

Kehärata on tuhannen hengen työmaa

Sirkka Saarinen, toimittaja

Liikennöinti 18 kilometriä pitkällä Kehäradalla aloitetaan kahden vuoden kuluttua: heinäkuussa 2015. Ennen sitä on vielä paljon tehtävää. ”Kriittisellä polulla mennään koko ajan”, toteaa Kehäradan projektipäällikkö *Juha Kansonen*. Tällä hetkellä Kehärataa rakennetaan noin 900 hengen voimin, suurimmillaan vahvuus nousee noin 1100 henkilöön.

”Ratataso tunnelissa pitää olla valmiina jo elokuussa 2014, jännite on saatava päälle tammi-kuussa 2015, jotta rataa ja kalustoa päästään testaamaan”, Juha Kansonen kertoo toukokuussa 2013. Hän tuli vetämään Liikenneviraston ja Vantaan kaupungin yhteistyössä toteutettavaa jättihanketta kesäkuussa 2012.

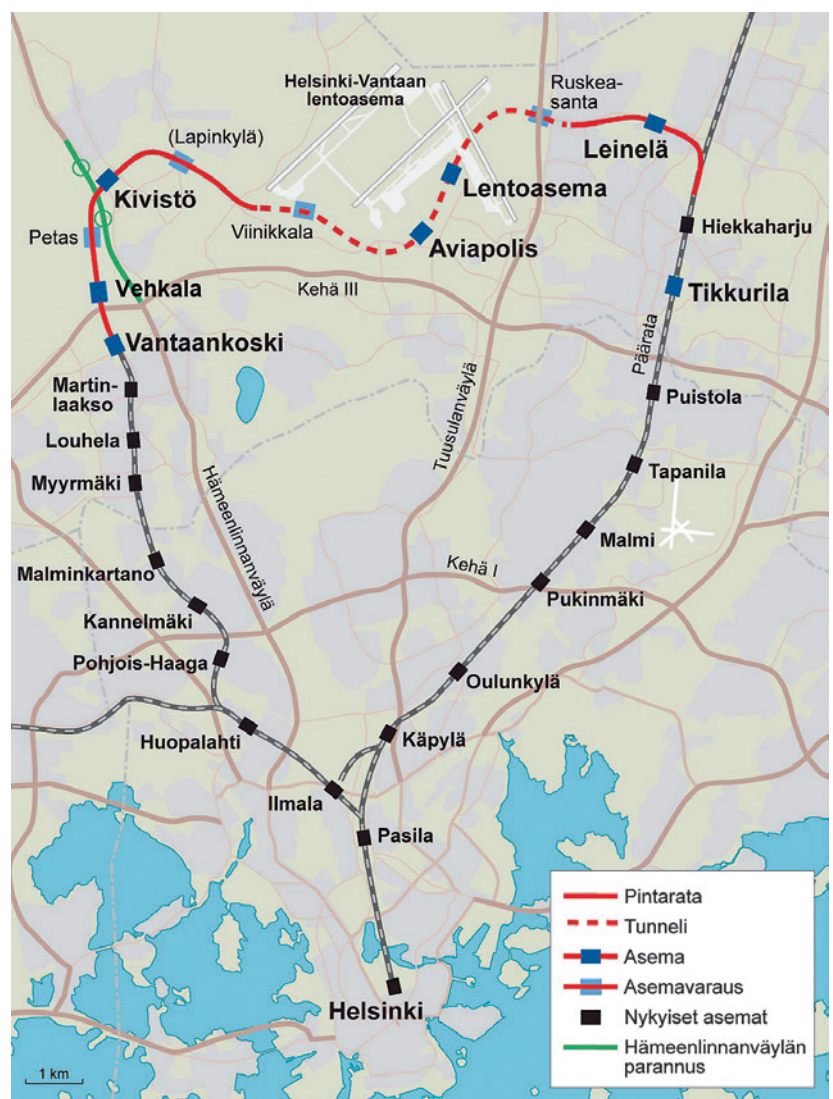
Vuonna 2009 alkanut projekti yhdistää Vantaankosken radan lentoaseman kautta pääraataan. Kehärata on tärkeä osa pääkaupunkiseudun kaupunkirataverkkoa, joka parantaa koko seudun joukkoliikennetarjontaa. Rata yhdistää seudun asuin- ja työpaikka-alueet ja on samalla raideyhteys Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Kehärata tuo raideliikenteen piiriin uusia alueita Vantaalla ja liityntäliikenne mahdollistaa raideliikenteen hyödyntämisen kauempaakin Uudeltamaalta.

