

Lasse Mustonen

# Hämeentien sillan peruskorjaus

Raportti ja analyysi

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Insinöörityö  
29.3.2012

Tekijä Otsikko	Lasse Mustonen Hämeentien sillan peruskorjaus
Sivumäärä Aika	42 sivua + 1 liite 29.3.2012
Tutkinto	Insinööritutkinto
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Toimistopäällikkö Erkki Nurmi Lehtori Jari-Pekka Mustonen
<p>Helsingissä sijaitsevan Hämeentien sillan kesällä 2011 toteutettu peruskorjaus oli HKR-Rakennuttajalle vaativa infrarakennushanke, joka jouduttiin kohteen sijainnin sekä erityispiirteiden johdosta toteuttamaan erittäin kireällä aikataululla ja ruuhkaliikenteen keskellä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä koostettiin Hämeentien sillan peruskorjauksesta raporttimuotoinen tietopaketti. Hankkeen asiakirjojen ja toteutumatietojen, sekä muiden dokumenttien pohjalta tapahtuvan tiedon keräyksen, käsittelyn ja tiivistyksen lisäksi työhön sisältyi HKR-Rakennuttajan asiantuntijoita haastatteleminen kerättyä tietoa sekä vertailua aiempiin vastaaviin siltojen peruskorjausprojekteihin.</p> <p>Helsingin kaupungilla on tarve käynnistää määrärahojen puitteissa 2-3 suurempaa infra-hanketta vuosittain ja HKR-Rakennuttajalla on jatkuva tarve tehostaa sopimuskäytäntöjä ja etsiä keinoja varmistaa liikenteeseen vaikuttavien hankkeiden pysyminen suunnitelluissa puitteissa.</p> <p>Opinnäytetyön lopputuloksena on Hämeentien sillan peruskorjausta esimerkkitapauksena käytävä lyhyt raportti, jossa pyrittiin tuomaan esiin yleisiä vaativaa liikenteenohjausta sisältävien infrahankkeiden hallinnan osatekijöitä.</p>	
Avainsanat	Sillankorjaus, Hämeentien silta, vaativa työmaan liikenteenohjaus

Author Title	Lasse Mustonen The complete renovation of bridge of Hämeentie
Number of Pages Date	42 pages + 1 appendice 29.3.2012
Degree	Bachelor of engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructure
Instructor	Office manager Erkki Nurmi Lecturer Jari-Pekka Mustonen
<p>The complete renovation on bridge of Hämeentie in Helsinki during the summer 2011 was demanding infrastructure project to the Public Works Department of Helsinki, which was forced to execute on tight schedule and on rush hour traffic because of it´s location and other specifics.</p> <p>The aim on this thesis was to compose a report formed package of information about The complete renovation of bridge of Hämeentie. As well as data collection, processing and compression based on the project documents, projects outcome data and other documents, this thesis includes material which have been collected by interview from specialists in-house of the Public Works Department and also some compare to earlier similar projects.</p> <p>The City of Helsinki has a need to start 2-3 larger infrastructure projects within their annual allowance and the Public Works Department of Helsinki has a continual demand to develop and optimize their contract policy as well as to find ways to ensure that the contracts that effects on traffic stays in schedule.</p> <p>The result on this thesis is short report using the complete renovation of bridge of Hämeentie as an example, thesis also contains usual elements of management about infrastructure projects including demanding traffic control</p>	
Keywords	Bridge renovation, bridge of Hämeentie, demanding traffic control on construction site

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön taustat	1
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet	2
2	Hämeentien sillan peruskorjauksen yleisesittely	2
2.1	Hämeentien sillan sijainti ja erityispiirteet	3
2.2	Hämeentien sillan peruskorjauksen työvaiheet ja aikataulu	6
3	Aiempien vastaavanlaisten projektien huomioita	7
3.1	Toimivat ratkaisut	7
3.1.1	Sopimusteknisesti toimivat ratkaisut	8
3.1.2	Rakennustöihin liittyvät toimivat ratkaisut	9
3.1.3	Liikenteenohjauksen toimivat ratkaisut	9
3.2	Toimimattomat ratkaisut	10
3.2.1	Sopimusteknisesti toimimattomat ratkaisut	10
3.2.2	Rakennustöihin liittyvät toimimattomat ratkaisut	11
3.2.3	Liikenteenohjauksen toimimattomat ratkaisut	12
3.3	Analyysi aiempien vastaavanlaisten projektien huomioista	13
4	Hämeentien sillan peruskorjauksen suunnittelu	13
4.1	Hämeentien sillan kuntokartoitukset	13
4.2	Suunnittelun lähtökohtia	14
4.3	Suunnitelmat toteutukseen	15
4.4	Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen suunnittelusta	16
5	Hämeentien sillan peruskorjauksen sopimustekniikka	16
5.1	Sopimustekniikan suunnittelua	17

5.1.1	Toteutus ja yhteistoiminta	17
5.2	Toteutunut sopimustekniikka	18
5.2.1	Urakoitsijan pätevyysvaatimukset	20
5.2.2	Työnantajavelvoitteet ja rekisteri-ilmoitukset	22
5.2.3	Ympäristönsuojelu, kestävä kehitys ja ilmastonmuutoksen ehkäisy	26
5.2.4	Urakan kannustimet ja sanktiot	27
5.3	Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen sopimustekniikasta	29
6	Hämeentien sillan peruskorjauksen rakennustyöt	30
6.1	Suunnitelmanmukaiset rakennustyöt	30
6.1.1	Varsinaiset rakennustyöt	31
6.1.2	Rakennustöiden aikainen liikenteenohjaus	34
6.2	Toteutuneet rakennustyöt	36
6.2.1	Muutostyöt	36
6.2.2	Lisätyöt	37
6.2.3	Liikenteenohjauksen toimivuus	39
6.3	Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen rakennustöistä	39
7	Johtopäätökset	40
7.1	Suuntaviittoa tulevaan	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Tutkimusraportti 6.9.2010 Hämeentien silta Vallilassa	

## 1 Johdanto

Helsingissä, Vallilan kaupunginosassa sijaitsevan Hämeentien sillan elokuussa 2011 (joitakin työvaiheita valmistuu vielä kesällä 2012) valmistunut peruskorjaus oli HKR-Rakennuttajalle merkittävä ja vaativa infrarakennushanke, joka jouduttiin kohteen keskeisen sijainnin sekä muiden erityispiirteiden johdosta toteuttamaan erittäin kireällä aikataululla ja ruuhkaliikenteen keskellä.

Vuonna 1964 valmistuneeseen Hämeentien siltaan oli vuonna 2009-2010 tehtyjen erikoistarkastuksien perusteella todettu rakenteiden kunnon ja eri vaurioiden vakavuuden perusteella peruskorjaus- ja muutostöiden tarve, joiden perusteella käynnistetyn peruskorjaushankeen suunnittelu aloitettiin keväällä 2010 sekä varsinaiset rakennustyöt huhtikuussa 2011.

Hämeentien sillan peruskorjauksen vaativuuden aiheutti osittain kohteen sijainti yhtenä kaupungin keskeisistä sisääntuloväylistä, kuten myös sillalla kulkeva raitiovaunuliikenne, joiden vuoksi pitkiä liikennekatkoja ei käytännössä voinut sallia.

Itse hankkeen pääasialliset rakennustyöt toteutettiin 20.4.2011-16.11.2011 välisenä aikana kokonaisurakkana, jossa kokeiltiin onnistuneesti kannustimena HKR-Rakennuttajan puolelta urakoitsijalle maksettavaa bonusta.

### 1.1 Opinnäytetyön taustat

Vuosittain Helsingin kaupungilla on tarve käynnistää/ toteuttaa määrärahojen puitteissa 2-3 suurempaa infrahanketta joko uusina alkavina hankkeina, tai kaupunki-infrastruktuurin ikääntyessä sekä muutostyö- ja peruskorjaustarpeiden ilmetessä peruskorjaushankkeina.

Liikennekatkot ja hankkeiden kestot on kuitenkin aina pyrittävä pitämään minimissään johtuen suurista ja alati kasvavista liikennemääristä sekä haitoista, joita projektit väijäämättä kaupunkiliikenteen sujuvuudelle aiheuttavat.

Helsingin seitsemän sisääntuloväylää, eli Länsiväylä, Turunväylä, Vihdintie, Hämeenlinnanväylä, Tuusulanväylä, Lahdenväylä sekä Itäväylä ovat rakennus- ja peruskorjaushankkeissa liikenteenohjauksen suhteen erittäin kriittisiä liikennemäärien ollessa suuria, minkä seurauksena lyhyetkin liikennekatkokset ruuhka-aikoina saavat aikaan kohtuutonta liikenteen sumautumista.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Helsingin kaupungilla ja HKR-Rakennuttajalla on jatkuva tarve tehostaa sopimuskäytäntöjä sekä hankkeiden kontrollia. Kuten esimerkkinä käytetyn Hämeentien sillan peruskorjauksen kaltaisissa tapauksissa, pyritään jatkuvasti etsimään keinoja varmistaa Helsingin sisääntuloväylien liikenteeseen vaikuttavien uudisrakennus- ja peruskorjaushankkeiden urakka-aikojen pysyminen mahdollisimman lyhyinä ja rakennustöiden eteneminen suunnitelluissa puitteissa.

Hämeentien sillan peruskorjauksen eteneminen ja vaiheet haluttiin nyt koota selkeäksi raportiksi analyysineen käytettäväksi esimerkinomaisena kokonaisuutena tulevilla vastaavanlaisissa hankkeissa.

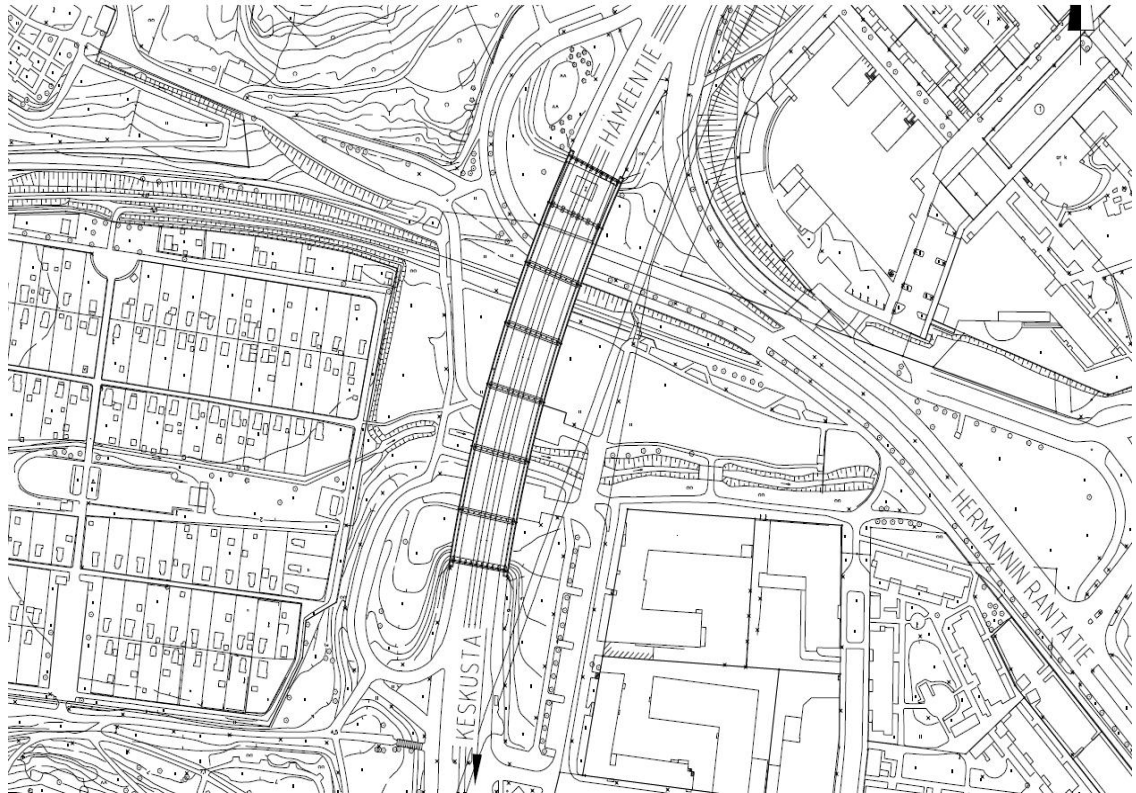
Tähän opinnäytetyöhön haluttiin sisällyttää lyhyt läpileikkaus Hämeentien sillan peruskorjaukseen, sekä analysointia sen eri osa-alueilta; suunnittelu, sopimustekniikka ja rakentaminen. Näiden näkökulmien lisäksi vertailua haluttiin tehdä myös aiempien vastaavien sillankorjaushankkeiden hyväksi ja huonoiksi havaittuihin suunnittelu- ja toteutusvaiheen käytäntöihin.

