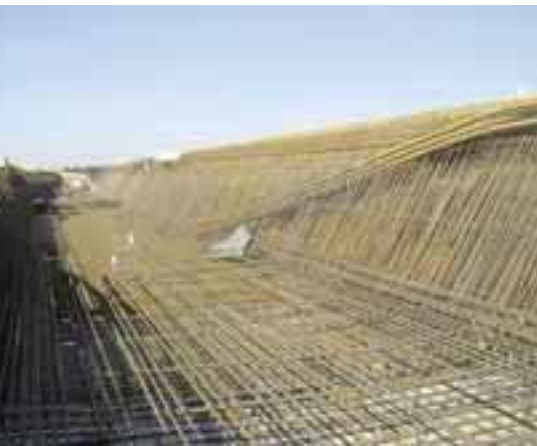


# KYTÖMAAHAN VALMISTUI SUOMEN PISIN RAUTATIESILTA

## OIKORADALLA YHTEENSÄ 82 SILTAA

Sirkka Saarinen, toimittaja



Veii-Pekka Pulliainen

Kerava-Lahti oikorata valmistuu syysksi 2006. Silloin Helsingistä Lahteen pääsee junalla nopeimmillaan 44 minuutissa. Uutta rataa Tuusulan Tuomalan ja Hollolan Hakosillan välille rakennetaan yhteensä 63 kilometriä, uusia henkilöliikenteen asemia tulee kaksi: Järvenpään Haarajoelle ja Mäntsälän keskusta. Siltoja uudelle rataosuudelle tulee 82. Niistä Kytömaan kesällä 2005 valmistunut silta on Suomen pisin rautatiesilta.

Oikoradan kokonaispituus on 74 kilometriä, josta uuden radan osuus on 63 kilometriä. Uudisrata on sähköistetty ja pääosin kaksiraiteinen, Keravan päähän tulee lisäraiteita sekä nykyisen radan länsipuolelle. Turvallisuuden kannalta on merkittävää, ettei radalle tule lainkaan tasoristeyksiä. Radan ympäristövaikutuksia on puolestaan minimoitu linjaamalla valtaosa eli 80 prosenttia radasta kulkemaan samassa maastokäytävässä Helsinki-Lahti -moottoritien kanssa.

### OIKORADAN SILLOISTA KYTÖMAA VAATIVIN

Siltoja, kuivanmaan- ja vesistösiltoja, rataosuudella on yhteensä 82. Suurelta osin ne ovat perinteistä betonirakentamista, normaalitekniikalla toteutettuja. Mukana on kuitenkin myös vaativia erikoissiltoja. Kaksi suurinta siltaa ovat liki samanmittaisia, noin 550 metriä pitkiä: toinen sijaitsee Luhdanmäessä, Hollolan ja Orimattilan kunnan rajalla, toinen Kytömaalla, oikoradan risteyskohdassa Keravan ja Tuusulan rajalla.

"Kytömaasta tuli lopulta hieman pidempi, tarkalleen 557 metriä, joten se on tällä hetkellä Suomen pisin rautatiesilta", kertoo diplomi-insinööri *Veii Pekka Pulliainen* Kytömaan sillan suunnitelleesta *JP-Transplan Oy*:stä. Kytömaan sillan lisäksi JP-Transplan on suunnitellut oikoradalle muitakin kohteita: ensimmäinen oli Rööpakan ratasilta Järvenpään pohjoispuolella. "Sitä suunniteltiin ensin 250 metriä pitkänä. Koska siltaan ei haluttu kiskonliikuntalaitteita, se jaettiin kahdeksi sillaksi tekemällä keskikohdalle 35 metriä pitkä pengeri. Silloista tuli hieman yli 100-metrisiä. Lisäksi meillä oli Orimattilan paikkeilla kokonaissuunnittelupätkä, jossa oli useita pieniä siltoja. Kytömaassakin meillä oli kolme siltaa, jonka yhden suunnittelun teki meille alikonsultti.