Kehäradasta puhutaan myös lentokenttäratana. Nimi pitää paikkansa, Kansonen kuitenkin huomauttaa, että radan matkustajamääristä lentokenttäkäyttäjiiä on arvioitu olevan viidesosa. ”Peräti 80 prosenttia palvelee siis muuta joukkoliikennettä”, hän korostaa.

Vaativaa infrarakentamista ja talonrakentamista maan alla

Rakennushankkeena Kehärata on monipuolinen: sekä perinteistä maanrakennusta, vaativia infrarakenteita että talonrakentamista maan alla.

Radasta lähes puolet, kahdeksan kilometriä, kulkee maan alla. Uusia asemia rakennetaan





2

1 Kehärata: 18 kilometriä uutta rataa, josta 8 kilometriä maan alla, viisi uutta asemaa ja kolme asema-varausta. Liikennöinti radalla alkanee kesällä 2015.

2 Kehäradan suuaukko lentoaseman länsipuolella.

3 Ratahankkeet ovat Juha Kansoselle tuttuja yli 30 vuoden ajalta: hän on toiminut muun muassa Ratahallintokeskuksessa projektipäällikkönä ja rakennuttamisyksikön päällikkönä. Hän oli rakennuttamassa Leppävaaran kaupunkiradan 1998-2002 ja Kerava-Lahti-oikoradan 2002-2006. Kehärata-projektiin hän siirtyi Pöyryn ratatoimialan toimialapäällikön tehtävistä.



3



4

viisi, lisäksi radalle tulee kolme asemavarausta. Siltoja rataosuudelle tulee peräti 46 kappaletta.

Yksi erikokoisuus on tunneliosuuksien jyrkät mäet, jollaisia suomalaisessa ratarakentamisessa ei ole aikaisemmin tehty. Niihin on Kansosen mukaan varauduttu uudella sveitsiläisvalmis- teisella junakalustolla, Flirt-junilla.

Isossa hankkeessa yllätykset eivät sinänsä ole yllätyksiä. Kehäradan kesällä 2010 havaittu glykoli lentoaseman kohdalla oli kuitenkin ison mittakaavan yllätys sekä aikataulun että kustannusten, noin 50 miljoonaa euroa, osalta.

"Valmiiseen vahvistettuun tunneliin jouduttiin glykolihaitan takia tekemään laajennuslouhinnat", Kansonen kertoo.

Sadan vuoden käyttöikä

Kehäradan materiaalivaatimuksina on sadan vuoden käyttöikä. "Normivaatimus Liikenneviraston hankkeissa", Kansonen toteaa ja huomauttaa samalla, että se tarkoittaa sataa vuotta huollettuna ja ylläpidettynä. "Esimerkiksi siltojen reunapalkkeja ja vesieristeitä joudutaan luonnollisesti sadan vuoden aikana myös uusimaan."

Entä rakenteellisesti vaativimmat kohteet? Listan kärkipäähän Kansonen nostaa Lento-

aseman ja Aviapoliksen asemat: "Ne ovat maan alla tehtäviä mittavia talonrakennusprojekteja. Viisikerroksista rakennusta rakennetaan maan alla", hän kuvailee.

Vaativa oli myös pääradan ja Kehäradan yhdistävä Koivukylän risteysilta. "450 metriä pitkä betoninen kaukalopalkkisilta tehtiin pääradan junaliikenteen ehdoilla (*Betonilehti 4-2012 s. 70-75*). Muutenhan meillä on se etu, ettemme juuri joudu työskentelemään muun junaliikenteen keskellä", Kansonen toteaa.

