuin esimerkiksi sulattaa tai murskata raaka-aineeksi.

Radanpidon keskeisiin kiertotalouden edistämistoimenpiteisiin kuuluu ratamateriaalien uudelleenkäytön kehittäminen. On ensiarvoisen tärkeää, että rataan sidottujen materiaalien arvo säilytetään. Jotta uudelleenkäyttö voidaan toteuttaa kestävällä tavalla, tarvitaan ohjeistusta siitä, miten tunnistetaan materiaalien uudelleenkäyttökelpoisuus, miten käytettyjä materiaaleja käsitellään ja säilytetään ja minkälaiseen käyttötarkoitukseen ne sopivat. Väylävirastossa valmisteilla ollut ratakiskojen uudelleenkäytön ohjeistus on tästä yksi hyvä esimerkki.

Ratakiskojen uudelleenkäyttö -ohje

Ratakiskojen valmistus kuluttaa merkittävästi luonnonvaroja, tuottaa päästöjä ja sitoo pääomaa, joten on tärkeää varmistaa kiertotalousperiaatteiden toteutuminen ja kiskojen kestävä käyttö. Kunnossapitostrategioilla ja täsmällisillä kunnossapitotoimenpiteillä, kuten hitsauksella, hionnalla ja jyrinnällä, pyritään saavuttamaan pitkä kiskojen käyttöikä alkuperäisessä kohteessa.

Väylävirasto on vuoden 2024 aikana valmistellut ohjetta Ratakiskojen uudelleenkäyttö. Tätä kirjoitelmaa kirjoittaessa ohje on vielä luonnosvaiheessa, mutta tavoitteena on saattaa ohje valmiiksi vuoden 2024 aikana.

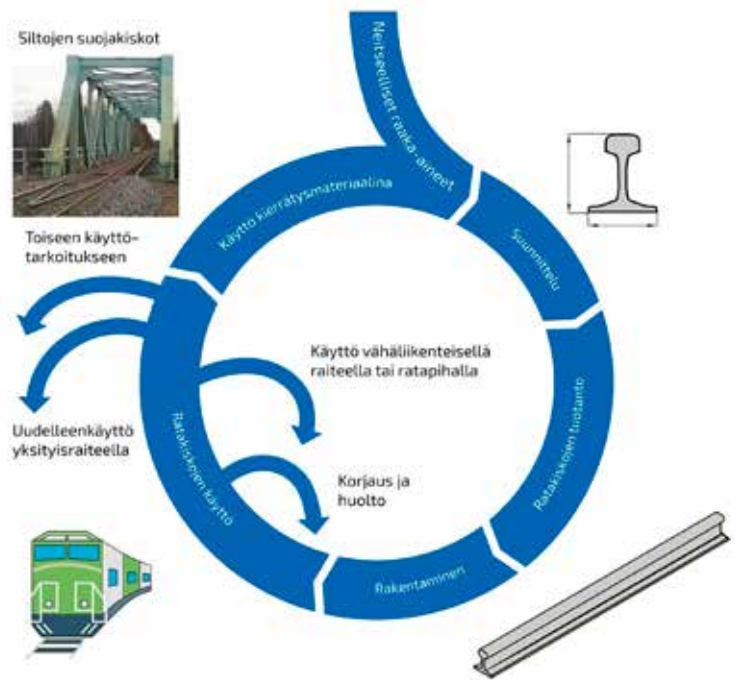
Ratakiskojen uudelleenkäyttö -ohjeessa on kuvattu kiskojen uudelleenkäyttöprosessi vaiheittain. Prosessi sisältää toimenpiteet, jotka ratakiskolle tulee tehdä ennen siirtoa uuteen käyttökohteeseen ja ohjeistetaan kohteen valinnassa. Ohjeen tavoitteena on varmistaa kiskojen uudelleenkäyttö ja kierrätys etusijajärjestyksen mukaisesti.



Mr. Tero Savolainen -
Finland -
Sweco Finland Oy



Ms. Henna Teerihalmes -
Finland - Väylävirasto



Kuva 1: Kiertotalousperiaatteiden mukaisesti kiskojen elinkaarta pyritään pidentämään

Ellei kiskojen kunnossapito alkuperäisessä kohteessa ole enää kannattavaa, toimenpiteenä on kiskojen uudelleenkäyttö toisessa käyttökohteessa, kuten alemman nopeustason raitteella. Kiskojen uudelleenkäytön pääperiaatteena on, että kiskoja siirretään pääraiteilta alemman tason raitteille ja siten nostetaan kokorakenteen tasoa. Ohjeessa keskitytään rataa kiskojen uudelleenkäyttöön.

Kiskojen kunnossapidon tai uudelleenkäytön ollessa poissuljettu vaihtoehto kiskoille on pyrittävä löytämään uusia käyttökohteita toisessa käyttötarkoituksessa, esimerkiksi suojakiskona, jos niille asetetut vaatimukset täyttyvät.



Ratakiskojen uudelleenkäyttöprosessi on esitetty kuvassa 2. Prosessikaavio kiskojen uudelleenkäytölle. Prosessin vaiheet 1-4 suoritetaan maastossa, jonka jälkeen uudelleenkäytettävät rata-kiskot siirretään materiaalivarastoon. Varastoinnin jälkeen kiskot toimitetaan ensisijaisesti uudelleenkäyttökohteeseen ja toissijaisesti laitoskäsittelyyn.

Ohjeen tavoitteena on mahdollistaa paremmin kiskojen uudelleenkäyttö. Uudet käyttöluokat ovat:

- A, enintään 200 km/h (kunnossapitotasot 1A ja 1)
 - B, enintään 120 km/h (kunnossapitotasot 2 ja 5)
 - C, enintään 50 km/h (kunnossapitotaso 6)
 - D, uusiokäyttökohteet esim. siltojen suojakiskot, näitä kiskoja ei saa käyttää radassa kulkukiskona
 - E, materiaali toimitetaan metallinkeräykseen
- Kiskojen sallitut kulumat, purseet, teräslaadut ja kiskoaviat vaihtelevat kiskojen käyttöluokan mukaisesti.

Kuva 2: Kiskojen uudelleenkäytön prosessikaavio

Ohjetta ei ole vielä allekirjoitettu, vaan se on luonnosvaiheessa. Ohjeen tarkoituksena on mahdollistaa ja vahvistaa kiertotalousnäkökulman huomioon ottamista radanpidossa. Kiskojen kiertotalouden edistämiseksi tarvitaan myös käytäntöjen kehittämistä radan elinkaaren jokaisessa vaiheessa. Esimerkiksi tiedonhallinnan kehittämistä tarvitaan, jotta käyttökelpoiset kiskot kiertävät tehokkaasti kohteesta toiseen. Ratakiskojen uudelleenkäyttö-ohje on joka tapauksessa yksi keskeinen osa kiskojen kiertotalouden edistämiseksi.

Avainsanat / Keywords

kestävä kehitys	kiertotalous	Väylävirasto
ratamateriaalit	uudelleenkäyttö	jätehierarkia
ratakiskot	elinkaarikestävyys	

Saven hyötykäyttömahdollisuudet Länsirata-hankkeessa

Geologian tutkimuskeskus (GTK) selvitti yhdessä Länsirata Oy:n kanssa Länsiradan rakentamisen myötä syntyvien ylijäämäsavien hyötykäytön mahdollisuuksia yhteisrahoitteisessa tutkimusprojektissa vuoden 2024 aikana. Saven hyötykäyttömahdollisuuksien arvioimiseksi alueelliset geologiset ominaisuudet koottiin GTK:n tutkimuksista, analyysituloksista, kartoista ja artikkeleista ja yhdistettiin Länsirata-hanketta varten tehtyihin geoteknisiin tutkimuksiin. Saven hyötykäytön edistämiseksi on suuri tarve erityisesti Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkoalueilla, missä savialueet ovat laajoja ja syviä. Infrarakentaminen keskittyy tulevaisuudessa yhä enemmän myös heikosti kantavien alueiden rakentamiseen, jolloin on tärkeää panostaa maa-aineksen kiertotalousmahdollisuuksiin. Savet aiheuttavat usein suuria kustannuksia ja aikatauluongelmia infrarakentamisen yhteydessä, joten kiertotaloustavoitteiden edistämiseksi myös tulevat hankkeet voivat hyödyntää tästä selvityksestä saatua tietotaitoa.

Savien hyötykäytön mahdollisuudet riippuvat saven materiaaliominaisuuksista (mm. vesipitoisuus, saven mineralogia), joihin eri geologiset olosuhteet ovat vaikuttaneet: esimerkiksi suolaisen ja makean veden vaihtelu, orgaanisen aineksen määrä, peräntyvän jäätikön läheisyys ja vesialtaan syvyys. Suomessa savet ovat tyypillisesti ns. sekundäärisavia, eli veden kuljettamaa ja kerrostamaa sedimenttiä, joka koostuu pääosin hienojakoiseksi pölyksi jauhautuneesta kivistä. Geologisen aineiston pohjalta luotiin kuva hankealueen maaperästä, maalajien ja etenkin erilaisten savien alueellisista suhteista ja vaihtelevista ominaisuuksista. Selvityksen yhtenä osana oli tarkastella lisäksi jatkotutkimustarpeita ja käyttökohteita hankkeesta syntyvälle ylijäämäsavelle (mm. ympäristörakentamisen materiaalina) sekä mahdollisuuksia saven stabiiloimiseen ja tarvittaessa neutralointiin teollisuuden sivutuotteena tai jätteenä syntyvien tuhkien ja kuonien avulla. Selvityksen tarkoituksena onkin herättää keskustelua hankealueen läheisyydestä löytyvien jäte- ja voimalaitosten kanssa sivutuotteena tai jätteenä syntyvien tuhkien ja kuonien laatuvaatimuksista, laadun seurannasta ja määristä.



*Ms. Katriina Juvonen
- Finland - Geological
Survey of Finland*

*Ms. Emilia Kosonen -
Finland - Geological
Survey of Finland*

*Dr. Mika Räisänen -
Finland - Geological
Survey of Finland*

*Mrs. Maarit Saresma
- Finland - Geological
Survey of Finland*

Saven hyötykäytön lisääminen edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen kestäväää käyttöä, kustannus- ja resurssitehokkuutta ja vähentää jätettä. Pitkällä aikavälillä savien hyötykäyttö säästää maisemia ja ympäristöä, kun maankaatopaikkojen ja sijoitusalueiden määrät pienenevät ja kuljetusmatkat lyhenevät vähentäen myös aineksen kuljettamisen kustannuksia. Maa-ainemassojen koordinointi suurissa hankkeissa on tärkeää, ja tämän selvitystyön avulla halutaan herättää keskustelua sen mahdollistamisesta. Hankkeessa edistetään resurssiviisautta ja tiedonkulkua yli projektirajojen tilaajan sitoutumisella kiertotalouden resurssien hyödyntämiseen. Tämä edesauttaa saavuttamaan projektikohtaisia ja pitkäaikaisia alueellisia hyötyjä sekä kestävyystavoitteita.

Avainsanat / Keywords

Kiertotalous ympäristö kestävä kehitys
vastuullisuus

Kierrätysmuovien hiilijalanjälki ja käyttömahdollisuudet ratarakenteissa

Rautatieliikenteen suurimpia kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajia ovat infrastruktuurin rakentamiseen ja ylläpitoon käytettävät materiaalit. Ratarakenteissa on tyypillisesti käytetty hyvin korkean hiilijalanjäljen omaavia materiaaleja, kuten betonia ja terästä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko ratarakenteissa mahdollista käyttää pienemmän hiilijalanjäljen omaavia materiaaleja. Nykyisin polttamalla hävitettävä kierrätysmuovi saattaisi olla yksi tällainen materiaali.

Tutkimus perustuu Tampereen yliopistolla tehtyyn Rami Halmeen diplomityöhön, joka käsittelee kierrätysmuovien käyttömahdollisuuksia ratarakenteissa. Keskeinen tutkimuskysymys on, että pystytäänkö radan rakentamisen ja ylläpidon aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä vähentämään kierrätysmuovien käytön avulla. Kierrätysmuovin potentiaalisiksi käyttökohteiksi ratarakenteissa valikoituivat ratapölkkyt, sillä niihin käytettävät materiaalmäärät ja siten vaikutus kokonaispäästöihin olisi yksi merkittävimmistä. Työssä selvitettiin myös, että millaisia ominaisuuksia ratapölkkyjen materiaaleille vaaditaan ja voisiko kierrätysmuovi täyttää kyseiset vaatimukset.

Työssä tutkittaviksi kierrätysmuovijakeiksi valikoituivat tällä hetkellä polttamalla hyötykäytettävät jättemateriaalit, sähkö- ja elektroniikkajätteen sisältämä ABS-muovi ja nestepakkauskartongin kierrätyksen pulpperoinnin rejekti LPB. Valittujen materiaalien mekaanisia ominaisuuksia tarkasteltiin laboratoriotestien avulla. Testit suoritettiin kierrätysmuovijakeista ruiskuvaletuille koesauvoille, joille tehtiin veto- ja taivutuskokeet yleistestauslaitteella. Näiden lisäksi materiaalien pehmenemislämpötilat mitattiin Vicat- ja HDT-testeillä.