## 2 Hämeentien sillan peruskorjauksen yleisesittely

Tämä opinnäytetyö käyttää Hämeentien sillan peruskorjausta onnistuneena esimerkitapauksena vaativasta ja suuresta infrahankkeesta, johon kuului myös erittäin vaativaa liikenteenohjausta. Hankkeen voi katsoa toteutetun onnistuneesti niin rakennusteknisesti, aikataulullisesti kuin liikenteenohjauksenkin kannalta.

## 2.1 Hämeentien sillan sijainti ja erityispiirteet

Helsingissä, Vallilan siirtolapuutarhan kohdalla oleva, Hämeentien ja Hermannin rantatien risteykseen sijoittuva (kuvio 1.) Hämeentien silta (U-1356) on vuonna 1964 valmistunut teräsbetoninen jatkuva kotelopalkkisilta ja se ylittää Kumpulankadun, Jyräntien, Satamaradan ja Hermannin rantatien rampin.



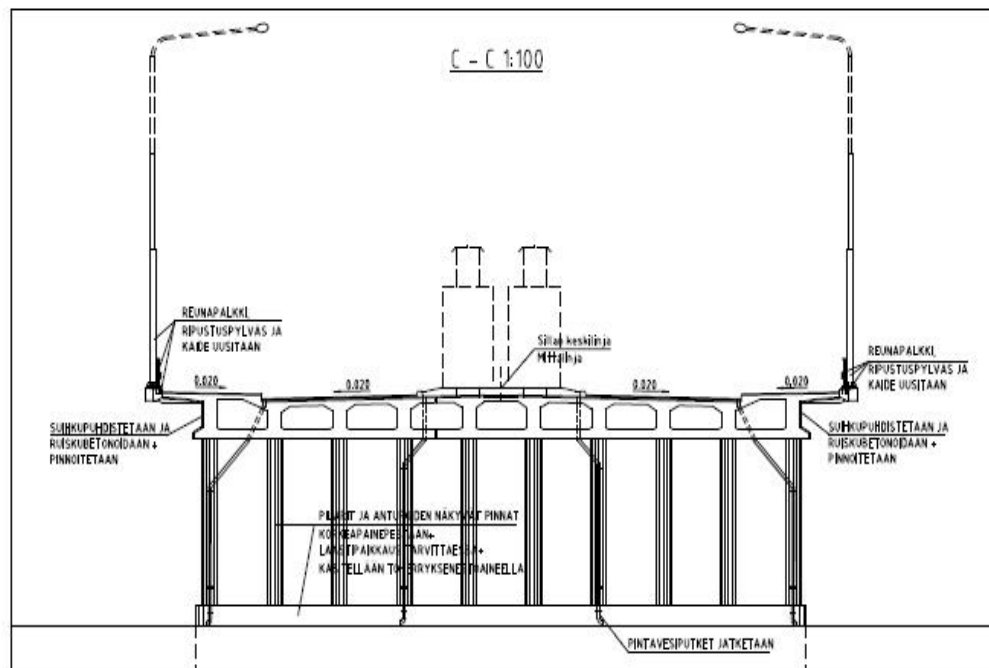
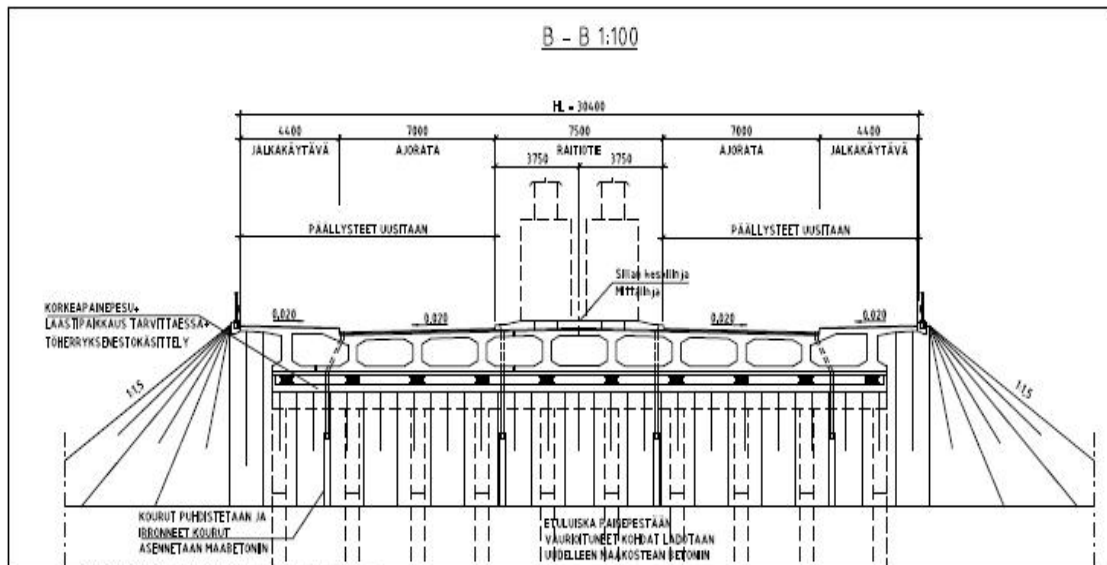
Kuvio 1. Hämeentien sillan sijainti kartalla

Hämeentien sillan suunnittelukuormitus on A1, sen kokonaispituus on n. 204 m, josta kannen pituus on 198.6 m (kuvio 2.). Jännemitta sillalla on  $24.0\text{ m} + 5 \times 30.0\text{ m} + 24.0\text{ m} = 198.0\text{ m}$  ja vapaa aukko 29.3 m.

Kokonaisleveys sillalla on 31.1 m josta hyödyllinen leveys on  $4.45\text{ m} + 7.00\text{ m} + 7.50\text{ m} + 7.00\text{ m} + 4.45\text{ m} = 30.4\text{ m}$  (kuvio 4.). Sillan kannen pinta-ala on n.  $6020\text{ m}^2$  ja sillan vinous on 0 goonia.







Kuvio 4. Hämeentien sillan poikkileikkaukset B-B ja C-C

Hämeentien silta on yksi Helsingin seitsemästä sisäntuloväylästä sijaiten Valtatie 4:n alussa, joten liikennemäärät ajankohdista riippuen etenkin ruuhka-aikoina voivat olla suuria.

Hankkeessa käytetty laskennallinen vuorokausiliikennemäärä Hämeentien sillalla vuonna 2009 tehdyn tutkimuksen mukaan oli raitiovaunut mukaan luettuina keskimäärin 29500 ajoneuvoa ja liikennemäärien odotetaan kasvavan tulevaisuudessa.

## 2.2 Hämeentien sillan peruskorjauksen työvaiheet ja aikataulu

Hämeentien sillalle todettiin vuonna 2009-2010 tehdyissä erikoistarkastuksissa rakenteen kunnon ja eri vaurioiden perusteella peruskorjaus- ja muutostöiden tarve.

Peruskorjaushanke käynnistettiin jo 1990 luvun lopulla, mutta määrärahojen puuttuessa hankkeen toteutus viivästy. Nyt toteutetun peruskorjaushankkeen suunnittelu aloitettiin lopulta keväällä 2010 ja hankkeen varsinaiset rakennustyöt käynnistyivät keväällä 2011.

Rakennusurakka käsitti Hämeentien sillan peruskorjauksen rakentamis- ja muut työt urakka-asiakirjojen osoittamassa laajuudessa.

Pääpiirteittäin Hämeentien sillan peruskorjaus sisälsi sillan maatukien siipimuurien pintojen vesipiikkauksen, ruiskubetonoinnin ja pinnoituksen, reunapalkkien uusimisen koko sillan pituudelta sekä kansilaatan yläpinnan vesipiikkauksen ja jyrsinnän huonokuntoisen betonin poistamiseksi, kuten myös kansilaatan pinnan muotoiluvalun.

Pintarakenteet uusittiin kevyen liikenteen väylien sekä ajoratojen kohdalta samoin kaiheet uusittiin koko sillan pituudelta. Ajoratojen ja kevyen liikenteen väylien päällysteet uusittiin 10 m sillan ohi. Sillan liikuntasaumalaitteet uusittiin ja sillalle tehtiin uusi vedenpoistojärjestelmä.

Sillan näkyville osille suoritettiin korkeapainepesu sekä sillan betonivauriokohdat korjattiin laastipaikkaamalla ne tarpeellisilta osin. Myös etuluiskien verhoukset puhdistettiin ja korjattiin.

Sillan ylittävä liikenne oli otettava huomioon korjaustöiden aikana ja liikenteelle tuli olla ajoneuvokaistat molempiin suuntiin käytössä koko urakan ajan, myöskään raitiovaunujen kulkua ei saanut pysäyttää koko urakan aikana.

Peruskorjaustyöt sulki ajokaistoja ja rajoittivat liikennettä merkittävästi sillalla 27.6.–29.7. Hanke toteutettiin kesälomakuukausina, jolloin ruuhkaliikenteelle aiheutunutta haittaa voitiin pitää vähäisimpänä.

Hämeentien sillan korjaamisessa käytettiin nopeutettua sillankorjaustapaa, jonka hankalin vaihe kesti vain n. viisi viikkoa. Menetelmää voi pitää onnistuneena ja vähän liikennettä haittaavana verrattuna perinteisesti käytettyyn menettelyyn, joka olisi kestänyt kaksi kesää.

Ajokaistat vapautuivat suunnitellusti "etuajassa" (kts. 5.2.1) ja urakoitsijalle maksettiin urakassa kannustimena käytetty kaistanvapautumispalkkio.

Lopullisesti hanke valmistuu kesällä 2012 betonipintojen impregnointityön valmistuttua.

### 3 Aiempien vastaavanlaisten projektien huomioita

Kontrastiksi Hämeentien sillan peruskorjaushankkeelle, sekä tavanomaisten vaativaa liikenteenohjausta sisältävissä rakennusprojekteissa ilmenevien haasteiden hahmottamiseksi, käydään seuraavassa lyhyesti läpi aiempien vastaavanlaisten suurten siltojen peruskorjausten sekä muiden infrahankkeiden toimiviksi ja toimimattomiksi havaittuja käytäntöjä.

Nämä tiedot perustuvat pääosin HKR-Rakennuttajan asiantuntijoiden kokemuksiin siltöjen peruskorjausprojekteista, sekä muista mittavista ja kestoaltaan kriittisistä infrarakennusprojekteista.

#### 3.1 Toimivat ratkaisut

Kaikkia toimivia ratkaisuja ja niiden määrittelyjä ei ole mahdollista sisällyttää sopimusteksteihin ja muihin suunnitelmiin, vaan ne ovat monilta osin työn edetessä ilmeneviä

ja niiden toteuttamisesta huolehtiminen jää rakennuttajan projektiryhmän sekä urakoitsijan ammattitaidon varaan.

### 3.1.1 Sopimusteknisesti toimivat ratkaisut

Työmaasta ja työvaiheiden ajoituksesta tulee urakoitsijalta vaatia tarkka työmaa-aikataulu ja sen toteutumaa valvotaan jatkuvasti vähintään työmaakokouksissa.

Tieturva I-II ja työturvakortti, sekä muut tarvittavat pätevöittävät kortit on vaadittava jo sopimuksissa työmaalla työskenteleviltä henkilöiltä.

Hyvät ja tarkat työmaan aluesuunnitelmat vaaditaan urakoitsijalta sekä niitä päivitetään aina tarvittaessa työvaiheiden mukaan työmaan edetessä.

Tekniset ratkaisut tulisi määrätä jo sopimuksissa esim. sääsuojat tms. Tämänkaltaisissa asioissa urakoitsija koettaa usein "säästää" ja se monesti tuottaa odottamattomia ongelmia, jotka hidastuttavat työmaan edistymistä.

