14 Asfaltin kestävyys
24 Ratkaisuja sorateiden rakenteellisiin ongelmiin
34 Ahtojään tutkimuksesta
38 Kreosiitin korvaaminen puurata-pölkyissä
40 Tutkimuksen ja kehittämisen vuosi 2011

Liikenteen suunta

LIIKENNEVIRASTON T&K -LEHTI

1/2012

150 vuotta kiskoja ja ratapölkkyjä

s. 7

FOTsis - Älyliikenteen palvelujen kenttä-testauksia Euroopassa

s. 16

sisältö 1/2012

Eri liikennemuodot kohtaavat Sipoon Nikkilässä. Kuva M Nummelin

12
Mara Nord

31
ERA-NET Road – Trust, Understand and Commit

7 150 vuotta kiskoja ja ratapölkkyjä
12 Mara Nord
14 Asfaltin kestävyys
16 FOTsis - Älyliikenteen palvelujen kenttätestauksia Euroopassa
24 Ratkaisuja sorateiden rakenteellisiin ongelmiin
28 Siltakansien vedeneristysten kehitys- ja kuplimisongelmat
31 ERA-NET Road – Trust, Understand and Commit
34 Ahtojään tutkimuksesta
38 Kreosootin korvaaminen puuratapölkyissä
40 Tutkimuksen ja kehittämisen vuosi 2011 – kansainvälistä näkyvyyttä, lupaavasti kehittyvää yhteistyötä

YMPÄRISTÖMERKKI MILJÖMÄRKT 441 002
Painotuote

Liikenteen suunta
Liikenteen suunta on Liikenneviraston kustantama ja julkaisema liikenne-alan tutkimusta ja kehittämistä esittelevä lehti. Lehti on maksuton. Vuonna 2012 julkaistaan neljä numeroa. Kesän 2012 aikana lehti muuttuu sähköiseksi julkaisuksi.

Toimitus
Sähköposti: liikenteensuunta@liikennevirasto.fi
Osoite: PL 33, 00521 Helsinki

Päätoimittaja
Markku Nummelin

Toimituspäällikkö
Anne Mansikkasalo

Toimituskunta
Tommi Arola, Liikennevirasto
Anne Miettinen, liikenne- ja viestintäministeriö
Jyrki Nuotio, Liikennevirasto
Seppo Oinonen, Liikennevirasto
Taina Taskinen, Liikennevirasto
Timo Tirkkonen, Liikennevirasto
Elina Uotila, Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi

Toimitusneuvosto
Anne Herneoja (pj.), Liikennevirasto
Tiina Haapasalo, EK
Juhana Hyrkkänen, Ilmatieteen laitos
Anna Jokela, Liikennevirasto
Heikki Jämsä, Infra ry
Saara Jääskeläinen, LVM
Leo Koivula, Uudenmaan ELY
Pauli Kolisoja, TTY
Kari Laakso, Aalto-yliopisto
Terhi Lindholm, Merikotka
Sami Mynttinen, TraFi
Jorma Mäntynen, TTY
Markku Nummelin, Liikennevirasto
Suoma Sihto, HSL
Tom Warras, Tekes

Ulkoasu
Viestintätoimisto Pohjoisranta

Taitto
Eero Laaksonen/Kustantaja Laaksonen

Kansikuva
Tie- ja rautatieliikennettä Lapissa 2012. Kuva M Nummelin.

Painopaikka
Edita Prima Oy

Osoitteenmuutokset ja tilaukset
Tilaukset ja osoitteenmuutokset ilmoitetaan verkkosivuillemme www.liikennevirasto.fi/liikenteen-suunta
ISSN 1799-2052

Anna palautetta
liikenteensuunta@liikennevirasto.fi

www.liikennevirasto.fi

Vihreään tiedonvälitykseen

”Erityisen tärkeää on levittää saatuja tuloksia ja oppeja.”

Liikennealan tutkimuskenttä on sangen pirstaleinen. Jatkossa tarvitaan entistä laajempia tutkimusohjelmia joita vedetään parhaalla mahdollisella osaamisella. Vuonna 2012 Liikenneviraston tutkimuksista 40 prosenttia painottuu tehokkaan väylänpidon ja uusien toimintamallien tutkimukseen. Neljännes tutkimuksista kohdistuu asiakastarpeita vastaaviin matka- ja kuljetusketjuihin, 20 prosenttia turvallisuuteen ja ympäristöön sekä 15 prosenttia yhteiskuntataloudelliseen ja vähäpäästöiseen liikenteeseen. Pidempiaikaisten tutkimusohjelmien painotus on sama.

Tutkimustyössä on virheetkin sallittava eikä rima ei saa olla liian korkealla. Tutkimusohjelmien laajuuksien tulee olla riittäviä, jotta tulos kehittää liikennejärjestelmäämme ja muutoinkin suomalaista osaamista. Lisäksi tutkimuksessa on tekniikan rinnalla aina muistettava myös sosiaalinen ja taloudellinen puoli. Liikennealalla tarvitsemme myös kuluttajatutkimusta.

Erityisen tärkeää on levittää saatuja tuloksia ja oppeja. Tutkimusten julkaisusuunnittelun on oltava aina osa tutkimussuunnitelmaa ja tiedottamisen on oltava systemaattista ja avointa.

Liikennevirastossa siirrytään sähköiseen tutkimusviestintään, kun Liikenteen suunta -lehti alkaa ilmestyä seuraavasta numerosta (2/2012) alkaen sähköisenä lehtenä. Liikenteen suunnan siirtyminen sähköiseen muotoon on myös pieni askel kohti entistä vähäpäästöisempää yhteiskuntaa.

Juhani Tervala
Liikenneviraston pääjohtaja

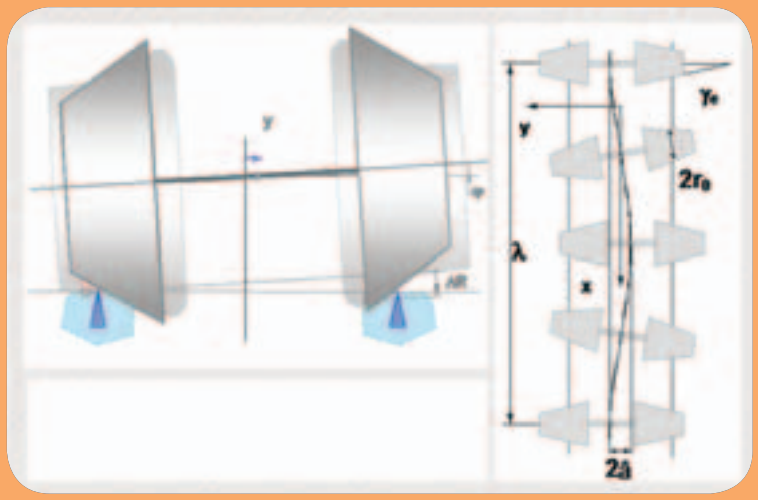
Rautateitä 150 vuotta

Eikö kisko ja teräspyörä ole keksitty jo 1800-luvulla? Näin on, mutta silloisilla olosuhteilla ei ole paljon yhteistä nykyisiin. Suomessa on nyt suuri haaste hyvin raskaan tavaraliikenteen ja nopean matkustajaliikenteen (200–220 km/h) kulkeminen samoilla raiteilla. Oheinen kaavio esittää junan pyörien kulkua kiskoilla. Oleellista on tasainen siniliike. Pyörien ja kiskojen oikeat profiilit, niiden keskinäiset kartiokkuusmuodot sekä kiskojen ja pyörien keskinäiset etäisyydet muodostavat yhteisvaikutuksenaan tarvittavan symmetrisen siniliikkeen ja hyvän kaarreohjautuvuuden. Väärä kartiokkuus aiheuttaa junan kululle epästabiilisuutta, mikä puolestaan kuluttaa niin raidetta kuin liikkuvaa kalustoakin. Eräs nykyisen tutkimus- ja kehitystyön painopiste onkin tehollisen kartiokkuuden hallinta. Kiskojen kunnossapitohionnan ja pyörien kunnossapitosorvauksen oikea ohjaus on mitä tärkeintä kartiokkuuden hallinnassa. Yksi millimetri on jo todella suuri mitta tässä kehitystyössä, mieluummin puhutaan millin kymmenestai sadasosista. Vaikka junaliikenne Suomessa alkoi jo 150 vuotta sitten, tarkalleen 17.3.1862 Helsingin ja Hämeenlinnan välillä, jatkuu alan kehitys tiiviinä myös itse kisko-pyöräyhteyden osalta.

Tällä kertaa Liikenteen suunnassa on paljon luettavaa eri liikenneväylien päällysrakenteista. Odotukset ovat korkealla käynnistyvästä Ekotehokas väylärakentaminen –tutkimusohjelmasta. Se painottuu tietekniikkaan. Tavoitteena on muun muassa lisätä teiden päällysteiden elinkaarta, arvioida teiden eri kunnossapitomenetelmien vaikutusta tierakenteiden elinkaareen ja selvittää materiaalien uusiokäytön lisäämistä niin, että uuden kiviaineksen käyttöönottoa voidaan vähentää. Tämä tutkimuskokonaisuus nivoutuu hyvin rautateiden rakenteisiin painottuvaan käynnissä olevaan Elinkaaritehokas rata (TERA) -tutkimusohjelmaan. Ne muodostavat yhdessä sangen kattavan tutkimuskokonaisuuden maaliikenneväylien päällysrakenteen elinkaaren hallinnalle.

Jatkossa lehtemme ilmestyy siis sähköisenä, mutta näen sen vain mitä parhaimpana mahdollisuutena levittää entistä tehokkaammin liikennealan tutkimustietoa. Sähköistä lehteä tulee vetämään Jari Jaakkola, jolle toivotan osaltani mitä parhainta menestystä.

Markku Nummelin
Päätoimittaja



FINTRIP Liikenteen virtuaalinen tutkimuskeskus

TEKSTI / Neuvotteleva virkamies **Anne Miettinen**, liikenne- ja viestintäministeriö

Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi ja Tekes ovat käynnistämässä FINTRIP Liikenteen virtuaalinen tutkimuskeskus –hanketta.
16.2. Tapahtumatalo Bankissa järjestetyssä Liikenteen virtuaalinen tutkimuskeskus -seminaarissa ylijohtaja Pekka Plathan liikenne- ja viestintäministeriöstä kertoi, että yhteistyötä laajennetaan mielellään myös muihin rahoittajiin kuten ympäristöministeriöön ja Suomen kuntaliittoon ja eri sidosryhmiä kuten ministeriöitä, teollisuutta ja SHOK:iä kuullaan laajasti. Yhteistyössä määritellään yhteisten strategioiden pohjalta tutkimusteemoja ja pyritään rahoitussynergioihin ja pitkäjänteiseen sitoutumiseen tutkimusrahoituksessa. Liikenteen virtuaalinen tutkimuskeskus tuottaa kansainvälisesti korkeatasoista tutkimustietoa sekä tukee toimialan kehittämistä ja päätöksentekoa. Tuotettua tutkimustietoa levitetään ja hyödynnetään tehokkaasti.

Ylijohtaja Minna Kivimäki liikenne- ja viestintäministeriöstä kertoi valmisteilla olevan liikennepoliittisen selonteon alustavaksi visioksi 2030+ muodostuneen kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä. Hän kannusti tutkimaan keskeisiä selonteon kysymyksiä kuten liikenteen palvelutasoa ja tekemään poikkihallinnollista ennakointia.

Liikenteen virtuaalisen tutkimuskeskuksen yhtenä tavoitteena on että se luo palveluja, innovaatioita ja liiketoimintaa. Ylijohtaja Petri Peltonen työ- ja elinkeinoministeriöstä valotti tilaisuudessa, että innovaatioita voi syntyä käyttäjälähtöisesti, sääntelyn kautta kysyntälähtöisesti sekä vahvan tiede- ja teknologiaperustan kautta. Tekesin uudistetun strategian rahoituksella edistetään liiketoimintaa globaaleissa arvoverkostoissa, ratkaisukeskeisiä palveluita sekä digitaalisuutta palvelujen ja tuotannon uudistajana.

Liikenteen virtuaalisen tutkimuskeskuksen muodostavat tutkimuslaitokset ja yliopistot, jotka kehittävät osaamista kumppanuudessa ja verkostoituvat muun muassa yrityksiin, muihin oppilaitoksiin ja kansainväliseen tutkimukseen. Seminaarissa kuultiin suomalaisesta liikennealan ja sitä tukevasta poikkitieteellisestä osaamisesta VTT:ssä, Ilmatieteen laitoksessa, SYKE:ssa, VATT:ssa, Aalto-yliopistossa, Tampereen teknillisessä yliopistossa, Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa, Helsingin yliopistossa, Oulun yliopistossa, suomalaisissa konsulttiyrityksissä ja meriteollisuudessa. Tärkeiksi kehittämisalueiksi nähtiin useassa puheenvuorossa kansainvälistyminen, poikkitieteellisyys, palveluliiketoiminnan konseptit ja uuden teknologian hyödyntäminen. Rahoitukselta toivottiin jatkuvuutta ja pitkäjänteisyyttä, painopistealueiden löytymistä sekä ideoita suosivia hankintamenettelyjä. Myös uusien professuurien tarvetta ja rahoitusmahdollisuuksia on selvitetty usealla taholla. Liikenteen virtuaalisen tutkimuskeskuksen onnistumisen edellytyksenä nähtiin erityisesti tehokas koordinaatio.

Seminaarin esitysaineisto on saatavissa liikenne- ja viestintäministeriöstä Jenni Löflundilta jenni.loflund@lvm.fi. Liikenteen virtuaalisen tutkimuskeskuksen seminaarisarja jatkuu 30.5. aiheenaan tutkimusteemat ja rahoitus.

Liikenteen suunnasta verkkolehti

Käsissäsi on nyt Liikenteen suunnan viimeinen painettu numero. Jatkossa lehti ilmestyy verkossa.

Lisätietoja uudistuksesta on verkkosivulla ”www.liikennevirasto.fi/liikenteensuunta”. Siellä voit muun muassa ilmoittautua lehden postituslistalle ja antaa kehitysehdotuksia.

Lisää energiatehokkuutta tiestön ylläpitoon

TEKSTI / Katri Eskola, hankinnan asiantuntija, Liikennevirasto

”Ekotehokas väylärakenne” on työnimi tutkimusohjelma-aihiolle, jota valmistellaan alan yhteisenä RYM-SHOK- hankkeena. Valmistelussa on mukana päällystetyn tiestön ylläpidon suunnitteluun ja toteutukseen osallistuvia yrityksiä, Liikennevirasto ja ELY -keskukset. RYM Oy:n tutkimusohjelmissa tavoitteena on parantaa mukana olevien yritysten kilpailukykyä luomalla uutta huippuosaamista, jota maailmalla muualla ei vielä ole. Mikäli tutkimusohjelma käynnistyy, sitä rahoittavat mukana olevien osapuolten lisäksi myös TEKES.

Tutkimusohjelman tavoitteena on parantaa päällystettyjen teiden ylläpidon energiatehokkuutta lisäämällä päällysteiden kestoikää sekä lisäämällä kierrätystä ja vähentämällä energiankulutusta ylläpitotoimenpiteitä tehtäessä. Asfalttipäällysteiden uusiokäyttöä halutaan tehostaa edelleen, sillä Suomi haluaa säilyttää asemansa pohjoismaiden energiatehokkaimpana. Vedestä johtuvien vaurioiden vähentäminen on tutkimuksen keskeinen tavoite, niin päällysteen kuin tierakenteenkin osalta. Tierakenteen kuivatuksen toimivuus on päällysteen kestävyyden edellytys, johon on kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota. Uusien ainetta rikkomattomien mittausmenetelmien avulla tien tilaa voidaan seurata entistä paremmin ja mahdolliset korjaustoimenpiteet suunnitella niin että korjataan juuri oikeita asioita oikea-aikaisesti.

Ohjelman keskeisenä tavoitteena on kehittää ja ottaa käyttöön uusia, palvelutuottajia kehittämiseen kannustavia hankintamenettelyjä, joiden avulla lisätään päällysteiden ylläpidon tehokkuutta. Tämä edellyttää osaamisen lisäämistä tien tilan kuvaamisessa sekä vaurioitumis- ja vanhenemismekanismien tuntemisessa

Tutkimus ja osaaminen

TEKSTI ja KUVAT / hankekoordinaattori **Seppo Oinonen**, Liikennevirasto

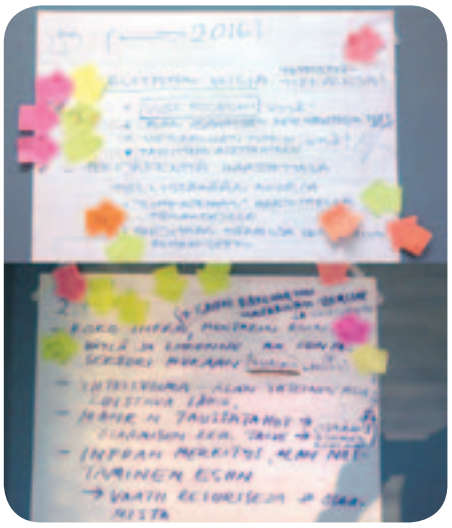
Ymmärrämmekö millaista yhteiskuntaa olemme rakentamassa ja millainen on tietoyhteiskunnan liikennejärjestelmä, näin kysyi toimitusjohtaja Esko Kilpi Maanrakennusalan neuvottelukunnan järjestämässä infra- ja liikennealan osaamisen kehittämisen workshopissa Kuntatalolla.

Helmikuun alussa pidettyyn työpajaan kokoontui 50 alan osaamisen kehittämisestä kiinnostunutta, jotka edustivat valtio-, kunta-, opetus-, tutkimus- ja yrityssektoria sekä etujärjestöjä, pohtimaan alan osaamisen kehittämistä.

Yksi seminaarin yhteinen havainto oli, että osaaminen ja sen kehittäminen on aina verkottunutta. Nyky-yhteiskunnassa verkosto muodostaa osaamisen perustan. Verkostossa toimivien osaamiset täydentävät toisiaan ja osaaminen on verkoston yhteistä osaamista. Alan osaamisen kehittäminen tarvitsee tuekseen myös huippututkimusta, tutkimus ja kehittämistoiminta ja osaamisen kehittäminen liittyvät kiinteästi toisiinsa.

Erityisesti workshopiin osallistuneet kaipasivat lisäpanostusta liikenne- ja infra-alaa strategisesti kehittävään osaamiseen ja toimenpiteitä jo nyt heikentyneen työmaaosaamisen parantamiseksi. Infra- ja liikennealan houkuttelevuutta nuorten ammatinvalinnassa tulee parantaa ja aloituspaikkojen määrää lisätä erityisesti infrarakentamisen opintosuunnilla. Keskusteluissa painotettiin, että jos ala on kehittyvä, se lisää sen kiinnostavuutta ja tuo nuoria alalle.

Infra- ja liikennealan osaamisenkehittämiselle on nyt hyvä momentum. Sekä julkinen että avoin sektori etujärjestöineen ovat valmiita sitoutumaan alan yhteiseen osaamiseen kehittämiseen; yhteisen näkemyksen ja ohjelman luomiseen ja niiden toteuttamiseen. Se on alan yhteinen etu ja modernissa, kehittyvässä yhteiskunnassa suorastaan välttämättömyys.



Kuva: Ryhmätyön antia.