Maanpäällisistä infrarakenteista vaativimpia on Riipiläntien ja Kivistön aseman välillä oleva paineellisen pohjaveden alle rakennettava, lähes kilometrin pituinen ratakaukalo, jonka vedenalaiset työtasot on valettu kuitubetonilla.

"Paljon betonia. Asemarakennuksissa nykyarkkitehtuurin mukaisesti myös paljon lasirakenteita ja väribetoneja", Kansonen vastaa Kehäradan materiaali-kysymykseen.

Betonirakenteissa puolestaan on sekä paikallalavaa että elementtejä. Esimerkiksi kuiluista suurin osa paikallalavetaan. Lentoaseman pitkä tunneliosuus sen sijaan toteutetaan mittavana betonielementtikohteena.

4 Kehäradan louhinnat ovat lähes 2,5 miljoonaa kiintokuutiometriä, siis noin 23 eduskuntatalollista.

5 SRV kehitti yhdessä laitetoimittajan kanssa holvi-elementtien asennuslaitteen. Se on siirtolavetti, jonka päälle on tehty kääntöpöytä.



5

Lentoaseman kohdalla tunneli betonielementeistä

18 kilometriä pitkstä Kehäradasta lähes puolet, kahdeksan kilometriä, kulkee maan alla. Lentoaseman kohdalla rata kulkee parhaillaan rakenteilla olevassa elementtirakenteisessa betonitunnelissa.

SRV urakoi Kehäradan Lentokentän asemalla viittä rakennuskokonaisuutta, jotka sijaitsevat joko kokonaan tai osin maan alla kalliassa.

"Urakkaan sisältyy myös lentoaseman terminaalien väliin tuleva juna-aseman liityntäaula, porras- ja hissikuilut sekä aseman sisustus. Lisäksi SRV rakentaa noin 4,5 kilometriä ratatunneleita sekä kilometrin verran sisäänkäyntitunneleita, yhdyskäytäviä ja huoltotunneleita", projektipäällikkö *Teemu Lohilahti* kertoo lokakuussa 2012 käynnistyneen urakan sisällön.

Glykolin takia suojakalvo

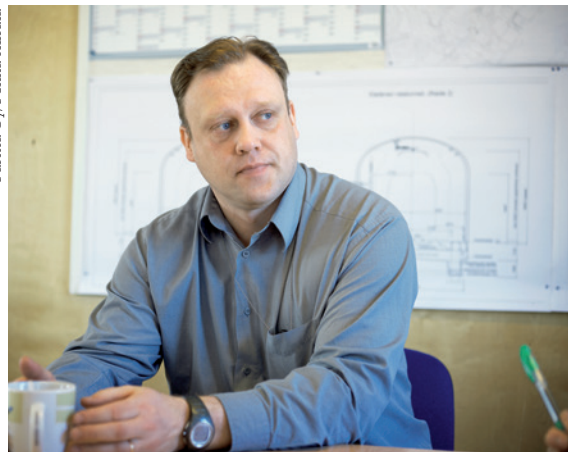
SRV-työmaan tunneliurakan iso elementtitoi-

mitus sisältää noin 2500 seinäelementtiä ja 900 holvielementtiä. Niistä rakennetaan noin kaksi kilometriä tunnelia.

Seinäelementtejä alettiin asentaa helmikuussa ja kaarimaisia holvielementtejä muutama viikko myöhemmin.

Seinäelementtien mitat ovat kunnioitettavat: 2,5 x 5 metriä, paksuus 240 milliiä, painoa 10,5 tonnia. Teräsmuotissa valetut elementit ovat mittatarkkoja. "Niin pitääkin, sillä kiinnikkeiden ja läpimenojen toleranssi on viisi milliiä", Lohilahti huomauttaa.

Kehäradan tunnelityömaan seinäelementit asennetaan ratageometrian vaatimusten mukaisesti noin 1,5 sentin kallistukseen.