Suunnittelija ja urakoitsija eivät "sovi ja suunnittele" keskenään, vaan kaikki tapahtuu rakennuttajan kautta. Näin varmistetaan tiedonkulkua kaikille tarpeellisille tahoille ja vältetään tilanteet, joissa urakoitsija ja suunnittelija sopivat jotain, mistä tieto ei kantaudukaan rakennuttajalle.

Yksi käytetty ja toimiva tapa projektinhallinnassa HKR-Rakennuttajalle on sopimusteksteihin sisällytetyt oikein suunnitellut ja määritellyt kannustimet, bonukset sekä sanktiot. Pelkästään viivästyisestä johtuvaa sanktiointia tehokkaampi keino urakan määräaikaisten valmistumisen varmistamisessa on saattaa urakan ennenaikainen valmistuminen taloudellisesti kannattavammaksi urakoitsijalle.

Urakkaohjelmaan olisi hyvä asettaa kielto työmaa-alueella tapahtuvalle läjitykselle sen hankaloittaessa useimmiten työmaatoimintaa merkittävästi.

### 3.1.2 Rakennustöihin liittyvät toimivat ratkaisut

Infratyömaiden kriittiset työvaiheet olisi mahdollisuuksien rajoissa hyvä ajoittaa kesälomakauteen liikennemääriä silmälläpitäen.

Työn ajoitus sekä ajankohta ovat muutenkin ratkaisevia. Työmaan aloitus ja ajoitus tulee mahdollisuuksien rajoissa järjestää niin, että talvikatkoja ei tule.

Työmaan yleinen siisteys sekä järjestys, kunnolliset aitaukset ja työturvallisuudesta huolehtiminen sekä sen seuranta esim. TR- tai MVR-mittauksin parantavat työmaan toimivuutta. Purkutavaran ja jätteen lajittelu olisi hyvä työmaalla suorittaa saman tien. Työmaatoiminnan ohjaukseen tulisi kiinnittää huomiota kaikilla tahoilla.

IT- betoneilla ja nopeasti kovettuvilla betoneilla voidaan nopeuttaa betonitöiden aikatauluja. Varsinkin suuremmilla työmailla, joihin kuuluu paljon betonitöitä, saavutetaan näin menetellen ajallista etua.

Useimmiten työmaiden toimivuudessa korostuu kuitenkin urakoitsijan työnjohdon ja vastaavan mestarin ammattitaito sekä ns. "asenne ja yhteistyökyky".

### 3.1.3 Liikenteenohjauksen toimivat ratkaisut

Kevyt liikenne on mieluiten ohjattava muualle, mikäli työmaan ympäristö sen suinkin sallii. Samoin esteettömyyden huomiointi työmaan vaikutusalueella tulee ottaa huomioon kevyen liikenteen ohjauksessa suunnitellessa ja toteuttaessa.

Liikenteenohjauksessa on havaittu hyväksi käytännöksi toimittaa urakoitsijalle valmiit ohjeelliset suunnitelmat joiden toteutukseen voi urakoitsija halutessaan esittää muutoksia hyväksyttäväksi HKR-Rakennuttajalla.

Liikenteenohjauksen suunnittelussa urakoitsijan olisi hyvä käydä riittävässä määrin ohjauspalavereita toteutuksesta katupalvelun/ liikennesuunnitelmien hyväksyjän kanssa.

Tiedottamisen merkitys työmaasta ja sen vaikutuksista liikenteeseen on käyttäjäystävällisyyden ja liikenteelle aiheutuvien haittojen minimoinnin näkökulmasta huomattava. Missä, miten ja kuka tiedottaa, työmaa-alueen riittävä näkyvyys sekä oikein toteutettu kyltitys jne, ovat seikkoja, joihin tulee paneutua ja jotka tulee ottaa suunnittelussa hyvin huomioon. Hyvänä esimerkkinä edellä mainitusta ovat työmaan vaikutusalueella sijainneet kartalliset "missä olet"-taulut Hämeentien sillan peruskorjauksen yhteydessä, jotka helpottivat kevyttä liikennettä hahmottamaan muuttuneet liikennejärjestelyt ja olivat urakoitsijan puolelta tullutta ns. "ekstraa".

Työmaan liikennejärjestelyjen (kaistanmuutokset, aitaukset, suojavallit) toteuttaminen kannattaa hoitaa mieluiten yöllä liikenteen vähyyden vuoksi. Päiväaikaan kaistanvaihdot joutuu toteuttamaan hankalammissa paikoissa erittäin nopealla aikataululla ja silloinkin liikenteestä riippuen haitat voivat olla huomattavia.

HKL:n vaatimat kurssit työmaille, joissa kulkee raitiovaunuliikennettä, samoin metrotöihin liittyvät perehdyttämiset parantavat turvallisuutta, sekä ratakatkojen huolellinen suunnittelu ja niiden noudattaminen vähentävät haittoja liikenteelle.

### 3.2 Toimimattomat ratkaisut

Ratkaisut, jotka toimivat joissain projekteissa, eivät tee sitä välttämättä kaikissa. Seuraavassa on joitakin yleisesti HKR-Rakennuttajan puolelta havaittuja ongelmakohtia projektien "koossa pysymisen" kannalta.

#### 3.2.1 Sopimusteknisesti toimimattomat ratkaisut

Bonus- ja kannustinkäytäntöjä tulisi tarkentaa. Lisä- ja muutostyöt aiheuttavat tällä hetkellä ns. "sallittua viivästymistä" jos niiden sovitaan lisäävän urakka-aikaa. Tällöin päivämääriin sidotut kannustimet voidaan joutua katsomaan aiheellisiksi maksaa urakoitsijalle, vaikka sovitut aikataulut niiden osalta ylittyvät.

Suunnitelmien vajaa valmius puutteellisista esitutkimuksista johtuen johtaa kasvaneisiin lisä- ja muutostyömääriin. Esimerkiksi siltojen kuntokartoituksissa ei tulisi luottaa van-

hoihin piirustuksiin, vaan kuntokartoituksen yhteydessä tulisi tehdä kattavat tarkemittaukset. Prosessi etenee muuten suunnittelijan kautta tarjouslaskentakuviksi helposti vajailla tai virheellisillä tiedoilla.

Tämänhetkinen sopimustekniikka mahdollistaa urakoitsijan puolelta ns. "vedätyksen" lisä- ja muutostyötarjouksissa. Suunnitelmapuutteista johtuvat muutostyötarjoukset ja muut lisätyötarjoukset toimitetaan HKR-Rakennuttajalle hyväksyttäviksi nopealla muuttaman päivän voimassaololla ja tarjoukset ovat yleensä korkeahkosti hinnoiteltuja.

### 3.2.2 Rakennustöihin liittyvät toimimattomat ratkaisut

Työmaan järjestämisen jättäminen kokonaan urakoitsijalle saa toisinaan aikaan tilanteen jossa työmaa "leviää käsiin" kun mennään siitä, mistä aita on matalin. Usein tällainen saa myös aikaan sen, että epäsiistiltä ja epäjärjestyksessä olevalta työmaalta leviää tarpeettomasti roskaa ympäristöön sekä tavaraa häviää ja menee pilalle.

Vajaat pilaantuneiden maiden selvitykset poikivat helposti pitkiäkin viivytyksiä työmaalle, jos työn edetessä ilmenee odottamatonta pilaantuneisuutta. Tällöin usein myös työmaan kustannukset kääntyvät reippaaseen nousuun lisätutkimuksista ja kunnostuksista johtuen.

Pohjavesiputkiston asentamisen tai sen tarkkailun laiminlyönti vaikeuttaa reagoimista, jos työmaa aiheuttaakin muutoksia lähialueen pohjaveden pintaan ja virtauksiin.

Maa-ainesten läjitys ja rakennustarpeiden sekä materiaalien tarpeeton varastointi työmaalla vie tilaa ja hidastaa useimmiten työn etenemistä. Rakennusmateriaalit tulisi toimittaa työmaalle niin, että tarpeetonta pidempiaikaista varastointia voidaan välttää ja samoin purkujätteet ja hukkamateriaalit tulisi saada työmaalta mahdollisimman pian pois.

Louhintamenetelmät ja syvätiivistys huolimattomasti toteutettuina saattavat vaurioittaa ympäristön rakenteita. Aloitus- ja loppukatselmuksukset ovat laajoja sekä aikaa vieviä ja usein on kustannuskysymyksissä kiistanalaista, ovatko mahdolliset vauriot em. työvai-



heista johtuvia. Menetelmiä täytyy suunnitella tarkoin, esim. joskus hieman hitaampi ja kalliimpi menetelmä voi säästää jälkipyykkiä.

Työmaan ennakointi ja varautuminen on useimmiten ns. "jälkijunassa" työnjohdon kokemattomuuden johdosta tai sitä ei kiireen takia ehditä tai muuten viitsitä tehdä. Kun työvaiheisiin ei varauduta etukäteen riittävästi suunnittelemalla ja ennakoimalla niitä, niin vastaantuleviin ongelmiin joudutaan reagoimaan yleensä töiden viivästyttämisellä.

### 3.2.3 Liikenteenohjauksen toimimattomat ratkaisut

Joukkoliikennejärjestelyjen toimivuus työmaiden vaikutusalueella on ollut yleensä heikosti toteutettu ja suunniteltu. Joukkoliikennettä tulisi paremmin tarkastella omana toiminnallisena kokonaisuutenaan liikennejärjestelyjen suunnitteluvaiheessa, esim. väliaikaisia bussipysäkkejä ei tulisi sijoittaa tilapäisen liikenteenohjauksen alueelle.

Kuten jo kohdassa 3.1.3 on todettu, ei liikenteenohjaussuunnittelua tulisi antaa pelkästään urakoitsijan suunniteltavaksi ja hoidettavaksi, koska on riskinä, että ne toteutetaan vähimmäisvaatimustensa mukaan, eivätkä ne ole riittävän toimivat. Rakennuttajalta toimitetaan ohjeelliset suunnitelmat, joihin urakoitsija saa halutessaan esittää muutoksia hyväksyttäväksi.

Työmaaliikenne (saapuva ja lähtevä tavara, työkoneet ja niiden siirrot) normaaliliikenteen joukossa ja varsinkin työmaan sisäänajo sijoitettuna usein ahtaisiin liikennejärjestelyihin tuo ongelmia. Työmaaliikenne (sekä raskas että kevyt) tulee erottaa mahdollisuuksien rajoissa normaaliliikenteestä omille kulkuväylilleen ja ainakin työmaan sisäänkäynti tulee sijoittaa niin, ettei se aiheuta turvallisuusriskiä tai muita haittoja liikenteelle.

Liikenteenohjausta ei saa tehdä lippusiimoja tai huomiokartioita käyttämällä vaan työalue ja kevyt liikenne erotetaan kulkuneuvoista aina betoniporsailta tms. raskailla liikenteenjakajilla.

Ulkopuolinen liikenteenohjauksen suunnittelu ei kokemusten mukaan useimmiten ole saanut aikaan toimivaa lopputulosta.

### 3.3 Analyysi aiempien vastaavanlaisten projektien huomioista

Pääpiirteittäin aiempien vastaavien projektien havainnot toimivista ja toimimattomista käytännöistä niin sopimustekniikan, rakennustöiden kuin liikenteenohjauksenkin osalta liikkuvat melko lailla samoilla alueilla, tarkkojen esitutkimusten, kartoitusten sekä suunnitelmien tärkeydessä ja sopimustekstien tarkentamisessa, sekä niiden noudattamisesta huolehtimisessa.

Liikenteenohjauksen havainnot kertovat huolellisen, ohjatun suunnittelun sekä suunnitelmallisen toteutuksen tärkeyttä toimivuuden aikaansaamiseksi. Sopimustekstien tarkkuudella ja niiden noudattamisella on myös merkittävä painoarvo toteutuksen kannalta.

On myös rivien välistä havaittavissa jo aikansa tekeillä ollut murros suomalaisessa rakennusperinteessä, jolloin "itsestään selvät" hyvän rakentamistavan mukaiset toimenpiteet saattavat jäädä toteutukseltaan vajaiksi ja ne joudutaan yhä tarkemmin erittelemään sopimusteksteihin ja valvonnan kautta varmistamaan, ettei työvaiheissa ja niihin liittyvissä järjestystoimissa mennä "aidan matalimmasta" kohdasta.