Mekaanisten testien perustella selvisi, että kierrätetty ABS muovi oli testatuista materiaaleista selvästi lujempaa ja jäykempää. ABS-muovi voisi täyttää sellaisenaan ratapölkkyä vaadittavat ominaisuudet. Taivutusjäykkyudeksi saatiin ABS-muoville $2314,9 \pm 10,6$ MPa, mikä on vain hieman pienempi arvo kuin neitseelliselle ABS-muoville standardissa ISO 178:2019 Muovit määritelty vertailuarvo 2470 MPa. LPB-muovin testit osoittivat, että kyseinen kierrätysmuovi saavuttaa vain kolmanneksen ABS-muovin tuottamasta lujuudesta ja jäykkyydestä. LPB-muovia ei voida ajatella käytettävän sellaisenaan ratapölkkyä materiaalina, sillä materiaali on liian joustavaa ja lisäksi se pehmenee liiaksi korkean lämpötilan vaikutuksesta.



*Dr. Heikki Luomala
- Finland - Tampere
University, Research
Centre Terra*

*Mr. Rami Halme - Finland
- Alumni of Tampere
University*

*Dr. Ilari Jönkkäri - Finland
- Tampere University*

Työn tuloksena selvisi, että kierrätysmuovien käytöllä ratapölkkyissä voitaisiin vähentää hiilijalanjälkeä kokonaisuutta ajatellen. Hiilijalanjäljen pienemiseen vaikuttaa merkittävästi se, että kierrätysmuovimateriaalilla on takana jo yksi elinkaari. Kierrätysmateriaali pystytään kierrättämään materiaalina eikä siitä vapaudu suurta hiilidioksidimäärää, kuten kierrätyksessä polttamalla vapautuisi. Ratapölkyn elinkaaren jälkeen materiaali on mahdollista kierrättää uudelleen, jolloin aiheutetut nettopäästöt ovat pienemmät kuin perinteisesti radan rakenteissa käytetyillä materiaaleilla. Päästöintensiteettien perusteella voidaan päätellä, että tutkituista materiaaleista LPB mekaaninen kierrätys ratapölkkyksi tuottaisi noin puolet pienemmät päästöt verrattuna sähkö- ja elektroniikkajätteen ABS-muoviin. Tutkittujen materiaalien kierrätysvirtojen perusteella laskettiin, että Suomessa kierrätetyn sähkö- ja elektroniikkajätteen sisältämän ABS-muovin vuotuisesta kierrätysmäärästä voidaan rakentaa noin 15,3 km raidetta ja LPB pulpperoinnin rejektin vuotuisesta kierrätysmäärästä noin 19,3 km.

Työn tuloksena voidaan todeta, että kierrätysmuovien käyttäminen perinteisten suuren hiilijalanjäljen omaavien materiaalien sijaan mahdollistaa hiilidioksidipäästöjen vähentämisen. Kierrätysmuovia käyttämällä vältetään betonin korkean hiilijalanjäljen ja toisaalta puisen ratapölkyn kyllästysaineiden aiheuttamat haasteet ympäristölle. Kierrätysmuovisia ratapölkkyjä käyttämällä saadaan radan hiilidioksidipäästöjä laskettua erityisesti materiaalin aiemman ja tulevan elinkaaren avulla vältettyjen päästöjen avulla. Mikäli ratapölkyn valmistamiseen käytettäisiin betonin sijaan esimerkiksi kaikki Suomessa vuoden aikana kierrätetty LPB pulpperoinnin rejekti, voitaisiin päästöjä vähentää 3610 hiilidioksidiekvivalenttitonnia, vaikka ratapölkkyssä jouduttaisiin käyttämään vahvikkeena terästankoja. Mikäli ratapölkyn valmistamiseen käytettäisiin pelkästään kierrätysmuovia, voitaisiin odottaa vielä merkittävämpiä päästöjen vähennyksiä.

Avainsanat / Keywords

Kierrätysmuovi kierrätys hiilijalanjälki
hiilidioksidipäästöt ratapölkky

Vähähiilisyden arviointi ratahankkeissa ja arviointitiedon hyödyntäminen

Väyläviraston keskeisenä tavoitteena on edistää ilmastovaikutusten arviointia ja vähähiilisiä, elinkaarikestäviä ratkaisuja väyläsuunnittelussa, rakentamisessa ja väylänpidossa sekä näihin liittyvissä hankinnoissa ja omaisuudenhallinnassa. Vähähiilisyden arvioinnin ja päästölaskennan avulla tuotetaan tietoa infrarakentamisen päästöistä ja tunnistetaan merkittäviä päästövähennysmahdollisuuksia. Väylävirastossa laaditun infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaista arviointia edellytetään suunnitteluhankkeissa, joista laaditaan hankearviointi.

Vähähiilisyden arvioinnin tueksi on laadittu infrarakentamisen päästötietokanta co2data.fi -palveluun. Päästötietokannan sisällystä ja päivittämisestä vastaa Suomen ympäristökeskus Väyläviraston toimeksiannosta. Tietokannan kehittämisestä ja ylläpidosta on sovittu vuoden 2026 loppuun saakka. Väylävirasto on lisäksi julkaissut Infrarakentamisen vähähiilisyden arviointimenetelmäohjeen, jonka mukaista arviointia edellytetään kaikista merkittävistä suunnitteluhankkeista. Päästötietokannan ja menetelmän kehittämisessä on tehty laajaa yhteistyötä infra-alan toimijoiden ja mm. Helsingin kaupungin kanssa.

Vähähiilisyden arvioinnin edelleen kehittämiseksi, analysoidaan vuoden 2024 aikana laaja joukko todellisten hankkeiden panostasoisia päästölaskelmia ja tunnistetaan eri päästölähteiden merkityksiä ja päästösuunnittelun vaikutusmahdollisuuksia. Analyysin perusteella voidaan demonstroida esimerkiksi ratahankkeiden päästöjä todellisten suunnitelmien pohjalta ja verrata niitä muiden hanketyyppien päästöihin. Kaikkien analysoitujen hankkeiden päästöt perustuvat samaan laskentaan ja samoihin infrarakentamisen päästötietokannan tietoihin. Laajan tietoaaineiston perusteella esitetään tuloksia ja kehitystarpeita, sekä pyritään hahmottelemaan polkuja kohti kokonaisvaltaista ilmastovaikutusten arviointia.

Ennen vähähiilisyden arvioinnin sisällyttämistä osaksi väylähankkeiden suunnittelua, hankearvioinneissa huomioitiin ainoastaan liikenteen päästömuutokset, jotka useimmilla hankkeilla ovat olleet vähentyneiden polttoaineenkulutuksen takia positiivisia. Rakentamisen päästöjen huomioiminen osana hankearviointia laajentaakin ilmastovaikutusten tarkastelua merkittävästi ja antaa paremman kokonaiskuvan hankkeen vaikutuksista hiilidioksidipäästöihin. Esityksessä kuvataan, miten rakentamisen päästöjen huomiointi osana arviointia vaikuttaa hankearviointien kokonaispäästövaikutuksiin.



*Ms. Hanna Sandell -
Finland - Väylävirasto*



*Mr. Janne Pesu - Finland -
Suomen ympäristökeskus*

*Ms. Karoliina Saarniaho -
Finland - Väylävirasto*

Vähähiilisyden arvioinnista saatavaa tietoa käytetään hankearvioinnissa hankkeen vaikutuksia arvioitaessa. Hankearviointitietoa voidaan hyödyntää sekä suunnittelun että päätöksenteon apuvälineenä ja päästötiedot ovat jatkossa osa tätä tietomassaa. Esimerkkihankkeiden avulla voidaan demonstroida, millainen osuus hiilidioksidipäästöillä on tyypillisesti hankkeiden vaikutusprofiilista eli miten ne suhtautuvat hankkeen tuottamiin muihin hyötyihin. Jotta vähähiilisyden arviointi ja tuotettu päästötieto saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti, tulee sitä tarkastella mahdollisimman monipuolisesti ja tunnistaa esimerkiksi keskimääräisiä päästövaikutusten suuruuksia hankkeilla. Kannattavuuslaskelmissa käytetyllä hiilidioksidin yksikköhinnalla on myös merkittävästi vaikutusta siihen, millainen merkitys päästöillä on suhteessa hankkeen muihin hyötyihin. Esityksessä näytetään lisäksi, miten yksikköhinnan muutos näkyy yksittäisen hankkeen päästötehokkuudessa ja vaikuttaa päästöhöyötyjen merkitykseen osana hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta.

Avainsanat / Keywords

Vähähiilisyys ilmastovaikutusten arviointi
hiilidioksidipäästöt hankearviointi päästölaskenta

Raitiotien päällysrakenteen vähähiiliset ratkaisut ja suunnittelu

Suomessa tullaan tulevina vuosina rakentamaan suuri määrä uutta raitiotieinfrastruktuuria. Raitiotieliikenne on oleellinen osa kestävästä liikkumisesta ja sen kehittäminen edistää kaupunkien hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Samalla itse raitiotieinfrastruktuurin rakentaminen ja peruskorjaaminen aiheuttavat suuren piikin radan hiilidioksidipäästöissä. Materiaalitehokkuus radan jokainen elinkaaren vaihe huomioiden voidaan yleistää radan hiilijalanjäljen vähentämisen tärkeäksi askeleeksi, johon voidaan vaikuttaa erityisesti suunnitteluvaiheessa. Esityksessä paneudutaan siihen, miten radan päällysrakenteen suunnittelulla voidaan vaikuttaa raitiotieinfrastruktuurin hiilijalanjälkeen.

Erityisesti varhaisessa vaiheessa projektia tehdään merkittävät valinnat hiilidioksidipäästöjen kannalta. Päätöksiä tehdään esimerkiksi radan linjauksesta ja geometriasta, jotka jo vaikuttavat materiaalien määrään ja kiskojen kulumiseen. Ajoissa asetettu vähähiilisyystavoite mahdollistaa sellaiset suunnitteluratkaisut, jotka pienentävät hiilijalanjälkeä ja kustannuksia samanaikaisesti. Tällaiset ratkaisut ovatkin ensisijaisia, sillä niiden toteutuminen ei jää budjetista riippuvaiseksi ja ne ovat siten varmempia. Suunnitteluratkaisuille säästetyillä kustannuksilla mahdollistetaan kuluja lisäävien vaihtoehtojen toteutumista ilman kokonaiskustannusten kasvamista. Hiili- ja kustannustehokkaissa ratkaisuissa esimerkiksi materiaalien tarvetta vähennetään rakennetta optimoimalla tai pidentämällä radan osien elinkaarta. Suuret vaikuttajat raitiotien hiilijalanjäljessä ovat kiskoteräs ja betoni sekä jossain määrin asfaltti. Erityisesti kiskoteräkselle ei ole tällä hetkellä vähäpäästöistä korvaajaa, joten teräksen menekin vähentäminen sekä kiskojen ja vaihteiden elinkaaren pidentäminen ovat oleelliset keinot päästöjen vähentämiseksi.

Kun vähähiilisyystavoite on asetettu, tarvitaan aikaa ja resursseja kehittämiselle ja kokonaisuuden huolelliselle tarkastelulle. Käytössä havaitut rata-alueen haasteet osoittavat millaiset ratkaisut eivät ole olleet sopivia tietyntylaisiin paikkoihin tai olosuhteisiin.



Ms. Ella Eilola - Finland - Sweco Finland Oy



Ms. Satu Kangas - Finland - Sweco Finland Oy

Aiemmissa hankkeissa tehtyjä valintoja ei tulisi tässä vaiheessa ottaa itsestäänselvyytenä, vaikka aiemmat rakenteet ja valinnat ovat hyvä lähtökohta kehitystyölle. Kehitystyö vie jonkin verran aikaa, vaatii oikeita ihmisiä ja esimerkiksi yhteistyötä tuotevalmistajien tai kunnossapidon kanssa, mutta vähintään matalalla roikkuvat hedelmät tulisi tunnistaa ja korjata talteen. Esimerkiksi betonin määrän melko vähäiselläkin vähentämisellä saadaan pitkällä rataosuuksilla suhteellisen suuria hiili- ja myös hintavaikutuksia aikaan.

Ratkaisujen kehittämisen jälkeen niiden vaikutuksia tulisi laskea ja vertailla. Esimerkiksi erilaisista pintarakennevaihtoehdoista voidaan arvioida niiden hiilijalanjälki- ja hintavaikutus poikkileikkauksen avulla. Elinkaarivaikutukset pitäisi pyrkiä arvioimaan – miten ratkaisut vaikuttavat radan korjattavuuteen, osien vaihdettavuuteen, mitä ne vaativat kunnossapidolta ja miten usein eri rakenteita ja osia tulee uusia. Samalla on hyvä tiedostaa, että vaikutukset eivät ole yksiselitteisiä, ja rataa tulee tarkastella kokonaisuutena. Esimerkiksi jokin pintamateriaali voi vaatia enemmän



Kuvat Merja Ovaska

kuivatusta kuin jokin toinen, mikä lisää kyseiseen rakenteeseen vaadittavaa materiaalimäärää ja hiilijalanjälkeä. Toisaalta radan sijainti vaikuttaa päällysteeltä vaadittaviin ominaisuuksiin, eikä materiaaleiltaan vähähiilisin vaihtoehto ole välttämättä kestävin. Kokonaisuutta arvioimalla vältetään päästöjen siirtäminen elinkaaren vaiheesta toiseen.