Seminaarissa pidetyt esitykset ja Liikenneviraston näkemys alan osaamisen kehittämiseen ovat luettavissa Liikenneviraston tutkimus- ja kehittämisen sivuilla www.liikennevirasto.fi/tutkimus

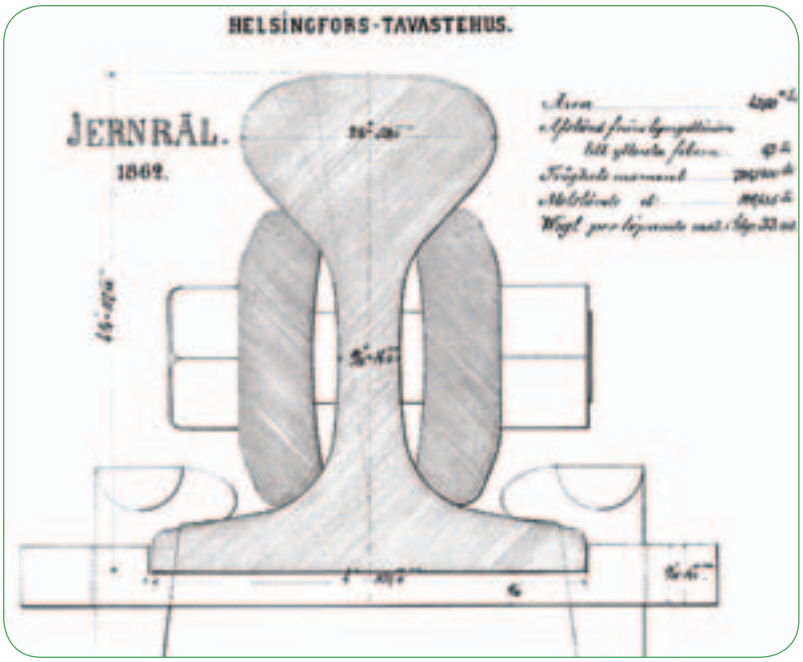
150 vuotta kiskoja ja ratapölkkyjä

Helsingin ja Hämeenlinnan välinen rata avattiin virallisesti 17.3.1862. Siten rautatieliikenteen alkamisesta Suomessa tulee tänä vuonna kuluneeksi 150 vuotta. Radan rakentaminen alkoi jo vuonna 1857, ja ensimmäiset ratakiskotkin saapuivat maahan jo vuoden 1857 lopulla. Päällisin puolin Helsinki-Hämeenlinna radan päällysrakenne vastasi nykyisten ratojen päällysrakenteita, mutta selviä erojakin on.

TEKSTI / DI **Tuomo Viitala**, Väylätekniikka, Liikennevirasto KUVAT / **Markku Nummelin** ja **Simo Toikkanen**

Rautakiskoista teräskiskoihin

Ensimmäiset ratakiskot 1820-luvulla valmistettiin valuraudasta valamalla. Valuraitaiset kiskot olivat kuitenkin hauraita ja murtuivat helposti. Ratakiskojen valssauksen kehittyessä 1830-luvulla valurauta korvautui tanko- eli kankiraudalla. Myös Suomeen 1850-luvun lopun ja 1870-luvun alun välisenä aikana hankitut kiskot oli valmistettu tankoraudasta. Vuonna 1857 Englannissa valmistettiin ensimmäiset ratakiskot teräkset, ja Suomeen teräksestä valmistettuja ratakiskoja on hankittu 1870-luvun lopulta lähtien.



Helsinki-Hämeenlinna radan alkuperäinen kiskoprofiili.

Englantilainen Henry Bessemer patentoi 1850-luvun lopulla ensimmäisen massatuotantoon soveltuvan teräksen valmistusmenetelmän. Bessemer-menetelmässä teräksen raaka-aineena käytettävä raakarauta sulatetaan konvertterissa, jonka jälkeen raakaraudan sisältämä ylimääräinen hiili poltetaan (mellotetaan) puhaltamalla siihen ilmaa. Bessemer-menetelmä oli ensimmäinen massatuotantoon soveltuva teräksen valmistusmenetelmä. Se sai pian kilpailijakseen Thomas- (tai Gilchrist-Thomas-) ja Siemens-Martin-menetelmät, joilla voitiin valmistaa terästä runsaammin fosforia ja rikkiä sisältävästä rautamalmista valmistetusta raakaraudasta. Teräksen valmistusmenetelmien kehitys lisäsi nopeasti teräksen tuotantoa samalla laskien jyrkästi sen hintaa.

1900-luvun alusta otettiin käyttöön sähkösulatusmenetelmä, jossa terästä valmistettiin romuraudasta

valokaariuunissa. Imatran terästehtaalla otettiin käyttöön ensimmäinen valokaariuuni 1930-luvulla, jolloin teräksen valmistuskapasiteetti kerralla moninkertaistui. Samoihin aikoihin eli vuonna 1938 Imatran terästehtaalla käynnistyi ratakiskojen valmistus, jota jatkui vuoteen 1988.

Viimeisimmät merkittävimmät kehitysaskeleet teräksen valmistuksessa ovat olleet happipuhallusmenetelmien (Linz-Donawitz- ja pohjapuhallusmenetelmät ja sekä niiden yhdistelmät) käyttöönotto 1950- ja 1960-luvulla sekä sulan teräksen käsittelymenetelmät, kuten tyhjökäsittely ja kaasuhuuhtelu. Happipuhallusmenetelmissä mellotukseen käytetään ilman sijasta happea, joka nopeuttaa mellotusprosessia ja parantaa teräksen valmistuksen energiataloudellisuutta, koska energiaa ei sitoudu typpeen hukkalämpönä. Samalla vältetään typen haitalliset vaikutukset teräksen ominaisuuksiin. Sulan jatkokäsittelyt vähentävät sulaan liuenneiden kaasujen ja muiden epäpuhtauksien määrää.

Teräksen valmistusmenetelmä ilmoitetaan ratakiskon valmistusmerkinnässä. Standardin SFS-EN 13674 /2/ mukaisesti valmistetuille ratakiskoille hyväksyttyjä teräksen valmistusmenetelmiä ovat ainoastaan happipuhallus- ja sähkösulatusmenetelmät.

.

Valanteista jatkuvaluun

Teräksen kokilli- tai valannevalu on ikivanha menetelmä, ja sitä käytettiin ratakiskojenkin valssausaihioiden valmistukseen Euroopassa yleisesti vielä 1980-luvulle saakka. Kokillivalumenetelmän heikkoutena on epämetallisten epäpuhtauksien (erityisesti rikki ja fosfori) sekä hiilen suotautuminen valanteen hitaammin jähmettyviin osiin. Siksi ratakiskon kemiallinen koostumus ja mekaaniset ominaisuudet voivat vaihdella sen eri osissa. Lisäksi valanteen yläpäähän muodostuu imuontelo, joka on leikattava valanteesta pois ennen kiskon valssausta. Valanteista valmistetuissa kiskoissa on korostuneesti esiintynyt myös pitkittäistä pystyhalkeamaa kiskon hamaran ja varren alueella.

”Nykyään kaikki EU-maissa toimivat kiskovalssaamot käyttävät jatkuvavalumenetelmällä valmistettuja valssausaihioita.”

Jatkuvalumenetelmää on kokeiltu jo 1840-luvulla /3/. Teräsvalanteiden valmistuksessa menetelmän kaupallistuminen alkoi kuitenkin vasta 1950-luvulla ja sen varsinainen läpimurto tapahtui 1960-luvulla. Siitä lähtien menetelmä on yleistynyt myös ratakiskojen valssausaihioiden valmistuksessa. Nykyään kaikki EU-maissa toimivat kiskovalssaamot käyttävät jatkuvavalumenetelmällä valmistettuja valssausaihioita. Standardi SFS-EN 13674 /2/ hyväksyy ainoastaan jatkuvavalun valssausaihioiden valmistusmenetelmäksi.

Investoinniltaan kallis, mutta käyttökustannuksiltaan edullinen vino eristysjatkos. Kuva M Nummelin

Kiskoprofiilien kehittyminen

Jo 1830-luvulla ratakiskojen profiiliksi vakiintui leveäjalkainen eli Vignole-profiili. Helsinki-Hämeenlinna radalle hankittujen ratakiskojen metripaino oli noin 33 kg/m. Kiskoprofiili vastasi karkeasti hamaraa lukuun ottamatta 1890-luvulla ensimmäisen kerran hankittua kiskoprofiilia K30, jota on edelleen käytössä eräillä vähäliikenteisillä rataosilla sekä ratapihojen sivuraiteissa. Myös 1860-luvun lopulla ja 1870-luvun alussa hankittujen kiskojen metripaino oli noin 30…32 kg/m. Kiskoprofiilit eivät olleet vielä tuolloin vakiintuneita, ja ne vaihtelivat valmistajittain.

Standardoitujen kiskoprofiilien hankinta alkoi 1880-luvulta alkaen. Tällöin Suomeen hankittiin ensimmäiset K22- ja K25-kiskot, joissa tunnuksen numero ilmoittaa kiskon metripainon (kg/m) pyöristettynä kokonaislukuun. Suomessa on ollut ja on edelleenkin käytössä useita kiskoprofiileja. Ensimmäiset venäläiset K33- ja K43-kiskot otettiin käyttöön ensimmäisen maailmansodan aikana. Myöhemmin kiskoprofiilista K43 kehitettiin Suomessa muunnos K43S, jonka hamara vastasi kiskoprofiilia UIC54. Suomessa on kehitetty myös kiskoprofiili K60, jonka käyttö pääraiteissa jäi lyhytaikaiseksi. Kansainvälisen rautatieliiton (UIC, Union International des Chemin de Fer) standardoimaa kiskoprofiilia UIC54 on hankittu vuodesta 1958 ja kiskoprofiilia UIC60 vuodesta 1988 alkaen. Nykyisin niiden sijasta hankitaan kuitenkin Eurooppalaisen standardointijärjestön (CEN, Comité Européen de Normalisation) standardin SFS-EN 13674-1 mukaisia kiskoprofiileja 54E1 ja 60E1, jotka poikkeavat UIC:n kiskoprofiileista ainoastaan kulkureunan pyöristyssäteen osalta. Nykyisin Suomeen hankitaan pääsääntöisesti ainoastaan 60E1-kiskoja sekä jonkin verran 54E1-kiskoja lähinnä kunnossapidon tarpeisiin.

Kiskoprofiilien pääkehityslinjana on ollut kiskojen metripainon kasvu, jota on vauhdittanut akselipainojen ja liikennöintinopeuksien kasvu. Jo 1900-luvun alussa Yhdysvalloissa otettiin käyttöön kiskoprofiili AREA100, jonka metripaino oli noin 50 kg/m. Nykyään rautateillä käytettävien raskaimpien kiskoprofiilien metripaino on yli 70 kg/m. Esimerkiksi kiskoprofiili UIC54 on osoittautunut edelleen käyttökelpoiseksi raskaan liikenteen raiteilla, joilla akselipainot voivat olla jopa yli 350 kN (35 tonnia).

Puisista betonisiin ratapölkkyihin

Suomessa mänty on ollut luontainen ratapölkkyjen raaka-aine. Sen lahonkestävyys maakosketuksessa ei kuitenkaan ole erityisen hyvä, ja kyllästämättömän mäntypuisen ratapölkyn käyttöikä rajoittuu alle 20 vuoteen. Suomessa puisten ratapölkkyjen kyllästys kreosoottiöljyllä lienee alkanut 1900-luvun alussa. Männyn lisäksi Suomessa on käytetty ainakin kokeiluluontoisesti kyllästämättömästä lehtikuusesta ja kreosoottiöljyllä kyllästetystä koivusta valmistettuja ratapölkkyjä. Vaihdepölkkyinä on käytetty myös afrikkalaista kovapuulajia azobéa (lat. Lophira alata, muita nimityksiä Ekki, Bongossi ja Red Ironwood)

Erilaisia tukikerroksettomia kiintoraideratkaisuja on tutkittu myös Suomessa, mutta ne ovat osoittautuneet elinkaarikustannuksiltaan sepelitukikerroksellista raidetta kalliimmiksi. Kuva M Nummelin

Uusin Liikenneviraston käyttämä betoniratapölkkyjen kiskonkiinnitystyyppi on Schwihagin valmistama Skl14-kiinnitys, joka otettiin käyttöön 2011. Kuva M Nummelin

Betonisten ratapölkkyjen teollinen valmistus Suomessa alkoi 1960-luvulla, mutta niiden vuotuiset hankintamäärät olivat vähäisiä 1980-luvun lopulle saakka. Betonisten ratapölkkyjen malleja on Suomessa ollut käytössä useita, mutta nykyisin valmistetaan ainoastaan malleja BP89, B97 ja BP99. Betonisten vaihdepölkkyjen valmistus alkoi vuonna 1992.

Suomessa betonisten ratapölkkyjen pakkasrapautumiseen havahduttiin jo 1970-luvun loppupuolella, jolloin betonisia ratapölkkyjä oli vielä asennettu varsin vähän. Ongelma torjuttiin rajoittamalla betonin lämpötila enintään +55 Celsius-asteeseen valmistusprosessin aikana. 1980-luvulla tai sen jälkeen valmistetuissa ratapölkyissä ei ole enää havaittu pakkasrapautumista.

Lyhytkiskoraiteista jatkuvakiskoraiteisiin

Suomessa radat rakennettiin lyhytkiskoraiteisiksi 1960-luvulle saakka. Lyhytkiskoraiteessa kiskot kiinnitettiin puisiin ratapölkkyihin aluslevyillä ja ratanauloilla, myöhemmin myös raideruuveilla, ja kiskojen päät kiinnitettiin toisiinsa sidekiskoilla ja -pulteilla. Tukikerrosmateriaalina käytettiin soraa, kun nykyisin ratojen tukikerrosmateriaali on pääsääntöisesti raidesepeli.

Sidejatkokset ovat merkittävä osa lyhytkiskoraiteiden radan kunnossapitoa. Sidejatkoksiin liittyviä ongelmia ovat muun muassa jatkosrakojen säätö, kiskonpäiden taipuminen, sidepulttien löystyminen, sidekiskovauriot ja sideruuvinrei'istä ydintyneet kiskonmurtumat. Myös jatkospölkyt ovat muita ratapölkkyjä kovemmalla kuormituksella. Sidejatkokset ovatkin rajoittaneen kaluston teknillistaloudellista nopeutta ja akselipainoja.

Jatkuvakiskoraide on eräs merkittävimmistä kehitysaskelista koko ratatekniikan historiassa. Jatkuvakiskoraiteessa lämpötilanmuutoksista aiheutuva lämpölaajeneminen on estetty käyttämällä riittävän läpivetovastuksen omaavia kiskonkiinnityksiä. Esimerkiksi ratanaula- tai suora raideruuvikiinnitys eivät mahdollista jatkuvakiskoraiteen rakentamista. Jatkuvakiskoraiteissa käytetään yleensä erilaisia joustavia kiskonkiinnityksiä, joissa riittävä läpivetovastus saadaan käyttämällä erilaisia jousikuormitteisia kiskonkiinnitysosia ja elastisia välilevyjä. Suomessa jatkuvakiskoraiteissa käytettäviä kiskonkiinnityksiä ovat esimerkiksi HeyBack-, W14- ja e-clip-kiskonkiinnitys.

Kiskojen metallurgia vaatii edelleen runsaasti erikoistutkimusta. Hitsauksesta alkanut murtuma UIC54-kiskossa (nykymerkintä 54E1). Kuva M Nummelin

Kiskon estetty lämpölaajeneminen aiheuttaa kiskoon vastaavansuuruisen jännitystilan, joka ääritapauksissa voi korkeissa lämpötiloissa aiheuttaa niin sanottuja hellekäyriä ja vastaavasti matalissa lämpötiloissa lisätä kiskon murtumisriskiä. Jatkuvakiskoraiteen toiminnan kannalta oleellisia tekijöitä ovat myös ratapölkkyjen ja tukikerroksen kunto. Jatkuvakiskoraiteessa voidaan käyttää myös puisia ratapölkkyjä, mutta betonisten ratapölkkyjen suurempi massa sekä pituus- ja poikittaissuuntainen vastus vähentävät varsinkin hellekäyrien muodostumisriskiä. Jatkuvakiskoraiteissa on samasta syystä käytettävä raidesepeliä.

Ensimmäiset jatkuvakiskoraiteet rakennettiin 1924 Saksassa ja 1930 Yhdysvalloissa. Jatkuvakiskoraiteet ovat yleistyneet kuitenkin vasta 1950-luvulta lähtien. Suomessa ensimmäiset jatkuvakiskoraiteet tehtiin 1960-luvun lopulla. Nykyisin kaikki keskeiset rataosuudet ovat jatkuvakiskoraiteisia. Myös eräät vähäliikenteiset rataosat, kuten Porokylä-Vuokatti ja Savonlinna-Huutokoski, ovat perusparannuksen yhteydessä muutettu jatkuvakiskoraiteisiksi.

Keskeinen edellytys jatkuvakiskoraiteen kehittämiselle on myös ollut kiskojen liittymismenetelmien kehittäminen. Kiskojen jatkoshitsauksessa nykyisinkin yleisesti käytettävä termiittihitsaus kehitettiin jo 1890-luvulla, ja siitä on nykyisin useita eri variaatioita. Myös kaarihitsausmenetelmien kehitys alkoi jo 1800-luvulla, joskin niiden laajempi käyttö yleistyi vasta 1920-1940-luvuilla. Ensimmäiset kokeilut leimuhitsausmenetelmällä lienee tehty Yhdysvalloissa 1930-luvulla, mutta tuotantokäyttöön soveltuvaksi menetelmä kehitettiin Neuvostoliitossa 1950-luvun lopulla. Aluksi leimuhitsaus otettiin käyttöön kiskohitsaamoilla, mutta viimeisten parin vuosikymmenen aikana myös raiteilla liikkuvat leimuhitsauskoneet ovat yleistyneet. Suomessa liikkuvaa leimuhitsauskonetta käytettiin ensimmäisenä Lahden oikoradan kiskojen jatkoshitsauksessa vuonna 2005.

Ensimmäiset tukikerroksettomat niin sanotut kiintoraiteet rakennettiin Japanissa, Saksassa, Isossa-Britanniassa ja Japanissa 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa, josta lähtien kiintoraiteet ovat yleistyneet varsinkin suurnopeusradoilla mutta metroradoilla ja rautatietunneleissa. Kiintoraiteen rakentamiskustannukset ovat 30…50 prosenttia tavanomaista tukikerroksellista raidetta suuremmat, mutta vastaavasti kunnossapitokustannukset ovat vain kolmas- tai neljäsosa tukikerroksellisen raiteen kunnossapitokustannuksiin verrattuna. Ratahallintokeskus teetti selvityksen kiintoraiteen soveltuvuudesta Kehäradalle /5/. Selvityksessä kuitenkin todettiin, että rakenne ei ollut ainakaan Kehäradalle riittävän kustannustehokas.

Tulevaisuuden kehityssuuntia ja haasteita

Ratakiskojen päätutkimuskohteita tällä hetkellä ovat bainiittiset, ”ylihiiliset” sekä seostetut kiskoteräslaadut, joilla haetaan ennen kaikkea parempaa kulumis- ja väsymiskestävyyttä. Kiskovikojen tutkimus painottuu vierintäväsymisvikoihin ja niiden hallintamenetelmiin, johon myös uusien kiskoteräslaatujen samoin kuin uusien kiskontarkastusmenetelmienkin kehittäminen osittain liittyy.

Suomessa radan päällysrakenteeseen kohdistuvat merkittävimmät tutkimushaasteet ovat kiskojen osalta vierintäväsymisen ja tehollisen kartiokkuuden hallinta, joista jälkimmäisen merkitys on korostunut liikennöintinopeuksien kasvaessa. Merkittävä haaste on myös näillä näkymin EU-alueella vuoden 2018 alussa voimaan tuleva kreosoottiöljyn käyttökielto puunkyllästysaineena, josta on artikkeli toisaalla lehden tässä numerossa.

Lähteet:

/1/ Turpeinen, O., Höyryllä Hämeeseen, Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki, 2003.

/2/ Lindroos et al., Uudistettu Miekk-ojan metallioppi, Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki, 1986.

/3/ Kiskoliikenne. Rata. Kiskot. Osa 1: 46 kg/m ja enemmän painavat Vignole-kiskot, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki, 2004.

/4/ Teräskirja, Metallinjalostajat ry, Tampere, 2009.

/5/ Kehäradan kiintoraideselvitys, Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 17/2008, Ratahallintokeskus, Helsinki, 2008.

Kuva S Toikkanen

Mara Nord

Mara Nord hanke liittyy maatutkausteknologian hyödyntämiseen tiestötutkimuksissa. Suomessa teknologia on tuttu jo vuosien takaa ja kehitystyötä erilaisten maatutkaussovellusten parissa on tehty ansiokkaasti.

TEKSTI ja KUVAT / Lehtori **Janne Poikajärvi,** tekniikan ja liikenteen ala, Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Maatutkauksella on pitkät perinteet erityisesti tiestömittauksissa. Kipinä teknologian käyttöönottoon syntyi Lapin tieviranomaisten parissa. Vuosien saatossa menetelmän käyttö on levinnyt laajemmin koko valtakunnan alueella. Ruotsissa ja Norjassa maatutkaa on käytetty jonkin verran ja mielenkiinto menetelmän käyttöön on lisääntynyt viimeisien vuosien aikana. Mara Nord projektin tärkeimpänä tavoitteena on jakaa tietoa maatutkan käyttämisestä tiestötutkimuksissa ja näin edesauttaa teknologian yleistymistä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa.