## 4 Hämeentien sillan peruskorjauksen suunnittelu

Hämeentien sillan sijainti yhtenä Helsingin sisääntuloväylistä, sekä sillalla kulkevat liikennemäärät ja raitiovaunuliikenne asettivat omat reunaehdonsa suunnittelutyölle. Hankeen suunnittelussa pyrittiin siihen, että peruskorjauksen rakennustyöt pystytään toteuttamaan nopeutetulla rakennusmenettelyllä yhden kesän aikana, jolloin haitat liikenteelle saadaan minimoitua.

### 4.1 Hämeentien sillan kuntokartoitukset

Hämeentien sillalle tehtiin erikoistarkastus 18-19.8.2009 sekä tämän perusteella lisätutkimuksia 5-6.11.2009 ja 10.6.2010. Rakenteiden kantavuusselvitystä ei tarkastuksiin liitetty, sillan kantavuus oli todettu aiemmin riittäväksi laskelmiin perustuen.

18-19.8.2009 tehdyssä erikoistarkastuksessa havaittiin voimakas pakkasvaurio Hämeentien sillan kansilaatassa, mutta sen laajuutta oikeiden korjaustöiden varmistamiseksi ei pystytty ilman lisätarkastuksia yksiselitteisesti määrittämään. 5-6.11.2009 ja 10.6.2010 suoritetuissa lisätutkimuksissa keskityttiin pakkasvaurioiden ja rapautumisen laajuuden selvittämiseen kansilaatan betonissa.

11.2009 kansilaatan yläpinnasta porattiin 17 näyteliäriötä ohuthietutkimukseen ja 10 näyteliäriötä vetolujuuskokeita varten. Lisätutkimuksia jatkettiin 10.6.2010 kansilaatan yläpinnan pintarakenteiden avauksilla ja yläpinnan näyteporauksilla, vetokokeilla sekä kansilaatan yläpinnan vesipiikkauksella. Tällöin kannen pintarakenteet avattiin neljästä kohdasta betonin koepiikkausta varten. Kolmesta avatusta kohdasta tehtiin myös veto- ja näyteporaukset.

Kaikkien Hämeentien sillalle tehtyjen tutkimusten määrä ja menetelmät olivat moninkertaiset Tiehallinnon Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukseen nähden, koska näin haluttiin eliminoida yllätyksiä rakennusvaiheen erittäin tiukan aikataulun takia.

Tutkimuksissa havaittiin mm. raudoitusten suojabetonipeitteiden riittämättömyys, paikoin pitkälle edennyttä karbonatisoitumista verrattuna saman aikakauden siltoihin, sivuseinissä taivutus- ja leikkaushalkeamia sekä monin paikoin suuria betonin kloridipitoisuuksia. Ohuthiekokeissa kävi myös ilmi, että sillan betoni on suojahuokostamatonta ja melkein joka näytteestä paljastui jonkinasteisia pakkasvaurioita.

#### 4.2 Suunnittelun lähtökohtia

Yhtenä lähtökohtana suunnittelutyölle olivat Hämeentien sillalle suoritettavien kuntokartoitustoimenpiteiden määrän lisääminen ja kuntokartoitusten ohjaus suunnitelman pohjalta. Tarkoituksena oli tehdä mahdollisimman kattavat kartoitukset yllätyksenä tulevien lisä- ja muutostöiden välttämiseksi korjaushankkeen erittäin kireän aikataulun vuoksi ja tarkastusmääriä nostettiin moninkertaisiksi Tiehallinnon Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukseen nähden.

Toinen lähtökohta oli Hämeentien sillan peruskorjauksen suorittaminen nopeutettua sillankorjaustapaa käyttäen. Nopeutettu sillankorjaustapa oli ollut aiemmin kokeilussa

HKR-Rakennuttajalla (Professorintien sillankorjaus) ja menetelmä katsottiin toimivaksi lähteä toteuttamaan sillä myös Hämeentien sillan peruskorjausta.

Nopeutetun sillankorjaustavan pääidea on nopeuttaa työvaiheita IT- ja nopeasti kovettuvia betoneita käyttäen, samoin kuin muissakin työvaiheissa pyritään tarkkaan aikataulutukseen ja tehokkaisiin menetelmiin. Esimerkkinä sillan kannen vesipiikkaus, joka on menetelmänä jyrkintää hieman hitaampi mutta laadullisesti parempi tuottaen ns. "heti valmista pintaa".

Nopeutettu sillankorjaustapa on aikataulullisesti herkkä odottamattomille lisä- ja muutostöille ja tämän vuoksi valvonnan tulee olla tehokasta ja suunnittelijoiden on osallistuttava työmaan valvontaan.

Myös yhteistyö HKL:n ja HSL:n kanssa avainsidosryhminä Hämeentien sillan sijainnin ja liikenteelliset erityispiirteet huomioiden koettiin ensiarvoisen tärkeäksi.

#### 4.3 Suunnitelmat toteutukseen

Rakennustöiden aiheuttamat häiriöt liikenteelle oli pidettävä mahdollisimman lyhytaikaisina ja sillan ylittävä liikenne oli otettava huomioon korjaustöiden aikana, käytännössä tämä tarkoitti sitä, että liikenteelle tuli olla ajoneuvokaistat molempiin suuntiin käytössä koko urakan ajan. Työmaan merkinnät liikenteelle tuli myös toteuttaa selvästi ja riittävän ajoissa.

Liikenteen saa pysäyttää enintään 5 minuutin ajaksi ja siitä on tiedotettava viranomaisille etukäteen (mm. Tieliikennekeskus, pelastuslaitos ja poliisi). Liikennettä ei saa kuitenkaan pysäyttää aamu- ja iltaruuhkien aikana (7.00 – 9.00 ja 15.00 – 18.00) ja lauantaisin klo 9.00 – 15.00 välisenä aikana.[1, s.8.]

Työmaan liikennejärjestelyjä suunniteltaessa noudatettiin ohjeita "Kaivutyöt ja tilapäiset liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla" (HKR 7.3.2008), ja "Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueella (SKTY 19/99). Esteettömyys tuli huomioida esteettömän ympäristön suunnitteluohjekortin "SuRaKu 8, tilapäiset liikennejärjestelyt" mukaisesti.[1, s.9.]

Urakoitsijalle toimitettiin HKR-Rakennuttajan puolelta valmiit liikenteenohjaussuunnitelmat, liikenteenohjausta ei ollut tarkoituksenmukaista jättää pelkästään urakoitsijan vastuulle. Urakoitsija voi kuitenkin halutessaan esittää omat versionsa liikenteenohjaussuunnitelmista hyväksyttäväksi HKR-Rakennuttajalle tai HKR:n katu- ja puisto-osastolle.

Rakennustöiden korjaustyösuunnitelman/ sillankorjaus-muutostyön työselytyksen laati ja toimitti Sito Oy erikoistarkastuksen ja lisätutkimusten Tutkimusselostuksen (liite 1.) pohjalta.

#### 4.4 Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen suunnittelusta

Lähestymistavaltaan sekä lähtökohdiltaan Hämeentien sillan peruskorjauksen suunnitteluprosessi on ollut ilmeisen onnistunut. Normaalia moninkertaisesti laajempina tehdyt esitutkimukset ja kuntokartoitukset puoltavat ehdottomasti paikkaansa kohteen kiireellisen aikataulun johdosta, jossa ennakoimattomille työvaiheille ei juurikaan ollut varaa.

Samoin lähtökohta toteuttaa peruskorjaus ns. nopeutettuna sillankorjauksena on oikea suunta lähteä kehittämään Helsingin kaupungin ja HKR-Rakennuttajan rakennus- ja peruskorjaushankkeita ottamalla "löysät pois" työvaihesuunnittelulla, aikataulutuksella sekä sopimusteknisiä keinoja käyttäen.

Esitutkimusten ja kartoitusten määrän lisääminen, sekä näin saadun tiedon suunnitelmiin päätyminen varmistaminen on välttämätöntä pyrkiessä vähentämään vajaan suunnittelun ja suunnitelmavirheiden aiheuttamia lisä- ja muutostöitä.

## 5 Hämeentien sillan peruskorjauksen sopimustekniikka

Rakennuttaja Hämeentien sillan peruskorjaushankkeessa oli Helsingin kaupungin rakennusviraston HKR-Rakennuttaja toimien myös YSE 98:n mukaisena tilaajana. Työ rahoitettiin Helsingin Kaupungin Rakennusvirastolle osoittamista kadunrakentamisen investointimäärärahoista.

Urakkamuotona oli kokonaisurakka, jossa työhön valittu urakoitsija toimii YSE:n ja lain-säädännön tarkoittamana pääurakoitsijan asemassa toimivana päätoteuttajana.

Rakennustyö käsitti Hämeentien sillan saneerausrakentamisen tarjouspyyntöasiakirjo-jen osoittamassa laajuudessa kaikkine töineen ja hankintoineen täysin valmiiksi.

Urakoissa noudatettiin Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja YSE 1998 RT 16- 10660 urakkaohjelmassa ja työstä laaditussa urakkasopimuksessa mainituin poikkeuksin.

[1.]

## 5.1 Sopimustekniikan suunnittelua

Sopimustekniikan suunnittelun yhtenä lähtökohtana oli löytää toimivat kannustimet ja sanktiot, jotta Hämeentien sillan peruskorjaus saataisiin vietyä läpi nopeutettuna sillan-korjaushankkeena kireällä aikataululla.

### 5.1.1 Toteutus ja yhteistoiminta

Urakoitsija toimii työmaan päätoteuttajana ja huolehtii samalla eri urakoitsijoiden töi-den ja työvaiheiden yhteensovittamisesta, ottaen töiden järjestelyissä ja työvaiheiden ajoituksessa huomioon työturvallisuuden vaatimukset.

Urakoitsijan on toiminnassaan kiinnitettävä erityistä huomiota työvaiheiden oikeaan ajoitukseen ja työsuoritusten laatuun. Jotta sopimuksen mukainen laatu kaikilta osin saavutettaisiin, on urakoitsijan myös valvottava hankintojensa ja aliurakoitsijoidensa rakennusvaiheiden kelvollisuutta, osaamista ja työsuoritusta.

Urakoitsijan on laadittava yhdessä rakennuttajan kanssa kohteen työaikataulu, sekä toimitettava työaikataulu ja suunnitelma työmaa-alueen järjestelyistä, sekä muut työ-turvallisuuden varmistamiseksi tarvittavat ennakkosuunnitelmat rakennuttajalle.

Urakoitsijan on laadittava työlleen hankekohtainen laatusuunnitelma ja se tulee esittää HKR- Rakennuttajalle hyväksyttäväksi osana peruskorjaushankkeen laadunvarmistusta. Laatusuunnitelman tulee sisältää myös aliurakoitsijoiden ja alihankkijoiden työosuudet.

Urakoitsijan tulee vastata siitä että liikennejärjestelyt ovat aina ajan tasalla ja asettaa yleisen turvallisuuden ja viranomaisten vaatimat työnaikaiset varoitusmerkit ja -valot tarkoitustaan vastaaville paikoille. Urakoitsijan tulee myös huolehtia varoitusmerkkien ja -laitteiden ylläpidosta sekä järjestelmien purkamisesta töiden valmistuttua.

Liikennejärjestelyt tehdään suunnitelmapiirustuksissa osoitettujen periaatteiden mukaisesti. Suunnitelmapiirustuksista poiketen tulee ajoneuvoliikenne ohjata 27.6.2011 – 5.8.2011 välisenä aikana sillan keskellä olevaa raitiovaunukaistaa pitkin molempiin suuntiin, jos tänä aikana ei ole muita kaistoja liikenteelle käytössä.[1, s 5.]

Urakoitsijan tulee hyväksyttää tekemänsä liikenteenohjaussuunnitelma HKR: n katu- ja puisto-osastolla tai tarvittaessa muilla viranomaisilla[1, s 5.].

Kaikista työvaiheista hankitaan, dokumentoidaan ja tallennetaan tiedot joilla voidaan osoittaa, että eri rakenteilla on ne ominaisuudet, joita niiltä edellytetään.

Kaikki laatuun liittyvät tarkastukset on tehtävä ja ne dokumentoidaan laatusuunnitelman mukaisesti. Urakoitsijan suorittamat laadunvarmistustoimenpiteet, joihin mahdollisesti tullaan myöhemmin vetoamaan, on suoritettava rakennuttajan edustajan läsnä ollessa. [1, s.7-8.]