Koska radan olosuhteet ja radalle osoitetut vaatimukset vaihtelevat, ei yhden hyvän ratkaisun kehittäminen riitä. Jossain kohteessa radalta vaaditaan päältä ajettavuutta ja jossain kohteessa tietynlaista kaupunkikuvaa. Yli ajavaan liikenteeseen, talvikunnossapitoon, tiukkoihin kaarteisiin ja kiihdytysten tai jarrutusten tarpeeseen ei usein voi vaikuttaa, vaikka ne ovat merkittäviä kuluttavia tekijöitä. Suunnittelulla voidaan helpottaa kiskojen ja vaihteiden kuluvien osien vaihtoa materiaalitehokkaammin eli vähähiilistemmin. Radalla tarvitaan väistämättäkin myös hiili-intensiivisiä ratkaisuja ja materiaaleja, kuten asfaltti- tai betonipäällystettä. Näitä hiili-intensiivisiä vaihtoehtoja pitäisikin pyrkiä kehittämään vähähiilisemmiksi ja samalla ratkoa vähähiilisten ratkaisujen haasteita. Esimerkiksi viherrataa on kehitetty Suomen eri olosuhteisiin sopivammaksi hankkeiden aikana.

Iso osa vähähiilisen raitiotieinfrastruktuurin ratkaisuista tehdään siis suunnittelussa, mutta niiden toimivuus testataan lopulta käyttövaiheessa. Eri vaihtoehtojen seuraaminen sekä tiedon kerääminen, hallinta ja jakaminen eteenpäin jäävät tuleville vuosille. Tieto, erityisesti laskettavissa ja vertailtavissa oleva, on erityisen tärkeää optimoitujen ratkaisujen tekemiseksi.

Avainsanat / Keywords

Raitiotie pikaraitiotie kaupunkiraideliikenne
hiilijalanjälki

Raitiotien päällysrakenteen vähähiiliset ratkaisut ja suunnittelu

Fintraffic edistää kestävästä kehitystä omassa toiminnassaan. Liikenteen sujuvuuden lisäksi ympäristön on voitava hyvin. Fintraffic seuraa ja kehittää toimintaansa dataan pohjautuen, tämän seurannan toteuttamiseen tarvitaan laskentaa. Nykyinen laskenta tapahtuu pilvipohjaisissa ympäristöissä. Laskenta tuottaa päästöjä, joita on mahdollista optimoida eri keinoin.

Laskentaa tarvitaan analyysien taustalle, siitä me emme pääse eroon. Voimme vaikuttaa kuinka paljon laskentaa tehdään ja missä sitä tehdään. Olemmeko tietoisia data-analytiikan hiilidioksidipäästöistä? Kuinka paljon niitä syntyy, entä voiko niitä vähentää?

Fintraffic selvitti omassa toiminnassa miten laskenta jakautuu erilaisiin käyttötarkoituksiin. Tämän lisäksi kiinnitettiin huomiota yksittäisiin laskentaintensiivisiin latauksiin. Nämä huomiot käytiin yhdessä lävitse Fintrafficin data-alustan kehittäjien kanssa. Kehittäjät ehdottivat parannuksia, joiden vaikutukset mitattiin ja raportoitiin avoimesti kaikille kehittäjille.

*Dr. Mikko Puonti -
Finland - Solita Oy*

Fintraffic saavutti näillä toimenpiteillä huimat säästöt. Laskentakapasiteettia käytetään vain puolet siitä, mitä sitä kului ennen näitä toimenpiteitä. Tämä tarkoittaa konkreettisesti vuositasolla yli 25 000 Helsinki-Tampere välistä junamatkaa.

Data-analytiikka tuottaa huomaamatta hiilidioksidipäästöjä. Kiinnittämällä huomiota päästöihin ymmärretään, kuinka paljon niitä syntyy ja mitkä lataukset tuottavat eniten päästöjä. Systemaattisella data-alustan läpikäynnillä saadaan päästöjä vähennettyä. Fintrafficin tapauksessa päästöt puolittuivat.

Avainsanat / Keywords

ympäristö vastuullisuus

Energiatehokkuudella kohti entistäkin ympäristöystävällisempää raideliikennettä

Suomen suurimpana rautatietoimijana VR kuluttaa vajaan 1% Suomen sähköstä. VR on historiansa aikana tehnyt erilaisia projekteja energiatehokkuuden parantamiseksi, mutta nämä ovat olleen yksittäisiä toimenpiteitä. Energiakriisin nostettua energianhinnan pilviin, päätettiin energiatehokkuus ottaa jälleen fokukseseen – tällä kertaa vahvasti datan ja analytiikan kautta. Ohjelmalle annettiin tarvittavat resurssit ja varsin vapaat kädet lähteä tiedon avulla etsimään tehokkaimpia vaikutuskeinoja energiatehokkuuden parantamiseksi ja toisaalta ihan yksinkertaisesti myös luomaan kokonaiskuvaa tilanteesta. VR:llä sähkön kulutusta oli aikaisemmin seurattu lähinnä kuukausitasolla, mutta jotta energiankulutukseen päästäisiin paremmin kiinni ja pystyttäisiin tunnistamaan energiatehokkuuteen vaikuttavia asioita, oli päästävä datassakin tarkemmalle tasolle. Suurin osa sähkökalustostamme olikin jo varustettu energiamittareilla, joten aloimme hyödyntämään suoraan kaluston energiamittareiden tuottamaa tietoa laajemmin ja keskityimme ohjelmamme alussa nimenomaan sähkönkulutukseemme.

Varsin nopeasti energiatehokkuusohjelma nostikin kuljettajan ajotavan yhdeksi merkittävimmistä vaikutuskohteista. Vaikka kuljettajien ajotapaan olikin yritetty vaikuttaa jo aikaisemmin, otettiin nyt käyttöön ihmislähtöisempi lähestymistapa ja lähdimme positiivisen kautta vahvistamaan kuljettajien ammattitaitoa: ennen kaikkea tarjoten tietoa, näkyvyyttä omiin kulutustietoihin sekä tukien ja vaikuttaen kuljettaja kuljettajalle. Ohjelman puitteissa perustettiin maantieteellisesti kattava kuljettajista koostuva energiatimi, joka kontaktoi kuljettajia tukien heitä ajotavan muutoksissa ja tarjoten tietoa ja vinkkejä energiatehokkaaseen ajoon vieden kuitenkin samalla havaittuja epäkohtia eteenpäin.

Toimenpiteemme eivät kuitenkaan rajoitu vain kuljettajiin, vaan vaikutusmahdollisuuksia on tunnistettu laajasti yhtiömme sisällä, unohtamatta myöskään ulkoisia sidosryhmiämme kuten Fintrafficia ja Väylävirastoa. Olemmekin tehneet laajaa ja hedelmällistä yhteistyötä eritahojen kanssa niin sisäisesti kuin ulkoisesti nostamalla aiheita keskusteluun myös uusista näkökulmista. Kuljettajat tekevät työtään niissä raameissa, jotka monet muut rakentavat ympärille; esimerkiksi aikataulut, kalusto, konduktöörit, ratainfra ja liikenteenohjaus ovat merkittävässä roolissa siinä, miten kuljettaja suoriutuu. Näinpä tässäkin asiassa yhteistyö ja toimiva kommunikointi ovat avainasemassa. Yhteistyön ja tiedolla johtamisen kautta VR:n energiatehokkuusohjelman tulokset eivät ole jääneet vaatimattomiksi vaan vuoden 2023 lopussa sähkönsalalta energiatehokkuutemme oli parantunut hieman vajaat 8%, jota ei voida pitää vähäisenä.



Ms. Katri Ailus - Finland - VR-Yhtymä Oyj

Vaikka kimmoke ottaa energiatehokkuus vahvasti fokukseseen tulikin kustannuspuolelta energiakriisin saattelemana, on energiatehokkuustoimenpiteillä myös vastuullisuuteen ja ympäristöön liittyvä vaikutus, joka on yhtälailla tärkeä ja merkityksellinen. Keskityimme aluksi sähkönkulutukseen, jonka päästövaikutukset ovat maltillisemmat kuin dieselin, mutta olemme vuoden 2024 aikana ottaneet myös dieselin kulutuksen osaksi energiatehokkuusohjelmaamme. Lisäksi varsinkin energiakriisin aikana myös yhtiskunnallinen vastuullisuus korostui sähköniittävyyden näkökulmasta. Yhdenkin junan ajamisella energiatehokkaasti, säästyy sähköä useamman kotitalouden päivän sähkönkulutuksen kattamiseen. Yhtiömme on sitoutunut vastuullisuuden

edistämiseen, ympäristötavoitteisiin ja ympäristöystävällisen liikenteen edistämiseen, ja energiatehokkuus nähdään tässä oleellisena toimena.

Emme kuitenkaan pysy tähän täysin yksin, vaan yhteistyöllä esimerkiksi ratahankkeissa, liikenteenohjauksen kanssa ja järjestelmäkehityksessä, voidaan yhdessä rakentaa kokonaisuus, joka hyödyttää koko Suomen rautatieliikenteen energiatehokkuutta ja kestävämpää liikennettä. Uusissa ratahankkeissa tai järjestelmäkehityksessä energiatehokkuus kannattaisi ottaa huomioon, sillä rataan tai järjestelmiin tehtävät ratkaisut ovat usein pysyviä, jolloin niiden vaikutuskin on suuri. Kuitenkaan energiatehokkuuden huomioiminen ei välttämättä nosta hankkeen kokonaiskustannuksia, vaan monesti energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa myös pienillä teoilla. Eikä kaikkien tekojen tarvitse olla varsinaisesti hankkeitakaan. Se voi olla sitä, että liikenteenohjaus pistää kevyen junan väistämään painavaa tai, että hankalassa paikassa olevasta nopeusrajoituksesta hankkiudutaan mahdollisimman nopeasti eroon tai että Kuplaan tulee rataprofiili näkyviin kuljettajalle. Näistä viimeinen onkin jo tulossa vuoden 2024 Kuplan seuraavassa versiossa. Tämä on hyvä esimerkki yhteistyöstä, jolla konkreettisella teolla tarjotaan kaikkien Suomen rautatietoimijoiden kuljettajille paremmat edellytyksen energiatehokkaaseen ajoon ja näin yhteistyöllä otetaan askel kohti ympäristöystävällisempää raideliikennettä.

Avainsanat / Keywords

Energiatehokkuus	kestävä kehitys	tiedolla johtaminen
data ja analytiikka	yhteistyö	yhdessä tekeminen
kuljettajien ajotapa		

Ratahankkeiden sosiaalinen vastuullisuus

Rakennusalan tutkimukset ovat määrittäneet sosiaalisen vastuullisuuden keskeiseksi vastuullisuuden osa-alueeksi rakennushankkeissa. Siitä huolimatta se on rakennusalan vastuullisuuden osa-alueista vähiten tunnettu.

Näkökulmia ovat esimerkiksi:

- Esteettömyys ja saavutettavuus
- Sidosryhmien huomiointi
- Turvallisuus ja terveys
- Ammattietiikka ja koulutus

Ratahankkeissa ovat läsnä kaikki mainitut osa-alueet, vaikka niiden painoarvo vaihtelee eri hankkeiden välillä. Vaikka moni osa-alueista on osana hankkeiden toteutusta, vaativat ne syvällisempää ymmärrystä ja konkreettisia tavoitteita lainsäädännön ja ymmärryksen kehittyessä.

Esteettömyys ja saavutettavuus

Yksi keskeisimpiä sosiaalisen vastuullisuuden teemoja ratahankkeissa on esteettömyys ja saavutettavuus. Esteettömyydellä mahdollistetaan kaikille edellytykset osallistua ja toimia yhteiskunnassa itsenäisesti kaikilla elämän osa-alueilla. Rautatiet ovat keskeinen elementti yhteiskuntaan osallistumisen kannalta, sillä parhaimmillaan ne mahdollistavat esteettömän liikkumisen. Ratahankkeita rakennetaan yhteiskuntaa varten, jonka vuoksi on tehtävä ratkaisuja, jotka tukevat reilua yhteiskuntaa ja siihen osallistumista.

Käyttöönottoprosessi huomioi esteettömyyteen liittyvät EU-tason määräykset rata-alueilla. Määräykset on määritelty yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä (YTE), jotka ovat oikeudellisesti sitovia ja määrittelevät yhteisen kehysten rautatiejärjestelmän suunnittelulle, rakentamiselle ja käytölle EU-alueella. YTE:t sisältävät vaatimuksia ja standardeja, joilla mahdollistetaan asema-alueen esteetön ja yhdenvertainen käyttö. Nämä eivät kuitenkaan riitä esteettömyyden kokonaisvaltaiseen tarkasteluun. Ymmärrys ja tieto esteettömyyden laaja-alaisuudesta kasvaa ja vaatii ajattelua YTE-vaatimusten ulkopuolelta.