Tekniikkaa ja sovelluskohteita

Maatutkauslaitteiston toiminta perustuu radioaallon tuottamiseen, maaperään lähettämiseen sekä maaperän sähköisistä rajapinnoista takaisin heijastuneen aallon rekisteröitymiseen. Yleisimmin Suomessa on käytetty niin sanottua pulssitutkaa, jonka käyttö perustuu sähköisen pulssin takaisin heijastuneen osapulssin kulkuajan ja amplitudin hyödyntämiseen.

Tiestötutkimuksissa maatutkaa hyödynnetään muun muassa tien rakennekerrosten ja penkereen paksuuden määrittämisessä, pohjamaan arvioinnissa, päällystämisen ja rakentamisen laadunosoittamisessa sekä erilaisissa siltatutkimuksissa. Maatutkalla on myös monia muita sovellusalueita.

Kouluttaminen ja ohjeiden yhdenmukaistaminen

Mara Nord projektin aikana on järjestetty koulutustilaisuuksia maatutkan käyttöön liittyen. Kohderyhmänä ovat toimineet väyläverkon, erityisesti maanteiden parissa toimivat ylläpitäjät, palvelun tuottajat, muut asiantuntijat ja alan opiskelijat. Koulutus jaettiin kahteen osaan. Ensimmäisessä kevään 2011 aikana toteutetussa koulutuksessa käsiteltiin maatutkauksen perusteita. Tämä osuus suunnattiin erityisesti niille tahoille, jotka tilaavat maatutkauspalveluja ja hyödyntävät mittaustuloksia. Luonnollisesti koulutus toimi myös loistavana johdatuksena teknologiasta muutoin kiinnostuneille. Toinen koulutuspaketti suunnattiin tarkemmin varsinaiseen mittaustapahtumaan sekä tulosten tulkintaan ja analysointiin. Samoin kiinnitettiin huomioita maatutkausta tukeviin muihin tutkimusmenetelmiin ja käytiin läpi tulevaisuuden näkymiä tekniikan kehittymisen myötä. Koulutustilaisuuksia järjestettiin Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa kaikkiaan 6 kappaletta. Yhteensä näihin koulutuksiin osallistui 110 henkilöä.

Olennainen osa Mara Nord projektia on ollut maatutkan käytön ohjeistuksen yhdenmukaistaminen tiestömittauksissa. Yhteisten ohjeiden, määritysten ja pelisääntöjen laatiminen on koettu tärkeäksi eri osapuolten parissa. Projektin aikana on laadittu viisi erilaista ohjejulkaisua:

maatutkan käyttö tierakenteen parantamisprojekteissa, tiehankkeiden pohjatutkimuksissa, siltamittauksissa, tierakentamisen laadunvalvonnassa ja uuden päällysteen laatumittauksissa. Laaditut ohjejulkaisut siirtyvät tieviranomaisten käyttöön ja mahdollisesti edelleen virallisiksi toimintaohjeiksi. Jo tässä vaiheessa tehty työ ohjeiden yhdenmukaistamisessa on herättänyt kansainvälistä kiinnostusta asian tiimoilta.

Maatutkalaitteistojen ominaisuuksien esittäminen

Maatutkamittauksissa voidaan käyttää useita eri laitteistoja ja tulosten analysointiin on saatavissa erilaisia ohjelmistoja. Mara Nord -projektissa on tutkittu useiden valmistajien laitteita todellisissa tiestömittauskohteissa. Testimittauksiin saatiin isoimpien laitevalmistajien tuotteita maailmanlaajuisesti. Mittaukset suoritettiin Suomessa Rovaniemen alueella. Testauksen tarkoituksena ei ole ollut laittaa eri tuotteita paremmuusjärjestykseen vaan päämääränä on ollut esittää laitteistojen vahvuudet ja rajoitukset erilaisissa mittauksissa. Edelleen tarkoituksena on ollut jakaa tietoa erityisesti uusien laitteistojen ja teknologioiden osalta, mistä esimerkkinä mainittakoon 3D-maatutkauslaitteistot.

Uuden päällysteen laatumittaukset

Eräs sovelluskohde maatutkalle on laadunvarmistusmittaukset uuden päällysteen tyhjätilan osalta. Tyhjätila kuvaa päällystemassan tiivistymisen onnistumista. Liian tiivis tai harva päällyste aiheuttaa ongelmia tierakenteen kestossa. Tyhjätilamittauksia on tehty jo vuosia Suomessa. Käytössä oleva tyhjätilamittausmenetelmä on esitetty 90-luvun loppupuolella Timo Saarenkedon ja Petri Roimelan tutkimuksissa . Menetelmässä maatutkalla mitataan päällysteen dieletrisyysarvojen vaihtelua, jonka on tutkimuksissa todettu korreloivan tyhjätilavaihtelun kanssa. Menetelmän käyttöä on tutkittu kansainvälisesti ja viimeaikaiset uudet tutkimustulokset kertovat maatutkan soveltuvan hyvin päällysteiden tyhjätilamittauksiin.

Mara Nord -projektissa on tutkittu uuden päällysteen dielektrisyyden ja tyhjätilan välistä yhteyttä eri päällystemassojen osalta niin laboratoriossa kuin kenttämittauksissa. Seinäjoen alueella järjestettiin elokuussa 2011 vertailumittaustapahtuma, johon osallistuivat useat maatutkamittauksia tekevät yritykset. Vertailussa selvitettiin operaattoreiden mittaamien tyhjätilaprofiilien välistä tasoeroa sekä omien mittausten toistettavuutta. Vertailun tulosten perusteella maatutkien tyhjätilaprofiilit eivät eroa merkittävästi toisistaan ja laitteistojen toistettavuus on hyvä. Mara Nord -projektin loppuraportointi uuden päällysteen tyhjätilamittauksista valmistuu keväällä 2012.

Asfaltin kestävyys

Asfadur-projektissa lähtökohta oli talvina 2008/09 ja 2009/2010 asfalttipäällysteillä erityisesti kevättalvella pakkaskauden jälkeen yleistyneet reiät ja purkaumat. Tutkimuksella pyrittiin kehittämään testimenetelmiä reikiintymisongelmien ratkaisemiseksi asfaltin suhteitusteknisin keinoin.

TEKSTI ja KUVAT /DI **Kyösti Laukkanen**, VTT

Tausta

Asfadur-projektin alkaessa käytössä olevien sään- ja vedenkestävyyden tutkimusmenetelmien (esimerkiksi eurooppalaisen standardi SFS-EN 12697-12, menetelmä B) toistettavuus ja erotuskyky oli todettu epätyydyttäväksi. Päällysteen säänkestävyyden parantamistarpeen toivat selkeästi esiin tie- ja katuverkon päällysteillä erityisesti leutoina talvina yleistyneet säänkestävyysongelmat, jotka näkyivät aiempaa yleisemmin päällysteiden purkautumina ja reikiintymisenä erityisesti pakkasjakson jälkeen kevättalvella. Tällaisista vaurioista on esimerkkejä kuvissa 1 ja 2.

.

Tavoite ja toteutustapa

Asfadur-projektin tavoite oli kehittää kaksi laboratoriokoemenetelmää, joilla voidaan tutkia asfalttimassan jäätymissulamiskestävyys sekä veden ja kuormituksen yhteisvaikutus asfalttimassan kestävyyteen. Projektin ulkopuolelle rajattiin rahoittajien reunaehtona päällysteen säänkestävyyden parantaminen koostumusteknisin keinoin (esimerkiksi lisäaineilla), koska vastuu päällysteiden teknisestä kehittämisestä oli uuden rakentamiskäytännön mukaisesti siirretty alan urakoitsijoille.

Tutkimuksen rahoittivat Liikennevirasto, seitsemän kaupunkia, PANK ry, Infra ry, Nynas Oy, Nordkalk Oyj ja VTT. VTT suunnitteli tutkimuksen, teki valittujen asfalttimassojen laboratoriokokeet ja laati tutkimusraportin. Destia Oy ja Lemminkäinen Infra Oy suhteittivat tutkimuksen asfalttimassat sekä valmistivat näytteet.

Tulokset

Halkaisuvetolujuus

Asfaltin vedellä kyllästysaste oli projektin tulosten perusteella erittäin merkittävä vettä sisältävän asfalttinäytteen halkaisuvetolujuuteen vaikuttava tekijä. Jos asfalttinäytteen tyhjätila on täynnä vettä, näytteen vedellä kyllästysaste on 100 prosenttia.

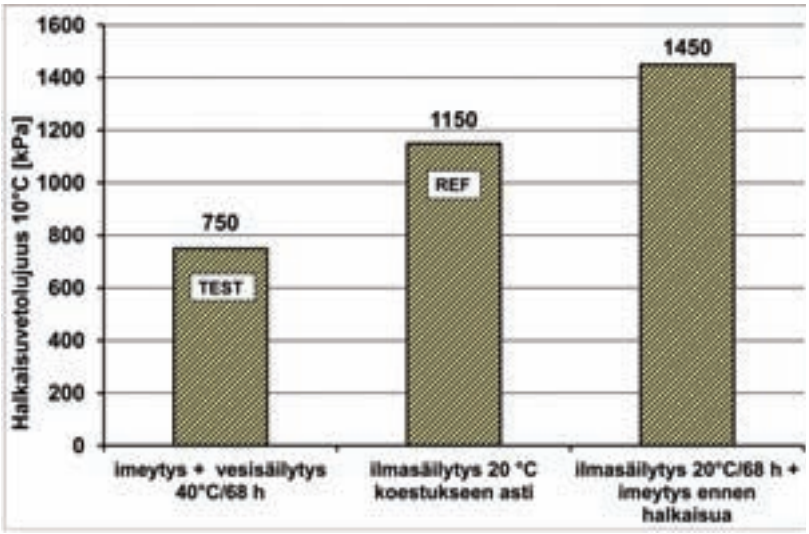
Kuvassa 3 on havainnollistettu asfalttibetoninäytteiden halkaisuvetolujuuden riippuvuutta näytteiden esikäsittelytavasta ja vedellä kyllästysasteesta. TEST-näytteet esikäsiteltiin ja halkaistiin märkinä, kuten asfaltin vedenkestävyyden menetelmästandardi edellyttää. REF-näytteet olivat edellisten vertailunäytteitä, jotka säilytettiin ja halkaistiin kuivina.

Kuva 1. Reikä asfaltin sauman vieressä

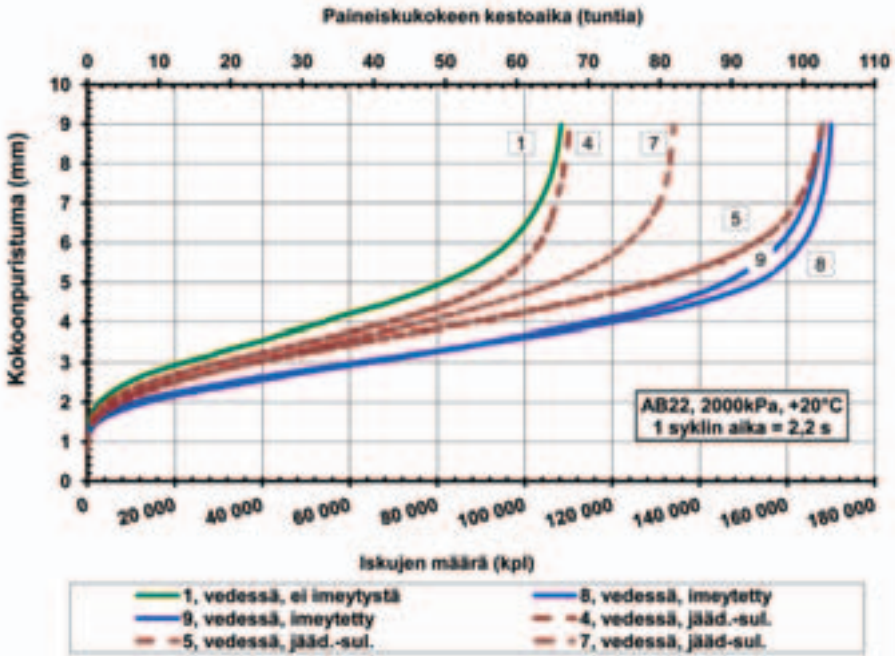
Kuva 2. Päällysteen pintakerros irronnut laajalta alueelta

Kolmas pylväs edustaa näytteitä, jotka säilytettiin kuivina ja imeytettiin täyteen vettä välittömästi ennen halkaisua. Näiden näytteiden vedellä kyllästysasteen nousu (0 % → 100 %) lisäsi niiden halkaisuvetolujuutta 26 prosenttia REF-sarjan näytteisiin verrattuna.

Tyhjätilan imeyttäminen vedellä lisäsi asfalttinäytteiden lujuutta hetkellisesti lyhytaikaisessa kokeessa veden kokoonpuristumattomuuden vuoksi. Asfaltin säilytys vesiupotuksessa saattaa heikentää kiviaineksen ja bitumin välistä tartuntalujuutta, mikä heikentäisi asfaltin halkaisuvetolujuutta.



Kuva 3.



Näyte		1	2	3	4	5	6	7	8
Tyhjätila IPK	%	6,5	6,4	6,4	6,5	6,0	6,0	6,1	6,0
Tiheys	kg/m³	2293	2297	2297	2295	2305	2305	2304	2306

FOTsis - Älyliikenteen palvelujen kenttä-testauksia Euroopassa

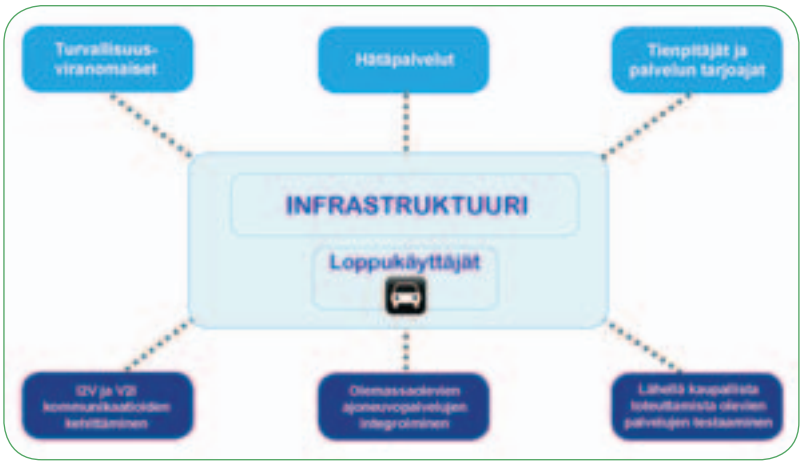
Keväällä 2011 käynnistyi EU:n 7. puiteohjelman alainen laaja eurooppalainen FOTsis -projekti (Field Operational Test on safe, intelligent and sustainable road operations). Nimensä mukaisesti hankkeessa on päämääränä testata älyliikenteen palveluja ensi sijassa tienpidon näkökulmasta hyödyntämällä tienvarsi-infrastruktuuria ja tukeutumalla siitä saatavaan monimuotoiseen tietoon.

TEKSTI ja KUVAT /**Pertti Nurmi**, meteorologiset tutkimussovellukset ja **Timo Sukuvaara**, arktinen tutkimus, Ilmatieteen laitos

Hankkeen esimerkkipalvelut testataan ja toteutetaan yhdeksällä erillisellä valtatiejaksolla Espanjassa, Portugalissa, Saksassa ja Kreikassa. Näiden ”pilottimaiden” lisäksi hankkeeseen kuuluu partnereita Belgiasta, Itävallasta, Ranskasta ja Suomesta. Suomalaiset hankepartnerit ovat Ilmatieteen laitos ja Aalto yliopisto. Ilmatieteen laitoksen keskeinen rooli on kehittää ja tuottaa tiesääsovelluksia ja -palveluita sekä osallistua kommunikaatiorajapintojen määrittelyyn ja toteutukseen tienvarsi-infrastruktuurin, ajoneuvojen ja järjestelmänhallinnan välillä.

EU:n FOT -hankkeiden päämääränä on saattaa aiemmissa älyliikennehankkeissa kehitettyjä sovelluksia ja palveluja laajamittaisten testauspilottien avulla kohti operatiivista käyttöönottoa. Viime vuonna käynnistyi kaksi laajaa erillistä FOT -hanketta, Daimler-autonvalmistajan koordinoima DRIVE C2X-projekti sekä espanjalaisen Iridiumin koordinoima FOTsis. Ensin mainitussa keskitytään auton kuljettajille ja matkustajille tarkoitettuihin älyliikennepalveluihin, kun taas tässä kuvattu FOTsis painottuu tienvarsi-infrastruktuurin hyödyntämiseen ja siten enemmänkin tienpitäjien näkökulmaan, tarpeisiin ja sovelluksiin.

FOTsis määrittelee seitsemän erillistä älykkään liikenteen palvelua, jotka toteutetaan yhdeksällä eri tiejaksolla. Kaikkia palveluja ei kuitenkaan toteuteta kaikilla testijaksoilla, vaan jokaiselle niistä on määritelty omat yksilöidysti testattavat palvelunsa. Palvelut ovat (1) Hätätilanteen hallinta, (2) Liikenneturvallisuuspoikkeaman hallinta, (3) Älykäs ruuhkan hallinta, (4) Dynaaminen reitinsuunnittelu, (5) Erityisajoneuvojen paikannus, (6) Liikenteen viranomaisvalvonta sekä (7) Infrastruktuurin kokonaisturvallisuuden arviointi. Ensimmäisessä palvelussa kontrolloidaan onnettomuustilanteen pelastustöitä, toisessa taas pyritään varoittamaan tieturvallisuutta uhkaavista tekijöistä kuten haitallisista sääolosuhteista. Kolmas ja neljäs palvelu pyrkivät ohjaamaan liikennevirtoja ja niissäkin otetaan säätekijät huomioon. Viides palvelu seuraa erityisajoneuvoja kuten ambulanssia tai paloautoa pyrkien tiedottamaan muita tiellä liikkujia näiden liikkeistä. Kuudes palvelu havainnoi liikennerikkomuksia ja niiden tekijöitä, ja viimeinen palvelu tavallaan kokoaa yhteen muut palvelut. Se keskittyy autoista ja infrastruktuurista saatavien erilaisten tietovirtojen koostamiseen muodostaen siten kokonaisvaltaisen liikenneturvallisuutta vahvistavan näkökulman.



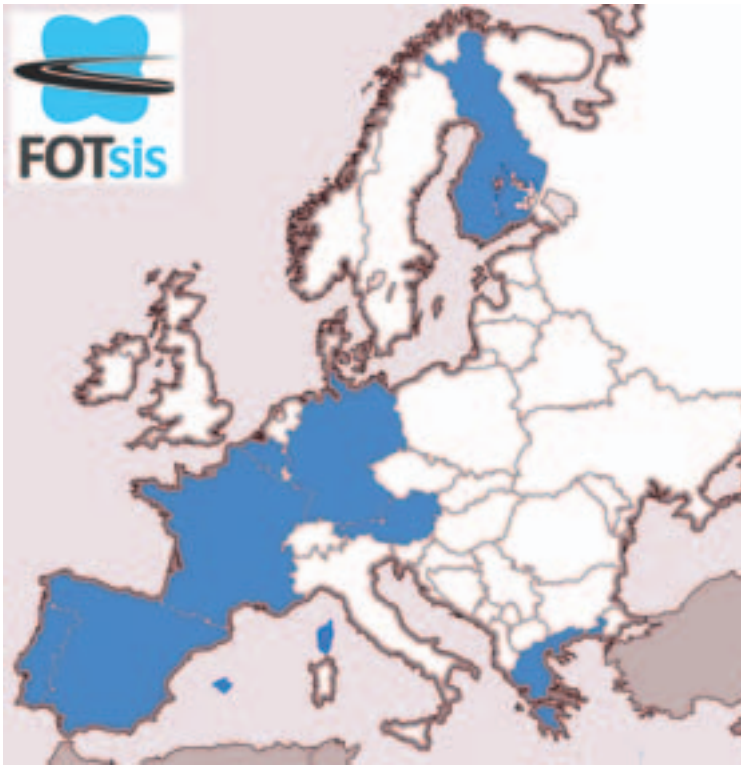
Ilmatieteen laitos on mukana kahta (1 ja 6) lukuun ottamatta kaikissa palveluissa ja osallistuu lähes kaikkien testattavien tiestöjen sovellusten suunnitteluun ja toteutukseen. Vain Kreikan tiejaksot jäävät Ilmatieteen laitoksen toteuttamien sääanalyysien ulkopuolelle, koska Kreikan testialueilla ei ole tarjolla tarvittavaa säähavaintotietoa.