6 SRV:n projektipäällikkö Teemu Lohilahti kertoo, että Kehäradan lentoaseman alapuolinen, noin kahden kilometrin pituinen elementtitunneliosuus jää juna-matkustajien katseilta piiloon. Maaperään päässeän glykolin takia tunneli suojataan kauttaaltaan mustalla membraanikalvolla.



7



8



9



10

7, 8 Kehäradan lentoasematyömaan tunnelielementit tuodaan työmaalle huoltokuilun kautta.

9, 10 Kehäradan tunnelityömaan seinäelementit asennetaan ratageometrian vaatimusten mukaisesti noin 1,5 sentin kallistukseen. Koska seinäelementtien päälle asennettavan holvielementin kaari aukeaa enintään kolme milliiä, seinäelementtien on oltava mittatarkasti paikallaan.

Koska seinäelementtien päälle asennettavan holvielementin kaari aukeaa enintään kolme milliiä, seinäelementtien on oltava mittatarkasti paikallaan.

Elementtien käsinkosketeltavan sileä pinta on hyvä alusta membraani-suojakalvolle, joka asennetaan tunnelin elementtien pinnalle ilman kiinnityksiä. Kalvo suojaa lentokenttäalueen rakenteita maaperään valuneelta glykolilta.

Holvielementtien asennukseen kehitettiin oma laite

Holvielementtien asennukseen SRV on yhdessä laitevoimittajan kanssa räätälöinyt oman laitteen. "Se on siirtolavetti, jonka päälle on tehty kääntöpöytä", Lohilahti kuvaa Havatorin kehittämää asennuslaitetta.

"Tunnelielementtien osalta teimme *Parma Oy:n* kanssa yhteistyötä jo tarjousvaiheessa. Sitten *Parma* myös voitti tunnelielementistä normaalisti järjestetyn urakkakilpailun."

Tunnelin elementtiratkaisuun päättymistä edesauttoi toimivan kuljetusreitin järjestäminen. Elementit pystytään laskemaan tunnelityömaalle huoltokuilun kautta. Ratkaisevaa huoltokuilukuljetus on sikälikin, että 11,5 tonnia painavat kaarielementit eivät edes mahtuisi tuotavaksi tunnelin kautta.

Lohilahti huomauttaa, että elementtien mittamaailmaa optimoitiin myös logistiikan mukaan: "Mitä pienempi elementtimäärä, sitä vähemmän tarvitaan kuljetus- ja asennuskertoja."



11

Kuitubetonilaatta uppobetonivaluna Kehärataa betonikaukaloon

Kivistön aseman ja Riipiläntien välisellä rataosuudella pohjaolosuhteet ovat vaativat. Rata kulkee lähes kilometrin matkan vaihtelevassa maaperässä pohjavedenpinnan alapuolella. Ratkaisuna on vesitiivis betonikaukalo, jonka alustana on kuitubetonilla valettu uppobetoninen pohjalaatta.

Kohteen urakoitsija on *Graniittirakennus Kallio Oy*. Työpäällikkö *Jorma Härkönen* ja työmaainsinööri *Toni Jauho* kertavat toukokuussa 2012 alkaneen työmaan vaiheita toukokuun lopulla.

”Ensin pontitukset, ankkuroinnit ja maankaivuuta sitä mukaan kun pontitukset ovat edenneet. Sitten painolaatan valu, varsinaisen pohjalaatan valu, täytöt, jonkin verran louhintaa ja tukimuurin rakentamista. Painolaatan viisi osuutta on jo valettuna ja pohjalaatan ja seinien valut ovat edenneet perässä. Viimeinen painolaatan osuus valetaan kesäkuussa”, miehet kertovat.

Kyseessä on Kehäradan noin kilometrin pituinen osuus, josta kaukaloa on noin 700 metriä ja tukimuuria noin 300 metriä. Tukimuuria ja kaukalon pohjoisseinää elävöittämään asennetaan vielä graafisella betonilla kuvioituit kuorielementit.