Esteettömyys rataympäristössä on monen toimijan yhteistyötä ja yhteensovittamista. Vastuut jakautuvat esimerkiksi opastusjärjestelmistä kuulutusjärjestelmiin ja laituri-alueiden rakenteisiin. Tämä vaatii myös ymmärrystä siitä, miten laajalle esteettömyysvaikutukset ulottuvat. Rakentamisen aikainen esteettömyys on huomioitava tulevaisuudessa paremmin ja se on osa-alue, joka kerää vuodesta toiseen palautetta sidosryhmiltä.



Mrs. Tinja Juutilainen -
Finland - Welado Oy

Muut osa-alueet

Esteettömyys on yksi keskeisimpiä teemoja ratahankkeiden vastuullisuudessa, mutta sosiaalinen vastuullisuus ulottuu laajemmalle. Muita osa-alueita ovat esimerkiksi sidosryhmien huomiointi, turvallisuus ja terveys, sekä ammattietiikka ja koulutus. Moni osa-alue tunnistetaan hankkeissa, mutta ne vaativat edelleen kehittämistä ja tarkempia toimenpiteitä.

Hyvät sidosryhmäsuhteet auttavat projektin etenemisessä, lisäävät luottamusta ja hyvää yhteistyötä. Sidosryhmien sisällä on kuitenkin erilaisia tarpeita, jonka vuoksi saavutettavuus ja esteettömyys nousee tärkeäksi teemaksi myös tässä kokonaisuudessa. Yhteistyötä voidaan edistää saavutettavalla viestinnällä ja kansalaisten osallistamisella saavutettavasti ja esteettömästi.

Turvallisuus on tunnistettu tärkeäksi sosiaalisen vastuullisuuden osa-alueeksi, joka huomioidaan usein hankkeilla hyvin. Työturvallisuus on tärkeää työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden kannalta, mutta lisäksi on huomioitava yksilöiden moninaisuus, jotta jokaisella on turvallista olla töissä. Tämä ajatus laajenee myös työmaa-alueen ulkopuolelle, sillä alueen moninaisten käyttäjien ja toimijoiden turvallisuus sekä turvallisuuden tunne on taattava koko hankkeen ajan.

Jotta voidaan tehdä vastuullisia valintoja, on ymmärrettävää mistä on kysymys. Moni tekee työssään vastuullisuuteen liittyviä ratkaisuja jo nyt, mutta on hyvä ymmärtää, minkälaiseen laajempaan vastuullisuuden kehukseen ne asettuvat. Työntekijöiden ammattietiikan ja vastuullisuuden läpivieminen ja ymmärrys linkittyy vahvasti henkilöstön koulutukseen.

Totta voidaan tehdä vastuullisia valintoja, on ymmärrettävää mistä on kysymys. Moni tekee työssään vastuullisuuteen liittyviä ratkaisuja jo nyt, mutta on hyvä ymmärtää, minkälaiseen laajempaan vastuullisuuden kehukseen ne asettuvat. Työntekijöiden ammattietiikan ja vastuullisuuden läpivieminen ja ymmärrys linkittyy vahvasti henkilöstön koulutukseen.

Vastuullisuuden kehityskulku

Vastuullisuudessa on tärkeää muistaa eri näkökulmien huomiointi, mikä tarkoittaa tulevaisuudessa yhä parempaa sosiaalisen vastuullisuuden kokonaisuuden hallitsemista. Vastuullisuuden eri osa-alueet ovat toisistaan riippuvaisia ja siksi on tärkeää tunnistaa niiden eri ulottuvuuksia ja vaikutuksia kokonaisuuteen.

Sosiaalinen vastuullisuus ratahankkeilla on jo itsessään laaja kokonaisuus, jolla on vaikutusta yhteiskuntaan ja sen toimintoihin, yhdenvertaisuuteen ja sidosryhmiin, unohtamatta henkilöstöä. Sosiaalisen vastuullisuuden merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa lainsäädännön ja EU-hankkeiden tukemana.

Avainsanat / Keywords

kestävä kehitys	vastuullisuus	ympäristö
esteettömyys	saavutettavuus	sidosryhmäsuhteet
viestintä	turvallisuus	terveys
ammattietiikka		

Meluntorjunnan suunnittelu Länsirata-hankkeessa

Junaliikenteen aiheuttamassa melussa on tyypillistä melutasojen suurin ajallinen vaihtelu. Junien ohitusten aikaisia korkeita melutasoja seuraa hiljaisempi jakso. Kuulohavainto ja myös sen vaikutukset muodostuvat ohitusten aikaisista melutapahtumista. Hetkellisesti korkeat melutasot vaikuttavat nukahtamiseen, unen laatuun ja unesta heräämiseen. Tämän vuoksi pelkästään pitkäaikaisiin keskiäänitasoihin perustuvat melutasojen kriteerit eivät aina ole riittäviä junaliikenteen aiheuttamien meluvaikutusten arvioinnissa ja meluntorjunnan suunnittelussa.

Kaupunkien maankäytön suunnittelussa melun hetkellistä maksimitasoa sovelletaan jo yleisesti tarkasteltaessa juna- ja raitiovaunuliikenteen sekä lentoliikenteen meluvaikutuksia. Melun hetkellistä maksimitasoa käytetään kriteerinä myös suunniteltaessa haittoja lieventäviä toimenpiteitä.

Suomessa ratakankkeiden meluntorjuntaa suunnitellaan käyttäen kriteereinä valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaisia ulkoalueiden ohjearvotasoa. Nämä ohjearvot edustavat 15 tunnin ja 9 tunnin jaksojen keskiäänitasoja.

Uusimmassa oikeuskäytännössä keskiäänitasoihin perustuvia melutasojen kriteereitä ei ole kaikissa tapauksissa pidetty riittävänä selvityksenä aiheutuvasta meluhaitasta. Todennäköistä on, että uusien ratakankkeiden suunnittelussa ja meluntorjunnassa käytettäviä meluntorjuntakriteereitä tiukennetaan.

Ratalaki edellyttää hankkeen aiheuttamien haittojen, myös meluhaittojen, lieventämistä kaikilla käytössä olevilla kohtuullisilla keinoilla. Uusien laajempien melukriteerien käyttö edellyttää tehokasta meluntorjuntaa ja uudenlaisilla meluntorjuntatoimenpiteitä. Tehokasta meluntorjuntaa ei voida toteuttaa pelkästään rakentamalla meluesteitä rautatiealueille, tarvitaan toimenpiteitä myös kiinteistöissä, joissa asukkaiden meluallistuminen tapahtuu.

Kiinteistökohtainen meluntorjunta tarkoittaa asuinrakennusten julkisivujen ääneneristävyttä parantavia toimenpiteitä sekä piha-alueiden oleskelualueiden melusuojauksia. Julkisivujen ääneneristävyttä parannetaan vaihtamalla ikkunat ja ovet paremmin ääntä eristäviin, asentamalla seinärakenteisiin äänenvaimentimilla varustetut korvausilmaventtiilit sekä rakentamalla seinään ääneneristävyttä parantavia lisäkerroksia. Pihan ulkoalueiden melusuojausta toteutetaan kuistien ja parvekkeiden lasituksilla, oleskelualueita suojaavilla meluseinärakenteilla sekä erillisillä oleskeluun tarkoitetuilla piharakennuksilla.

Kiinteistökohtaiset meluntorjuntatoimenpiteet ovat aina kiinteistönomistajalle vapaaehtoisia. Kiinteistönomistajan ja hankesyhtiön välille laaditaan kirjallinen sopimus kiinteistökohtaisten toimenpiteiden toteuttamisen yksityiskohdista sekä vastuisiin ja



*Mr. Ilkka Niskanen -
Finland - WSP*

*Mrs. Annika Salokangas -
Finland - Sitowise Oy*

velvoitteisiin liittyvistä asioista ennen toimenpiteiden toteuttamista. Sopimus kiinteistökohtaisista toimenpiteistä on sopimus haitankorvauksesta eli korvaus rautatiehankkeen aiheuttamasta meluhaitasta ja sopimus huomioidaan ratatoimituksessa. Korvaus on kiinteistökohtainen ja se sitoo kiinteistönomistajaa sekä sen myöhempiä omistajia. Hankkeen toteuttaja vastaa kiinteistökohtaisten toimenpiteiden toteuttamisesta.

Länsirata-hankkeessa meluntorjunnalle on asetettu tiukempia, myös melun hetkellisille maksimitasolle asetettuja, kunnianhimoisia tavoitteita. Asetettujen tavoitteiden saavuttaminen on edellyttänyt kiinteistökohtaisen meluntorjunnan käyttämistä rautatiealueelle suunniteltujen meluesteiden lisäksi. Ratasuunnitelmavaiheessa asuinrakennusten julkisivujen ääneneristävyttä parantavia toimenpiteitä on suunniteltu noin 270 kiinteistöön ja piha-alueiden suojauksen toimenpiteitä lähes 200 kiinteistöön. Rautatiealueella toteutetaan lisäksi mittavaa meluntorjuntaa, sillä erillisiä meluesteitä on suunniteltu kaikkiaan 154 kpl ja niiden yhteispituus on 75,6 km.

Länsiradan meluntorjunnan toimenpiteillä (rautatiealueelle sijoittuvat meluesteet sekä kiinteistökohtaiset toimenpiteet) suojataan lähes 1000 kiinteistön piha-alueita siten, että melutasot piha-alueilla alittavat valtioneuvoston päätöksen mukaiset ohjearvotasot. Lisäksi meluntorjunta tulee suojaamaan yli 1100 asuinrakennusta siten, että junien ohitusten aiheuttama melu sisätiloissa ei ylitä hetkellistä maksimitasoa 45 dB (LAFmax) eikä myöskään valtioneuvoston päätöksen (Vnp 993/1992) ohjearvojen mukaisia keskiäänitasoja.

Nykyisen Salo – Kupittaa rataosuuden varrella Länsirada -hankkeen meluntorjunta tulee vähentämään merkittävästi asukkaiden meluallistumista nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Nykyisessä tilanteessa yli 650 asuinrakennukseen arvioidaan kohdistuvan yli 75 dB (LAFmax) melutaso. Länsiradan meluntorjuntatoimilla lähes 90 % näistä rakennuksista saadaan suojattua alle 75 dB tason.

Lopuksi on syytä todeta, että meluntorjuntaa suunnitellaan ja toteutetaan ihmisten suojaamiseksi, vaikka tekstissä kerrotaankin piha-alueista, asuinrakennuksista ja julkisivuista.

Avainsanat / Keywords

Meluntorjunta
melun terveysvaikutukset
melun keskiäänitaso
Kiinteistökohtainen meluntorjunta
melun hetkellinen maksimitaso

Rautatiemaisemat kulttuuriperintönä

Puheenvuorossani tarkastelen junan ikkunasta näkyvää maisemaa rautateiden kulttuuriperintönä ja myös potentiaalisena vetovoimatekijänä.

Kulttuurihistoriallisessa mielessä nimenomaan rautatiematkustamisella on ollut keskeinen merkitys nykyajan vallitsevimman ympäristökokemuksen – maiseman katsomisen – synnylle teollisen modernisaation aikakaudella, viimeisten runsaan 160 vuoden aikana.

Suomen kirjallisessa historiassa uuden katsomistavan syntyä todistavat esimerkiksi Juhani Ahon pienenovellien ja lehtikirjoitusten kiihkeän haltioituneet junamatkakuvaukset 1880-luvulta. Runsaat 100 vuotta myöhemmin, vuonna 1999, Ruotsin rataverkosta vastaava Banverket julkaisi kirjoituskokoelman *Spår i landskapet – hur järnvägen format stad och land*. Moni teoksen kirjoittajista erittelee junamatkan maisemakokemusta tutkimuksellisella otteella. Ludvig Rasmusonin mukaan eräänlaisessa huippukokemuksessa junamatkustaja kokee ikään kuin liitävänsä maiseman poikki. Jonkinlainen vastakohta taas on moottoritie, jossa automatkustajaa ympäröi joka suunnassa tiemaisema. Havainto korostaa välittömimmän lähiympäristön merkitystä maisemakokemukselle. Junamatkustajan viehättävä illuusio on mahdollinen, koska maiseman etualalla mikään ei välttämättä muistuta matkan mahdollistavasta teknisestä välineestä, rautatieväylästä.

Suomessakin on nähty tarve rataverkkoon liittyvien kulttuuriperintöarvojen tunnistamiselle myös yksittäisiä asema-alueita laajemmin. Suomen Rautatiemuseo on Väyläviraston toimeksiantannon pohjalta vuodesta 2021 alkaen dokumentoinut, kartoittanut ja arvottanut kulttuuriperintöä jo seitsemällä rataosuudella.