FOTsis -hankkeen osallistujamaat sekä keskeiset tavoitteet selviävät oheisista kuvista. I2V- ja V2I- (Infrastructure-to-Vehicle, Vehicle-to- Infrastructure) kommunikaatiojärjestelmillä linkitetään infrastruktuurin tarjoamat mahdollisuudet osaksi autossa olevaa palveluvalikoimaa ja testataan keskeisimpiä palveluja todellisessa, operatiivisessa tieverkostossa. Eri viranomaisille ja tieturvallisuudesta vastaaville tahoille, tienpitäjille samoin kuin vaikka sääpalvelujen tuottajalle eli Ilmatieteen laitokselle tarjoutuu ennennäkemättömät mahdollisuudet tarjota palvelujaan suoraan tienkäyttäjälle, reaaliajassa.

Laitos on hankkeen partnereista ainoa meteorologinen asiantuntijainstituutti. Aiemmissa hankkeissa, kuten EU-rahoitteisessa ROADIDEAssa sekä Carlink ja WisafeCar Tekes-projekteissa on jo kehitetty innovatiivisia tiesää- ja älyliikenneympäristöön räätälöityjä sääpalvelusovelluksia. Niitä päästään nyt testaamaan aidossa, todellisessa käyttöympäristössä oman maan rajojen ulkopuolella.

Tiesääpalveluja ei ole eriytetty FOTsis -konseptissa omiksi palveluikseen, vaan niillä on keskeinen rooli lähes kaikissa testattavissa palveluissa. Jos esimerkiksi puhutaan poikkeamista liikenneturvallisuudessa, niin käytännössä hyvin usein kyseessä ovat joko suoraan tai epäsuorasti poikkeavien sääolojen aiheuttamat häiriötilanteet. Tällaisten sääolosuhteiden, kuten liukkaus tai huono näkyvyys¸ paikallisesti räätälöidyt ennusteet edesauttavat varautumistoimenpiteitä liikenteessä johtaen välittömästi liikenneturvallisuuden paranemiseen sekä yhteiskunnallisiin ja taloudellisiin säästöihin. Sama koskee ruuhkien hallintaa ja reittisuunnittelua. Ilmatieteen laitoksella ja sen kehittämillä ennustesovelluksilla ja -palveluilla on koko laajan monikansallisen hankkeen onnistumisen kannalta erittäin keskeinen rooli. Meteorologisesti laadukkaat ja luotettavat älyliikennepalvelut edellyttävät myös kommunikaatiojärjestelmän rajapintojen hallintaa, jotta dataliikenne toimii hallitusti ja välittää tiedon autoilta sekä infrastruktuurilta palvelun tarjoajille ja takaisin.

FOTsis on jo nyt tuonut Ilmatieteen laitokselle oivan eurooppalaisen näkyvyys- ja näköalapaikan sekä mahdollisuuden hyödyntää tiesääosaamistaan innovatiivisiiksi, uusiksi, koko Euroopan liikennesektorin kattaviksi älysääratkaisuiksi. Hankkeessa on jo oikeastaan saavutettu kansainvälisesti tunnustettu asema älykkäiden tiesääpalveluiden asiantuntijana, jolta myös jatkossa odotetaan teknisen toimintaympäristön hallintaa mutta ennen kaikkea luotettavaa ja asiantuntevaa ammattimaisten meteorologisten tuotteiden tarjoamista haastavaan ympäristöön. Onnistuessaan FOTsis -projektin uskotaan tuovan kansainvälisten kumppanuuksiensa myötä yhä lisää ulkomaille suuntautuvaa älyvientipotentiaalia laitoksen säätutkimus ja -palveluosaamiselle. Aivan uutena aluevaltauksena on jo käynnistetty neuvottelut sekä suunnittelutyö tiesääkonseptin viemiseksi Sochin vuoden 2014 talviolympialaisten kisapaikoille johtavalle, sään kannalta erittäin haastavalle tiestölle, yhteistyössä Venäjän ilmatieteen laitoksen ja Maailman ilmatieteen järjestön sekä mahdollisten kotimaiden partnereiden kanssa.



Liikennevakuutuksen vahinkotilastot liikenneturvallisuuden tutkimisessa

TEKSTI / DI **Esa Karvonen**, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Työssä käytettiin liikennevakuutuksen vahinkotilastoja automallien turvallisuuden arvioimiseen. Tarkasteluun valittiin 161 Suomessa yleistä henkilöautomallia, joiden turvallisuutta arvioitiin niiden sisäistä turvallisuutta, aggressiivisuutta sekä kokonaisvammautuvuutta kuvaavilla riskiluvuilla. Riskiluvuilla kuvataan kuljettajan riskiä vammautua kahden henkilöauton välisessä onnettomuudessa yleisillä teillä.

Onnettomuusaineistona toimivat vakuutusyhtiöiden liikennevakuutuksen vahinkoilmoitustilastot. Onnettomuus- ja vammautumisriskitarkastelussa onnettomuustietoina käytettiin 278 832 vuosina 2001–2010 liikennevakuutuksesta korvattua kahden henkilöauton välistä törmäystä, joissa vammautui 27 395 kuljettajaa. Ajosuoritteet perustuvat A-katsastus Oy:n vuosina 2000–2002 ja 2005–2010 keräämiin yli 7,7 miljoonaan matkamittarilukemaan, joista määritettiin vuosisuorite 1,5 miljoonalle ajoneuvolle.

Automallien turvallisuutta tarkasteltiin sekä absoluuttisten vammautumisriskien että todellisten ja laskennallisesti odotettavien vammautumisten suhteiden avulla. Vammautumisten odotusarvojen laskennassa pyrittiin minimoimaan autosta riippumattomien tekijöiden vaikutusta. Tällaisia huomioitavia tekijöitä olivat kuljettajan iän ja sukupuolen lisäksi nopeusrajoitusalue, onnettomuustyyppi, syyllinen/syytön -suhde sekä vuosisuorite.

Onnettomuusaineistossa ilmenee auton iän suhteen tarkasteltuna vinoutumaa syytön/syyllinen -suhteissa siten, että uudemmat automallit ovat selvästi useammin syyttömänä osapuolena. Osa tästä vinoutumasta voi olla seurausta lievien onnettomuuksien sopimisesta, jolloin osa onnettomuuksista jää vahinkoilmoitustilastojen ulkopuolelle. Aineiston epävarmuustekijöistä johtuen oli vammautumisten odotusarvojen laskennassa perusteltavaa käyttää onnettomuusmääriin perustuvan menetelmän lisäksi automallien vakuutuskantaan perustuvaa menetelmää. Myös menetelmien korjauskertoimien todenmukaisuuteen kiinnitettiin erityishuomiota.

Lisäksi tutkimuksessa tehtiin autojen käyttöalueita kartoittava reviiriselvitys. Tällä selvityksellä auton omistuskunnan ja kolaripaikan avulla pyrittiin paremmin hahmottamaan eri kuntien liikkumisalueita ja autojen suoritteen kertymistä erityyppisissä käyttöympäristöissä. Kokonaisuutena voidaan todeta uudempien autojen positiivisen turvallisuuskehityksen jatkuneen.

Uudemmat ja painavammat automallit antavat pääsääntöisesti paremman suojan niiden omille kuljettajille. Uusilla autoilla myös vastapuolelle aiheutunut riski on massan kasvusta huolimatta pienentynyt. Uudemmat autot arvioitiin menetelmästä riippuen keskimäärin 10–40 prosenttia kymmenen vuotta vanhempia automalleja turvallisemmiksi.

Kulkuyhteyksiä ennen ja nyt

TEKSTI / **Tuomo Viitala**

”Rautatien rakentaminen ei kuitenkaan ollut mikään läpihuutojuttu.”

1800-luvun alkupuoli oli Suomessa voimakasta väestökasvun aikaa. Vuonna 1800 Suomessa oli asukkaita hieman yli 830 000 mutta vuonna 1860 jo melkein 1 750 000. Kasvava väestö tarvitsi parempia kulkuyhteyksiä. Vuonna 1845 käynnistyi Saimaan kanavan rakentaminen, ja se vihittiin käyttöön juhlallisin menoin syyskuussa 1856. Saimaan kanava liitti itäisen Järvi-Suomen Pietarin talousalueeseen tuoden vaurautta ja hyvinvointia.

Jo 1840-luvun lopulla alettiin Suomeen puuhata myös rautatietä. Tällä kertaa tavoitteena oli yhdistää läntinen Järvi-Suomi mereen. Rautatien rakentaminen ei kuitenkaan ollut mikään läpihuutojuttu, sen vaikutusvaltaisin vastustaja Lars Gabriel von Haartman käytännössä vastasi hankkeen rahoitusjärjestelyistä. Hän osoittikin moninaisin laskelmin, ettei rautatie voinut Suomen olosuhteissa kannattaa. Lopulta päätös radan rakentamisesta kuitenkin tehtiin, ja työt käynnistyivät 1857. Jälkikäteen kylläkin osoittautui, että von Haartman oli pitkälti oikeassa hankkeen kannattavuudesta. Rakentamiskustannuksetkin ylittyivät.

Suomessa oli poikkeuksellisen kylmiä vuosia 1850-luvun lopulla ja 1860-luvun alussa. Katovuosille oli tunnusomaista pitkä ja kylmä talvi sekä märkä ja kolea kesä. Epätavallinen ajanjakso huipentui suuriin nälkävuosiin 1866–68, jotka olivat seurausta kolmesta huonosta sadosta vuosina 1865–67. Nälänhätä oli suurimmillaan alkuvuodesta 1868. Senaatti oli havahtunut uhkaavaan tilanteeseen jo kesällä 1867, jonka valtuuttamana J.V. Snellman neuvotteli lainan viljan ostoon. Viljaa ei kuitenkaan saatu juurikaan toimitettua Suomeen, koska hankinnat olivat viivästyneet ja meri jäätyi poikkeuksellisesti jo lokakuussa. Seuraukset johtivat rauhan aikana Euroopan viimeiseen nälkäkatastrofiin, jonka seurauksena nälkään ja tauteihin menehtyi kahdeksan prosenttia väestöstä.

Vuonna 1868 käynnistettiin hätäaputöinä useita tie-, rautatie- ja kanavahankkeita, muun muassa radan rakentaminen Riihimäeltä Pietariin, josta viljaa olisi ollut saatavissa vuotta aikaisemmin.

Nykyisin moni asia on paremmin kuin lähes 150 vuotta sitten. Jäät eivät ole enää estä kauppamerenkulkua, päätiet pystytään pääsääntöisesti pitämään ajokelpoisina kovallakin lumisateella, ja junatkin kulkevat useimmiten aikataulussa. Aina on kuitenkin hyvä muistaa, että toimivia kulkuyhteyksiä tarvitaan niin hyvinä kuin huonoinakin aikoina.

PS. Päivät pitenevät vauhdilla. Kohta onkin jo juhannus ja eikä mene enää kauan, kun taas on talvi.

Kirjoittaja Tuomo Viitala on Liikenneviraston T&K-hankepäällikkö (väylätekninen menetelmäkehitys) ja wanna-be filosofian ylioppilas (yleinen historia)

Raidemelun vaimennuskyky matalien meluesteiden tuotevaatimuksena

TEKSTI / DI **Eveliina Vahtera**, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka **KUVA / Markku Nummelin**

Matalalla meluesteellä tarkoitetaan lähellä raidetta sijaitsevaa meluestettä, jonka korkeus kiskon selästä on 85 cm. Este vaimentaa erityisesti pyörän ja kiskon kohtaamisesta syntyvää melua. Matalat meluesteet eroavat sijainnin ja maisemavaikutusten osalta yleensä käytetyistä meluaidoista. Suomessa matalia meluesteitä on toistaiseksi rakennettu vain testauskäyttöön.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin pohjoismaiseen raidemelun laskentamalliin perustuvalla melunlaskentaohjelmalla voidaan arvioida matalan meluesteen vaimennuskykyä. Tutkimus suoritettiin mittaamalla meluesteen vaimennuskyky maastossa ja sen jälkeen sama melueste mallinnettiin Datakustik CadnaA-melunlaskentaohjelmalla.

Laskentaohjelman soveltuvuutta arvioitiin vertaamalla laskentaohjelman antamia tuloksia kenttämittauksissa saatuihin tuloksiin.

Kenttämittausten perusteella matala melueste oli toimiva meluntorjuntaratkaisu, koska se alensi melutasoja standardin SFS-EN ISO 3095 mukaisissa tarkastelupisteissä noin 5,5-12 dB. Kun kenttämittausten tuloksia verrattiin laskentaohjelman tuloksiin, huomattiin melunlaskentaohjelmalla saatujen vaimennuksen arvojen olleen vain 3-5,5 dB. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella pohjoismaiseen raidemelun laskentamalliin perustuva laskentaohjelma ei sovellu sellaisenaan matalan meluesteen vaimennuskyvyn arviointiin, koska matala este sijaitsee lähempänä raidetta kuin tavallisesti käytetty meluaita. Luotettavimmin matalan meluesteen vaimennuskyky voidaan selvittää kenttämittauksilla.

Tilannetietoisuus ja tilannekuva operatiivisessa liikenteenhallinnassa

TEKSTI / DI **Michaela Koistinen**, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Tilannetietoinen henkilö pystyy vastaamaan kysymyksiin siitä, mitä ympärillä tapahtuu, mitä tulee tapahtumaan seuraavaksi ja mitä mahdollisuuksia hänellä on toimia. Tilannekuvalle ei ole olemassa mitään yksiselitteistä määritelmää, mutta se voidaan nähdä päätöksentekoa tukevana asiana. Myös liikenteellisestä näkökulmasta tilannetietoisuus ja tilannekuva on nostettu esille useaan otteeseen varsinkin eri liikenteen toimintasuunnitelmissa ja -strategioissa. Tie-, rautatie- ja meriliikennemäärät kasvavat jatkuvasti, jonka myötä niiden sujuva ja tehokas hallinta korostuu. Jotta liikennettä voidaan hallita, on liikenteenhallinnan operatiivisilla toimijoilla oltava hyvä tilannetietoisuus ja tilannekuva. Monet tilanteet etenevät nopeasti, toimijoita on paljon ja tilanteesta kertovat tiedot ovat hajallaan. Samaan aikaan liikenteenhallinnan operatiivisen toimijan pitäisi pystyä tekemään hyviä päätöksiä. Vaikka strategioissa ja suunnitelmissa puhutaan tilannetietoisuudesta ja tilannekuvasta, ei niitä käytännössä ole operatiivisen liikenteenhallinnan näkökulmasta kartoitettu, niiden sisältöä pohdittu eikä niitä tekijöitä kartoitettu, joiden avulla hyvä tilannetietoisuus ja tilannekuva saavutetaan. Lisäksi termien käyttö vaihtelee eri liikennemuotojen välillä, mikä vaikeuttaa kanssakäyntiä ja lisää väärinkäsitysten todennäköisyyttä.

Tämän työn päätavoitteena oli selvittää tilannetietoisuuden ja tilannekuvan muodostumista tie-, rautatie- ja meriliikenteen operatiivisessa liikenteenhallinnassa, keskittyen erityisesti tiettyihin häiriötilanteisiin. Työn osatavoitteina oli määritellä tilannetietoisuuteen liittyvät termit operatiivisen liikenteenhallinnan näkökulmasta sekä tapaustutkimuksin tutkia operatiivisen liikenteenhallinnan ammattilaisten tietotarpeita ja tilannetietoisuuksien perusteella tehtäviä päätöksiä.

Työn tuloksena määritellyt tilannetietoisuuteen liittyvät termit auttanevat jatkossa liikenteenhallinnan toimijoiden kanssakäymistä ja vähentävät väärinkäsityksiä tilannetietoisuudesta ja tilannekuvasta puhuttaessa. Tapaustutkimuksen tuloksena muodostetut päätöksentekokaaviot toiminevat pohjana eri liikennemuotojen tilannekuvajärjestelmien kehittämiselle ja määrittelytyölle. Tapaustutkimuksen perusteella tieliikenteen kehittämiskohteiksi tunnistettiin hyvän tilannekuvajärjestelmän rakentaminen, liikennehäiriöiden indikaattoreiden tunnistaminen, jatkuvan tilannetietoisuuden mahdollistaminen ja määrämuotoinen organisaation oppiminen. Rautatieliikenteen kehittämiskohteiksi tunnistettiin hyvän tilannekuvajärjestelmän rakentaminen, vuorovaikutuksen lisääminen, yhteiskunnallisen näkemyksen kasvattaminen, toimintamallien kehittäminen ja uusien tietotarpeiden huomioon ottaminen. Meriliikenteen kehittämiskohteiksi tunnistettiin oppivan tilannekuvajärjestelmän jatkokehittäminen, kokemusperäisen tiedon välittäminen ja käyttäminen ja proaktiivisuuden varmistaminen.

Valtatien 1 sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien ohjauksen kehittäminen

TEKSTI / DI **Sakari Lindholm**, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Valtatiellä 1 toimii kolme erillistä liikenteenhallintajärjestelmää, joiden vaihtuvia nopeusrajoitusmerkkejä, varoitusmerkkejä sekä tekstillisiä kilpiä ohjataan vallitsevien sää- ja keliolosuhteiden perusteella. Järjestelmien ensisijainen tavoite on liikenneturvallisuus.

Järjestelmien ohjaus perustuu järjestelmien automatiikan tuottamiin ohjausehdotuksiin, jotka tieliikennekeskuksien päivystäjät joko hyväksyvät tai jättävät hyväksymättä. Ohjausehdotukset perustuvat tiesääasemien tuottamaan kelitietoon. Työn tavoite oli ohjausprosessin kehitystarpeiden ja -mahdollisuuksien kartoittaminen.

Työssä ohjausta tarkasteltiin nykytilan ja tulevaisuuden mahdollisuuksien kannalta. Nykytilanteesta selvitettiin päivystäjien ohjaustottumuksia sekä näkemyksiä automatiikan tuottamiin ohjausehdotuksiin. Työssä tutkittiin myös, miten päivystäjien tekemät ohjauspäätökset olivat vaikuttaneet liikennevirran nopeuteen. Tutkimusmenetelminä käytettiin päivystäjille suunnattua kyselyä, päivystäjien suorittamia seurantajaksoja (raportointi omasta ohjaustyöstä) sekä järjestelmien suosituslaskennan (ohjausehdotus) lokitietojen ja nopeusrajoitusmerkkien ohjaustilatietojen (toteutunut ohjaus) vertailua. Ohjauspäätösten vaikutuksia tutkittiin seurantajaksojen kirjauksiin sekä ajoneuvojen nopeushavaintoihin (LAM-tietokannasta) perustuen.

Tulevaisuudessa valtatien 1 järjestelmien eräs kehittämismahdollisuuksista on talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskäytännöstä (120 km/h rajoitusta ei sallita) luopuminen. Tähän kysymykseen liittyy ohjauksen nykytilanteen (onko järjestelmien ohjaus onnistunutta) lisäksi talvikauden ajokelit: mitä enemmän erittäin hyviä kelejä talvikaudella esiintyy, sitä perustellumpaa talvinopeusrajoituksista luopuminen on. Työssä tutkittiin tiesääasemien historiatietojen perusteella erittäin hyvien kelien esiintymistä talvikuukausina sekä arvioitiin talvinopeusrajoituksista luopumisella saatavia hyötyjä. Taustatietoja tutkimuksiin kerättiin muun muassa kirjallisuudesta sekä tutustumalla järjestelmien tekniseen toteutukseen.

Tutkimusten keskeiset tulokset sekä havainnot olivat seuraavat:

- Päivystäjien ohjaustavoissa on eroja.
- Järjestelmien suosituslaskennat eivät ole keskenään yhtenäisiä.
- Merkittävä osa automatiikan tuottamista ohjausehdotuksista jätetään hyväksymättä.
- Järjestelmien lokitiedoissa on epäjohdonmukaisuuksia.
- Liikennevirran nopeuksien perusteella, päivystäjät reagoivat oikein järjestelmien ehdotuksiin.
- Päivystäjien ohjauspäätöksien tekemiseen kuluu runsaasti aikaa.
- Erittäin hyviä keliolosuhteita on esiintynyt erittäin paljon viime vuosien talvikuukausina.