Urakoitsija tulee tehdä työmaalle ympäristösuunnitelma ja hyväksyttää se HKR- Rakennuttajalla, samoin tulee urakoitsijoiden kaikissa työmaatoiminnoissaan noudattaa 1.3.2009 hyväksyttyjä "Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiä".

## 5.2 Toteutunut sopimustekniikka

Hämeentien sillan peruskorjaus toteutettiin kokonaishintaurakkana ja urakkahinta oli urakkasopimuksen mukainen kokonaishinta.

Allekirjoitettavaan urakkasopimukseen liitettiin mukaan Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, urakkaohjelma liitteineen, tarjouspyyntökirje, tarjouspyynnön jälkeen lähetetyt lisäselvitykset, tarjous sekä asiakirjaluettelossa mainitut työselostukset, piirustukset ja muut asiakirjat.

Asiakirjojen pätevyysjärjestys urakassa oli muilta osin YSE 1998 13 §:n mukainen täydennettynä kuitenkin siten, että hankintaneuvottelupöytäkirja oli pätevyysjärjestyksessä heti ennen tarjousta ja turvallisuusasiakirja oli urakkaohjelman osana.

Urakkaan sisältyvät asiakirjaluettelossa mainittujen suunnitelmien mukaisten töiden lisäksi työmaan johtovelvollisuudet sekä työmaapalvelut, YSE 3 §:n mukaisia työmaapalveluja täsmennettiin urakkarajaliitteessä, samoin urakkaan kuului myös HKL:n muuntamoaseman suojaus.

Rakennuttaja suoritti valvontaa yleisten sopimusehtojen 59-62 §:n mukaisesti, sen lisäksi valvontaa suorittivat urakan aikana rakennuttajan oman organisaation lisäksi myös suunnittelijat.

Rakennuttaja asettaa työmaata valvomaan projektinjohtajan johdolla toimivan projektiryhmän, jonka kokoonpano ja valtuudet ilmoitetaan urakkasopimuksessa ja ensimmäisessä työmaakokouksessa[1, s.18].

Ennen 27.6.2011 tuli ainakin ruuhka-aikoina olla vähintään kaksi ajoneuvoliikenteen kaistaa käytössä suuntaansa. Raitiovaunukaistoille ei saanut tällöin ohjata ajoneuvoliikennettä eikä raitiovanujen kulkua saa pysäyttää koko urakan aikana. Kevyt liikenne voitiin ohjata sillan ohi olemassa olevia väyliä pitkin.

30.9.2011 oli päivämäärä, jolloin töiden tuli olla valmiina ja vastaanotettuna, sekä viranomaisten vaatimat tarkastukset hyväksytysti pidettynä. Betonipinnan impregnointia ei tähän päivämäärään laskettu, vaan se jäi seuraavaan kesään ja on oltava valmis 30.6.2012 mennessä.

Työn valmistumisen viivästyessä urakkasopimuksen mukaisesta ajankohdasta perittäisiin viivästyssakkoa 30.9.2011 alkaen kultakin työpäivältä. YSE 98:sta poiketen viiväs-



tyssakon määrä työpäivältä olisi 0,2 % urakkahinnasta ja tätä perittäisiin enintään 50 työpäivältä.

Takuuaikana urakoitsijan työlle sopimukseen kirjattiin vastaanottotarkastuksesta lukien kaksi vuotta. Välitarkastus suoritetaan ensimmäisen takuuvuoden jälkeen ja samassa yhteydessä todetaan ne työt, jotka tulee korjata jo tässä vaiheessa ennen takuuajan lopputarkastusta.

### 5.2.1 Urakoitsijan pätevyysvaatimukset

Suurempia rakennus- ja muita urakoita kilpailuttaessaan Helsingin kaupunki ja HKR-Rakennuttaja asettavat tiettyjä/ erilaisia työhön ja toimeen liittyviä pätevyysvaatimuksia urakkakilpailuun osallistuville yrityksille.

Tarkoituksena on pyrkiä varmistamaan jo urakkakilpailutusvaiheessa se, että urakkatarjouksensa jättävät tahot omaavat riittävät resurssit ja ovat päteviä suoriutumaan hankkeesta.

Pätevyysvaatimukset sisältävät työn suoritukseen tarvittavien resurssien ja teknisen osaamisen toteen näyttämisen lisäksi myös selvityksiä yrityksen laadunvarmistuksen sekä ympäristö- ja työturvallisuusasioiden tasosta.

Myös selvitykset merkinnästä ennakkoperintärekisteriin, työnantajarekisteriin sekä arvonlisäverollisten rekisteriin, sekä todistus verojen maksamisesta ja todistus eläkevaikutusmaksujen suorittamisesta kuuluvat pätevyysvaatimuksiin.

Urakoitsijalla tulee olla hankintailmoituksen (HILMA) mukainen RALA-pätevyys tai sen tulee toimittaa pätevyytensä toteamiseksi tarvittavat vastaavat näytöt ja todistukset tilaajalle.

Vastaavat näytöt ja todistukset sisältävät ainakin:

- tiedot yrityksen referensseistä tarjouspyynnön edellyttämällä toimialalla viimeiseltä viideltä vuodelta.
- tiedot yrityksen henkilöstöstä ja kalustosta ko. toimialalla
- selvitys yrityksen laadunvarmistuksen, ympäristöasioiden ja työturvallisuuden hallinnan menettelystä ko. toimialalla.

Em. vaatimukset urakoitsijan tulee sisällyttää aliurakoita koskeviin tarjouspyyntöihinsä.[1, s.8]

Tarkemmin Hämeentien sillan peruskorjaukseen vaaditut urakoitsijan pätevyysvaatimukset löytyvät HILMA:n julkisten hankintojen sivuilta kansallisena hankintailmoituksena.

Ehdokkaiden tai tarjoajien soveltuvuutta koskevat vaatimukset on esitetty seuraavasti[2.]:

Liikevaihdon viimeksi päättyneeltä tilikaudelta oltava vähintään 4,0 miljoonaa euroa:

1) RALA- pätevyys, pääurakointitaso 18.1d ja RALA- toimintatapojen hyväksyntä K1 sillankorjausurakoiden ryhmässä tai muulla tavoin osoitettu vastaava pätevyys.

2) Urakoitsijan referensseistä tulee löytyä vähintään 1 kpl tätä kohdetta vastaavaa toteutettua sillankorjausurakka viimeisen viiden vuoden aikana.

3) Urakoitsijan vastuullisella työnjohtajalla tulee olla vähintään 5 vuotta valmistumisen jälkeistä työkokemusta ja hänen tulee olla suorassa työsuhteessa urakoitsijaan.

Vastuullisella työnjohtajalla tulee olla näyttöä siitä, että hän tuntee Suomen rakentamismääräykset ja viranomaisvaatimukset sekä yleiset sopimusehdot YSE 98 ja sivu-urakan alistamismenettelyt siinä laajuudessa mitä vastuullisen työnjohtajan tehtävien hoitaminen edellyttää. Vastuulliselta työnjohtajalta, työnjohtajalta sekä urakoitsijan hankkeeseen osallistuvilta muilta avainhenkilöiltä edellytetään tyydyttävää suomen kielen suullista ja kirjallista taitoa:

4) Yrityksen laadunvarmistus, ympäristö- ja työturvallisuusasiat on oltava kunnossa.

Todistukset ja selvitykset, joiden perusteella soveltuvuuden täyttyminen arvioidaan[2.]:

1) RALA-todistus tai muulla tavoin osoitettu vastaava pätevyys.

2) luettelo tärkeimmistä tätä kohdetta vastaavista sillankorjauksen referensseistä, niiden kokonaisarvo päivämäärineen ja vastaanottajatietoineen viideltä viimeksi kuluneelta vuodelta. Yrityksen on eriteltävä ne kohteet, joilla katsoo vaaditun referenssivaatimuksen täyttyvän ja kuvata lyhyesti urakoiden sisältö.

3) selvitykset (esim. ansioluettelot) hankkeeseen ajateltujen vastuunalais-  
ten henkilöiden koulutuksesta ja pätevyydestä.

4) selvitys laadunvarmistuksen, ympäristöasioiden ja työturvallisuuden  
hallinnasta ko. toimialalla.

5) kaupparekisteriote.

6) RALA- yritysraportti sisältäen tilaajavastuulain mukaiset tiedot tai vaih-  
toehtoisesti.

- selvitys merkinnästä ennakkoperintärekisteriin, työnantajarekisteriin se-  
kä arvonlisäverollisten rekisteriin.

- todistus verojen maksamisesta tai verovelkatodistus maksusuunnitelmi-  
neen.

- todistus eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta tai selvitys erääntynei-  
den maksujen maksusuunnitelmasta.

- todistus edellisen tilikauden liikevaihdosta ko. toimialalla.

Mikäli viimeisen päättyneen tilikauden tilinpäätöstiedot eivät ole RALA:n  
sivuilla, on näiden tilinpäätöstietojen oltava ilmoittautumisessa mukana  
erikseen.

## 5.2.2 Työnantajavelvoitteet ja rekisteri-ilmoitukset

Harmaa talous on ollut rakennusalalla jo pitkään tiedostettu ilmiö. Tämän päivän todel-  
lisuuteen kuuluu alati lisääntyvä vuokra- ja ulkomaalaistyövoiman käyttö ja usein sen  
mukanaan tuomat epäselvyydet ja lieveilmiöt.

Tiedostaen tämän tilanteen HKR-Rakennuttaja pyrkii kehittämään sopimustekniikkaan-  
sa ja projektien sekä työmaiden valvontaa niin, että ns. harmaan talouden toimijoiden  
olisi mahdollisimman hankalaa onnistua pääsemään mukaan julkisiin hankkeisiin.

Sopimusteksteissä vaadittujen työnantajavelvoitteiden ja rekisteri-ilmoitusten on tarkoi-  
tus selkeyttää työmailla toimivien yritysten valvontaa ja varmistaa, että lakisääteiset  
asiat ovat kunnossa ja ajan tasalla.

Tilaajavastuulain mukaisesti urakoitsijan on toimitettava tarjouksen yhteydessä seuraa-  
vat selvitykset rakennuttajalle[1, s.20- 21]:

1.) todistus Rakentamisen Laatu RALA ry:n jäsenyydestä

tai sille vaihtoehtoisesti

- Selvitys, siitä että yritys on merkitty ennakkoperintälain mukaiseen ennakkoperintärekisteriin, työnantajarekisteriin ja arvonlisävelvollisten rekisteriin.
- Kaupparekisteriote, josta selviää yrityksen rekisteriin merkitsemisaika, toimiala, hallitus, muu johto, nimenkirjoittajat, tilintarkastajat, vastuuhenkilöiden henkilötiedot sekä onko viimeisimmät tilinpäätösasiakirjat toimittettu lainmukaisesti rekisteriviranomaisille sekä merkintä tai selvitys ettei yritystä tai sen toimihenkilöitä ole määrätty liiketoimintakieltoon.
- Todistus verojen maksamisesta tai verovelkatodistus tai selvitys siitä, että verovelkaa koskeva maksusuunnitelma on tehty.
- Todistukset eläkevakuutusten ottamisesta ja eläkevakuutusmaksujen suorittamisesta tai selvitys siitä, että erääntyneitä eläkemaksuja koskeva maksusopimus on tehty.
- Tilinpäätöstiedot kolmelta viimeiseltä tilikaudelta.

2.) selvitys työhön sovellettavasta työehtosopimuksesta tai keskeisistä työehdoista. Selvityksen antaa ainoastaan valittavaksi esitettävä urakoitsija eikä sitä anneta urakkatarjouksen yhteydessä. Soveltuva työehtosopimus voi olla joko työnantajaa sitova työehtosopimus tai yleissitova työehtosopimus tai sellainen muu työehtosopimus, jota työnantajaa käytännössä soveltaa. Selvitys keskeisistä työehdoista kattaa tiedot työntekijöiden pääasiallisista työtehtävistä, palkanmaksukausista, säännöllisestä työajasta, vuosiloman määräytymisestä, irtisanomisajasta ja selvityksen miten palkka ja sen osat määräytyvät – ei henkilökohtaisia palkkatietoja.