Kytömaan sillan pääsuunnittelijana toimineen Pulliaisen mukaan ensimmäiseksi oli päätettävä, kulkeeko oikoradan eteläpäässä sijaitseva Kytö-

maan silta pääradan raiteiden yli vai ali. "Yleissuunnitteluvaiheen vertailut osoittivat alitusvaihtoehdon sekä teknisesti vaikeaksi toteuttaa että kalliiksi. Toisaalta risteyskohdan molemmille puolin penkereille nousevasta ylitysvaihtoehdosta uhkasi tulla melusuojausineen erittäin korkea ja maise-maa hallitseva. Perinteisenä jännitettynä laattapalkkisiltana toteutettuna oikoradan ja pääradan korkeusero olisi ollut noin 11 metriä. Lisäksi sillan tarvitsemat meluseinät olisivat tuoneet siihen 1,5 - 2 metriä korkeutta lisää", hän kertoo yleissuunnitteluvaihetta.

### JÄNNITETTY KAUKALORATKAISU MADALSILTAA

Sillansuunnittelijat kehittivät ratkaisuksi jännitetyn kaukalosillan, jolla saatiin madallettua penkereitä ja nipistettyä kokonaiskorkeudesta noin 2,5 metriä. Kun kaukalon seinät toimivat samalla melusuojana, välttyttiin myös erillisten meluseinien rakentamiselta. Siltarakenteen kokonaiskorkeudeksi tuli 3,3 metriä. Raiteen korkeusviivan alapuolinen rakennekorkeus on kuitenkin vain 1,35 metriä. Oikoradan korkeusviiva on kaukalosiltaratkaisussa vain 8,5 pääradan yläpuolella.

"Kaukalosilta on toki yksi yleisimmin käytetty rautatiesiltatyyppejä. Me emme siis sitä keksineet, mutta sovelsimme tietysti Kytömaalle omanlaisen ratkaisun, jossa kaukalon seinät ovat tavanomaista korkeammat", Pulliainen toppuuttelee toimittajan hehkutusta aivan uudesta innovaatiosta. "Täällä Suomessa olemme käyttäneet samantyyppistä ratkaisua mm. Mellunmäen asemalle johtavassa metrossillassa. Siellä jännemitta oli huomattavasti lyhyempi, joten myös kaukalon seinä oli matalampi", hän kertoo.

Koska Kytömaan pisin, pääradan raiteet ylittävä jännemitta on peräti 58 metriä, muodostui sillan kaukaloista väkisinkin tarpeeksi korkeat meluseinät varten. Pulliainen arveleekin, että Kytömaan 58 metrin jänneväli on pisin betonisen rautatiesillan jänne Suomessa.

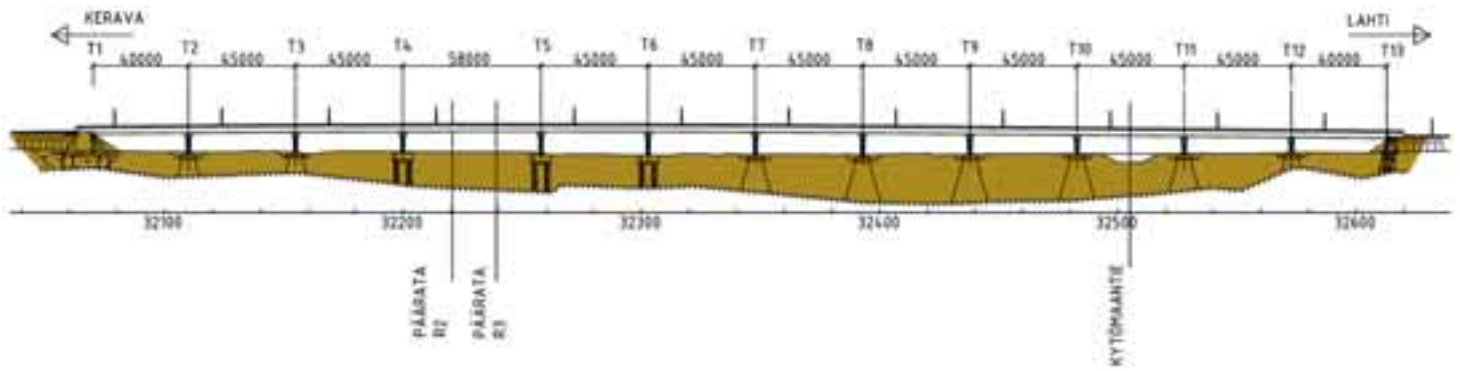
Myös sillan materiaalivaihtoehtoja vertailtiin. Teräsvaihtoehto putosi Pulliaisen mukaan teräksen hinnan takia. "Kaukalorautatiesiltoja on toki tehty myös teräksestä. Teräs ei kuitenkaan ole yhtä hyvä alusta kaukaloon tulevalle sepelille kuin betoni. Lisäksi lohkoittain tehtävään terässillan kaarevuus olisi aiheuttanut lisätyötä ja kustannuksia. Betonis-