Mr. Mikko Itälähti -
Finland - Suomen
Rautatiemuseo

Inventoinneissa käytetty arvokriteeristö nojaa Väyläviraston arvokohteiden kriteeristöihin ja toimintamalliin. Inventoinnit tuottavat varsinkin hankkeiden suunnittelun ja radanpidon tueksi tietoa, joka koskee varsinkin väylänpidon ja liikenteenhoidon tuottamia historia-arvoja sekä infrastruktuurikohteisiin liittyviä rakennushistoria-arvoja. Maiseman arvojen tunnistamisessa kriteeristö ei kuitenkaan ole omimmillaan.

Haasteet maiseman arvojen ymmärtämisessä ja niiden vaalimisessa rautatien kulttuuriperintönä ovat nähdäkseni ainakin kahtalaiset. Yhtäällä on ensinnäkin kulttuuriimme syvärakentunut ajattelutapa, jossa ”kulttuuri” ja ”luonto” hahmottuvat toisilleen vastakohtaisina, ja seurauksena myös kulttuuriperintöinstituutioiden tehtäväkenttä nou-

dattaa samaa jakoa. Toinen, käytännöllisempi haaste maisemien käsittelyyn kulttuuriperintönä liittyy erityiskohteiden suojelun ja yleisen laadun vaalimisen ristivetoon suojelun ja hoidon toimien toteuttamisessa.

Länsimaissa vuosisatoja vaikuttaneen ajatusmallin mukaisesti kulttuuriperintöä edustavat varsin kyseenalaistamattomasti nimenomaan ihmisten puuhut ja ihmisen rakentama järjestys, mihin suhteessa luonnonprosessien tuottamat muutokset on hahmotettu lähinnä alkuperäisyyden heikentymisenä. Nykyisen, ihmisen toiminnasta aiheutuvan ympäristöкриisin tilanteessa ihmisyhteisöjen ja enemmän-kuin-inhimillisten ympäristöjen väliset vuorovaikutussuhteet ovat kuitenkin nousseet uudella tavalla kiinnostuksen kohteiksi myös kulttuuriperinnön tutkimuskentällä.

Viimeistään 2010-luvulta alkaen ollut käynnissä teoreettinen murros, jonka myötä kulttuuriperintöajattelun perinteinen ihmiskeskeisyys on kyseenalaistettu. Viimeaikaisissa keskusteluissa on esimerkiksi nähty, että kulttuuri kokonaisuutena olisi hedelmällistä ymmärtää kertomuksina ihmisyhteisöjen ja laajemman biologis-fyysisen elonkehän välisistä, historiallisesti muuttuvista suhteista. On myös kehitetty lupaavia uusia käsitteitä, kuten biologinen tai joutomaiden kulttuuriperintö (*biological heritage, ruderal heritage*). Nämä näkökulmat korostavat, miten vaikkapa kasvit ja eläimet osallistuvat ihmisen rinnalla kulttuuriympäristöjen ja niiden historiallisuuden tuottamiseen, ja myös päätyneen ihmistoiminnan myötä villiintyneet paikat voivat kertoa kulttuuriperinnön kannalta merkityksellisiä tarinoita. Tällainen ymmärrystapa korostaa myös kulttuuriperintöä jatkuvasti kehkeytyvänä, syvää aikaulottuvuutta kantavana kudelmana.

Junan ikkunasta näkyvä maisema on kulttuuriperintönä ”ainetonta” sikäli, että mukana on epäkonkreettisia kokemusolottuuksia kuten liike. Maisemalla on silti kokemuksenakin ehdottoman materiaallinen perusta. Edellä mainitut esimerkit junamatkan kokemuksen erityispiirteistä korostivat katsojan laajempaan maisemaan liittyvän etualan merkitystä. J.G. Granön jo 1920-luvun lopulla muotoilema suomalaisen maantieteen klassikkoteoria esit-



Kuva Mikko Itälähti

tää myös, että katsojasta noin 20 metrin etäisyydelle ulottuva vyöhyke on se havaintoympäristön intiimein lähipiiri, jonka piirteet koetaan erityisen läheisinä ja jolla on suuri merkitys kokijan ”paikantumisessa” laajempaan maisemaan. Näin ollen rautateiden maisemakokemuksen yleisen laadun kannalta ratkaisevassa roolissa onkin radan välittömin lähiympäristö (itse rata-alue ja rata-lain 37§ mukainen suoja-alue) sekä ne käytännöt, joilla sen hoidossa onnistutaan tai epäonnistutaan vaalimaan maiseman yleistä esteettistä laatua ja ajallista kerrostuneisuutta.

Avainsanat / Keywords

Kulttuuriperintö maisema rautatieympäristö
enemmän-kuin-inhimillinen kulttuuriperintö



Paahderadalla lisää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta

Ilmastonmuutos on tuonut mukanaan haasteita, joihin etsitään jatkuvasti uusia ratkaisukeinoja. Ilmastonmuutos aiheuttaa muun muassa säiden ääri-ilmiöitä, joiden vaikutukset kärjistyvät tiiviisti rakennetuissa kaupungeissa. Kaupungeissa on paljon kovia pintoja, kuten rakennuksien seinät ja kivetyt sekä asfaltoidut maanpinnat, jotka varastoivat auringon lämpöenergiaa ja ovat osasy kaupunkien lämpösaarekeilmiötä. Kovilla kesähelteillä kivisissä kaupungeissa olosuhteet muuttuvat hyvin tukaliksi ja kuumuus vaikuttaa myös asuinviihtyvyyteen sekä asuinalueiden vetovoimaisuuteen. Tiivistyvässä kaupungissa jää aina vain vähemmän ja vähemmän tilaa viheralueille, jotka toisivat helpotusta lämpösaarekeilmiöön ja asuinviihtyvyyteen. Lisäksi viheralueiden vähenemisen myötä myös kaupunkiluonnon elintila kapenee, mikä nopeuttaa entisestään luontokatoa ja vähentää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta. Toinen ilmastonmuutoksen aiheuttama sään ääri-ilmiö, rankkasateista johtuvat kaupunkitulvat, toistuvat yhä useammin ja useammin vuosi toisensa jälkeen. Kovilta maanpinnoilta vesi ei imeydy maahan ja katujen hulevesiviemäristöt eivät riitä ratkaisemaan tulvatilanteiden huippuja, jolloin isot vesimassat pääsevät aiheuttamaan vaurioita katualueille, rakenteille ja rakennuksille.

Keinoja sopeutua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin ja toimenpiteitä luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen löytyy useita, kuten esimerkiksi nurmikkoalueiden muuttaminen niityiksi, lahoppuun lisääminen, katupuiden lisääminen, olemassa olevien viheralueiden säilyttäminen sekä hulevesien viivytyksen ja imeyttäminen kasvillisuusalueilla. Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi yhtenä uutena keinona toimii paahderata.

Paahderata on kasvillisuuspeitteinen avoviherraide, jonka kasvillisuuspeite koostuu paahteisten ja karujen kasvupaikkojen lajistosta. Paahderata voi tuoda yhden ratkaisuvaihtoehdon lisää ilmastonmuutoksen haasteisiin sopeutumiseen ja kaupunkiluon-



Ms. Lea Hettula - Finland - AFRY Finland Oy



Mrs. Hanna Ylitalo - Finland - AFRY Finland Oy

non monimuotoisuuden lisäämiseen. Paahderadalla voidaan vaikuttaa kaupunkien lämpösaarekeilmiöön vaihtamalla raitiotieillä käytetty perinteinen kiveys- tai asfalttipinta kasvillisuuspeitteiseksi. Samalla tämä kasvillisuuspeite tuo mukanaan muitakin arvoja, kuten lisää kaupunkien viihtyisyyttä, kasvattaa alueen viherkerrointa, mikäli sellainen on käytössä ja lisää kasvillisuuspeitteistä kaupunkiympäristöä.

Koska raitiotiet sijaitsevat useimmiten katualueilla, jossa vaikuttaa liikenteen viima, tuuliolosuhteet, katujen kunnossapito, kuivatus ja auringon sekä kovien pintojen kuumuus, voidaan paahderadalle rakentaa elinympäristöjä sellaisille kasvillisuus- ja eliöbiotoopeille, jotka suosivat karuja olosuhteita. Raitiotieyhteydet kulkevat kaupunkialueilla monenlaisten alueiden lävitse, jolloin paahderata voi toimia myös viheryhteytenä ja ekologisena käytävänä erilaisten viheralueiden välillä.



Kuva Aarni Salomaa

Helsingissä Kalasatamasta Pasilaan -raitiotiehankeessa lähettiin rohkeasti etsimään uusia vaihtoehtoja nurmiradalle. Uuden nurmiraitteen korvikkeen ehtoina oli, että kastelun tarve on hyvin vähäinen, kasvillisuutta ei tarvitsisi leikata kuten nurmirataa ja kasvillisuus muodostaa yhtenäisen viherpinnan. Tämän kehitystyön tuloksena syntyi ajatus paahderadasta ja KaPa-hankkeessa on kokeiltu kolmea paahderatatyyppeä Hermannin rantatien ja Valtilanlaakson alueella. Näitä paahderatatyyppejä ovat:

- Siemeneroosiomatto-paahderata, jossa on käytetty kasvualustan peittämiseen siemeneroosiomattoa ja täydennetty astiataimi-istutuksin, jotka on istutettu eroosiomattoon tehtyihin viiltoihin. Tämä paahderatatyyppeä on sijoitettu viimeiselle ja hyvin tuuliselle alueelle Hermannin rantatiellä.
- Paahderata, johon on istutettu astiataimia ja niiden lisäksi tehty myös siemenkylvö. Lisäksi tästä tyypistä löytyy vielä yksi erikoisuusversio, eli niin sanottu “kasvitieteellinen paahderata”, jossa on tehty yhteistyötä Kumpulán kasvitieteellisen puutarhan kanssa kasvilajien hankinnassa.

- Maksaruohosammalrata, jossa kasvualusta on peitetty valmiiksi kasvatetuilla maksaruohosammalmatoilla, joita tyypillisesti käytetään viherkatoilla.

Nämä Suomen ensimmäiset paahderadat on toteutettu syksyn 2023 ja kevään 2024 aikana ja kokemuksia paahderadan kehittämisestä, toimivuudesta ja menestymisestä raidealueilla saadaan lähivuosina. Ensimmäiset kokemukset kertyvät jo kesän 2024 aikana ja esityksessä tullaan kertomaan myös niistä.

Avainsanat / Keywords

Ilmastonmuutos ympäristö
ilmastonmuutokseen sopeutuminen



Kuva Lea Hettula



Säästä energiaa ja ylläpito kustannuksia

Suojaa ratavaihteesi
Osbornin vaihdeharjalla

osborn

Myynti:

Robin Wahlstedt

robin.wahlstedt@celindgren.fi

Puh. +358 40 0717 114

C.E. LINDGREN

www.celindgren.fi

Käynnissä olevat ja alkavat suuret hankkeet

Väylävirastolla on rakenteilla vuoden 2025 aikana yhteensä yli 50 rata-, tie- ja vesiväylähanketta. Rautateiden kehittämishankkeita on käynnissä 16 sekä vajaa 10 peruskorjaushanketta. Esityksessä käydään läpi merkittävimpien käynnissä olevien ratakankkeiden tilanne sekä uusien päätettyjen hankkeiden aikataulutusta.

Suurimmat rautateiden kehittämishankkeet ovat Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen, Espoon kaupunkirata, Turun ratapihan kehittäminen, Rantaradan kehittäminen Karjaa-Kauklahti, Karjalanradan kehittäminen, Tampereen henkilöratapiha, Oulun henkilöratapiha sekä Digiradan kehitys- ja verifiointivaihe. Lisäksi merkittävämpänä ratojen peruskorjaushankkeena on käynnissä Jyväskylä-Pieksämäki-hanke.



Mr. Magnus Nygård -
Finland - Väylävirasto

Uusia hallituksen päättämiä ratakankkeita ovat mm. Turun satamaradan siirto, Karjalanradan kehittäminen sekä Oulun henkilöratapiha. Uusien hankkeiden alustavat toteutusaikataulut esitellään.

Väylävirasto edistää alan tuottavuuden kehittämistä hankkeiden toteutusten myötä ottamalla hankkeiden toteutukseen mukaan mm. inframallinnusta ja projektitiedonhallintaa, infrahankeiden kustannuslaskenta (IHKU) -tiedon hyödyntämistä, ympäristövaatimusten kehittämistä, mestari-kisällimallin hyödyntämistä sekä yhteistyövalmennuksia.