Työn päätelminä todettiin, että järjestelmät vaikuttavat parantavan liikenneturvallisuutta. Ohjauspäätökseen kuluva aika kuitenkin pienentää turvallisuusvaikutuksia. Sekä päivystäjien ohjaustapojen että järjestelmien suosituslaskentojen eroavaisuudet ovat uhka järjestelmien johdonmukaisuudelle ja uskottavuudelle.

Merkittävimpinä jatkotoimenpiteinä ehdotettiin lokitietojen kirjausjärjestelmien korjausta, valtatien 1 järjestelmien suosituslaskennan yhtenäistämis- ja kehitystyötä sekä päivystäjien ohjaustapojen yhtenäistämiseen pyrkivän lisäkoulutuksen järjestämistä. Lisäksi ehdotettiin järjestettäväksi kokeilu, jossa talvinopeusrajoituskauden aikana valtatiellä 1 voidaan erittäin hyvissä olosuhteissa asettaa 120 km/h nopeusrajoitus. Kokeilu vaatisi ministeriötasoisen luvan.

Linja-autokaluston optimointi ja kohdentaminen

TEKSTI / DI **Veikko Karvonen**, Aalto-yliopisto, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka **KUVA / Comma**

Linja-autoliikenteen kaluston valinnassa tehdyt ratkaisut määrittävät yksittäisten vuorojen kapasiteetin, energiankulutuksen, päästöt ja kustannukset. Joukkoliikennejärjestelmän kapasiteetti on mitoitettava ruuhkahuipun kysynnän mukaisesti. Nykyään ruuhkahuipun korkeaan kysyntään vastataan mitoittamalla käytetyn kaluston koko hiljaisen ajan vaatimuksia suuremmaksi, sekä lisäämällä vuorotarjontaa. Helsingin seudun liikenteen tilaamien linja-autovuorojen keskimääräinen kuormitusaste on vain 20 prosenttia. Ruuhka-ajan liikenteessä ajetaan paljon korkeasti kuormitettuja vuoroja. Vastaavasti ruuhka-aikojen ulkopuolella, erityisesti varhaisaamun ja illan aikana, ajetaan paljon vuoroja, joiden kuormitusaste jää matalaksi. Kaikista arkivuorokauden aikana ajettavista vuoroista alle 15 nousijaa lähtöä kohden on yhteensä 29 prosentilla lähdöistä.

Kalustonvalinnan kautta saavutettavissa olevia vaihtoehtoja hiljaisen ajan liikenteen kustannus-, energia-, ja päästötehokkuuden parantamiseksi ovat kapasiteetiltaan muunneltavien perävaunullisten modulaaribussien käyttö ja pienkaluston käyttö hiljaisen ajan liikenteessä. Modulaaribusseja on saatavilla useisiin vetoautojen kokoluokkiin pikkubusseista täysikokoisiin linja-autoihin.

Helpoin ja kustannustehokkain tapa käyttää pienkalustoa hiljaisena aikana olisi käyttää nykyisellään varhaisaamuisin, iltaisin ja viikonloppuisin käyttämättömänä olevia palvelu- ja kaupunginosalinjoille hankittuja pikkubusseja. Erillisen pienkaluston hankkiminen vain hiljaisen ajan liikennettä varten sen sijaan ei ole kannattavaa.

Täysikokoista modulaaribussia voisi käyttää linjoilla, joilla kysynnän suuruuden takia joudutaan liikennöimään tarpeettoman tiheällä vuorovälillä. Täysikokoisen modulaaribussin korkea hankintahinta ja korkeat liikennöintikustannukset perävaunun kanssa ajettaessa pitävät modulaaribussin kokonaiskustannukset kuitenkin kaksoisnivelbussia korkeampina. Pienkalustoon perustuvilla modulaaribusseilla olisi kuitenkin joissain tapauksissa mahdollista korvata tavallinen kaksiakselinen linja-auto. Useilla linjoilla tavallisen kaksiakselisen linja-auton kapasiteettia tarvitaan ainoastaan ruuhka-aikoina ja muulloin liikennöintiin riittäisi pikkubussi. Työn loppuosassa on suoritettu tapaustutkimuksia, joissa on laskettu yksityiskohtaiset kustannusten, päästöjen ja energiankulutuksen vähenemät esimerkkilinjoilla.

Ratkaisuja sorateiden rakenteellisiin ongelmiin

Sorateitä on Suomessa 27000 km - kolmannes maantieverkosta. Pitkä yksityistieverkko on lähes kokonaan sorapintaista. Sorateiden hoidon avulla huolehditaan teiden pintakunnosta eli tasaisuudesta, kiinteydestä ja riittävästä pölynsidonnasta. Tähän käytetään vuosittain rahaa 28 M€.

TEKSTI / Yksikön päällikkö **Tuovi Päiviö-Leppänen**, Väylänpidon ohjaus ja kehittäminen, Liikennevirasto KUVAT / **Olli Penttinen**

Sorateiden ylläpidolla eli korjauksilla varmistetaan tiestön ympärivuotinen kulkukelpoisuus, jota kuvataan painorajoitusalttiudella. Painorajoitusalttiuteen vaikuttavat runkokelirikko, pintakelirikko sekä tien kantavuuden heikkenemistä aiheuttavat muut kantavuuspuutteet kuten esimerkiksi korkea ympäristön vedenpinta.

Sorateiden korjauksia tehdään vuosittain rahoituksen (tyypillisesti 10–15 M€/v) mahdollistama määrä. Tällä saadaan korjattua noin 150–200 km ongelmallisia soratiekohtia. Vuosina 2008–2011 on puuhuoltorahoituksen turvin korjauksia tehty selkeästi tätä enemmän, yhteensä 80 miljoonalla eurolla. Puuhuoltorahoituksen turvin on sorateiden kuntoa pystytty selkeästi kohentamaan ja samalla vähentämään akuuttia korjaustarvetta. Lähivuosina korjauksiin on vuosittain käytettävissä vain 5-10 M€/v.

Kelirikko ja painorajoitukset

Runkokelirikko syntyy, kun routiva tien runko jäätyessään imee kapilaarisesti kosteutta muodostaen rungon sisälle jäälinssejä. Ne keväällä sulaessaan pehmentävät tierungon ja sen kantavuus heikkenee niin, ettei tie kanna raskasta ajoneuvoa. Runkokelirikon esiintyminen inventoidaan vuosittain kattavasti koko soratieverkolta. Toteutuneiden painorajoitusten lisäksi tämä on ainoa mitattu tieto sorateiden kunnon ongelmista. Inventoitujen runkokelirikkokohtien määrä vaihtelee vuosittain huomattavasti ollen tyypillisesti luokkaa 200–1000 km.

Pintakelirikko taas syntyy, kun soratien hienoainespitoinen pintakerros nopeasti sulaa, eikä kosteus pääse siitä haihtumaan eikä imeytymään pohjakerroksiin niiden ollessa vielä jäässä. Pintakelirikkoa voi esiintyä myös lauhoina syksyinä ja talvina, jolloin kosteus ei juurikaan haihdu. Painorajoitus on tarpeen, jotta tien pintakerros ei raskaiden ajoneuvojen myötä mene niin huonoon kuntoon, että kulku henkilöautolla kokonaan estyy.

Kun soratien kantavuus olennaisesti huononee, raskas liikenne voi kokonaan rikkoa ja pehmentää tien. Tällöin myös henkilöautoliikenteelle ja kevyelle liikenteelle voi tulla suuria ongelmia. Tämän vuoksi tielle asetetaan painorajoitus. Pääosin painorajoitukset ovat 12 t. Painorajoituskohdilla voi kuitenkin liikkua poikkeusluvalla ja sen ulkopuolelle on jätetty elintärkeät kuljetukset, kuten linja-autovuorot, maidon ja rehujen kuljetukset, hälytysajoneuvot yms. Painorajoitettujen tiekilometrien määrä on nykyisen painorajoituskäytännön aikana vaihdellut välillä 800–2300 km. Painorajoitus asetetaan aina tietylle liittymävälille.

Tiehallinnon vuosille 2002–2005 ajoittuneessa Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito -tutkimusohjelmassa kehitettiin kelirikon vaikeuden ennustamiselle malli ja menettely. Vuodesta 2005 lähtien on vuosittain laadittu kelirikon vaikeusennuste pohjaksi erityisesti

kelirikosta ja painorajoituksista tiedottamiselle. Ennuste arvioi runkokelirikko-ongelmien määrää sen perusteella, miten ja millaisissa oloissa tierakenne jäätyi. Vähintään yhtä paljon toteutuvaan kelirikkotilanteeseen vaikuttaa sulamiskauden olosuhteet. Tiehallinnon Väyläomaisuuden hallinnan tutkimusohjelmassa kehitettiin painorajoitussuunnittelun kriteereitä (Tiehallinnon selvityksiä 5/2007) ja selvityksen pohjalta kehitettiin selainpohjainen palvelu kevään lämpöastesumman seuraamiseen ja ennakointiin. Palvelu auttaa soratien sulamisen seurannassa ja tukee sen pohjalta tehtäviä päätöksiä painorajoitusten asettamisesta ja poistamisesta.

Tärkeä keino kelirikon ja painorajoitusten haittojen minimoimiseksi on tiivis yhteistyö asiakkaitten, varsinkin metsäsektorin toimijoiden kanssa. Metsäklusterin valtakunnallinen yhteistyöryhmä kokoontuu säännöllisesti jakamaan tietoa ja viemään yhteistyössä eteenpäin toimenpiteitä kuljetusolosuhteiden parantamiseksi. Myös alueellisesti ja paikallisesti tehdään tiivistä yhteistyötä ja sovitetaan kuljetustarpeita siten, että painorajoituksia tarvitaan mahdollisimman vähän. Myös CTI-tekniikka eli raskaiden ajoneuvojen rengaspaineiden säätömahdollisuus on tervetullut uusi mahdollisuus vähentää tien vaurioitumista kuitenkin kuljetukset mahdollistaen.

Sorateiden toimintalinjat

Sorateiden hoidon ja ylläpidon avulla tarjottava palvelutaso sekä ohjauksen periaatteet ja prioriteetit on kuvattu sorateiden hoidon ja ylläpidon toimintalinjoissa (Tiehallinto 2008).

Soratiet luokitellaan toiminnan suunnittelua, toimenpiteiden priorisointia ja palvelutasovaatimuksia varten kolmeen luokkaan liikennemäärän, tien verkollinen aseman, maankäytön ja asiakastarpeiden perusteella: vilkkaat soratiet, perussoratiet sekä vähäliikenteiset soratiet. Luokat määritellään liittymäväleittäin, jolloin hoidon ja ylläpidon suunnittelu tapahtuu verkollisesti, kulkukelpoisuus varmistaen. Asiakastarpeet otetaan huomioon paitsi soratieluokkaa, myös esimerkiksi tehostetun pölynsidonnan täsmähoitokohteita määritettäessä.

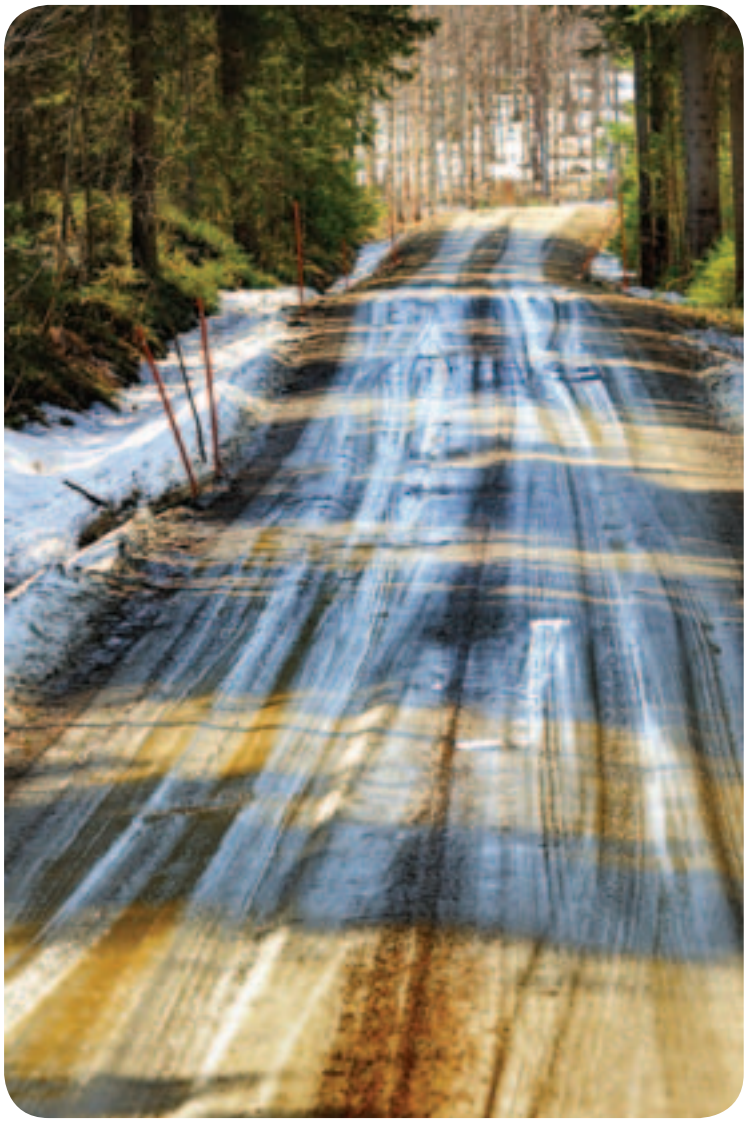
Toimintalinjojen myötä kytkettiin kelirikon hallinta tiiviimmin painorajoituspolitiikkaan. Näin myös laajennettiin aiemmin vain runkokelirikkoon pohjautunutta tunnuslukuja ohjausmaailmaa kattamaan myös muut painorajoituksia sorateille aiheuttavat tekijät. Päämäärä sorateiden kunnossapidossa on saada mahdollisimman suuri osa soratieverkosta kantavuudeltaan ja rakenteeltaan riittävän hyvään kuntoon, jotta tarvetta painorajoitusten asettamiselle ei olisi. Painorajoitukset ja tarve ennalta varautua mahdollisiin painorajoituksiin hankaloittavat varsinkin puukuljetuksia, samoin maatalouden ja rakennustarvikkeiden kuljetuksia.

Runkokelirikkokorjausten vaikutukset

Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa Sorateiden runkokelirikkokorjausten vaikuttavuus (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 40/2011) selvitettiin, onko tehdyillä korjauksilla voitu poistaa kelirikkoa ja miten pitkäksi ajaksi. Lisäksi haluttiin selvittää, paljonko korjaustoiminta on poistanut tai vähentänyt painorajoitustarvetta. Tavoitteena oli myös löytää tuloksellisin korjaustapa kelirikon ja painorajoitusten poistamiseksi tai vähentämiseksi. Tutkimuksessa käytiin seikkaperäisesti läpi yhdeksän esimerkkitien tilanne ja korjaushistoria.

Suurin osa esimerkkiteiden kelirikkokorjauksista oli toteutettu ns. ”bulkkikorjauksena” (suodatinkangas ja 20–30 cm mursketta). Näiden korjaustoimenpiteiden vaikuttavuus todettiin korjattujen kohtien osalta erittäin hyväksi: kelirikko uusiutui ainoastaan 0,2 prosentilla korjauspituudesta. Hyvästä onnistumisesta huolimatta korjaukset eivät poistaneet tiekohtaisia liikennöintiongelmia, sillä kelirikkoa esiintyi hyvin usein esimerkkiteillä korjattujen kohteiden ulkopuolella.

Kehitettävää löytyy erityisesti rekisteritietojen kattavuudesta. Etenkin tehtyjen kelirikkokorjausten tarkka toteutumatieto on saatavilla ainoastaan raskaan manuaalisen selvittelyn jälkeen. Myös kelirikon inventointitavassa on kehitettävää. Kelirikkokorjauspolitiikka vaikuttaa kaipaavan selkeyttämistä. Toimintalinjat ohjaavat painorajoitusalttiuden poistamiseen kokonaisilta liittymävaleilta. Korjauksia on kuitenkin tehty niin, että pahimpia ongelmakohtia on korjattu laajalti koko soratieverkolla. On optimistisesti ajateltu, että pahimmat kohdat poistamalla hyvinä kelirikkovuosina laajempi verkko olisi painorajoituksista vapaa. Sorateiden kehittämisessä on ongelmana, että rakentamattomat tiet eivät käyttäydy systemaattisesti ja loogisesti. Kehittämisellä ei näin voida kaikkea ratkaista, vaikka mainitussa tutkimuksessa löydettiin muitakin kehittämiskohteita.



Keinoja pintakelirikon vähentämiseksi etsitään

Pintakelirikkoselvityksessä (Tiehallinnon selvityksiä 12/2008) tutkittiin sorateitä, joilla kulutuskerros pehmenee muulloinkin kuin roudan sulamisen alkuvaiheessa. Tämäntyyppisen pintakelirikon määrä on lisääntynyt viime vuosina ja sen aiheuttamat ongelmat ovat tulleet esille enenevässä määrin myöhäissyksyn sadekausina sulan kauden pidentyessä ilmastonmuutoksen myötä. Tästä voi pidemmällä aikavälillä tulla suurempikin ongelma pientiestöllä.

Selvityksen tarkoituksena oli yksilöidä tarkemmin ne olosuhde- ja materiaalitekijät, jotka pintakelirikkoon johtavat, sekä arvioida, miten nämä tekijät tunnistetaan ja mahdollisuuksien mukaan vältetään jo ennalta. Ongelmallisille murskeille löydettiin kokeissa yhteisenä ominaisuutena suuri biotiittikiilteen määrä sekä suuret dielektrisyysarvot. Myös heikko kulutuskestävyys oli monille materiaaleille yh-

teistä. Muina pintakelirikkoaltttiuteen vaikuttavina tekijöinä tarkasteltiin kulutuskerroksen paksuutta ja poikkiprofiilia.

Ongelmien ennaltaehkäisyssä oleellista on tien muotoilu ja pintakuivatuksen varmistaminen. Tutkimuksen tuloksena suositellaan, että alueilla, joilla esiintyy pintakelirikkoaltttiita teitä, asetetaan kiviaineksen kulutuskestävyydelle ja hienoaineksen laadulle vaatimuksia. Vaatimuksia kokeillaan muutamissa urakoissa ja niistä kerätään kokemukset, joiden pohjalta arvioidaan tarve laajentaa vaatimusten soveltamista.

Liikenteen suunta 2/2011 esitteli kokemuksia hydrofobisista käsittelyaineista koekohteissa. Aiheesta on myös julkaistu useita raportteja. Tiemateriaalin käsittely hydrofobisella käsittelyaineella vaikuttaa lupaavalta ja kustannustehokkaalta menetelmältä materiaalin kosteustilaherkkyydestä johtuvien haittojen korjaamiseksi. Hydrofobisella käsittelyaineella pyritään vähentämään materiaalin kosteustilaherkkyyttä sitomalla vedelle herkkää hienoainesta yhteen ja estämällä veden kiinnittyminen kiviaineksen pinnalle. Käsittely kohdistuu tierakenteen pintakerrokseen, jolloin se soveltuu erityisesti pintakelirikon vähentämiseen. Kuudesta vuosina 2005–2009 toteutetusta koekohteesta on kerätty tietoa ja seuranta jatkuu vielä useita vuosia, jotta voidaan arvioida vaikutusten kestoa.

Uudet sorateiden korjausmenetelmät ja hankintakäytännöt

Soratiekorjaukset, jotka valtaosin ovat runkokelirikkoisten kohteiden korjauksia, on tyypillisesti tilattu ja toteutettu ns. ”bulkkikorjauksena” (suodatinkangas ja 20–30 cm mursketta). Korjatut kohteet ovat toimineet pääosin hyvin. Soratiekorjauksiin on olemassa iso joukko muitakin menetelmiä, joita on kokeiluluonteisesti toteutettu yksittäisinä kohteina. Yksi esimerkki näistä menetelmistä on ns. Tirkkosen menetelmä eli kokonaisvaltainen tierakenteen kunnostaminen ja uudelleenmuotoilu tierakenteen kivet paikalla murskaten ja tierakenne karkeuttaen. Myös muita karkeutusmenetelmiä on kehitetty ja erityyppiset lujitteet (teräsverkot ja geovahvisteet), käsittelyaineet, tuhkarakenteet ja järeämmät kuivatusrakenteet ovat myös mahdollisia vaihtoehtoja.