- Ulkomaisen sopimuspuolen on annettava tilaajalle edellä tarkoitettuja selvityksiä ja todistuksia vastaavat tiedot sijoittumisaan lainsäädännön mukaisella rekisteriotteella tai vastaavalla todistuksella tai muulla yleisesti hyväksytyllä tavalla.
- Selvitykset tulee olla käännetty suomeksi.
- Jos sijoittautumisvaltiossa ei anneta edellä mainittuja asiakirjoja, tulee tarjoajan toimittaa edustajansa sijoittautumisvaltion toimivaltaiselle viranomaiselle antama valahtoinen todistus

Edellä mainitut selvitykset saavat olla enintään yhden kuukauden vanhoja.

Yli 12 kuukautta voimassa olevissa sopimuksissa on sopijapuolen annettava tilaajalle 12 kuukauden välein sopimussuhteen aikana todistukset veroista ja eläkevakuutuksista.

Tilaajavastuulain edellytykset tulee urakoitsijan sisällyttää myös kaikkiin aliurakoitsijoita tai hankintoja koskeviin tarjouspyyntöihin, lisäksi urakoitsijan tulee esittää selvitykset vaadittaessa myös rakennuttajalle.

Rakennuttajalla ja urakan tilaajalla on oikeus kieltäytyä hyväksymästä sel- laista urakoitsijaa tai aliurakoitsijaa, joka ei ole toimittanut vaadittuja sel- vityksiä[1, s. 21.].

Kaupungilla on oikeus purkaa sopimus verojen ja sosiaalimaksujen mak- samisen laiminlyönnin johdosta, ellei laiminlyöntiä voida pitää vähäisenä tai ellei kaupungille toimiteta viranomaisen hyväksymää maksu suunnit- telmaa[1, s. 22.].

### *Työlupavelvolliset*

Urakoitsijan tehtävänä on varmistaa, että voimassa oleva työn mukainen työntekijän oleskelulupa löytyy jokaiselta työmaalla toimivalla työlupavelvolliselta työntekijältä.

Varmistusvelvollisuus kattaa kaikkien työmaalla toimivien urakoitsijoiden, aliurakoitsi- joiden, alihankkijoiden ja työvoimaa vuokraavien yritysten työntekijät ja urakoitsijan tulee antaa erillinen ilmoitus tarvittavien lupien varmistamisesta jokaisessa työmaako- kouksessa.

### *Työvoiman kirjaus ja kulkulupa*

Urakoitsijan tulee koota kaikkien työmaalla toimivien urakoitsijoiden jokaisesta aliura- koitsijasta, -hankkijasta ja työvoimaa vuokraavasta yrityksestä (myös ketjutetuista) rakennuttajan laatimalle kaavakkeelle luettelo, sekä liittää se allekirjoituksellaan vahvis- tettuna aina jokaiseen työmaakokouspöytäkirjaan urakoitsijan liitteeksi.

Urakoitsija on myös velvollinen pitämään ajantasaista luetteloa kaikista niistä henkilöis- tä, joilla on voimassa oleva kulkulupa työmaalle.

Henkilötietolain 523/99 § 10:n mukaan urakoitsijan pitämään kulkulupaluetteloon tulee kirjata kulkuluparekisterin käyttötarkoitus:

Urakoitsijan pitää yllä luetteloa työmaalla kulkuun oikeutetuista henkilöis- tä. Luettelon avulla pyritään estämään asiattomien henkilöiden pääsy työmaalle. Luettelo toimii työntekijöiden mukanaan pitämien tunnisteiden kanssa. [1, s. 23.]

Kululupaluetteloon tulee merkitä myös rekisterinpitäjä. Jos rekisterinpitäjällä ei ole toimipaikkaa EU:n alueella, lisätään myös edustaja.

Kululuparekisteriin kirjattavat tiedot tulee urakoitsijan saada työntekijän hallussaan pitämästä kululupakortista ja/tai työntekijän työnantajalta[1, s. 23.].

### *Henkilötunnisteet*

Työmaalla liikkussa tulee olla näkyvillä henkilön yksilöivä kuvallinen tunniste, josta on käytävä ilmi, onko työmaalla työskentelevä työsuhteessa oleva työntekijä vai itsenäinen työnsuorittaja. Työntekijän tunnisteessa tulee olla työnantajan nimi ja urakoitsijan on huolehdittava siitä, että tunnisteita työmaalla käytetään. Näin on tarkoitus helpottaa sen seuranta, että työmaalla on vain henkilöitä, joilla on siihen oikeus.

Tarvittavien kululupien myöntämiseksi työmaalle on jokaisen urakoitsijan ilmoitettava ennen työvaiheen aloittamista omien ja alihankkijoidensa työmaalla työskentelevien työntekijöiden nimet ja syntymäajat pääurakoitsijalle.

### *Alihankinnan ketjuttamisen rajoittaminen*

Rakennusalan harmaa talous ilmenee usein urakoiden ja alihankinnan ketjuttamisena, mihin saattaa liittyä esim. pimeän ulkomaalaisen työvoiman käyttöä tai palkkojen maksua ns. pimeänä, sekä kuittikauppaa.

Vapaan ja pitkälle viedyn ketjutuksen valvonta on usein hyvin hankalaa ja luo helpot edellytykset rakennusalan talousrikoksille ja muulle laittomalle toiminnalle. Tästä johtuen Helsingin kaupunki ja HKR-Rakennuttaja sisällyttävät sopimuksiinsa rajoitukset alihankinnan ketjuttamiselle.

Rakennuttajaan sopimussuhteessa olevan urakoitsijan aliurakoitsijalla on oikeus antaa urakka edelleen aliurakkana. Urakan ketjuttaminen tätä pi-

demmälle ei ole mahdollista ilman erityisen perusteltua syytä ja siihen on saatava rakennuttajan kirjallinen suostumus. Kaikki hankkeessa käytettävät aliurakoitsijat on hyväksyttävä rakennuttajalla yleisten sopimusehtojen ja tilaajavastuulain mukaisesti.[1, s. 23.]

### *Urakoitsijan vakuutukset*

Urakoitsijan on huolehdittava työmaalla sekä työn suorittamisessa tarvittavista vakuutuksista.

Urakoitsija ottaa rakennuskohteelle YSE 1998 38 §:n mukaisesti vahinkovakuutuksen tai muun vahinkovakuutuksen koko rakennustyön osalta. Vakuutus tulee ottaa rakennuttajan nimiin ja sen tulee joka hetki vastata vähintään rakennuskohteen senhetkistä täyttä arvonlisäverollista arvoa.[1, s.14.]

Työmaalla toimivalla urakoitsijalla tulee olla edellä mainitun lisäksi voimassa oleva toiminnan vastuuvakuutus.

VNa 205/ 2009:n mukaisena päätoteuttajana urakoitsija varmistaa, että kaikkien työmaalla toimivien urakoitsijoiden, sivu- ja aliurakoitsijoiden, alihankkijoiden ja työvoimaa vuokraavien yritysten kaikilla työntekijöillä on joko Suomen lainmukainen tai kattava tapaturmavakuutus[1, s.14].

### 5.2.3 Ympäristönsuojelu, kestävä kehitys ja ilmastonmuutoksen ehkäisy

HKR-Rakennuttaja on osaltaan mukana kehittämässä ekologisen rakentamisen periaatteiden luomista Suomessa ja noudattaa toiminnassaan Helsingin kaupungin Rakennusviraston ympäristöpolitiikkaa.

Helsingin kaupunki on sitoutunut säästämään energiaa 9% vuoden 2005 tasosta vuoteen 2016 mennessä ja nämä tavoitteet tulevat lähivuosina vieläkin kiristymään. HKR-Rakennuttaja sisällyttää jo sopimusteksteihinsä tiettyjä urakoitsijaan kohdistuvia vaatimuksia ympäristönsuojeluun, kestäväan kehitykseen ja ilmaston muutoksen ehkäisyyn liittyen.

Urakoitsijoiden tulee kaikissa työmaatoiminnoissaan noudattaa 1.3.2009 hyväksytyjä Helsingin kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiä[1, s. 8].

Urakoitsijan tulee myös laatia työmaalle ympäristösuunnitelma ja hyväksyttää se HKR-Rakennuttajalla.

#### 5.2.4 Urakan kannustimet ja sanktiot

Tilaja maksoi jokaisesta 1.8.2011 mennessä liikenteelle vapautuneesta kaistasta 25 000 € kaistanvapautumispalkkion. Kaistamaksuja maksettiin yksi per kaista, eli koko urakassa oli tältä osin enimmillään 100 000 € kannustin. Raitiotievaunukaistoista ei maksettu kaistanvapautumispalkkiota, koska raitioliikennettä ei urakassa saanut alun perinkään katkaista.

Välitavoite urakassa oli 5.8.2011, josta alkaen tuli olla liikenteen käytössä 4 kaistaa täysin valmiiksi tehtynä.

Välitavoitteen sakko määräytyy YSE 98 poiketen siten, että se on työpäivältä 0,1 % ja sitä peritään enintään 25 työpäivältä[1, s. 12].

Välitavoitteen sakon suuruus oli 2145 €/työpäivä poiketen näin YSE: n mukaisesta eli kokonaisuudessaan enimmillään välitavoitteen sakko olisi ollut 53625 € (alv 0%). Välitavoitteen sakkoon ei lueta lauantaita ja sunnuntaita.

Työn valmistumisen viivästyessä urakkasopimuksen mukaisesta valmistumisajankohdasta perittäisiin viivästyssakkoa kultakin työpäivältä. Viivästyssakko alkaisi 30.9.2011 ja sitä perittäisiin kuitenkin enintään 50 työpäivältä.

YSE 98 poiketen viivästyssakon määrä työpäivältä on 0,2 % urakkahinnasta[1, s.13].



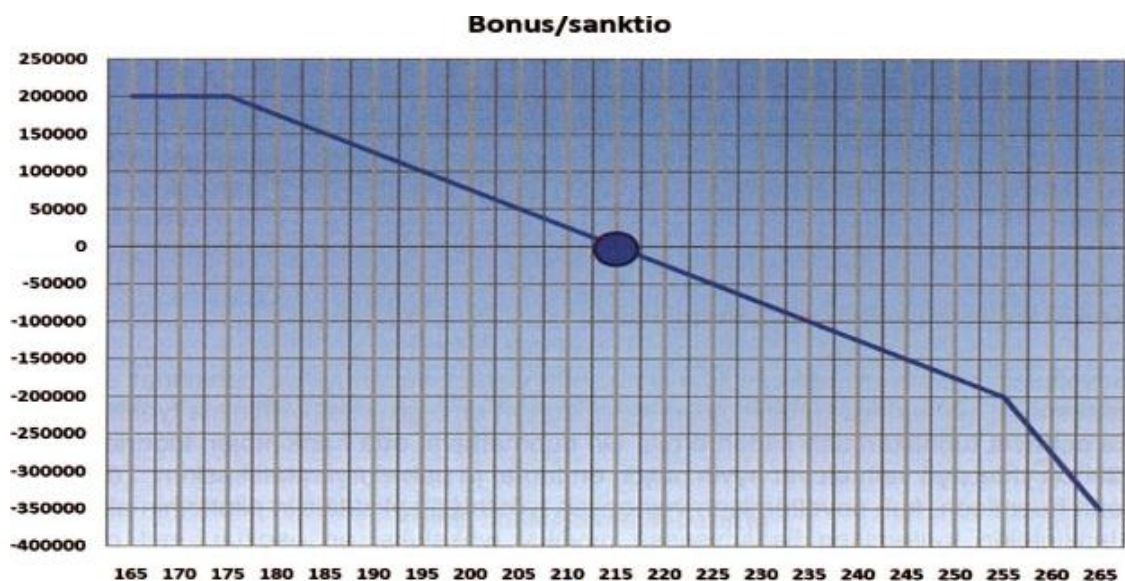
Viivästyssakko olisi ollut 4290 €/työpäivä eli kokonaisuudessaan nelinkertainen YSE 98:n mukaiseen ollen enimmillään 214500 € (alv 0%), viivästyssakkoon ei lueta lauantaita ja sunnuntaita.