Teräsbetonilaatan sijasta kuitubetonilaatta

Betonikaukalon rakenteet on mitoitettu 5,5 metrin vesipatsaalle. Vedenpaineen takia ratarakenteet vaativat alustakseen painolaatan joka toimii samalla tiivistyslaattana. Pohjaveden pinta työmaalla ja sen ympäristössä ei saa laskea rakennustöiden aikana, joten betoninen kaukalo tehdään vesitiiviinä.

Tilaaajan alkuperäisessä suunnitelmassa painolaatta esitettiin toteutettavaksi teräsbetonilaattana. Koska metrin paksuisen betonilaatan raudoitustyö olisi jouduttu tekemään veden alla, hankalissa olosuhteissa, ajatus kuitubetonista uppobetonivaluna tuntui järkevältä.

Kun urakoitsija ja betonin toimittaja *Ruskon Betoni* osoittivat kuitubetonin kapasiteetin riittäväksi suurta taivuttavaa momenttia vastaan, rakenteelle saatiin tilaaajan hyväksyntä.

”Tietotaitoa saimme myös eurooppalaisella kuitutoimittaja *Bekaertilla*, jolla on kokemusta

11 Pohjalaatta valetaan uppobetonina kuudella valukerralla, viimeinen valu on kesäkuussa.



12

13



12, 13 Pohjalaatan valun jälkeen sen päälle asennetaan väliaikainen murskepatja. Seuraavaksi valetaan pohjalaatta ja seinät. Valmis, vesitiivis rataaukalo on 15,5 metriä leveä.

14 "Erittäin vaativaa geotekniikkaa", toteavat Jorma Härkönen (oik) ja Toni Jauho Graniittirakennus Kallio Oy:n urakoimasta kilometrin pituisesta rataosuudesta Kivistön asemasta itään. Kohde, MRU2-urakka, on vaativa sekä pohjaveden hallinnan ja kaivannon stabiliteetin että betonitöiden näkökulmasta.

15 Kuitubetonin työstettävyyttä seurataan mittamalla betonin leviämää myös työmaalla, jotta betoni pysyisi tasalaatuisena.



Sirkka Saarinen

14

vastaavien kuitubetonirakenteiden mitoituksessa Euroopasta ja osaamista nimenomaan kuitubetonin käytössä tällaisissa rakenteissa. Jotta valu saadaan myös käytännössä onnistuneesti toteutettua, koko rakenne on optimoitava kuitumäärän, betonin suhteituksen ja betonin työstettävyyden suhteen. Esimerkiksi erittäin suuren kuitumäärän käyttäminen jokaisessa toimitettavassa betonikuutiossa hidastaisi annostelua ja siten valua. Tällainen betoni olisi hankalasti työstettävissä ja pumpattavissa", selvittää Ruskon Betonin myyntijohtaja Mikko Vasama Suomen oloissa suurimman kuitubetonikohteen betonivalintaa.

Väliaikainen murskepatja

"Kaivannon seinät on tuettu teräsponteilla pohjalaatan valamisen ajaksi ja estämään veden virtaaminen rakennusaikaiseen kaivantoon. Kuitubetonin jänneväliä hallitaan painomurskeen avulla siten, että painolaatan kovetuttua sen päälle asennetaan väliaikaiseksi painoksi murskepatja. Se poistetaan pienissä patkissa painolaatan päälle tulevan pohjalaatan tieltä. Menettely on välttämätön pohjaveden nosteesta kuitubetonilaatalle aiheutuvan taivutusmomentin vuoksi", miehet kertovat.

Yhteensä uppobetonista painolaattaa valetaan noin 14 000 neliötä. "Suurin yksittäinen valu kesti lähes kaksi vuorokautta, pienemmät vuorokauden. Töissä on ollut yksi tai kaksi pumppuautoa, kullakin kolme miestä vuorossa. Parhaimmillaan valuvauhti on ollut sata kuutiota tunnissa", Jauho kertoo.

Kuitubetonin pumppaaminen on onnistunut työmaalla hyvin veden alle, esimerkiksi ns. siilipaljoja ei ole betonissa ollut käytännössä ollenkaan.