1 Kytömaan rautatiesilta Tuusulan Tuomalassa ylittää pääradan 2,5 metriä alempana verrattuna perinteiseen rautatiesillan. Kaukalorakenteen korkeat reunapalkit toimivat samalla tehokkaana melusuojana.

2 Sillan eteläpää on jäykästi kiinni päätytuessa, muilla tuilla on liikkuva laakerointi, joten sillan kaikki liikkeet kohdistuvat pohjoispäähän, jossa on kiskoliikuntalaitte. Kiinteä tuki on neljän 5 metriä korkean teräsbetonijalan varassa seisova "jakkara", johon päällysrakenne kiinnittyy jäykästi kahden seinämäisen rivan välityksellä. Kuvassa kiinteä tuki ennen jännittämistä.

3 Ensimmäisen valulohkon raudoitusta.





4

### KYTÖMAAN RAUTATIERISTEYSSILTA

Tilaja	Ratahallintokeskus
Rakennuttajakonsultti	Lemcon Oy
Sillansuunnittelu	JP-Transplan Oy
Arkkitehtisuunnittelu	WSP-LT-Konsultit Oy
Suunnittelun valvonta ja suunnitelmien tarkastus	VR-Rata Ab
Urakoitsija	YIT Rakennus Oy
Urakkahinta	noin 6,8 milj. euroa (alv 0%)

ta paikallavalettuna kaarevuus tulee ilman erityisiä lisäkustannuksia”, hän arvioi materiaalien eroja.

### ETELÄPÄÄSSÄ JÄYKKÄ KIINNITYS

Kytömaan silta on laakeroitu siten, että sillan eteläpää on jäykästi kiinni päätytuessa, muilla tuilla on liukuva laakerointi. Sillan kaikki liikkeet kohdistuvat pohjoispäähän, jossa on kiskonliikuntalaite. ”Yleensä ratasilloissa pyritään siihen, että kiskot menisivät jatkuvina sillan yli. Kytömaassa se ei sillan pituuden takia ollut mahdollista. Tutkimme myös vaihtoehtoa, jossa olisi ollut pari liikuntasauamaa keskellä siltaa. Ne osoittautuivat kuitenkin ulkonäköisesti kömpelöiksi, sillä jokaista erillistä liikuntasauamaloikkaa varten olisi tarvittu erilliset jarrutuet, jotka ratasilloissa ovat kohtuullisen järeitä”, Pulliainen kertoo.

Kytömaan sillan pohjoispään liikuntasauaman kohdalla on kiskonliikuntalaite, jossa kiskot ovat poikki. Kiskoihin rakennetun limityksen ansiosta juna ylittää liitoskohdan sujuvasti. Kiskonliikuntalaite on kohtuullisen kallis ja se vaatii myös huoltoa, joten montaa niitä ei rautateillä ole käytössä. Pulliainen kertoo, että *Ratahallintokeskus* tilaajana laskikin laitteelle erikseen elinkaarikustannukset. Niitä verrattiin vaihtoehtoon, jossa silta olisi jaettu useampaan lohkokon ja kiskot menivät jatkuvina yli.