Väyläviraston hankkeet 2025

Kehittämismomentin hankkeet (tie)

1. Vt 3 Moreenin entisoititelmä, Hämeenlinna ja Janakkala
2. Vt 3 ja vt 29 liittymäjärjestelyt Jalasjärvi, Kurikka
3. Vt 4 Lahden väylä välillä Kehä I–Kehä III ja Ilmasillan entisoititelmä (MAL)
4. Vt 4 Leivonmäen pohjoispuolella, Joutsa
5. Vt 4 Oravasaaren entisoititelmä, Jyväskylä
6. Vt 4 Iivonkan kohta, Jyväskylä (MAL)
7. Vt 4 Äänekoski-Vitasaari -raiteiden kehittäminen
8. VT 5 Leppävirta - Kauppi
9. Vt 6 Korien kohta
10. Vt 8 parantaminen välillä Edösvö - Leppä
11. Vt 8 ja st 724 Vaasan yhdistyksen 1. vaihe
12. Vt 8 parantaminen Kokkolan kohdalta, Kokkolan keskusta 1. vaihe
13. Vt 9 Lievesteeseen kohta
14. Vt 9 parantaminen ja st 562 Lentokentän liikennejärjestelyt
15. Vt 11 Koverin silta ja Pikkusaaren silta, Porvoo, Uusikaipiö
16. Vt 12 Hakkala-Tiljala (MAL)
17. Vt 15 Rantahaka (Kotka)-Kouvola
18. Vt 15 Kokkan sisäkatualue (Hyväksyntätila)
19. Vt 21 Alakkalampi-Kiljojärvi, Enontekiö
20. Vt 21 Päljönsuu-Maunu
21. Vt 23 Karvin kohta
22. Xl 40 (E18) Turun kehätie Riston keskusta (MAL)

23. Xl 68 Väliä Edösvö-Pietarsaari
24. Mt 101 Kehä I Maasilmin entisoititelmä, Espoo (MAL)
25. Mt 180 Karjalansalmen ja Hessundinsalmen siltojen uusiminen
26. Mt 180 Karjala-Kuusisto, Kaarinan läntinen ohjustie (MAL)
27. Mt 642:lle Äänekosken silta
28. Mt 8155 Polkimoentie
29. Halluodon kiertälyyhteyt

Kehittämismomentin hankkeet (vesiväylät)

30. Kiverharin meriväylän syventäminen
31. Tornion meriväylän geometrian parantaminen ja Vaasan meriväylän sisäosan leventäminen

Kehittämismomentin hankkeet (rata)

32. Espoon kaupunkirata
33. Helsinki-Riihimäki kapasiteetin lisääminen 2. vaihe
34. Helsinki-Tampere -rataosan peruskorjauksen aloittaminen
35. Hyvinkää-Hanko rataosan sähköistyminen
36. Rantaradan kehittäminen Karjaa-Kauklahti
37. Turun ratapihan kehittäminen ja Kupittaa-Turku kaksoisraiteiden rakentaminen
38. Turun satamaradan siirto (MAL)
39. Kouvola-Kotka/Hamina

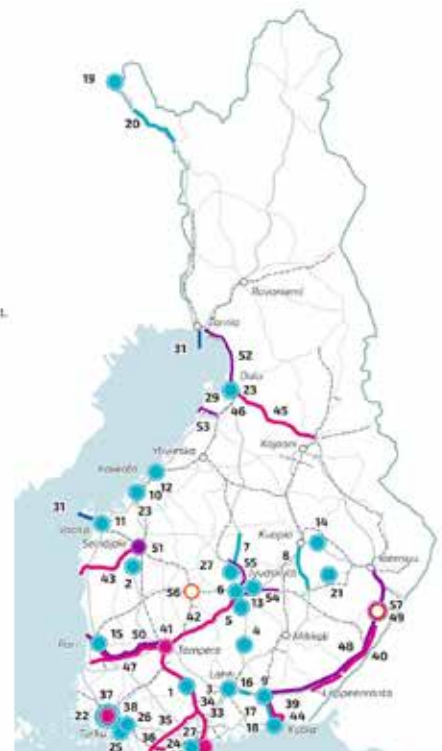
40. Karjalanradan kehittäminen
41. Tampereen henkilöratapiha
42. Tampere-Jyväskylä -radan parantaminen, 1. vaihe
43. Suopohjan radan suunnittelu ja korjaus
44. Digirata-pilotihanke (ITCS-testirata ja laboratorio)
45. Oulu-Kontionmäki -raiteiden välilyöntien parantaminen, 1. vaihe
46. Oulun henkilöratapiha (MAL)
47. Digiradan kehitys- ja verifiointivaihe

Perusväylänpidon hankkeet

48. Karjalan rata peruskorjaus
49. Syrjäsaaren silta, Kitee
50. Tampere-Pori laiturisillan poisto
51. Seinäjoen asemantalon rakentamishanke
52. Oulu-Lauri peruskorjaus
53. Tuusimäki-Raaha peruskorjaus
54. Jyväskylä-Pieksämäki peruskorjaus
55. Jyväskylä-Äänekoski peruskorjaus

Raakapuunkuormauspaikat (perusväylänpito)

56. Haapamäki
57. Kitee



Digiradan vaatimustenhallinta

Digiradan hankkeissa uudistetaan rautateiden kulunvalvonta siirtymällä ERTMS-määrittysten mukaisiin järjestelmiin ja toimintaan. Tämä tarkoittaa käytännössä kaikkien radanvarren turvalaitteiden uusimista, liikkuvan kaluston kulunvalvonnan sekä myös liikenteenohjauksen järjestelmien päivittämistä.

Vaatimustenhallinta on Digiradassa merkittävässä roolissa, koska:

- vaatimusten kautta tapahtuva suunnittelu on hankkeiden tärkeimpiä tuotoksia
- vaatimukset ovat osa toimitussopimuksia
- vaatimukset luovat pohjan toimintojen testausselle sekä järjestelmien hyväksynnöille



Mr. Pekka Mäkinen -
Finland -
Fintraffic Raide Oy

- vaatimusten rakenne, jäljitettävyys ja sisältö
- vaatimusten katselmointi ja hyväksyntä
- vaatimusten muutostenhallinta osana sopimusmuutoksia
- yhteistyö järjestelmätoimittajien kanssa vaatimusten täyttymisessä
- vaatimustenhallinnan ohjelmistotuki, ulottuen testauksiin ja raportointiin

Näiden kaikkien suunnitelman toimintojen toteuttaminen mahdollistaa Digiradan vaatimusten tuottamisen, hallinnoinnin ja vaatimustenmukaisuuden EN50126 toiminnallisen turvallisuuden standardia soveltaen.

Avainsanat / Keywords

Digiradan osalta vaatimustenhallinta kuvataan vaatimustenhallintasuunnitelmassa, jossa käydään lävitse muun muassa:

Vaatimustenhallinta
Järjestelmäsuunnittelu

Vaatimustenmukaisuus
Digitalisaatio



Laurila-Tornio-Haaparanta-rataosan sähköistäminen

Laurila–Tornio–Haaparanta-rataosan sähköistäminen -hankkeessa sähköistetään Laurilan ja Tornion välinen rataosuus sekä rajan ylittävä osuus Haaparannan puolella. Hankkeessa rakennetaan edellytykset rajan ylittävän matkustajaliikenteen käynnistämiseen. Laurila–Tornio–Haaparanta-ratahanke toteutetaan Väyläviraston, Huoltovarmuuskeskuksen ja Trafikverketin eli Ruotsin Liikenneviraston yhteishankkeena.

Tornion ja Haaparannan alue on kansainvälisten kuljetuskäytävien solmukohta ja osa vireillä olevaa TEN-ydinverkkokäytävän laajennusta Perämerenkaaren ympäri. Alueen kautta kulkevat useat merkittävät Pohjois-Suomen ja -Ruotsin kansainväliset liikennekäytävät, jotka liittyvät alueen Keski-Euroopan liikennekäytävään. Tämä Ruotsin kautta kulkeva reitti on yksi vaihtoehto Suomen ulkomaankaupan kuljetuksille. Mahdollinen henkilöliikenteen avaaminen rajan yli laajentaisi työssäkäyntialueita Perämeren alueella. Nyt käynnissä oleva hanke sisältää Laurila–Tornio–Haaparanta-rataosan sähköistyksen, taseisteysten turvallisuuden parantamista, sähköistyksen vaatimat ristikkosiltojen avartamiset (Tornionjoen ratasilta ja Raumonjoki) sekä Tornion ratapihalle tehtävät muutokset, mm. uusi matkustajalaituri. Sähköistettävää raidetta on Laurilasta alkaen Ruotsin rajalle saakka noin 22 kilometriä. Ruotsin puolella sähköistettävää raidetta on noin 1 kilometri.



*Mrs. Terhi Honkarinta -
Finland - Väylävirasto*

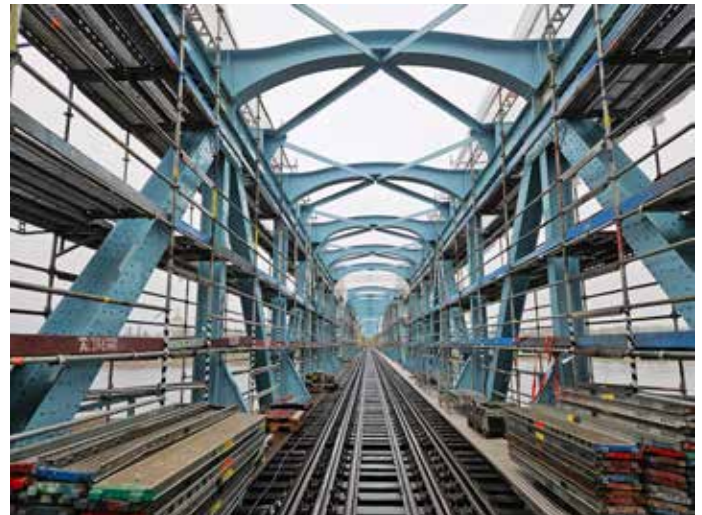


*Mr. Jukka Päckilä -
Finland - Väylävirasto*

Seminaarin hanke-esittelyssä pureudutaan tarkemmin kahden valtion rajat ylittävän hankkeen toteuttamiseen.

Avainsanat / Keywords

Ratarakentaminen yhteistyö projektinjohto



Tilannekuvan muutos raportoinnin välineestä infrahankkeen käyttöliittymäksi

Suurten infrahankkeiden tilannekuvat keräävät hankkeen johtamisen kannalta oleellisen tiedon yhdeksi kokonaisuudeksi, joka tarjoaa perustan hankkeen tietojohtamiselle. Moderni tilannekuva tarjoaa käyttöliittymän hankkeen viimeisimpään tietoon jonkinlaisen verkkosivun muodossa, jossa tieto päivittyy automaattisesti hankkeella käytössä olevista tietojärjestelmistä.

Suurten infrahankkeiden tilannekuvat kokoavat tietoa lukuisista lähteistä. Osa tiedosta kerätään osapuolina toimivien organisaatioiden omista tietojärjestelmistä, mutta yhteisen koordinoinnin kannalta merkittävimmät johtamisen työkalut kehitetään tai hankitaan yhteistyössä hankkeeseen osallistuvien toimijoiden kesken.

Ei kuitenkaan ole mitään erityistä syytä, miksi tiedonsiirron tulisi tapahtua vain lähdejärjestelmistä raportille: tilannekuvasovellukseen voidaan kehittää toiminnallisuuksia, joilla tietoa voidaan päivittää, jalostaa ja kommentoida suoraan tilannekuvasta käsin. Useimpien modernien työkalujen kohdalla tiedon lukeminen ja päivittäminen tapahtuvat samaa rajapintaa hyödyntäen.

Sovelluskehityksen vaatiman työmäärän ero tiedon visualisoinnin ja muokkaamisen välillä ei enää väistämättä ole infrahankkeiden tiedonhallinnan kustannusten mittakaavassa merkittävä. Yksinkertaisimpien työkalujen osalta voi usein olla tehokkaampaa kehittää hankekohtaiseen tarpeeseen täsmäratkaisu osaksi tilannekuvaa kuin hankkia valmis tuote markkinoilta.

Tilannekuvan toiminnallisuuksien kehittäminen johtaa perinteisten raja-aitojen hämärtymiseen allianssihankeiden sisäisen koordinoinnin työkalujen välillä, kuten esimerkiksi intranetin, projektipankin ja keskustelukanavien kohdalla on joissain tapauksissa käynyt. Toisaalta jotkin ominaisuudet ovat vieneet hankkeiden tilannekuvia selvästi lähemmäs toiminnanohjausjärjestelmää.

Raportoinnista poikkeavien toiminnallisuuksien kehittämisen hyödyt ja kustannukset vaihtelevat merkittävästi tietolajin ja johtamisen osa-alueen mukaan: suunnittelijoiden tuntikirjanpidon muokkaaminen tilannekuvasta käsin on ehkä posketon ajatus, mutta idean kuittaaminen toteutetuksi hankkeen idealokiin tai uuden tunnistetun riskin kirjaaminen ovat jo merkittävästi luontevampia toimenpiteitä tehtäviksi osana tilannekuvaa.



Mr. Oliver Kilpiä - British Indian Ocean Territory - FLOU Oy

Suurastaan yllättävän hyödylliseksi on osoittautunut esimerkiksi työkalu hankkeiden muistioiden rakenteiseksi laatimiseksi Wordin sijaan, kun muistioon voidaan upottaa muita tilannekuvassa esitettäviä tietoja sen sijaan, että tehtyjen päätösten tiedot vaikkapa kirjattaisiin erikseen tarvittaviin lokeihin muistion lisäksi. Onnistumisia ovat olleet myös esimerkiksi tilannekatsaukset, suunnittelun pilkkoaminen tuotoksiksi sekä hankkeiden lomakalenterit.