Käynnissä on esiselvitys uusien sorateiden korjausmenetelmien kilpailuttamisesta. Tavoitteina on, että kaikki hyväksi todetut sorateiden korjausmenetelmät löytävät paikkansa korjausmenetelmien kirjossa ja menetelmiä kehitetään edelleen elinkaaritehokkuus huomioiden. Käytettyä kilpailuttamismenettelyä tulee kehittää siten, että se ei estä näiden tavoitteiden toteutumista. Kehitystyö jatkuu esiselvityksen pohjalta

.

Siltakansien vedeneristysten kehitys- ja kuplimisongelmat

Siltojen vedeneristysrakenteet ovat tulos kehitystyöstä, jonka lähtökohta ovat olleet suomalaiset sääolot ja tarve suojata siltarakenteet liukkaudentorjuntasuolojen haitallisilta vaikutuksilta. Viime vuosina on eristystyömailla todettu jälleen eristysten kuplimisongelmia, joiden ratkaisua haetaan osaamista ja toimintatapoja kehittämällä sekä tutkimusteknisin keinoin.

TEKSTI / DI **Jouko Lämsä**, Liikennevirasto ja DI Kyösti Laukkanen, VTT **KUVAT / Kyösti Laukkanen**

Jo 1930-luvulla vedeneristettiin ensimmäisiä siltakansia. Tällöin käytettiin lähinnä kivihiilitervapohjaisia massoja. Niistä luovuttiin sodan jälkeen lähinnä niiden myrkyllisyyden takia. Sittemmin 1950-luvun lopulla siirryttiin niin sanottujen kermieristeiden käyttöön ja materiaalit olivat puhallettua bitumia ja jutekangasta sen tukikerroksena. 1970-luvulla siirryttiin lasikangastukikerroksellisiin kermeihin. Ne osoittautuivat huonoksi ratkaisuksi, sillä tukikerroksena ollut lasikangas ei kestänyt betonin alkaalisuutta ja tuon ajan kermit alkoivat hajota jo 15 vuoden käytön jälkeen. Niinpä 1980-luvun alkupuolella siirryttiin yleisesti kumibitumituotteisiin (kermi- ja mastiksieristys), joiden on arvioitu kestävän vuosikymmeniä Suomen olosuhteissa siltojen vedeneristeinä. 1980-luvun puolivälissä otettiin meillä käyttöön myös nestemäisenä ruiskutettavat vedeneristysmassat esimerkkeinä polyuretaani ja akryyli.

1980-luvulla siltakannen betonimassan koostumusta muutettiin siten, että alettiin käyttää kokonaan huokostettuja massoja. Samoihin aikoihin luovuttiin suojabetonin käytöstä eristyksen suojakerroksena. Syynä siihen oli 1970-luvulta lähtien lisääntynyt tiesuolan käyttö, jolloin tiesuola rapautti varsin nopeasti 50 mm paksuisen suojabetonilaatan ja rikkoutunut suojabetonilaatta rikkoi heti myös alla olevan vedeneristyksen. Tästä vuorostaan seurasi, että 1990-luvun alkupuolella siltakansien kermieristysrakenteiden kupliminen muodostui merkittäväksi ongelmaksi, koska kermirakenteen päällä ei enää ollut jäykkää betonilaattaa. Vedeneristyksen kuplimisella tarkoitetaan ilmiötä, jonka tuloksena eristyksen ja alustan välinen tartunta irtoaa ja eristyksen alle syntyvä paine nostaa (”pullistaa”) paikoitellen eristyksen ja sen päällä olevan päällysteen ylöspäin ”kupliksi”. Kuplakohdissa asfalttipäällyste halkeaa ja alkaa vähitellen purkautua ajoneuvojen pyörien alla, jolloin päällysteen kivet alkavat sinkoilla ympäristöönsä ajoneuvon ajaessa kuplakohdan yli. Kuplineet kohdat muodostavat tällöin vaaran liikenneturvallisuudelle ja heikentävät vedeneristyksen säilyvyyttä.

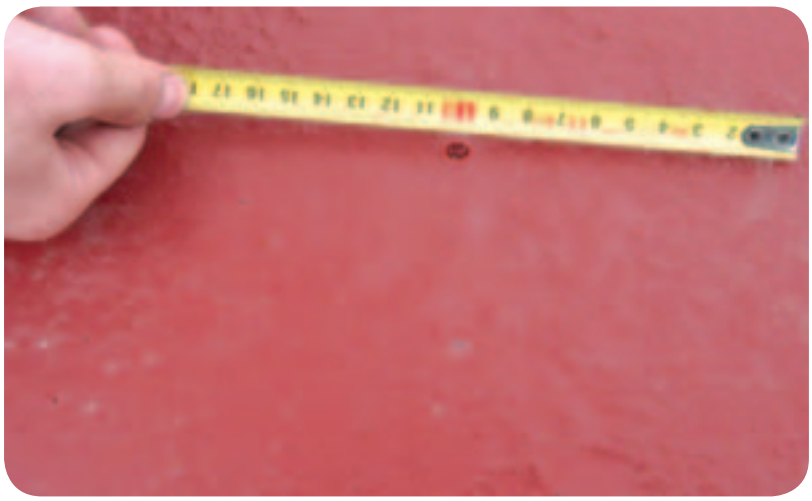
Tuolloin siltojen vedeneristysten kupliminen käynnisti tutkimuksen, jonka keskeinen tulos kuplimisongelman

ratkaisuksi oli betonikannen pinnan tiivistäminen epoksilla ennen kermieristyksen asentamista. Epoksitiivistys on todettu myös useissa muissa maissa toimivaksi keinoksi vähentää kuplimisriskiä. Epoksitiivistystyö vaatii sille soveltuvat sääolosuhteet. Useissa maissa on panostettu tästä syystä huomattavasti resursseja esimerkiksi sääsuojahallin käyttöön ja laadunvalvontamittauksiin.

Lisäksi kuplatutkimusraportin suosituksissa annettiin kuplimisriskin vähentämiseen tähtääviä ohjeita betonin huokosmäärästä, huokoskoosta ja pinnan karheudesta, korostettiin kosteusriskien vähentämistä esimerkiksi sääsuojan käytön ja kastepistelämpötilan seurannan avulla työn aikana sekä tuotiin esiin eristysalustan betonin kosteuden ja eristysalustan vastaanottotarkastuksen merkitys ennen eristystöiden aloittamista. Tämän jälkeen seuraavien 15 vuoden aikana kupliminen ei ollut enää merkittävä ongelma siltatyömailla.

Kuplimisongelmat

Kesinä 2010 ja 2011 todettiin jälleen useilla betonisilla siltakansilla epoksitiivistyksen päälle tehtyjen kermieristysten kuplimisvaurioita. Nämä kesät olivat poikkeuksellisen lämpimiä. Joillakin siltatyömailla oli runsaasti kuplimisvaurioita ja toisilla ei ollut lainkaan tämän tyyppisiä ongelmia. Alla olevassa kuvassa kuplakohdat on jo avattu korjausta varten.



Rakenteen laaja-alaiset vauriot useilla työmailla aiheuttivat kalliita korjauksia uusillekin rakenteille. Korjauskustannukset muodostivat raskaan rasituksen niille, jotka joutuivat korjaukset maksamaan.

Kuplimisvauriot voivat aiheutua monista eri syistä esimerkiksi betonialustan liiallisesta kosteudesta, epätasaisuudesta, vieraista aineista, vaatimuksista poikkeavista sääolosuhteista (liian kylmä tai kuuma lämpötila, poikkeama kastepistelämpötilavaatimuksesta, lämpötilan muutoksen suunta epoksityön aikana, ilman kosteus, virheet rakennusmateriaalin käsittelystä jne.).

Kuplineiden eristysten alla todettiin useissa tapauksissa pieniä reikiä epoksitiivistyksessä. Vasemmalla olevassa kuvassa on tyypillinen huokosreikä epoksitiivistyksessä.

Ratkaisujen hakeminen

Liikennevirasto on hakenut vedeneristysten laatuongelmiin ja erityisesti kuplimiseen ratkaisuja laajalla rintamalla:

- sääsuojahalli on määrätty nyt pakolliseksi sillanrakennuksen vedeneristystyömailla, esimerkki hyvästä sääsuojasta yllä.
- paineentasauskermirakennetta voidaan käyttää myös tietyin edellytyksin
- suojabetonin käyttö sallitaan taas vaihtoehtoisena suojausmenetelmänä
- siltatyömaiden epoksitiivistysten ja vedeneristysten asentajille ja urakoitsijoiden työnjohdolle, tilaajille ja tilaajien valvontakonsulteille on käynnistetty RATEKO:n koulutusohjelma, jonka tuloksena työntekijät suorittavat siltakansien vedeneristystöiden henkilösertifikaatin ja työnjohtajat ja valvojat perehdytetään eristystöiden yksityiskohtaisiin laatuvaatimuksiin sekä laadunvalvontamittauskokeisiin.
- InfraRYL:n vaatimuksia vedeneristystöiden osalta on tarkennettu monilta osin, esimerkiksi betonikannen jälkihoitoaineen poisto ennen eristystä, näytteenottosyvyys betonin absoluuttisen kosteuden määritystä varten, epoksin levitystyön minimilämpötila, eristysalustan vastaanottotarkastuksen pitäminen ja sisältö, paineentasauskermien käyttö, CE-merkittyjen kermien käyttö.

Viime vuosina todettujen kuplimisongelmien ehkäisemiseen tulevaisuudessa haetaan lisäksi ratkaisuja tutkimusteknisin keinoin. Sen vuoksi Liikennevirasto yhdessä VTT:n kanssa käynnistää vielä tänä keväänä uuden tutkimussarjan ongelmakohtien syiden selvittämiseksi.

ERA-NET Road – Trust, Understand and Commit

ERA-NET Road on eurooppalainen monikansallista tutkimusyhteistyötä varten perustettu foorumi. Sen kautta on pyritty tehostamaan tiealan tutkimusta keräämällä rahoitusta yhteisien tutkimusongelmien ratkaisemiseksi.

TEKSTI / Asiantuntija **Vesa Männistö**, Liikennevirasto **KUVAT / ERA-NET Road**

ERA-NET Roadin tärkeimmät saavutukset ovat olleet toimiva yhteistyökonsepti, yhteiset, usean maan rahoittamat tutkimusohjelmat sekä lukuisat uudet kontaktit eri maiden asiantuntijoiden välillä. Liikennevirasto (aiemmin Tiehallinto) on ollut koko ajan aktiivisesti mukana ohjelmassa sekä valmistelemassa että ohjaamassa tätä monikansallista tutkimustyötä.

Mikä on Eranet-Road

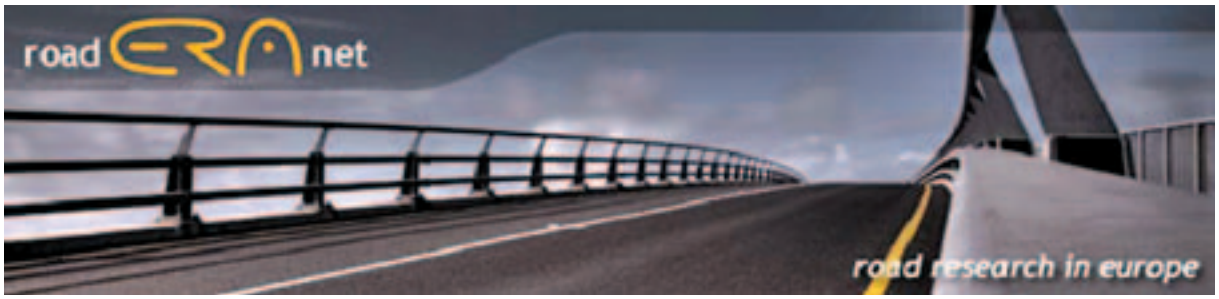
ERA-NET Road (jäljempänä Eranet) on vuodesta 2005 käynnissä ollut eurooppalainen foorumi yhteisen tiealan tutkimuksen edistämiseksi. Siihen on osallistunut 15 maata tai tiealan organisaatiota ja sen alaisuudessa on toteutettu neljä tutkimusohjelmaa ja kuusi erillistä projektia. Eranetin käynnistämisessä aktiivisimpia maita olivat Tanska ja Hollanti, ja ohjelman vuosien 2005–08 rahoitus saatiin EU:n kuudennesta puiteohjelmasta.

Eranetin pääperiaatteena on ollut yhdessä tekeminen: tutkimusideat ja rahoitus on koottu yhteistyössä, ohjelmat valmistellaan ja niihin valittuja projekteja ohjataan yhteisin periaattein ja tulosten käyttöönottoa edistetään yli rajojen.

Monivaiheinen valmistelu

Yhteistyöhankkeet vaativat aina yhteisen valmistelun. Niin Eranetissakin. Yhden ohjelman käynnistäminen vaatii runsaan vuoden. Valmistelu alkaa tutkimusideoiden etsinnällä ohjelmaan osallistuvissa maissa. Tässä vaiheessa ideat voivat olla kovinkin laajasta aihepiiristä, mutta tarkoitus onkin saada esiin riittävän monipuolinen lista, joka houkuttelee mahdollisimman monta maata mukaan ohjelmaan. Projektisihteeri tekee hankkeista alustavan listan jota kierrätetään osallistujien kesken priorisoitavana. Yhteisesti priorisoidusta listasta muokataan yhdessä tai useammassa työpajassa lopulliset tutkimusaiheet, joita lähdetään viemään eteenpäin.

Tutkimusaiheista kootaan tutkimusohjelman kuvaukset, joita käytetään tarjouskilpailun perusteena. Kilpailuun osallistuvilta konsortioilta vaaditaan verkottumista, eli niissä on oltava mukana edustajia vähintään kahdesta maasta – yleensä mielellään myös erilaista liikenteellisistä, ilmastollisista tai organisatorisista olosuhteista. Tarjouskilpailut ratkaistaan yhteisesti tehdyn laatu- ja hintapisteytyksen perusteella. Tutkimusaihetta ei rajata kovinkaan tarkasti, millä jätetään tarjoajille vapaammat kädet tuoda esiin omia ideoitaan.



Sisällön valmistelun ohella varmistetaan samalla osallistujat ja ohjelman rahoitus. Yleisenä periaatteena on, että kultakin osallistujalta kerätään yhtä paljon rahoitusta (tyypillisesti 50–100 k€/vuosi), mikä mahdollistaa noin 2-4 miljoonan kolmivuotisen ohjelman läpiviennin. Rahoitus tuo lopullisesti oikeuden vaikuttaa ohjelman sisältöön ja sen toteutukseen – kukin maa saa oman edustajansa ohjelman johtoryhmään (PEB, Programme Executive Board).

Ohjelman läpivienti

Ohjelmien käytännön vetämisestä vastaavat johtoryhmä ja projektisihteeri. Hallinnolliset asiat ja rahoitus kulkevat projektisihteerin kautta. Osallistuvat maat maksavat projektisihteerille, joka tekee sopimukset voittaneiden konsortioiden kanssa ja hoitaa maksuliikenteen sovittujen tarkistuspisteiden mukaisesti. Kullekin valitulle projektille valitaan johtoryhmästä edustaja (mielellään päätoteuttajan kanssa samasta maasta), joka pitää huolen projektin edistymisestä. Johtoryhmä kokoontuu noin kaksi kertaa vuodessa. Näihin kokouksiin kutsutaan myös konsortioiden projektipäälliköt antamaan tilannekatsaukset sekä varmistamaan, että projektit eivät tee päällekkäistä työtä.

Tutkimusohjelma päätetään loppuseminaariin, jossa esitellään sekä saavutettuja tuloksia että niiden vientiä käytäntöön.

Toteutetut tutkimusohjelmat ja projektit

Vuoden 2005 jälkeen on Eranet-ohjelmassa toteutettu tai toteutuksen alla 4 ohjelmaa ja 6 erillistä projektia.

Tutkimusohjelmiin on saatu tarjouksia erittäin hyvin. Esimerkiksi tutkimusohjelma nimeltä ”Asset Management” houkutteli 20 tarjousta, joista voitiin valita vain seitsemän. Tarjousten yhteisenä piirteenä on valitettavasti ollut samojen organisaatioiden ja avainhenkilöiden mukana olo monessa tarjouksessa, mikä saattaa johtaa resurssien huonoon hyödyntämiseen. Samalla tämä kuitenkin helpottaa projektien välistä yhteistyötä.

Eranet TOOLKIT

Vuodesta 2005 lähtien Eranetissa on kehitetty hyviä tapoja koordinoida ja ohjata monikansallisia tutkimusohjelmia. Tämä kehitystyö on koottu yksiin kansiin, Eranetin työkalupakkiin, TOOLKIT. Tutkimusyhteistyö rakentuu kolmen kysymyksen ympärille: (1) MIKSI haluamme tehdä monikansallista yhteistyötä, (2) MITKÄ ovat yhteisesti kiinnostavia tutkimusaiheita ja (3) MIKSI tuloksia tulisi soveltaa useammassa maassa.

”Tämä kehitystyö on koottu yksiin kansiin, Eranetin työkalupakkiin, TOOLKIT.”

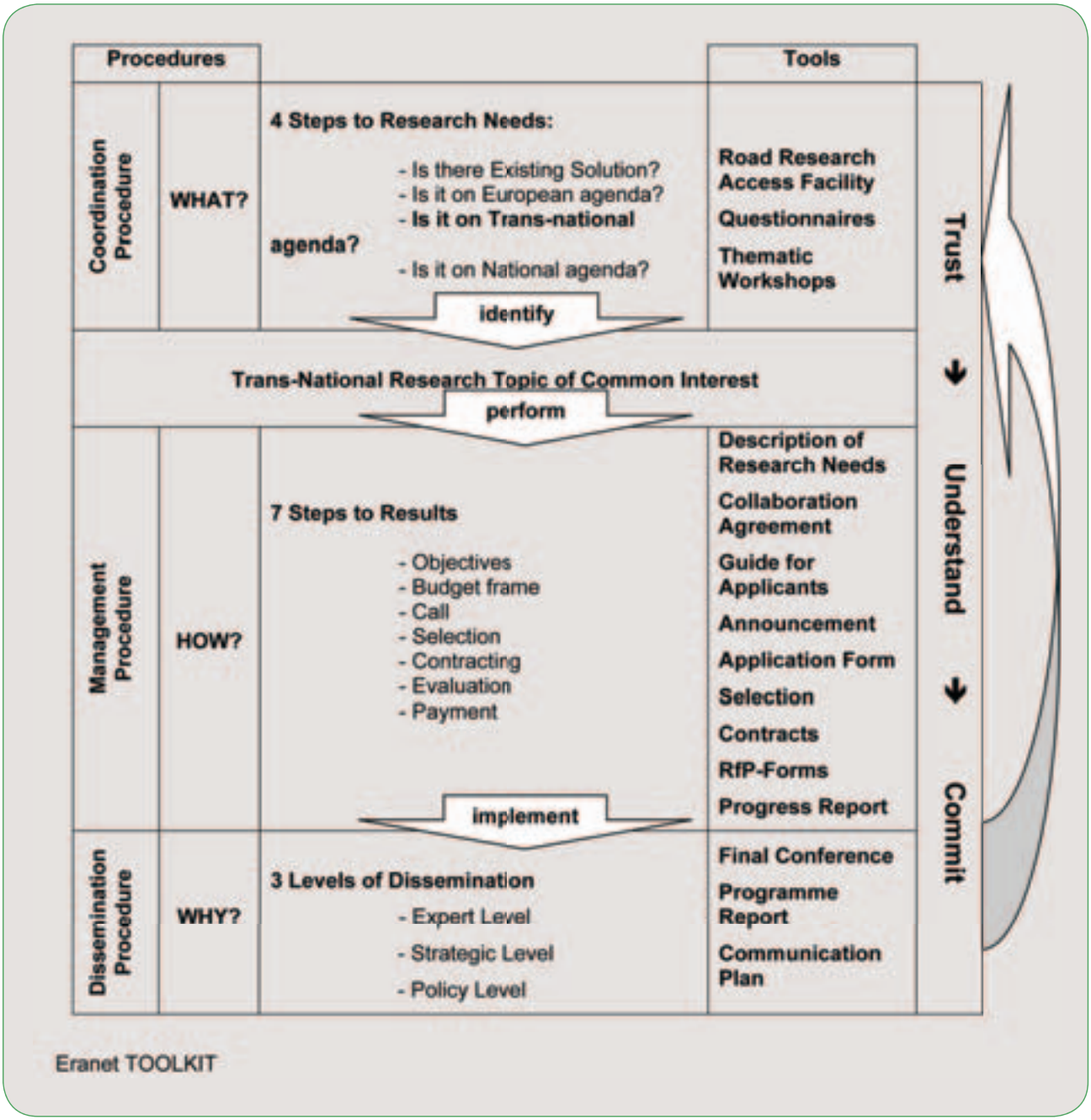
Viereisellä sivulla olevassa kuvassa on esitetty työkalupakin periaate. Pakki tarjoaa tutkimusohjelmille yhteisen, nettipohjaisen sivuston, josta voi hakea tietoa eri maiden tiealan tutkimushankkeiden tuloksista (Road Research Access Facility, RRAF). Ohjelmien valmistelun suureksi avuksi on tehty valmiit dokumenttipohjat ja kuvaus, miten ohjelma valmistellaan, hallinnoidaan ja päätetään.