Kytömaan silta on 12-aukkoinen: kahden päätytuen lisäksi siinä on 11 välipilaria. Pisin jänneväli on pääradan raiteet ylittävä 58 metrin väli, reuna-jänneet ovat 40 metriä pitkiä, muut ovat 45 metrisiä. Sillan hyötyleveys on 7,05 metriä.

### TOTEUTUS KOLMESSA LOHKOSSA

Koko oikoradalla sillansuunnittelu eteni siten, että ensin tehtiin siltasuunnitelma, jossa valittiin siltatyyppi. Sen jälkeen tehtiin valittuun ratkaisuun alustava rakennesuunnitelma, joka meni urakkalaskentaan. Lopulliset rakennesuunnitelmat laadittiin vasta urakoitsijan valinnan jälkeen.

”Me olimme Kytömaan alustavassa rakennesuunnitelmassa esittäneet rakentamista 10 lohkossa, jolloin periaatteessa lähes jokainen jänne olisi tehty omana valuna. Urakan saanut *YIT* halusi kuitenkin tehdä sillan pidemmissä lohkoissa, valulohkoja oli vain kolme. Itse perussuunnitelmaan se ei tuonut juuri muutoksia, mutta jännityskaapeleiden ja ankkureiden järjestelyn se luonnollisesti muutti perusteellisesti”, Pulliainen kertoo.

Tilaja määräyksen mukaisesti urakoitsija ei voinut teettää uutta jännittämissuunnitelmaa pääsuunnittelijalla, vaan sen teki toinen konsultti. ”Järjestely hidasti alkuun lähtöä, koska uuden konsultin piti ensin perehtyä rakenteeseen, päästävä siihen sisälle. Me puolestamme jouduimme odottamaan heiltä uusia jännittämissuunnitelmia, joiden kaapeli- ja ankkurointijärjestelyt luonnollisesti vaikuttivat meidän jatkosuunnitteluun. Pääsuunnittelijana jouduimme ottamaan viivästyisestä syyt niskaamme”, Pulliainen kuvaa alkuvaihetta viivästyttäneitä järjestelyjä samalla korostaen, että yhteistyö toisen konsultin kanssa sujui ihan hyvin.

Vaikka ensimmäisen valuvaiheen aloitus keväällä 2004 viivästy, urakoitsija pystyi kuromaan aikataulun niin että valut saatiin tehtyä ennen pakkasia.

Tärkeä suunnittelun lähtökohta oli luonnollisesti se, että pääradan liikenne ei saanut rakennustöiden takia keskeytyä. Yöaikaan sallitut liikennekatkot olivat erittäin lyhyitä. Niitä tarvittiin raiteita lähimpinä olevien kahden tuen perustuksien pontteja lyötäessä. Samoin katkoja tarvittiin, kun rakennettiin telineet pääradan päälle. Työmaan turvallisuutta paransi se, että ajojohdot sillan kohdalla olivat jännitteettömiä. Junat ohittivat työmaakohdan rullaten vapaasti sen ohi.

### PILARIT TUMMAN HARMAAT, KAITESSA URITUS

Näkyvällä paikalla sijaitsevan ja pitkän Kytömaan sillan ulkonäkövaatimuksetkin olivat tavallista kovemmat. Kytömaan sillan arkkitehtisuunnittelijana oli *WSP-LT-Konsultit Oy:stä* SA *Liisa Ilveskorpi*. Vaikka silta onkin massiivinen, sen pituus ja kaartuva muoto keventävät yleisvaikutelmaa. Pitkää vaakalinjaa on vielä korostettu kaukalon reunassa olevilla vaakaurituksilla. Sillan betonipilarit ja poikkipalkit on maalattu tumman harmaiksi. Pilareiden alaosaan tehdyt kaksi vaakauraa helpottavat jatkossa mahdollisten töhryjen päällemaalausta.