Hyötyjen saaminen tilannekuvasta kaikissa hankkeen arvoketjun osissa edellyttää psykologista ja liiketoiminnallista turvallisuutta keskeneräisen tiedon käsittelyssä, tahtotilaa muuttaa kulttuuria ja toimintatapoja - sekä rohkeutta kokeilla hankkeen tarpeisiin sopivia ratkaisuja.

Havaintoja on ammennettu kirjoittajan kehittämistä ja ylläpitämistä tilannekuvakokonaisuuksista Kalasatamasta Pasilaan -raiotieallianssihankeessa, Tampere-Jyväskylä-rata-suunnitteluhankkeessa, Kruunusillat-hankkeessa sekä Pirkkala-Linnainmaa-raiotieallianssihankeessa.

Avainsanat / Keywords

innovaatiot suuret hankkeet tietojohtaminen
tilannekuva

Kuva Mikko Itälähti

Yhdessä enemmän kuin osiensa summa – toimivan raitiotieallianssin elementtejä

Kaupunkirakentamista on viimeisen vuosikymmenen aikana kehitetty valtavasti raitiotieallianssihankkeissa. Sekä tekniset ratkaisut että yhteistoiminnallinen hankemalli ovat yhdessä työstäen ottaneet yhä uudelleen harppauksia kohti jatkuvasti parempaa. Yhteensä yhdeksän raitiotiehanketta on jo toteutettu tai kilpailutettu toteuttavaksi. Kokeuksia hienosti toimivista raitiotiealliansseista on siis kertynyt alalle jo runsaasti.

Allianssi on eri toimijoiden kesken muodostettu kokonaisuus, jossa lähdetään rakentamaan tilaajan asettamien tavoitteiden ohjaamina heti alusta alkaen yhteistä hankekulttuuria ja vahvaa luottamusta. Avoimuus, jatkuva vuorovaikutus ja aktiivinen allianssikyvykkyyden kasvattaminen ovat esimerkkejä tärkeistä keinoista yhteisen maalin saavuttamiseksi.

Toiminta allianssissa lähtee hankkeen ihmisistä sekä aidosta tahtotilasta tehdä yhdessä. Myös asennoituminen ja sen vaikutus on tunnistettu tärkeäksi kokonaisuudeksi. Aktiivisella valinnalla siitä, että näemme lasin ”puoliksi täynnä” päästään porukkana pitkälle. Yhtenä keskeisenä elementtinä on myös molemminpuolinen kunnioitus, laaja-alainen tuki innovatiivisuudelle ja kyky ymmärtää, että asiat, organisaatiot, ratkaisut tai tavat toimia eivät lähtökohtaisesti ole keskenään parempia tai huonompia, vaan ainoastaan erilaisia.



Mrs. Laura Saarlo - Finland - NRC Group Finland Oy

Lean-rakentamisen periaatteet yhteisenä kulmakivenä

Lean-rakentamisen filosofia, -periaatteet ja -työkalut ovat erinomainen alan yhteinen pohja alliansseille. Sen kuusi keskeistä periaatetta löytyvät tämän hankemallin sydäimestä, sillä allianssit rakentuvat innostuneista ja toisiaan kunnioittavista ihmisistä, kokonaisuuden optimoinnista, asiakasarvon luomisesta, tekemisen virtauksen tehostamisesta ja hukan vähentämisestä sekä tahtotilasta jatkuvasti parantaa.

Systemaattisesti kasvatetun lean-osaamisen avulla on pystytty kehittämään ja vakioimaan uusia toimintatapoja ja teknisiä ratkaisuja, joilla on saavutettu merkittävää asiakasarvoa raitioiteitä sisältävissä kaupunkikehityshankkeissa.

Allianssimallinen toteutusmuoto on mahdollistanut leanin yhteisen jalkauttamisen ja oppien siirtämisen hankkeilta toisille jatkuvan parantamisen filosofiaa hyödyntäen. Avoimuuden ilmapiirissä myös virheistä on yhdessä opittu ja näin vältetty niiden toistuminen.

Kuvassa ”Case-esimerkkejä leanin peruseriaatteiden tuloksekkaasta konkretisoimisesta ja hyödyntämisestä raitiotiealliansseilla” on nimensä mukaisesti kuvattu muutamia näistä onnistumisista.





Case Kruunusillat – esimerkki yhteistyön ja jatkuvan parantamisen voimasta

Yhtenä esimerkkinä toimii Kruunusillat-allianssi, KSA, joka on tarjonnut viime vuosien aikana tekijöilleen näköalapaikan raitiotierakentamisen sekä allianssimallin kehittämiseen. Kuten muutkin raitiotieallianssit, Kruunusillat-allianssi on pitkäikäinen ja volyymiltaan megakokonainen. Allianssi rakentaa Helsingissä Laajasalon ja Hakaniemen välisen raitiotieyhteyden ja Merihaansillan sekä liittyviä katurakennushankkeita. Kruunusillat-yhteys yhdistää 10 kilometrin raitiotieyhteydellä Laajasalon, Korkeasaaren ja Kalasataman Helsingin keskustaan. Rakentaminen alkoi vuonna 2021 ja valmista odotetaan 2027. Allianssin tavoitekustannukseksi on vuonna 2021 määritelty 401 M€. Kruunusillat-allianssin osapuolet ovat Helsingin kaupunki, Kaupunkiliikenne Oy, YIT Infra Oy, NRC Group Finland Oy, Ramboll Finland Oy, Sweco Finland Oy ja Sitowise Oy.

Kruunusillat-allianssilla näitä yhteistoiminnallisuuden periaatteita sekä erilaisia lean-menetelmiä ja -työkaluja on systemaattisesti käytetty, toiminnallistettu ja kehitetty. Toistuvasti on käsitelty myös eri osapuolten näkemyksiä tavoitteiden täyttymisestä hankkeen aikana Conditions of Satisfaction (CoS) -ajattelun kautta.

Lean-periaatteiden konkretisoimisen tukena käytetyistä työkaluista keskeisimmät on kasattu yhteen työpakkiin. Näin parhaat käytännöt ovat selkeästi ja visuaalisesti yhdessä paikassa muidenkin helposti käyttöönotettavissa. Tämä on esitetty kuvassa "Ote raitiotieallianssin LEAN-työkalupakista, case Kruunusillat-allianssi".

Yhteisellä matkalla kohti uusia raiteita

Näiden edellä kuvattujen elementtien avulla on toteutettu jo useita kaupunkialueita sekä rakentamisen ratkaisuja kehittäneitä allianssihankkeita, jotka ovat samalla nostaneet alamme yhteistä osaamistasoa. Alliansseilla toimijoiden yhteinen matka jatkuu ja allianssimallin seuraavia kehitysaskeleita otetaan eri hankkeissa. Tavoitteena säilyy jatkuvasti halu saavuttaa yhteistoiminnallisuudella enemmän kuin mihin erikseen pystymme.

Avainsanat / Keywords

Raitiotie allianssi yhteistoiminnallisuus
lean-rakentaminen ja -periaatteet yhteistyö
kaupunkikehitys jatkuva parantaminen

Raideliikennemarkkinan avaaminen kilpailulle

Henkilöjunaliikenteen järjestäminen muutoksessa

Viime vuosina rautatieliikenteen toimintaympäristö on muuttunut oleellisesti esimerkiksi EU-sääntelyn, koronapandemian ja geopoliittian johdosta. Muutosten vuoksi nykyistä henkilöjunaliikenteen järjestämistapaa on uudistettava myös Suomessa. Pääministeri Petteri Orpon hallitusohjelman mukaan hallitus lisää tosiasiallista kilpailua raideliikennemarkkinalla ja helpottaa markkinoille pääsyä mm. edistämällä markkinan kilpailuneutraaliutta, uudistamalla henkilöjunaliikenteen järjestämistapaa ja luomalla pitkän aikavälin raideliikennenäköymän. Liikenne- ja viestintäministeriöllä on käynnissä säädöshanke, jolla mahdollistetaan kunnille, kuntayhtymille ja alueille ostoliikenteen järjestäminen. Samassa yhteydessä arvioidaan liikenteen palvelun laissa säädettyjä hankintamenettelyjä, jotta toimivan kilpailuneutraalin markkinan edellytykset varmistetaan hallitusohjelman mukaisesti. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on rakentaa tietopohjaa, jotta toimivan kilpailuneutraalin markkinan edellytykset voidaan varmistaa hallitusohjelman mukaisesti tarvittavilla selvityksillä, vaikutusarvioilla ja erikseen arvioitavilla toimenpiteillä.

Henkilöjunaliikenteen palveluiden osalta muutokset tarkoittavat valintoja paitsi kehityksen suunnasta myös laajoista asiakokonaisuuksista:

- Palveluiden laajuus ja tarvittava kalusto
- Kokonaisuuden talous- ja rahoituskysymykset
- Raideliikenteen infrastruktuuri ja taustajärjestelmät
- Uudenlainen hallintorakenne ja palveluiden järjestämistapa

Jatkossa valtion ostama henkilöjunaliikenne on kilpailutettava

Henkilöjunaliikenteen julkisilla hankinnoilla on merkittävä rooli liikennejärjestelmän runkoyhteyksinä. Valtion ostoliikenne täydentää markkinaehtoista liikennettä, tarjoten ihmisille arjen ja vapaa-ajan liikkumismahdollisuuksia ja saavutettavia matkakettuja. EU-asetus (1370/2007) edellyttää, että valtion ostama henkilöjunaliikenne tulee pääsääntöisesti kilpailuttaa nykyisten sopimusten päättyessä. Nykyinen valtion ostoliikennesopimus on voimassa vuoden 2030 loppuun saakka. Tällä hetkellä VR vastaa julkisesti tuetun henkilöjunaliikenteen operoinnista. Se omistaa myös kaluston ja vastaa kaluston kunnossapidosta, asiakaspalvelusta, lippu- ja maksujärjestelmästä sekä kantaa ostoliikennesopimuksen lipputuloriskin nettomallisen sopimuksen myötä.



*Mr. Jani von Zansen -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*



*Mrs. Anna Pätynen -
Finland - Liikenne- ja
viestintävirasto Traficom*

Vuonna 2031 alkavan uuden sopimuskauden liikenteen kilpailuttaminen vie useita vuosia ja edellyttää merkittäviä rakenteellisia uudistuksia. Uuden järjestämistavan ja inflaation myötä julkishallinnon taloudelliset vastuut tulevat kasvamaan. Palveluiden jatkuvuuden kannalta tarvitaan investointeja kalustoon ja liikenteen mahdolliseen laajentamiseen liittyä usein myös infrastruktuurin parantamistarpeita. Tasapuolisen kilpailun varmistamiseksi on myös perustettava mm. valtio-omisteinen kalustoyhtiö ja arvioitava muiden liikenteen tukipalveluiden organisointia.

Traficom selvityksellä 24/2024 on pyritty luomaan pitkän aikavälin näköymää kotimaan raideliikenteen kapasiteetin ja investointien lisäämiseksi. Tietopohjaa on tehty yhteistyössä viranomaisten ja kuntien kanssa.

Avainsanat / Keywords

henkilöjunaliikenne	liikennepalvelut	raidemarkkina
ostoliikenne	liikenteen hankinnat	kysyntä
tarjonta	junakalusto	raideinfrastruktuuri

Kupittaa–Turku-ratahankkeen eteneminen, suunnittelun pääkonsultin puheenvuoro

Kupittaa–Turku-ratahankkeen rakentamissuunnittelu aloitettiin vuonna 2021. Vuonna 2022 toteutettiin ensimmäisiä työvaiheita ja vuodesta 2023 alkaen isot rakennustyöt ovat olleet käynnissä koko hankealueella. Rakentamissuunnittelu on jaettu suunnittelun pääkonsultin toimeksiantoon sekä erikseen sähkörata, vahvavirta, turvalaite ja matkustajainformaatio toimeksiantoihin. Lisäksi siltoihin liittyen on erillisiä toimeksiantoja. Esitys käsittelee hankkeen ratkaisuja ja menettelyjä Sweco Finland Oy suunnittelun pääkonsultin näkökulmasta. Työssä on käytetty laajasti asiantuntijaverkostoa sekä myös otettu mukaan nuorempia suunnittelijoita kokeneiden suunnittelijoiden työpareiksi.

Hanke sisältää Kupittaa ja Turun ratapihan välisen kaksoisraiteen suunnittelun ja toteutuksen sekä Turun aseman ratapihan ja Turun tavararatapihan parannustöiden suunnittelun ja toteutuksen. Hankkeen myötä junaliikenteen edellytykset paranevat Turun alueella ja keskusta-alueen maankäyttö tehostuu. Turun alueen ratayhteyksien, ratapihojen ja rautatieasemien parannustyöt mahdollistavat Helsinki–Turku välin nopean junayhteyden kehittämisen. Ratapihauudistus mahdollistaa myös muun maankäytön kehittämisen keskeisellä sijainnilla.