Lyhyenä vertailuna kannustimen ja sakon väliltä todetaan että kannustin vastasi n. 4.66% urakkasummasta (alv 0%) ja maksettiin varsinaisen urakkasumman päälle kaistojen vapautuessa 1.8.2012 mennessä. Välitavoitteen sakko taas olisi ollut enimmillään n. 2.5% urakkasummasta (alv 0%) ja 30.9.2011 alkava viivästyssakko enimmillään 10% urakkasummasta (alv 0%).

Eli jos sekä välitavoitteen sakko että valmistumisajankohdan viivästyssakko olisivat venyneet "täysille päiville", olisi se pudottanut urakasta maksettavaa summaa n. 12.5% (alv 0%).

Verrataan lyhyesti Hämeentien sillan peruskorjauksen kannustinta Julkisten hankintojen kehittämismallin "tuottavuuden parantaminen TUKEFIN- menetelmällä" esimerkkihankkeen sopimuskannusteseen (kuvio 5.)[3, s.33].

Ero Hämeentien sillan peruskorjausurakassa olleeseen kannustimeen on se, että Hämeentien kaistanvapautumispalkkiot olivat päivämäärään sidottu kertamaksu, kun taas TUKEFIN-esimerkkihankkeen bonus alkaa tasaisesti laskea "pakkaselle" tietyn pisteen jälkeen.



Kuvio 5. Periaatekuva TUKEFIN-siltapilotin sopimuskannusteesta

Muut sanktiot urakassa (taulukko 1.) lankesivat erilaisista laiminlyönneistä ja ne määriteltiin urakkaohjelmassa.

Taulukko 1. Samasta laiminlyönnistä annetut huomautuskerrat ja niiden rahalliset sanktiot

Rahallisen sanktion perusteena oleva toiminnallinen poikkeama	urakkakohtaiset samasta laiminlyönnistä annetut huomautuskerrat ja niiden rahalliset sanktiot €		
	1. kerta	2. kerta	Seuraavat kerrat
1. Ympäristöasioiden ja -luvan velvoitteiden laiminlyönti	muistutus	1 500	3 000
2. Liikenteenhoitoon, työnaikaisista liikennejärjestelyistä tiedottamiseen ja suunnitelman noudattamiseen liittyvät puutteet tai laiminlyönnit	1500	3000	4500
3. Työturvallisuuden liittyvät puutteet tai laiminlyönnit	1000	2000	5000
4. Urakkaan kuuluvien dokumenttien toimittamisen viivästyminen sovituista määräajoista	muistutus	2000	4000

### 5.3 Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen sopimustekniikasta

Hämeentien sillan sopimustekniikka urakkamuotoineen noudattelee melko pitkälti HKR-Rakennuttajan yleisesti käyttämiä sopimusmalleja sisältöineen sillä lisäyksellä, että koh-

teen sijainnin ja muiden erityispiirteiden, sekä erittäin kireän aikataulun johdosta tiettyjä seikkoja toteutuksesta sopimusteksteissä tarkennettiin, ja urakanaikaista valmistamista saatettiin kannattavammaksi edellä mainituilla kaistanvapautuspalkkioilla.

HKR- Rakennuttaja sisällytti sopimusteksteihinsä tämän päivän mukaiset vaatimukset tilaajavastuulain mukaisista todistuksista, samoin kuin tarkemmin määritetyt kohdat urakoitsijan pätevyysvaatimuksista.

Sopimusteksteihin sisällytettiin myös tarkka työselostus, jossa työmenetelmät ja materiaalit pyrittiin määrittelemään niin tarkasti, että haluttu laadullinen ja aikataulullinen lopputulos saavutetaan.

Urakassa 1.8.2011 maksetun kaistanvapautuspalkkion toimiminen kannustimena on lisä- ja muutostöiden määrän kasvaessa hieman kyseenalainen. Pelkkään yhteen päivämäärään sidottuna, urakan ennakoimattomien työvaiheiden pitkittäessä urakan valmistumista, se saatetaan joutua maksamaan, vaikka päivämäärä menisikin umpeen.

## 6 Hämeentien sillan peruskorjauksen rakennustyöt

Hämeentien silta korjattiin nopeutetulla sillankorjaustavalla, jossa työnsuunnittelulla, aikataulutuksella sekä IT- ja nopeasti kovettuvien betonien käytöllä saatiin työvaiheiden kestoa lyhennettyä huomattavasti.

Tämä osoittautui erittäin onnistuneeksi ratkaisuksi peruskorjauksen kuormittavimman vaiheen kestäessä vain noin viisi viikkoa, siinä missä perinteisesti vastaavaan operaatioon olisi kulunut kaksi kesää.

### 6.1 Suunnitelmanmukaiset rakennustyöt

Hämeentien sillan peruskorjausurakkaan sisältyi hankkeen asiakirjojen, suunnitelmien ja kuntokartoitusraportissa havaittujen vaurioiden sekä peruskorjaustarpeiden pohjalta Sito Oy:n laatiman työselostuksen mukaan seuraavia korjaus- ja rakennustöitä.

### 6.1.1 Varsinaiset rakennustyöt

Maatukien siipimuurien pinnat vesipiikataan noin 30 millimetrin syvyydeltä ja pinnat ruiskubetonoidaan sekä pinnoitetaan niiltä osin kuin muut korjaustoimenpiteet eivät koske niitä. Maatukien etumuurit korkeapainepestään sekä tehdään laastipaikkaukset betonivaurio- ja teräskorroosiokohtiin. Maatukien etu- ja siipimuurien osalta sivelykäsitely töherryksenestoaineella katsotaan tarpeelliseksi.

Pilareiden ja pilarianturoiden osalta korjaustoimenpiteiksi suoritettiin näkyvien osien korkeapainepesu ja betonivauriokohtien korjaukset laastipaikkauksin. Myös sivelykäsitely töherryksenestoaineella katsottiin tarpeelliseksi ulottaa pilareiden osalta 2 metrin korkeuteen saakka.

Reunapalkkirakenteet (kuvio 6.) uusitaan koko sillan pituudelta ja uudet reunapalkit suihkupuhdistetaan ja impregnoidaan. Uusi reunapalkki tehdään ns. "korkeana" reunapalkkina.



Kuvio 6. Uusittu reunapalkkirakenne

Reunapalkkien uusimisen yhteydessä sillan reunapalkkeihin rakennetaan konsolit (kuvio 7.) valaistuksen ja raitiovaunuliikenteen ajojohdinten kannatuksen yhteiskäyttöpylväitä varten. Urakka sisältää myös tarkkailutappien asentamisen sillan reunapalkkiin.



Kuvio 7. Konsoli yhteiskäyttöpylväälle

Reunaulokkeiden alapinnat, reunimmaisten palkkien sivupinnat ja alapinnat (n. 1,5 m leveä kaista kansirakenteen alapinnan molemmissa reunoissa) suihkupuuhdistetaan, ruiskubetonoidaan ja pinnoitetaan kun reunapalkit on uusittu.

Kansilaatan alapinnassa sijaitsevien, kotelon sisällä olevien yksittäisten betonivauriokohtien laastipaikkaukset, samoin kuin alalaatan alapinnan ruostuneiden betoniterästen laastipaikkaukset kuuluvat peruskorjaukseen.

Sillan päällysrakenteen osalta kansilaatan yläpinnasta vesipiikataan ja jyrsitään huonokuntoinen betoni pois noin 20 millimetrin syvyydeltä, sekä piikattu pinta korjataan muotoiluvalamalla. Kansilaatan osalta varaudutaan korjaamaan kokonaisia kansilaatan osia betonista valamalla.

Sillan pintarakenteet uusitaan kevyen liikenteen väylien sekä ajoratojen kohdalta (kuvio 8.).



Kuvio 8. Uusittuja pintarakenteita

Varusteiden ja laitteiden osalta sillan liikuntasaumalaitteet uusitaan (kuvio 9.), samoin kuin kaiteet uusitaan koko sillan pituudelta.

Myös sillan vedenpoistojärjestelmä eli vedenpoistoputket, tippuvesiputket ja salaojat uusitaan kokonaisuudessaan.



Kuvio 9. Liikuntasaumalaitteiden uusiminen

Sillapaikan etuluiskien verhousten puhdistaminen ja korjaus kuuluu myös urakkaan, samoin kuin pengerkaiteiden jatkaminen sekä ajoradan ja kevyen liikenteen väylien päällysteiden uusimisen 10 metriä sillan ohi.

#### 6.1.2 Rakennustöiden aikainen liikenteenohjaus

Sillan ylittävä liikenne tulee ottaa huomioon korjaustöiden aikana ja työmaa tulee merkitä selvästi ja riittävän ajoissa liikenteelle.

Työvaiheesta riippuen tulee ajoneuvoliikenne rajata työmaa-alueesta selkeästi, riittävän tukevalla ja umpinaisella kaiteella (kuvio 10.).



Kuvio 10. Liikenteen erottaminen työalueesta betoniporsasaidalla

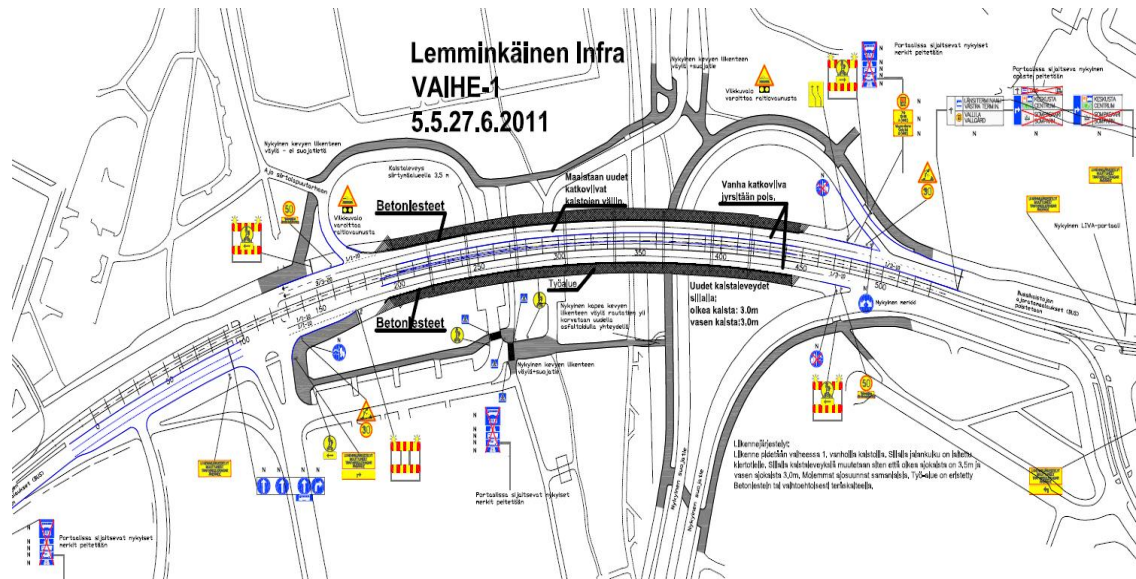
Sillalla on oltava vähintään yksi kaista kumpaankin suuntaan kaikelle ajoneuvoliikenteelle ja nämä kaistat voidaan yhdistää raitiovaunuliikenteen kanssa tai ne voivat olla erillisinä ajokaistoina sillan ajoradalla.

Työnaikana on väliaikaisen ajoneuvoliikenteen ajokaistan leveyden oltava vähintään 3,0 metriä.

Rakentaminen suoritetaan vaiheittain urakkaohjelman mukaiset aikataulu- ja kaistara-jaukset huomioiden. Urakoitsija laati työvaihesuunnitelman ja sen pohjalta työn eri vaiheistuksista liikennejärjestelysuunnitelmat (kuvio 11.), jotka tilaaja hyväksyy.

Kevyt liikenne on otettava huomioon koko työmaan vaikutusalueella ja mahdollisuuksi-en mukaan ohjattava kulkemaan muuta reittiä kuin siltaa pitkin.





Kuvio 11. Urakoitsijan 1-vaiheen liikennejärjestelyjen suunnitelmaversio

Koko korjaustyön ajan on purku- ja rakennusjätteiden kulkeutuminen yleisen liikenteen joukkoon tai alikulkevan tien päälle estettävä riittävällä suojauksella.

## 6.2 Toteutuneet rakennustyöt

Suunniteltujen rakennus- ja muiden töiden lisäksi Hämeentien sillan peruskorjaushanke tuli sisältämään seuraavia lisä- ja muutostöitä.