Eranetin tulevaisuus on CEDR:ssä

Euroopan tiejohtajien konferenssi (CEDR) on alusta asti seurannut ja tukenut Eranetin työtä sekä ohjelmien valmisteluvaiheessa että tulosten käyttöönotossa. Tästä vuodesta eteenpäin CEDR on ottanut vastuun Eranetin konseptin jatkamisesta. Tätä työtä varten CEDR on kiinnittänyt slovenialaisen yrityksen tutkimussihteeriksi. Työ jatkuu vastaavalla tavalla ainakin lähitulevaisuudessa. Tavoitteena on käynnistää yksi, noin viiden miljoonan euron tutkimusohjelma per vuosi.

Lisätietoa

Eranet Road: www.eranetroad.org
Road Research Access Facility: www.rraf.info.



Eranet TOOLKIT

Ahtojään tutkimuksesta

Helmikuun lopussa 2011 tutkimusalus Aranda etenee jäätyneen Selkämeren poikki kohti Merenkurkkua. Jäätutkijoiden kaksiviikkoinen kenttämatka on alussaan, sää on kirpeän talvipoutainen ja jääpeite ympärillä niin tasainen, että sitä myöten voisi vaikka hiihtää Suomesta Ruotsiin.

TEKSTI / FT **Mikko Lensu**, Ilmatieteen laitoksen erikoistutkija, jääpeitteisten merien tutkimus
KUVAT / **Christian Wennerstrand** ja **Jari Haapala**

Laivan vieressä roikkuu nosturista jään yllä sen paksuutta mittaava sondi. Selkämeren jää onkin ehtinyt nelikymmensenttiseksi pitkän pakkaskauden aikana. Jos talvi jatkuu samanlaisena, nähdään vielä, että Itämeri jäätyy umpeen viimeistä ulappaa myöten. Sitä ei olekaan tapahtunut sitten vuoden 1987, talvena jota varttuneemmat jäätutkijat muistelevat legendaarisena.

Odotus ei tule täyttymään, mutta luvassa on jotain vielä parempaa. Säätyyppi niksahtaa toiseen asentoon, pakkanen hellittää ja etelään kääntynyt tuuli alkaa navakoitua. Matka on edennyt reippaasti pitkin murtajan avaamaa väylää eli ’ränniä’, mutta Merenkurkkua lähestyttäessä tämä pusertuu äkkiä umpeen. Ei auta kuin murtaa oma reitti jääkentän poikki. Tuulen yltyessä eteneminen käy yhä hitaammaksi, vaikka jäät eivät näytä paksunevan, ja avattu ränni sulkeutuu laivan perässä melkein saman tien. Tuulen puristamat jäät ovat ottaneet Arandan ruuvipenkkiin, joka kiristyy kunnes laiva pysähtyy kerta kaikkiaan. Saman tien antaa ympäröivä jääkenttä periksi ja alkaa röykkiöityä valleiksi. Tonnien painoisia telejä nousee toistensa niskaan hämmästyttävää vauhtia. Jään päälle joutunut joutuisi juoksemaan henkensä edestä, jottei joutuisi rynnistävien telien hautaamaksi, mutta komentosillan turvassa tutkijat seuraavat myllerrystä ihastuksesta huokaillen, nenät ikkunoissa kiinni. Tätä he ovat juuri lähteneet hakemaan – äärimmäisen hankalia jääolosuhteita.

Ahtojäävalleja ja puristusta

Tuona iltana noussut tuuli ei sitten hellittänyt pariin viikkoon. Helppokulkuiset jäät muuttuivat röykkiöityneiksi vallikentiksi, joissa kulkua vaikeutti tuulen jäähän synnyttämä puristustila. Laiva toisensa jälkeen juuttui kiinni kunnes niitäkin oli röykkiöittäin odottamassa ylityöllistettyjen jäänmurtajien apua, ja lopulta jouduttiin suuri osa satamista sulkemaan väliaikaisesti. Jäätutkijoiden mielestä kysessä oli ’hyvä jäätalvi’, koska päästiin seuraamaan lähietäisyydeltä kahta keskeistä talvimerenkulun kiusaa: jäävalleja ja jääkentän puristusta.

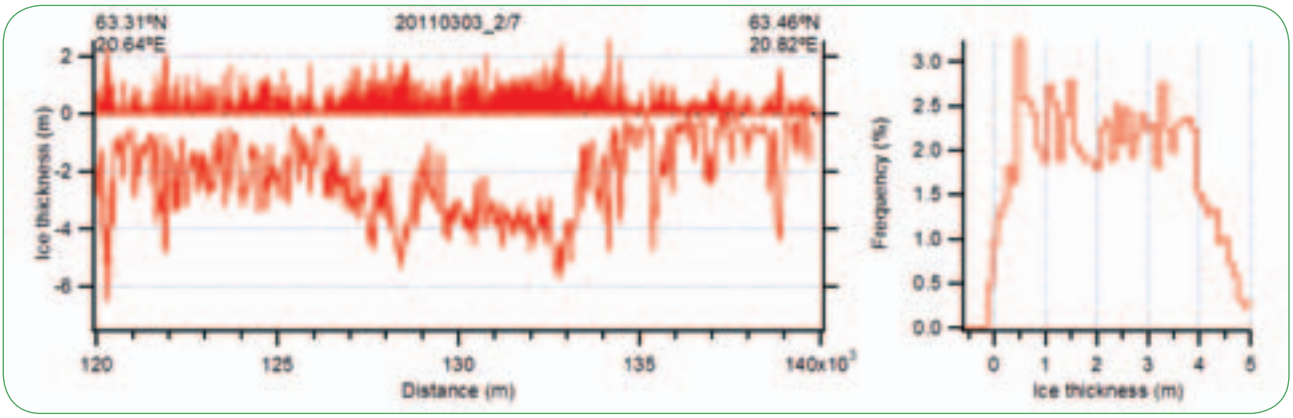
Rannikoiden sunnuntaihiihtäjä ehkä kuvittelee, että hiihtojäät jatkuvat horisonttiin, mutta siellä alkava ajojäävyöhyke on aivan erilainen, dynaaminen maailma. Ajojään lautoille asti uskaltautunut saattaa joutua huomaamaan takaisinpaluun mahdottomaksi, kun lautta on lähtenyt ajelehtimaan ulapoille tuulen viemänä – tunnissa se voi ehtiä kilometrinkin matkan. Ajojään lautat voivat olla harvassa, jolloin laivat voivat etsiä reittejä niiden välistä, mutta Itämerellä ne yleensä ovat pakkautuneina rannikkoa vasten yhtenäiseksi jääpeitteeksi. Tuuli synnyttää sitten pakkautuneessa jääpeitteessä jännityksiä, jotka ilmenevät ahtautumisena ja laivojen kulkua hankaloittavana puristuksena.

Ahtojäävalli alkaa muodostua kun tuulen synnyttämä jännitys ylittää jään lujuuden. Jää antaa periksi ja röykkiöityy vallimaiseksi muodostelmaksi. Vallin näkyvä harja on parin metrin korkuinen, mutta nelimetrisiäkin voi kohdata.

Ahtautunutta jääkenttää Selkämeren pohjoisosassa viime talvena. Kuva Jari Haapala

Näkymättömiin jäävä köli ulottuu noin kymmenen metrin syvyyteen, isoimmilla valleilla kahteenkymmeneen metriin. Tämä on siis jääpeitteen suurin paksuus Itämerellä, jossa pakkasen kasvattamana jää pääsee tuskin metristä yli. Vallit pitävät toistensa seurasta, ja lopputuloksena on ahtojäätä, jossa valleja on sadan metrin välein tai jopa niin tiheässä, ettei tasaista jäätä harjojen välillä juuri näy. Jos tällainen äärimmäinen vallikenttä tasoitettaisiin patjaksi, sillä olisi paksuutta pari metriä.

Jäänmurtajat joutuvat läpäisemään hankalat vallirykelmät toistuvilla syöksyillä, ja hankalimmat paikat on paras kiertää suosiolla. Vaikka valleista jäävuorien tapaan on lähes kaikki pinnan alla, ne pystytään kuitenkin havaitsemaan paljon helpommin kuin jääkentän puristus. Ei vielä tunneta tarkoin syitä siihen, että miksi toinen laiva voi jumittua puristustilanteeseen, vaikka toinen laiva mailin päässä etenee normaalisti. Puristustilanteen ensi oire on rännin sulkeutuminen, mikä voi tapahtua samaa tahtia kuin laiva etenee. Samalla laiva joutuu yhteen pyrkivien jääkenttien väliseen pinteeseen. Laiva saattaa juuttua kiinni, jolloin jää usein alkaa murtua laivan kylkiä vasten ja röykkiöt muuraavat sen entistä tiukemmin paikalleen. Telejä saattaa nousta kannelle saakka ja vaikeimmissa tapauksissa laiva kallistuu ja kärsii runkovaurioita. Uppoamisen vaaraa ei tosin juuri ole nykyisten laivojen hyvän jääkelpoisuuden ansiosta.



EM-paksuusondilla mitattua paksuusprofiilia viimetalviselta Selkämereltä. Erittäin pahasti ahtautuneen 10 km profiilin keskipaksuus on kaksi metriä.

Ahtojäiden tutkimus

Suomen jäätutkimuksen moottorina on aina ollut tarve parantaa talvimerenkulun sujuvuutta. Pyritään ymmärtämään, miten sellaiset ilmiöt kuten jäiden liike, ahtautuminen ja puristus syntyvät, ja kehittämään tältä pohjalta keinoja ennustaa niitä. Vuoden 2011 kokemukset osoittivat, että jääinformaation parantamiselle on edelleen tilausta. Koottua perustietoa laivojen jäissä kulusta, jäävastuksesta ja jääkuormista käytetään laivojen suunnittelussa ja jääsääntöjen asettamisessa.

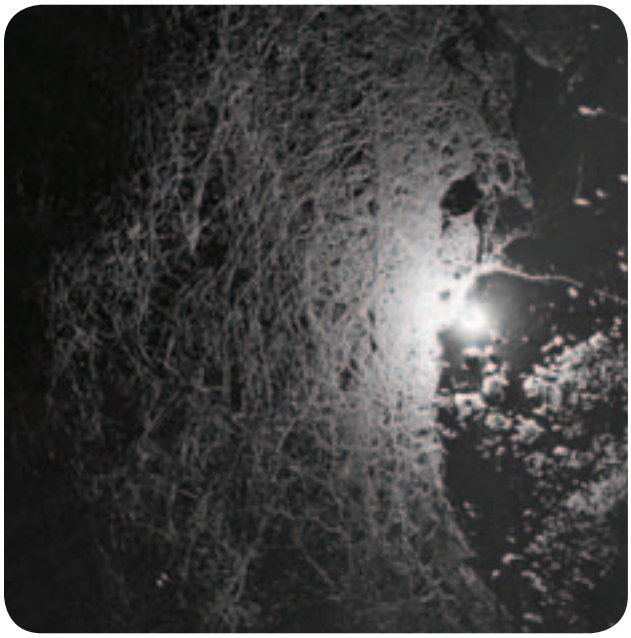
Jäätiedon tuottaminen on maassamme Ilmatieteen laitoksen tehtävänä. Jääpeitteen laajuus, peittoisuus, paksuus ja valliutuneisuus näkyvät päivittäisistä jääkartoista, joiden laatiminen perustuu lähinnä satelliittikuviin ja jäänmurtajien tekemiin havaintoihin. Usein jääkartta on kuitenkin jo vanhentunut ilmestyessään, koska jäät ovat jo ehtineet kulkeutua toisaalle, ja muutenkin enemmän huominen tilanne on tämänhetkistä kiinnostavampi. Jääennusteisiin käytetään ennustemallia, joka olemukseltaan on samankaltainen kuin muutkin sään ennustamisessa käytetyt mallit: jääpeitteen liikettä ja muodonmuutoksia kuvataan yhtälöillä, jotka ratkaistaan supertietokoneella. Jäämallilla pystytään myös kuvaamaan sellaisia ilmiötä, joita ei vielä kyetä havaitsemaan, kuten jääkentän puristusta.

Ilmatieteen laitoksen kahden vuorokauden ennuste näyttää kolmen tunnin välein ja merimailin tarkkuudella jään paksuuden, peittoisuuden ja liikkeen. Lisäksi se ennustaa ahtautuneisuuden määrää ja pian myös jääkentän puristustilaa – puristustilanteiden mallintamiseksi on parhaillaan käynnissä oma nelivuotinen projekti yhteistyössä laivatutkijoiden kanssa.

Jäämallin kehittäminen vaatii hyvää ymmärrystä jään fysiikasta, ja tätä etsimään oli matkalla myös alun Arandan retkikunta. Ahtojääpeite on sekasotkuinen systeemi, joka koostuu kaiken kokoisista lautoista ja jonka paksuusvaihtelu kaikkine valleineen on suurta. Otteen saaminen siitä vaatii kampanjoita, joissa tutkitaan samaan aikaan jään liikettä, paksuutta, valliutumista sekä puristustilaa.

Uusinta tekniikkaa on lennätettävä EM-paksuussondi, jolla voidaan mitata koko Perämeri päästä päähän päivässä. Kuva Jari Haapala

Jäät kasautuvat puristuksiin jääneen Nordfjord-aluksen kylkiä vasten. Kuva Christian Wennerstrand



Tankarin majakkasaaren tutkan näyttämä kuva jääpeitteestä viime maaliskuun alusta. Tasaisen tummat alueet ovat kiintojäätä, ja ajojäätä kirjoo vallien ja laivaväylien verkkokuvio. Valkoiset pisteet ovat laivoja Kokkolaan menevällä väylällä. Kuvan koko on 40x40 km

Mitä jäästä mitataan?

Yksi keskeinen ongelma jäätutkimuksessa on niinkin yksinkertainen kuin jään paksuuden mittaus. Tämä ei ole mahdollista satelliittien avulla toisin kuin vaikka jään liikkeiden seuraaminen. Viime vuosina on kehitetty induktioon perustuvia laitteita, joita voidaan käyttää helikopterista. Kyse on eräänlaisesta sähkömagneettisesta kaikuluotauksesta. Mutta jotta menetelmä voidaan säätää toimimaan oikein, täytyy paikoitellen paksuus mitata perinteisesti moottorikairalla. Ahtojäävalleja varten on omat kairansa, joiden pituutta voi kasvattaa metrin kerrallaan. Pitempiaikaisia mittauksia tehdään asentamalla liikkuvan jääpeitteen alle pohjaan kaikuluotain.

Toinen pääkomponentti on jään liike. Satelliittikuvapareista tämä saadaan vuorokauden hyppäyksin, mitä on keksitty täydentää käyttämällä Suomen rannikkoa reunustavaa, laivaliikennettä seuraavaa tutkaketjua. Näillä saadaan rannikon läheisten jäiden liike jopa parin sekunnin välein. Kauemmas jään päälle voidaan asettaa poijuja, jotka lähettävät GPS -paikkatietoa satelliitin kautta Ilmatieteen laitokselle.

Ongelmallisin mitattava on jään puristustila. Tätä voidaan mitata vain paikallisesti, jolloin tuloksena on säksättävästi heilahteleva käyrä. Tuulen synnyttämät jännitykset kulkevat jääkentän poikki pitkin siirtyileviä polkuja, joiden välissä voi olla jännityksestä vapaita suvantoja. Tämä juuri saa aikaan käyrän heilahtelun sekä sen, että lähekkäin olevat alukset eivät koe puristusta samalla tavalla ja että puristustilanne voi yllättäen hellittää, vaikka säässä ja jässä ei mikään näytä muuttuvan. Tämän ilmiön kuvaaminen onkin ennustemallien kehittämisen keskeinen haaste.

Tulevaisuus

Arktisten alueiden ilmasto on muuttumassa, mutta vielä ei tiedetä, mitä tämä merkitsee Itämeren talvelle. Helpontuvien jäätalvien ennusteen kilpailijaksi on noussut toisia skenaarioita, joissa talvet helpontuvatkin lähinnä Barentsin merellä Siperian pakkasten kurkotellessa aikaisempaan useammin maahamme. Sitä paitsi jääpeitteen hankaluus ei suoraan riipu talven ankaruudesta. Hyvin kylmä talvi kuten 1987 on yleensä myös vähätuulinen, jolloin jäät ehtivät paksuuntua eivätkä enää ahtaudu tai kehitä puristustilanteita helposti. Laivat vain etenevät talven läpi ränneissään kuin junat raiteilla. Leudompi, tuulinen talvi voi kehittää paljon vaikeammat jääolot, kun jääpeite ahtautuu kerta toisensa jälkeen. Jäänmurtajia ei siis vielä ole syytä valmistella varastorasvaan, sillä jäätutkijoiden arvostamia 'hyviä jäätalvia' voi tulla vielä rivissä

Kenttäryhmä mittaamassa jäävallin paksuutta tutkimusalus Arandan viime talvisella jäämatkalla. Kuva Jari Haapala

Kreosootin korvaaminen puuratapölkyissä

Kreosoottia on perinteisesti käytetty puunsuoja-aineena puisissa ratapölkyissä. Kreosootti suojaa puuta muun muassa lahoamiselta ja tuholaisilta. Terveydelle ja ympäristölle haitallisten ominaisuuksiensa vuoksi aineen käyttö on kuitenkin kielletty Euroopan Unionin alueella vuodesta 2018 alkaen. Teknistaloudellisesti ja ekologisesti järkevän korvaavan ratkaisun löytämiseksi on Liikennevirastossa käynnistetty esiselvitystyö vuoden 2011 loppupuolella.

TEKSTI / ylitarkastajat **Simo Toikkanen** ja **Ville-Pekka Lilja**, Väylätekniikka-osasto, Liikennevirasto KUVAT / **Markku Nummelin**

Suomessa kreosoottia on käytetty puisten ratapölkkyjen kyllästyksessä vuodesta 1904 alkaen. Ennen tätä käytettiin vain kyllästämättömiä pölkkyjä, joiden kestoikä soratukikerroksessa oli alle viisi vuotta. Sepelitukikerroksessa kyllästämätön puupölkky kestää hieman kauemmin. Kreosootilla kyllästetyn ratapölkyn suunniteltu käyttöikä raiteessa on noin 35 vuotta. Keskimäärin kyllästetty ratapölkky sisältää kreosoottia noin 7 kg. Suomen valtion rataverkosta on vielä noin 30 prosenttia puuratapölkyillä varustettua rataa. Tehokkaiden puunsuojaominaisuuksiensa ansiosta kreosoottia on käytetty perinteisesti ratapölkkyjen lisäksi muun muassa. teidenvarsien puuvalaisinpylväiden kyllästämiseen.

Kreosootti kemikaalina

Kreosoottiöljy on koostumukseltaan vaihteleva kivihiilitervan tisle, jonka pääkomponentteja ovat erilaiset polyaromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), fenolit sekä heterosykliset typpi- ja rikkiyhdisteet. Tällä ruskeanmustalla nesteellä on pistävä hieman tervantuoksua muistuttava ominaishaju. Kreosootti on vesieliöille myrkyllistä ja voi ärsyttää ihoa, silmiä ja hengityselimiä. Kreosootti on karsinogeeninen aine, joten pitkäaikainen tai suurille pitoisuuksille altistuminen voi aiheuttaa syöpää ja geeniperimän muutoksia.