### SUUNNITTELIJAT MUKAAN TYÖMAAKOKOUKSIIN?

Oikorata toi Pulliaisen mukaan suomalaiseen siltarakentamiseen uutena piirteenä talopuolella jo tavallisen tilaajan ja suunnittelijan välissä toimivan rakennuttajakonsultin. ”Itse koin järjestelyssä puutteena sen, että suunnittelijaa ei kutsuttu yhteenkään työmaakokoukseen, vaikka kyseessä oli

4 Kytömaan silta on 12-aukkoinen.

5 Kaikki välituet muodostuvat yhdestä litteästä pilarista, jonka päässä on kaksi laakera. Toinen laakereista liikkuu sillan suuntaan, toinen on monisuuntainen.

6 Kaukalosilta on saanut nimensä suoraan rakenteen muodosta.

5



näin vaativa kohde. Myöskään suunnitelmien tarkastaja ei ollut työmaakokouksissa mukana, vaan kaikki tieto kulki rakennuttajakonsultin kautta. Työmaalle kutsuttiin vain silloin, jos ongelmia oli jo syntynyt. Tavoitteena lienee ollut säästäminen konsulttien tuntiveloituksissa. Itse kyllä epäilen tällä järjestelyllä syntyviä säästöjä, päinvastoin”, Pulliainen kritisoi.

JP-Transplan Oy

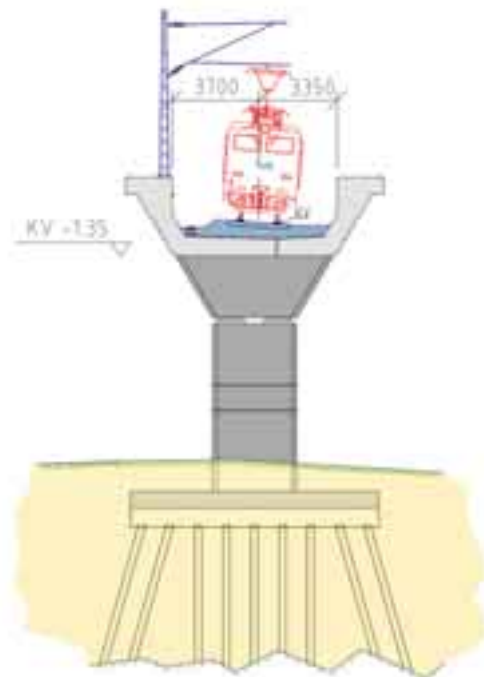
### **BRIDGE ON DIRECT LINE 82 THE LONGEST RAILWAY BRIDGE IN FINLAND BUILT IN KYTÖMAA**

The direct line from Kerava to Lahti will be completed by autumn 2006. The new line will shorten the rail travel time between Helsinki and Lahti to a minimum of 44 minutes. There are 82 bridges on the new line. At 557 metres, the bridge built in Kytömaa in the summer of 2005 is the longest railway bridge in Finland.

The total length of the direct line is 74 kilometres, with new track accounting for 63 kilometres. The new line is electrified and mainly a double track line. The elimination of level crossings is an important safety feature. The environmental impact of the new line has been minimised by lining out most (80%) of the line in the same terrain corridor with the Helsinki-Lahti motorway.

The bridge designers decided on a pre-stressed trough bridge with walls that also serve as noise abatement walls. The total height of the superstructure is 3.3 m and the structural height below the track height line is only 1.35 m. In the trough bridge solution the height line of the direct line is only 8.5 m above the main line.

As the maximum span of Kytömaa that crosses over



6

the main line is 58 m, it is also the longest span width of a concrete railway bridge in Finland.

The south end of Kytömaa bridge is joined rigidly with the end abutment while movable bearings are used on other abutments. All the movements of the bridge act on the north end, which is equipped with a rail expansion joint. The train passes over the joint smoothly thanks to the

overlap built on the rails.

Kytömaa bridge has 12 openings; in addition to the two end abutments, it features 11 intermediate piers. The longest span that crosses over the tracks of the main line is 58 m, the side spans are 40 m long and other spans 45 m. The effective width of the bridge is 7.05 m and it has three concrete casting blocks.