"Kun metrissä laattaa valetaan kolme metriä paksun vesipatsaan alle eikä näkyvyyttä ole kuin muutama sentti, olosuhteet ovat vähintään haastavat. Samalla tämä on ollut oppimista,

olemme löytäneet parhaat tekniikat ja jokainen valukerta on mennyt edellistä helpommin", Härkönen arvioi. Hän uskookin, että samantyyppistä ratkaisua tullaan käyttämään jatkossakin siihen sopivissa paikoissa.

Tarkka seuranta valun aikana

Käytetty betoni on lujuusluokaltaan C30/37. Kuituna on 60 mm pituista liimakampakuitua. Betoni toimitettiin Espoon Koskelan ja Tuusulan betoniasemalta.

"Valutyön aikana betonin kuitumäärää mitataan magneettilaitteen avulla ja työstettävyyttä seurataan mittaamalla betonin leviämää jatkuvasti myös työmaalla, jotta betoni pysyisi tasalaatuisena ja valutyö sujuisi ongelmitta. Betoniasemilla kuidut annostellaan automaattisten annostelijoiden kautta, joten siellä annostelusta jää punnitusdokumentti jokaisesta betoniannoksesta. Painolaatta on metrin paksuna rakenteena massiivivalu, jossa pitää huomioida betonin valunaikainen lämpötilannousu", Vasama kertoo.

Traffic on Ring Rail Line to start in summer 2015

The construction work of the ring rail line started in 2009. The 18 km long line connects the Vantaankoski line to the main line via Helsinki-Vantaa Airport. Traffic on the ring rail line will start in July 2015.

The ring rail line project is a versatile construction project; it involves conventional civil engineering, demanding infrastructures as well as house building underground.

Almost half of the line, eight kilometres, runs underground. Five new stations will be built, with areas reserved for three more along the line. The number of bridges on the line section is a whopping 46. One special feature of the line is its steep ascent in the tunnel sections;



Petri Manninen

15

something never seen before in Finnish railway construction.

The glycol finding made on the ring rail line in the summer of 2010 was a big surprise in terms of schedule as well as costs; some 50 million euro. Because of the glycol decay in the ground, expansion excavations were required in the finished, reinforced tunnel. The long tunnel section at the airport is realised as an extensive precast concrete structure.

The stations at the airport and Aviapolis, for example, are demanding in structural terms. They are large-scale house building projects implemented underground. A five-storey building is being constructed underground. The interchange bridge, which connects the main line and the ring rail line, was another challenging project. The concrete trough girder bridge is 450 metres in length and had to be implemented without disturbing traffic on the main line.

One of the most complex infrastructures above ground is the almost one kilometre long concrete trough built under groundwater pressure. The work platforms of the trough under the groundwater level are cast in fibre concrete.

Kehäradan siltoja rakennettu haastavissa olosuhteissa

Mirka Huhtala, toimittaja

Rakennusalan suunnittelu- ja konsulttiyritys WSP Finland Oy on ollut mukana Kehärata-hankkeessa alusta alkaen, kun radalle tehtiin yleissuunnitelmaa vuonna 2003 (ns. Marja-radan yleissuunnitelma). Tämän jälkeen yhtiö on työskennellyt Kehäradan rata- ja rakennussuunnittelussa sekä toiminut tilaajan asiantuntijana rakennustyön aikana.

"Harvoin pääsee mukaan näin pitkään hankkeeseen, jossa näkee työn alusta loppuun asti. Suurin oppi näiden vuosien aikana on ollut, että on entistä tärkeämpää sovittaa yhteen eri toimijoiden intressit. Jos yhden toimijan suunnittelualueella tapahtuu muutos, on sillä käytännössä aina vaikutusta myös muiden toimijoiden töihin. Kaikki suunnitelmat ovat eläneet sitä mukaa kun Kehäradan suunnittelu on edennyt", kertoo WSP:n Kehärata-projektin läntisen avorataosuuden projektipäällikkö **Kari-Matti Malmivaara**.