Terveysriskiensä vuoksi kreosootilla kyllästetyn puutavaran käyttö on aiemmin rajoitettu vain ammattimaiseen tai teolliseen tarkoitukseen Valtioneuvoston päätöksellä vuonna 2003 ja viimeksi Euroopan komission REACH-asetuksen liitteen XVII muutoksella. Kreosootin käyttö on sallittua vain sellaisiin käyttötarkoituksiin, joihin ei ole käytettävissä muita sopivia vaihtoehtoja. Tämänhetkisten tietojen mukaan kreosootin käyttö on sallittu puuratapölkkyjen kyllästämistarkoituksessa 30.4.2018 saakka.

Korvaaminen muilla aineilla

Kuten jo edellä todettiin, puuratapölkky ei radassa kyllästämättömänä kauaa kestä. 1990-luvun loppupuolella asennettiin sepelöityyn rataan Haapamäellä noin 200 kappaletta mäntyöljyllä kyllästettyä puuratapölkkyä. Radassa on lisäksi vertailukappaleina kyllästämättömiä pölkkyjä.

Juuri rataan pantu vielä tukematon kreosoottikyllästetty mäntyratapölkky. Kuva M Nummelin

Pölkkyjen kuntoa on seurattu jatkuvasti. Kunnossa ei ole vielä havaittu merkittäviä muutoksia. Odotettavissa kuitenkin on, että mäntyöljykyllästeiset pölkyt eivät kestä yhtä kauan soratukikerroksella varustetulla radalla. Tämä johtuu soratukikerroksen yleisestä laadusta ja heikommasta vedenläpäisykyvystä.

Yhteistyössä VTT:n kanssa on tutkittu lisäksi kyllästämättömien pölkkyjen lämpökäsittelyä puuratapölkkyjen puunsuojaominaisuuksien parantamiseksi. Tämä prosessi ei kuitenkaan ole osoittautunut lupaavaksi, sillä pölkyt eivät pysy suorina vaan lenkoutuvat käsittelyn aikana.

Kreosoottikyllästeisten puuratapölkkyjen lisäksi raiteessa, erityisesti vaihteissa, on ollut laajamittaisesti käytössä niin sanottuja kovapuupölkkyjä. Nämä eivät tarvitse kyllästystä, vaan kestävät radassa pitkään ilmankin. Kovapuulajit ovat yleensä peräisin sademetsistä, joten eettisyys- ja ympäristösyistä kovapuupölkkyjen hankinta Suomen rataverkolle on lopetettu.

Ei-puiset ratapölkyt

Ongelma on mahdollista ratkaista siirtymällä vaiheittain puuratapölkkyjen käytöstä kokonaan pois. Perusparannusten yhteydessä puiset ratapölkyt vaihdetaan betonisiksi ja tukikerros sepeliksi. Myös niin sanotun komposiittipölkyn käyttöä kreosoottipölkyn mahdollisesti korvaavana tuotteena on harkittu.

Kreosootin käyttöluvan päättyminen ei ole ainoastaan suomalainen ongelma. Kreosoottikyllästeisiä puupölkkyjä on käytössä suurimmassa osassa muitakin EU-maita. Kreosootille korvaavan ratkaisun löytämistä ja käyttöönottoa hankaloittaa Unionin kemikaalilainsäädännön lisäksi myös se, että ratapölkky on eräs rautatiejärjestelmän turvallisuuskriittisistä osista, joita koskevat useat eurooppalaiset standardit. Uudentyyppisen pölkyn hyväksyntä rautatiekäyttöön vie näin ollen runsaasti aikaa.

.

Täysin loppuunkäytettyjä puuratapölkkyjä. Kuva M Nummelin

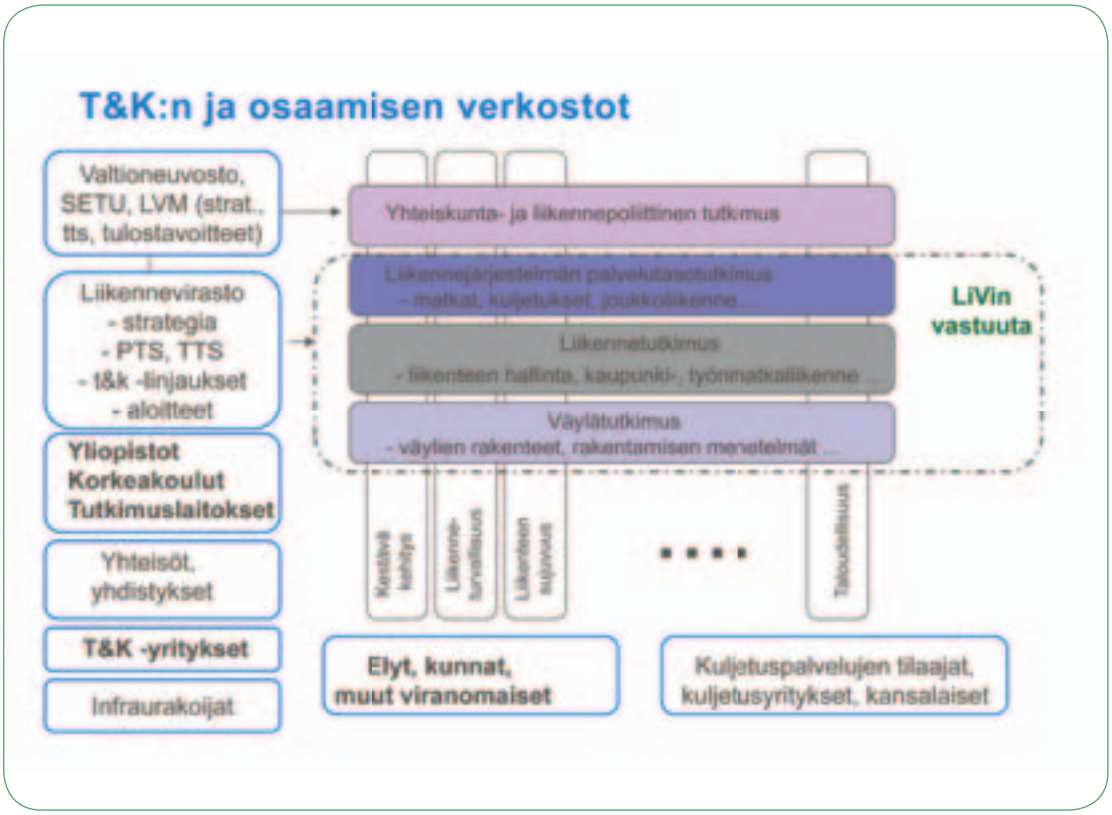
Tutkimuksen ja kehittämisen vuosi 2011 – kansainvälistä näkyvyyttä, lupaavasti kehittyvää yhteistyötä

Vuosi 2011 toi Liikenneviraston tutkimustoiminnassa kansainvälistä tunnustusta ja vei lähemmäs uudenlaisen - tietomallien käyttöönottoon perustuvan - tuottavuuden kehittymistä väylänpidossa. Myös liikennealan tutkimusyhteistoiminta on kehittymässä uuteen, verkostona toimista korostavaan ja strategisemmin ohjautuvaan toimintamalliin, jota koko liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonala kehittää yhdessä Tekesin ja liikennealan kanssa.

TEKSTI / Hankekoordinaattori **Seppo Oinonen**, Liikennevirasto KUVAT / **Markku Nummelin** ja **Seppo Oinonen**

Kansainvälisistä asiantuntijoista koostuneet paneelit arvioivat vuonna 2011 Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY) tehtävän tutkimuksen tasoa suhteessa alan kansainvälisen tutkimuksen tasoon. Arvioinnin kohteina olivat tieteellinen laatu, tieteellinen vaikuttavuus, yhteiskunnallinen vaikuttavuus, tutkimusympäristö ja tutkimuksen potentiaali. Korkein arvosana 5 (”outstanding international level”) annettiin kaikissa kategorioissa yhteensä neljä kertaa, joista kaksi annettiin Rakennustekniikan laitokselle. Arviointiin vaikutti erityisesti rautatierakenteiden tutkimus, joka arvioitiin tieteelliseltä laadultaan tasolle 5. Merkittävänä tekijänä arvioinnissa on ollut Liikenneviraston rahoittama ”Tutkimusohjelma Elinkaaritehokas rata” (TERA). Tutkimusohjelman tutkimuskohteita ovat muun muassa kaluston ja radan yhteistoiminta, radan päällysrakenne, raiteen ja ratapenkereen yhteistoiminta, radan rakennekerrosten ja roudan vaikutus raiteen epätasaisuuteen, siltojen kantavuuslaskenta ja kunnon arviointi, pohjamaan kantavuuden hallinta sekä ratarakennetta koskevien ratkaisujen elinkaaritaloudellisuus.

Yhteistyö tuotti myös merkittävää lisäosaamista taitorakentamiseen. Anssi Laaksonen väitteli aiheesta ”Pitkien liikuntasaumattomien betonisiltojen rakenteellinen



toiminta" Tampereen teknillisessä yliopistossa. Väitöstyön mukaan siltoja voidaan rakentaa yhä pidemmiksi ja kestäviksi kustannustehokkaalla tavalla. Uuden tiedon valossa sillan voi rakentaa 100 metrin mittaiseksi, kun aiemmin rajana on ollut 70 metriä. Liikennevirasto myötävaikutti osaltaan väitöstyöhön osallistumalla Laaksosen vetämän tutkimusprojektin "Sillan ja maan yhteistoiminta" (SIMA) rahoitukseen.

Yhteispohjoismaisten markkinoiden kehittämistä ja tutkimusyhteistyötä

NorSIKT (Nordisk System for Intelligent Klassifiering av Trafik) -projekti on liikennelaskentaan liittyvä kolmevuotinen kehittämishanke ja se on osa pohjoismaista t&k -yhteistyötä. Projektin tuloksena saadaan yhteispohjoismaiset määrittelyperiaatteet liikennelaskentojen luokittelulle ja edelleen laskentalaitevaatimuksille. Tämä mahdollistaa yhteispohjoismaiset liikennelaskentamarkkinat. Suomen osalta kehittäminen tähtää erityisesti yleisen liikennelaskennan (YL) kilpailutukseen keväällä 2012 ja laskennan laadun kehittämiseen seuraavalla laskentakaudella (2013–2020). Liikennelaskenta tuottaa liikennemäärätietoa, jota käytetään lähes kaiken tienpidollisen toiminnan suunnittelussa.

Lintu -ohjelma päättymässä

Liikenne- ja viestintäministeriön, Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston rahoittama Tieliikenteen turvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma LINTU on päättymässä.

Kuluneena vuonna tutkimukset suuntautuivat muun muassa automaattisen nopeusvalvonnan menettelyiden kansainväliseen vertailuun ja Suomen menettelyiden kehittämissuosituksiin, poliisin nopeusrajoitusvalvonnan puuttumisrajan tiukentamisen vaikutusten selvittämiseen, nuorten kuljettajien ajotapaseurannan, ajokykyarviointien menetelmäselvitykseen (muun muassa muistisairaudet, aivohalvausten jälkitilat).

Rautateiden liikkuvan kaluston valvontalaitteiden kehitystyö käynnissä, pyörävoimamittalaitteiden kokeilua. Kuva M Nummelin.

LINTU-ohjelman raportit ovat luettavissa ohjelman verkkosivuilta http://www.lintu.info/julkaisut.htm. Keskeiseksi alueeksi jatkossa hahmotettiin taajamaliikenteen turvallisuuden parantamisen t&k-toiminta, kun jalankulkua ja pyöräilyä pyritään lisäämään. Toinen tulevaisuudessakin tärkeä monen toimijan t&k-alue on kuljettajien ajoterveys, -kykyisyys ja liikennekäyttäytyminen.

Informaatiotekniikka parantaa infrarakentamisen tuottavuutta

Liikennevirasto on tiivistänyt ohjelmayhteistyötä RYM Oy:n ja Tekesin kanssa väylärakentamisen toimintatapojen uudistamiseksi. Yksi tärkeimmistä kehityskohteista on suunnittelu- ja rakentamisprosessien tietoperusteinen kuvaaminen (tietomallit) kerätyn tiedon siirtämiseen vaiheesta seuraavaan - suunnittelusta ylläpitoon - perustuva toimintatapa. Tässä työssä on edetty toimintamallin käyttöönottovaiheeseen. Tämä toimintamalli tulee merkittävästi parantamaan infrarakentamisen tuottavuutta, niin kuin se tehnyt talonrakentamisessakin.

Jo vuonna 2014 suuret infranhaltijat tilaavat vain mallipohjaista palvelua, jota hyödynnetään kaikissa projektin vaiheissa, alkaen suunnittelun tilauksesta päättyen kunnossapitovaiheeseen. Tähän visioon valmistautuakseen on Liikennevirasto päättänyt käynnistää oman vuosille 2012 - 2014 ajoittuvan ”Tietomallien käyttöönotto Liikennevirastossa (LiViBIM)” kehittämishankkeensa, jolla valmistetaan Liikenneviraston osaamista, prosesseja ja järjestelmiä tietomallipohjaiseen tiedonhallintaan.

Liikenteen sujuvuutta informaatiotekniikalla

FMD-sujuvassa (Floating mobile data) -projektissa kehitetään tieliikenteen sujuvuutta. Tarkoituksena on tuottaa ajantasaista matka-aikatietoa matkapuhelimien avulla. Ajoneuvon paikannukseen perustuva tekniikka korvaisi nykyisen kameratekniikkaan perustuvan järjestelmän, jossa on luotettavuusongelmia vaikeissa sääolosuhteissa. Kaksi teleoperaattoria pilotoi matka-aikatiedon tuottamista yhteistyössä Liikenneviraston kanssa.

Vuonna 2011 FMD-sujuva -projektissa on valmistunut matka-aikoja mittaava tekninen järjestelmä. Tehdyn työn pohjalta palvelua pilotoidaan vuonna 2012. Pilotilla selvitetään, voidaanko menetelmällä tuottaa luotettavaa matka-aikatietoa Liikenneviraston ja sen tienkäyttäjien tarpeisiin. Tavoitteena on aloittaa matka-aikatiedon tuottamisen uudella mallilla keväällä 2013.

Maankäyttöä, kuva M Nummelin.

Väylänpidon ja liikenteen hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki selvitettiin otantana joiltakin koko verkkoa edustavilta rata- ja tieosuuksilta. Laskelmien ja tilastotietojen pohjalta luokiteltiin Suomen maantiet ja rautatiet sekä arvioitiin maantie- ja rataverkkojen hiilijalanjälki. Arvio ei sisällä katuja, lauttareittejä, yksityisteitä eikä -ratoja. Rakentamista ja kunnossapitoa lähestyttiin elinkaariajattelun näkökulmasta.

Maantieliikenteen päästöt ylittävät maantieinfrastruktuurin (rakentaminen ja kunnossapito) päästöt moninkertaisesti. Radanpidossa sen sijaan liikenteen päästöt ovat samaa suuruusluokkaa kuin rautatieinfrastruktuurilla. Vilkasliikenteisillä teillä liikenteen päästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin tieinfrastruktuurin. Tulokset auttavat suunnittelemaan toimenpiteitä, joilla liikennejärjestelmän hiilijalanjälkeä voidaan pienentää.

Kaupunkiseutujen liikennevyöhykemallien kehittäminen (Urban Zone) ja liikkumisen kehittäminen

Kaupunkiseutuja varten on muodostettu yhdyskuntarakenteen vyöhykejako, esimerkiksi Helsingin seutu on jaettu jalankulku-, joukkoliikenne- ja autovyöhykkeisiin. Tarkastelu tuottaa maankäytön tehokkuuden ja eri kulkutapojen käytön kynnysarvoja erityyppisille alueille ja niitä voidaan käyttää yhdyskuntarakenteen suunnittelussa. Jatkohankkeessa tarkastelua laajennetaan pääkaupunkiseudulta muille kaupunkiseuduille ja menetelmää kehitetään maankäytön ja liikenteen vuorovaikutteiseksi suunnitteluvälineeksi.

Liikkumisen ohjauksen valtakunnallinen toiminta käynnistyi vuoden 2010 alusta. Keskeisellä sijalla on työpaikkojen liikkumisen ohjauksen tukeminen. Joukkoliikennepalveluihin liitetään vuorovaikutteisia suunnittelun ja markkinoinnin menetelmiä. Turussa ja Tampereella on organisoitu seuduille soveltuva liikkumisen ohjauksen toteutustapa tiiviissä yhteydessä joukkoliikenteen järjestämiseen ja liikennejärjestelmätyöhön. Hyvinkään Askel-projektissa haettiin käytännönläheinen liikkumisen ohjauksen yhteistyömalli, jonka pohjan luo aikaisempi pyöräilyn edistämisen kampanjointi ja työpaikkojen liikkumisen ohjaustyö.

”Liikkumisen ohjauksen valtakunnallinen toiminta käynnistyi vuoden 2010 alusta.”

Liikenneviraston suositus joukkoliikenteen valtakunnallisesti yhtenäisistä alueellisessa palvelutasomäärittelyssä käytettävistä palvelutasokriteereistä (Ohjeita 15/2011) valmistui. Suositus on jo osittain käyttöönotettu ja lopullisesti tullaan ottamaan käyttöön ELY-keskusten ja toimivaltaisten kaupunkien omissa palvelutasomäärittelyissä.

Tuotekehitystä

VibPlat -projektin tavoitteena oli kehittää uusi ja helppokäyttöinen mittaus- ja suunnittelutyökalu liikennetärinän arviointia varten hyödyntäen uusia langattomia sensoriverkkoja sekä nykyaikaisia tietokantoja ja kartta-aineistoja. Projektissa kehitettiin prototyyppi mittausjärjestelmästä, jolla toteutettiin tärinämittaus samanaikaisesti enintään 15 mittauspisteessä. Kehitetyn laitteiston toiminta-aika ilman verkkovirtaa on noin 7 vrk, joka on yleensä riittävä mittausjakso liikennetärinän arviointiin. Lisäksi projektissa kehitettiin visualisointityökalu, jolla oli mahdollista esittää mittaustulokset tasa-arvokäyrinä karttapohjalla. Projekti osoitti, että nykytekniikka mahdollistaa langattoman mittausjärjestelmän rakentamisen tärinäkartoituksia varten.

DuraInt -projekti selvitti pitkäaikaista betonin säilyvyyttä kenttätutkimuksilla. Tutkimus käsitti erilaisten rasitusten yhteisvaikutusten laboratoriokokeet, vaurioitumismallinnuksen ja käyttöiän mallinnuksen.

Laboratorio- ja kenttäkokeiden tulokset on tulospankissa, joka on tutkijoiden käytettävissä.

Tulokset ovat kansainvälisesti merkittäviä ja lähtöarvoja betonirakenteiden käyttöikämitoitukseen.

Tulokset on julkaistu tutkimusraportissa: Betonin vauriomekanismien yhteisvaikutus (VTT-R-08602-11).

Näistä ja muista tutkimustuloksista lisää informaatiota Liikenneviraston verkkosivuilla: http://portal.liikennevirasto.fi/tutkimus

Yhteiset haasteet edessäpäinkin

Jälkiarviona vuoden 2011 tuloksia, voi todeta, että Liikenneviraston nelivuotisen (2011 - 2014) T&K -ohjelman toteuttaminen on lähtenyt tavoitteiden mukaan liikkeelle ja on myös kohdattu ne haasteet, joita strategisluontoisen tutkimusohjelman läpivientiin liittyy. Ne saavat entistä vahvemmin uskomaan, että sen lisäksi että tutkimustoimintaan tulee panostaa, siihen pitää myös sitoutua ja tehdä tosissaan työtä tavoitteiden saavuttamisen eteen. Toteutuessaan kehitteillä oleva virtuaalinen liikenteen tutkimuskeskus antaa tälle työlle erinomaiset puitteet.

Kiskojen meluvähennyskoe käynnissä.Kuva M Nummelin

. A3V1

M
Itella Oyj

Liikennevirasto
Liikenteen suunta
-lehti
PL 33, 00521 HKI

Liikennevirasto valvoo kaikkien liikennemuotojen liikennettä 24 tuntia vuorokaudessa, tässä meriliikenteen Helsinki VTS. Jatkossa myös ohjaus- ja valvontajärjestelmien tutkimus- ja kehitystyöstä kerrotaan Liikenteen suunnan sähköisissä versioissa. Tervetuloa lukemaan!

Liikennevirasto