Hankkeen sisältö:

- Kaksoisraide ja Kupittaa asema: Nykyinen yksiraiteinen rataosuus purettiin Kupittaa ja Turun henkilöratapihan välillä. 15.12.2024 käyttöön otettiin kaksoisraide Kupittaaalta Turkuun sekä Kupittaa asemalle toteutetut tilapäisjärjestelyt purettiin. Aurajoen ratasilta ja Nummen alikulkusilta uusittiin, Uraputken alikulun kohdalle rakennettiin toinen silta.
- Turun henkilöratapiha kokee kokonaisvaltaisen uudistuksen. Raiteisto uusitaan, ratapihalle rakennetaan kolme välilaituria, esteetön kulkuyhteys Logomon sillan kautta laitureille sekä autokuormaustoiminnot. Uutena asiana ratapihalle myös sijoitetaan käyttövalmiushuollon laitteistot, jolloin henkilöjunien huolto voidaan toteuttaa suoraan asema-alueella. Ratapihalle rakennetaan lisäksi neljä 750 m tavaraliikenteen rai-



Mr. Atte Kajander -
Finland - Sweco Finland

Mrs. Saara Vihma -
Finland - Sweco

Ms. Marjut Kakko -
Finland - Sweco

detta. Ratapihan suunnittelussa on otettu huomioon tiivistävä maankäyttö, mm. elämyskeskus, matkakeskus hankkeet. Asema-alueen viereen suunnitellut liityntäpysäköintilaitoksen yhteyteen on tarkasteltu lisäksi saattoliikenteen ja liityntäliikenteen palveluita

- Turun tavararatapiha laajenee ja ratapihalle rakennetaan kaksi pitkä VAK-raidetta (750 m). Lisäksi raiteistoille toteutetaan nykyiseltä varikkoalueelta siirtyviä toimintoja (mm. seisontaraiteita, tankkauspaikat ja radanpidon raiteistoja).

Hankkeessa on seuraavia nostamisen arvioisia uusia / ajankoh-
taisia asioita:

- Käyttövalmiushuollon sijoittaminen asemaraiteistojen yhteyteen vähentää junaliikkeitä aseman ja seisontaraiteiden välillä sekä mahdollistaa joustavamman junakierron.
- Lähiliikenteen huomiointi ratapihalla.
- Ympäristösuunnittelussa on kattavasti otettu huomioon alueiden ennallistaminen myös ratapiha-alueen vieressä. Hanke-alueella on arvokasta paahdeympäristöä ja muutampia suojeltavia lajeja (mm. erakkokuoriainen).
- Ratapihan kuivatuksen yhteyteen on kattavasti tarkasteltu viivytysrakenteet, jolloin vesien purku kaupungin hulevesiverk-
koon saadaan rajattua huippusateen aikoina

<https://vayla.fi/kupittaa-turku-ratahanke>

Avainsanat / Keywords

ratapiha	kaupunkikehitys
isot hankkeet	osaamisenvarmistaminen
yhteiskunnallinen vaikuttavuus	VAK
lähijunaliikenne	Turku
rakentamissuunnittelu	pääkonsultti
suunnittelun ohjaus	

Lentorata

Lentorata on uusi suunnitteilla oleva ratayhteys, joka kulkee tunnelissa Pasilasta Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta Keravan pohjoispuolelle Kytömaalle. Hankkeessa on meneillään yleissuunnitelmavaihe.

Lentoradan tavoitteena on luoda suora kaukojunayhteys lentoasemalle sekä mahdollistaa nykyistä nopeammat junayhteydet lentoasemalle. Kaukojunien matka-aika lentoasemalle lyhenee 20–24 minuuttia pääradan ja Lahden oikoradan suunnista, kun vaihto Kehäradan lähijuniin Tikkurilassa poistuu. Matka-aika Helsingin rautatieasemalta lentoasemalle lyhenee noin 15 minuuttia, kun käytetään Lentorataa Kehäradan sijaan.

Lentorata tuo tarvittavaa lisäkapasiteettia Pasila–Kerava-yhteysvälille, joka on etenkin ruuhkatuntien aikana hyvin kuormittunut ja siten häiriöherkkä.

Kolmekymmentä kilometriä pitkistä Lentoradasta noin 28 kilometriä kulkee kahdessa erillisessä ratatunnelissa. Tunnelin suuaukkojen betonitunneliosuuksia lukuun ottamatta lentorata kulkee kymmeniä metrejä maanpinnan alapuolella. Tunneliosuudelle on



Ms. Siru Koski - Finland -
Lentorata Oy

esiselvityksessä osoitettu 17 pystykuilua ja 12 ajo-tunnelia. Tarkastellussa liikennöintimallisissa pääradan ja Lahden oikoradan kaukojunaliikenne siirtyy Lentoradalle. Radalla ei kulje tavaraliikennettä.

Kesäkuussa 2023 EU myönsi CEF-rahoitusta 2,69 miljoonaa euroa Lentoradan YVA:a ja esiselvitystä sekä yleissuunnittelua varten.

Lentoradan esiselvitys, YVA ja hankearviointi valmistuivat syksyllä 2023.

Vaihtoehtona Lentoradalle tutkittiin viidennen raiteen toteuttamista

Pasilan ja Keravan välille. Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä YVA-selostuksesta saatiin helmikuussa 2024. Yhteysviranomaisen mukaan YVA-selostus on laadultaan hyvätasoinen ja tarjoaa kat-

tavan tietopakettien hankkeen jatkosuunnittelua ja päätöksentekoa varten. Viranomaisen toteaa, että hankkeen vaikutuksia on arviointiselostuksen pohjalta mahdollista tarkastella niin alueellisella kuin paikallisella tasolla eikä sitä tarvitse täydentää.

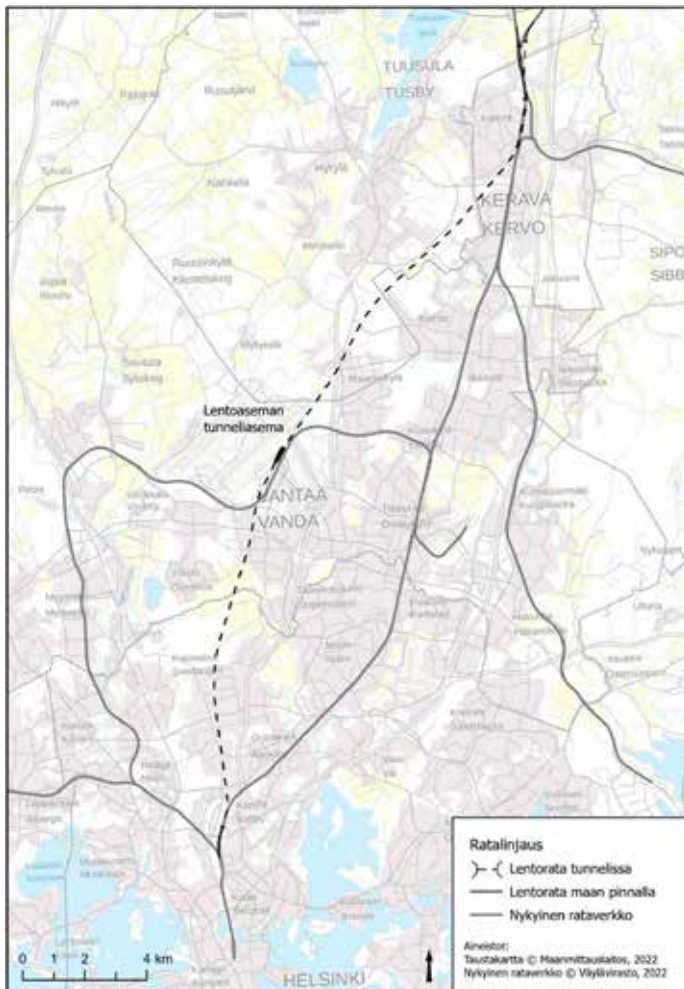
Hankkeen merkittävämpiä ympäristövaikutuksia ovat käytön aikainen runkomelu, rakentamisen aikaiset pohjavesivaikutukset, rakentamisen aikainen tärinä ja pöly, luonnonvarojen hyödyntäminen (louhetta noin 5,5 miljoonaa m³kt) sekä rakentamisen aikaiset liikennevaikutukset (noin 800 000 louhekuljetusta).

Hankearvioinnissa laadittiin liikenne-ennusteet, arvioitiin erilaisia liikennöintimalleja sekä laadittiin kannattavuuslaskelma ja tehtiin herkkyystarkasteluja.

Yhtiö teetätti YVA-selostuksen valmistumisen jälkeen Lentoradan tärinä ja runkomelu -esiselvityksen, jonka tarkoituksena oli tuottaa tarkempaa tietoa erityisesti alueellisista vaikutuksista sekä runkomelun vaimennustarpeista. Tärinä- ja runkomelutasot mallinnettiin Vibmapper-ohjelmistolla.

Yleissuunnitelman laatimisen sekä siihen liittyvien tutkimusten käynnistämiseksi kuulutettiin Liikenne- ja viestintävirasto Traficom sivuilla 13. maaliskuuta 2024. Vuonna 2023 kolmessa hankintapaketissa kilpailutetut maa- ja kallioperätutkimukset käynnistettiin maalikuussa 2024. Tarjouskilpailun kaikki hankintapaketit voitti Taratest Oy. Toimeksiannon kokonaiskesto on noin 12 kuukautta. Työ sisältää kairauksia yli 1000 kpl (porakonekairauksia n. 80 %), noin 10 kilometriä kallionäytekairauksia ja seismisiä luotauksia, pohjavesiputkien asennuksia (n. 100) sekä maanäytteitä (n. 200) tutkimuksineen.

Lentoradan yleissuunnitelman laadintakonsultti kilpailutettiin keväällä 2024. Työ käynnistyi kesäkuussa -24 Sitowise Oy:n ja heidän alikonsulttin Ramboll Finland Oy kanssa. Lentoradan yleissuunnitelma valmistuu vuoden 2025 loppupuolella. Maa- ja kallioperätutkimusten perusteella tarkennetaan ja täsmennetään esi-



Kuva LENTORADAN ESISELVITYS 13.10.2023

selvitysvaiheessa esitettyjä ratkaisuja, kuten esim. tunnelin korkeusasema, radan liitoskohtien suunnittelu (kaukalot, siltaratkaisut) sekä alustava työvaihesuunnitelma sisältäen liikennekatkot sekä rakentamisen kesto. Työ sisältää aerodynaamisia tarkasteluja, joiden perusteella tarkennetaan mm. tunnelin poikkileikkausta, paineentasauskuilujen määrää ja mitoitus. Suunnitelmassa tarkennetaan ympäristövaikutuksia ja jatketaan niiden selvittämistä (pinta- ja pohjavedet, happamat sulfaattimaat, rakentamisen aiheittavat haitat) sekä tarkennetaan haittojen lieventämiskeinoja. Osana yleissuunnitelmaa jatketaan värinä- ja runkomeluvaikeuksien selvitystyötä, päivitetään sähkö- ja turvalaitesuunnitelma sekä laaditaan hankearviointi. Hankearviointityössä laaditaan uudet ennusteet, uusien valtakunnallisten liikenne-ennusteiden mukaisesti.

Yhtiöllä on käynnissä Lentoradan markkinatarkastelut -selvitys, jossa tutkitaan liikenteen järjestämistä, kilpailuvaikutuksia, kassavirtoja ja tuotantokustannuksia sekä liiketoimintaa yksityisraiteen omistajan näkökulmasta.

Yleissuunnitteluvaiheen jälkeen työ jatkuu ratasuunnitelman laatimisella, joka vie noin kaksi vuotta.

Hankkeen kustannusarvio esiselvitysvaiheessa oli 2,9 mrd ja rakentamisen kestoksi on arvioitu noin 7 vuotta.

Avainsanat / Keywords

Ratakapasiteetti	rautatietunneli	saavutettavuus
lentoasema	täsmällisyys	YVA
yleissuunnitelma	CEF-tuki	matka-aika
ratasuunnitelma		



Celltech

Akut
Paristot
Energiavarastot
Virransyöttöjärjestelmät

Varavoimaratkaisut haastaville kuormille!

DC-UPSit, varavoima-akut ja Litiumakku-energiavarastot. SAFT, Fiamm, Hoppecke, CSB, Intilion, Benning, CE+T.

www.celltech.com



UUSILLA RAITEILLA
UUSILLA RAITEILLA
UUSILLA RAITEILLA
UUSILLA RAITEILLA
UUSILLA RAITEILLA

Asiantunteva kumppani ja monipuoliset palvelut

Monialainen osaaminen on ratkaiseva tekijä raideliikenteen ja raideympäristöjen kehittämisessä. Eri alojen asiantuntijuutta yhdistämällä huomioimme paitsi turvallisuudelle, kestävyydelle ja tehokkuudelle asetetut vaatimukset myös tuotamme aidosti palvelevia ratkaisuja matkustajien ja alueiden asukkaiden tarpeisiin.

Lokaalisti globaali raideliikenteen kehittäjä

Tuomme hankkeisiin lähes 20 vuoden kokemuksen raideliikenteen kehittämisestä Suomessa, kansainvälisen osaamisemme juna-, metro- ja raideliikenteen ratkaisuista sekä taidon suunnitella kestävää kaupunkiympäristöä ja vetovoimaisia asema-alueita.

wsp.com/uusilla-raiteilla