Kehäradan silloista 10 siltaa on WSP:n käsialaa. Näistä suurin yksittäinen silta on Kivistön aseman silta, joka koostuu alun perin neljästä eri sillasta. Yhteen rakennetut sillat muodostuvat yhteensä 39:sta siltalohkosta. Rakennetyypiltään sillat ovat teräsbetonisia laattakehäsiltoja, ja niiden muodostaman teräsbetonisen rautatietunnelin kokonaismitta on 440 metriä.

"Kivistössä asemalaiturit sijaitsevat siltakan-
nan alla ratakuilussa. Kannen päälle Kivistön keskustaantulevat Topaasi- ja Safiriaukio. Siltakan-
nen päälle ja sen välittömään läheisyyteen rakennetaan myös asuin- ja liiketiloja", kertoo Malmivaara.

Perustamisolosuhteet haastavia ja vaihtelevia

Suunnittelun näkökulmasta Kehäradan sillat ovat olleet monipuolisia. Haasteita suunniteltuun ovat tuoneet muun muassa Vantaanjoen ympäristöllisesti arvokkaat alueet, voimalinjojen siirrot, rakennetun ympäristön kanssa tehtävä yhteensovitus ja työn vaihteisuus.

Kehä III:n sekä Hämeenlinnan väylän kanssa risteäviä siltoja on rakennettu koko ajan liikenteen seassa, mikä on aiheuttanut jonkin verran liikennehäiriöitä ja myös haasteita työn vaihteisukselle. Vantaanjoesta löytynyttä, suojeltua Vuollejokisimpukkaa on jouduttu siirtämään rakentamisen ajaksi Vantaanjoen ratasillan kohdalta yläjuoksulle. Rakentamisen jälkeen simpukat on siirretty takaisin alkuperäisille sijoilleen.

"Siltasuunnittelussa pyritään aina minimoimaan ympäristöön kohdistuva vaikutus."

Raskasliikenne tuo erityisvaatimuksia

Siltojen alkusuunnitteluvaiheessa arvioitiin siltojen liikennemäärät liikennesimuloinnin avulla. Tällöin otettiin huomioon myös raskaan liikenteen kuljetusreitit esimerkiksi Tikkurilan alueella.

"Rautatieliikenne asettaa erityisvaatimuksia siltojen suunnittelulle ja rakentamiselle.

Esimerkiksi ratatyön suojalottuman (RSU) huomioiminen liittyessä jo olemassa olevaan rataverkkoon toi oman lisämausteensa sillan suunnitteluun."

Kestävä kehitys ohjaa siltasuunnittelua

Sillat on pyritty suunnittelemaan niin, että ne helpottaisivat ihmisten normaalia liik-
kumista. Esimerkiksi Kehä III:n ja Kivistön alue on ollut ennen metsäinen virkistysalue. Kehäradan rakentamisen estevaikutuksen takia liikkuminen alueella on nyt rajoitettu korkean penkereen avulla.

Suunnittelussa huomioitiin myös virkistysreitit. Esimerkiksi Vantaanjoen ratasillan alle sovitettiin kevyenliikenteen reitti, jota hyödyn-
tävät muun muassa ratsastajat.

"Oikein sijoitetut sillat helpottavat alueen asukkaiden elämää Kehäradan ylitystilanteissa", muistuttaa Malmivaara.





2

WSP:stä mukana Kehärata-hankkeessa muun muassa:

ympäristösuunnittelu
arkkitehtisuunnittelu
ratasuunnittelu
geotekniikka
ympäristösuunnittelu
rakennesuunnittelu
siltasuunnittelu
katu- ja tiesuunnittelu
suunnittelun laadunvarmistus
kalliomekaniikka

1 Rautatieliikenne asettaa erityisvaatimuksia siltojen suunnittelulle ja rakentamiselle.

2,3 Rakennetyypiltään Kivistön aseman sillat ovat teräsbetonisia laattakehäsiltoja. Kivistössä asemalaiturit sijaitsevat siltakannan alla ratakuilussa.

WSP



3