### 6.2.1 Muutostyöt

Muutostyöt olivat Hämeentien sillan peruskorjauksessa hankkeeseen ja urakkaan kuuluvia töitä, joiden toteutustapaa jouduttiin projektin edetessä muuttamaan.

Yleisesti ottaen lähes kaikissa rakennushankkeissa on tietty varaus myös muutostöille, sillä suunnitelmia on useinkin muutettava työn edetessä ilmitulleiden seikkojen vuoksi tai suunnitelmat voivat olla lähtökohtaisesti virheelliset tai vajavaisin tiedoin laadittu.

Hämeentien sillan peruskorjauksessa ajoradan ja jalkakäytävän välisen reunateräksen korjaus (kuvio 12.) jouduttiin tekemään muutostyönä suunnitelmissa ilmenneen ristiriit-

taisuuden vuoksi. Reunateräs oletettiin vanhojen suunnitelmakuvien nojalla n. 300 mm korkeaksi jolloin ajoradan ja kevyenliikenteen väylän valutyöt suunniteltiin tehtäväksi reunaterästä muottina käyttäen.



Kuvio 12. Ajoradan ja jalkakäytävän välisen reunateräksen korjaustyötä

Purkutöiden yhteydessä osoittautui, että sillan reunateräs on vain n. 130 mm korkea, joten se jouduttiin uusimaan molemmilta puolilta siltaa koko matkalta 300 mm korkeana.

### 6.2.2 Lisätyöt

Lisätyöt ovat urakkasopimuksen ulkopuolelle jääviä töitä, jotka kuitenkin on katsottu välttämättömiksi, tai muuten järkeväksi toteuttaa samalla. Lisätöitä voivat olla myös suunnitelmapuutteiden esille tuomat ristiriitaisuudet työn toteuttamistavassa tai ylimääräiset työvaiheet, sekä muu ilmenevä työmäärän laajentuminen.

Lisätöinä Hämeentien sillan peruskorjauksessa tuli suunnitelmista poikkeavien, paksujen asfalttikerrosten poisto. Poistettava asfalttimäärä oli urakassa sidottu tiettyyn paksuuteen ja sillasta löytyi osittain paksumpia kerroksia, jotka poistettiin lisätöinä. Samoin lisätöinä tuli uuden asfaltin paksuudesta aiheutuen kun siltaa tasattiin tasaasfaltilla. Siltaa jouduttiin monelta kohtaa tasaamaan ja kallista IT-betonia ei ollut taloudellisesti järkevää käyttää kun asfalttikerroksen paksuntaminen tasattavilta osin tuotti laadullisesti riittävän lopputuloksen.

Enkadrain-salaojat poistettiin urakan lisätöinä raitiovaunukiskojen luota tarpeettomina.

Sillan päiden kevyenliikenteen kaiteiden jatkaminen pengerosuudella tuli tehtäväksi lisätöinä. Alkuperäiset sillankaiteet eivät jatkuneet pengerosuuksien matkalle ja turvallisuussyistä kaiteita jatkettiin jyrkkien penkereiden osuudelle.

Väliaikaisten yhteiskäyttöpölväiden määrä oli määritetty urakkaan liian vähäisenä ja kun niitä ei saanut lisää mistään tarvittavassa ajassa, jäi toimitus lisätöinä urakoitsijalle hoidettavaksi.

Väliaikaisen skeittialueen rakentaminen urakan ajaksi toteutettiin lisätöinä. Tällöin jo olemassa olevan, Hämeentien sillan alla sijaitsevan skeittipaikan rampeja paranneltiin, samoin kuin alue aidattiin urakka-alueesta erilliseksi ja alueelle tehtiin oma aidattu sisäänkäynti. Tarkoituksena oli pystyä pitämään skeittialue käyttökelpoisena urakan aikana.

Muotoiluvulun lisääntyminen ajoratojen ja jalkakäytävien osuudella tuli myös lisätöinä johtuen sillan ajoradan ja jalkakäytävän välisen reunateräksen korjauksesta. Jouduttaessa vaihtamaan vanha n. 130 mm reunateräs suunnitelmaristiriidan vuoksi suunniteltuun 300 mm korkeaan reunateräkseen, toimenpiteen takia purettiin rakenteita suunniteltua enemmän ja näin myös muotoiluvulun määrä lisääntyi.

Vesipiikkauksen lisääntyminen tuli lisätöinä, kun sillan kansilaatta havaittiin tukien kohdalta oletettua huonokuntoisemmaksi. Tämä tuli hieman yllätyksenä, kun huonokuntoisimman sillan kansilaatan osan arveltiin sijoittuvan tukien väliin, joka kuitenkin

on se alue, mihin mahdollinen vesi kertyy. Tämä lisäsi myös IT-betonin menekkiä noilta osin.

### 6.2.3 Liikenteenohjauksen toimivuus

Liikenteenohjausjärjestelyjen vaatimukset olivat Hämeentien sillan peruskorjauksessa huomattavasti kovemmat normaaliin verrattuna esim. Kaivutyöt ja tilapäiset liikennejärjestelyt pääkaupunkiseudulla ohjeeseen.

Työmaan vaikutusalueelle sijoittui myös kaksi bussipysäkkiä, joiden kohdalla erikoisjärjestelyistä maksettiin tarkoituksella erillishinta. Erikoisjärjestelyihin kuului merkintöjen tehostaminen ja pysäkkien ja pysäkeille käynnin rajaaminen kunnon aitauksilla.

Kevyen liikenteen ohjaustoimia saatiin parannettua urakoitsijan puolelta työmaan vaikutusalueelle sijoitetuilla kartallisilla "missä olet"-tauluilla, jotka helpottivat kevyttä liikennettä hahmottamaan muuttuneet liikennejärjestelyt.

Pääpiirteittäin liikenteenohjaus Hämeentien sillan peruskorjauksessa todettiin sujuvaksi ja toimivaksi, tosin joitakin hajanaisia asiaankuuluvia soraääniä lukuun ottamatta.

### 6.3 Analyysi Hämeentien sillan peruskorjauksen rakennustöistä

Hämeentien sillan peruskorjauksen rakennustyöt pysyivät ilmeisen hyvin suunnitellussa muutamien ilmenneiden lisä- ja muutostöiden toteuttamisesta huolimatta.

Näiden edellä kuvattujen lisä- ja muutostöiden kaltaisia ennakoimattomia työvaiheita ja -määriä on melko mahdotonta löytää kaikkia huolellisillakaan esiselvityksillä, vaan niistä monet paljastuvat vasta työn edetessä. Mitä ilmeisimmin kuitenkin Hämeentien sillan peruskorjauksessa HKR-Rakennuttajan ja urakoitsijan välinen yhteistyö pelasi riittävän hyvin, että urakassa ilmenneet lisä- ja muutostyöt eivät muodostuneet esteeksi hankkeen aikataulun toteutumiselle.

## 7 Johtopäätökset

Hämeentien sillan peruskorjaus oli monessa suhteessa onnistunut hanke. Vaikka hankkeessa ilmeni joiltain osin laajojakin lisä- ja muutostöitä, on aiheellista olettaa, että normaalista poiketen huomattavasti laajempina tehdyt esiselvitykset vähensivät niiden määrää oleellisesti hankkeen kireää aikataulua silmälläpitäen.

Myös hankkeen kannustimena toiminut kaistanvapautumispalkkio arvatenkin edisti aikataulunmukaista valmistumista, vaikkakin yhteen päivämäärään sidottuna kannustin olisi voinut osoittautua ongelmalliseksi lisä- ja muutostöiden vaatiman ajan kasvattaessa urakoitsijan työsuorituksia.

Hämeentien sillan peruskorjauksen liikennettä kuormittavimpien rakennustöiden ajoittaminen kesälomakauteen, samoin kuin ns. nopeutetun sillankorjaustavan käyttö edesauttoivat tavoitteessa pitää hankkeen liikenteelle aiheuttamat haitat minimissään.

### 7.1 Suuntaviittoa tulevaan

HKR-Rakennuttajan on mahdollista tarvittaessa lyhentää infrahankkeidensa kestoja ja vähentää näin liikenteelle mahdollisesti aiheutuvia haittoja mm. tehostamalla esikartoitus- ja suunnitteluvaihetta sekä sopimuskäytäntöjä kannustin- ja sanktiojärjestelmiin. Myös työvaiheiden ja materiaalivaatimusten tarkka suunnittelu, sekä työmaiden ohjaus, järjestys ja tehokas valvonta nopeuttavat hankkeiden aikataulua.

Esikartoitus- ja suunnitteluvaiheen tärkeyttä hankkeiden keston määrittämisessä ja aikataulussa pysymisessä ei liene voi tarpeeksi korostaa. Vajaille tiedoilla tehdyt suunnitelmat sisältävät käytännössä aina virheitä ja ennen kaikkea saneeraus- ja peruskorjaushankkeissa lisä- ja muutostöiden määrä kasvaa usein aikataulullisesti kestäättömälle tasolle.

Urakoiden kannustin- ja sanktiojärjestelmissä on vielä hiomista. Kannustimet on mahdollista suunnitella useampaan tarkastuspisteeseen sidottaviksi, jolloin vältettäisiin esimerkiksi tapauksen kaltainen tilanne, jossa lisä- ja muutostöiden aiheuttamat viivästymiset tekevät määräytymispäivästä ristiriitaisen. Kannustimia olisi hyvä soveltaa myös

esikartoitus- ja suunnittelutyöhön jolloin lisä- ja muutostöiden tarve ainakin osittain havaittaisiin jo etukäteen. Sanktiokäytännön muutos portaittain tai tasaisesti nousevaksi loisi myös osaltaan tehokkaamman kannustimen urakan valmistumiselle, kun esim. jos viivästyssakko tuplaantuu joka päivä, ei ole ihan sama urakoitsijalle, venyykö hanke viikon vai kaksi.

Työvaiheiden tarkka suunnittelu ja materiaalien ominaisuusvaatimusten määrittäminen sopimusteksteissä helpottavat työn aikataulutusta. Hämeentien sillan peruskorjauksessa esimerkiksi IT- ja nopeasti kovettuvien betonien käytöllä saatiin hankkeen kestoa huomattavasti lyhyemmäksi kovettumis- ja kuivumisaikojen lyhentyessä tavallisten betonien vastaaviin verrattuna. Myös työmenetelmien kohdekohtainen optimointi kannattaa suunnitelmissa huomioida, kuten esimerkkitapauksen vesipiikkaus jyrsinän sijaan.

Aikataulullisesti kriittisissä hankkeissa työmaan ohjaus ja tehokas valvonta tulee ulottaa työmaan järjestämisen, aluesuunnitelmien ja järjestyksen ylläpidon, liikenteenohjauksen ja työmaalogistiikan sekä työvaiheiden ajoituksen ja ajankohdan kaltaisiin usein urakoitsijan vastuulle jääviin osa-alueisiin sillä näiden asiallinen ja optimaalinen toteutus jää ajoittain puolitiehen. Tilaajapuolen valvontaa tulisi lisätä suhteessa projektin vaativuuteen ja aikataulun kireyteen, samoin kuin valvonnan resursseja esimerkkitapauksen kaltaisesti jossa myös suunnittelijat suorittivat työnaikaista valvontaa.

## Lähteet

- [1.] Hämeentien sillan peruskorjaus, Urakkaohjelma. HKR- Rakennuttaja 2011
- [2.] HILMA, Julkiset hankinnat, Työ- ja elinkeinoministeriö  
(<http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/view/2011-002907/>) luettu  
28.3.2012
- [3.] RIL 256-2010 Julkisten hankintojen kehittämismalli TUKEFIN, 2010

Tutkimusselostus 6.9.2010 Hämeentien silta Vallilassa

Hämeentien sillan peruskorjauksen kuntokartoitukset ja lisätutkimukset



**HÄMEENTIEN SILTA VALLILASSA (U-1356)**  
Helsinki

**LISÄTUTKIMUSSELOSTUS**



Sillan itäsiivu.

## LISÄTUTKIMUSSELOSTUS

### HÄMEENTIEN SILTA VALLILASSA (U-1356)


Valtatie 4, tieosa 101 (Hämeentie)  
Helsinki

Teräsbetoninen jatkuva kotelopalkkisilta  
Jännemitat 24,00 + 5 x 30,00 + 24,00 m  
Hyödyllinen leveys 30,25 m

Tampere 6.9.2010



Pasi-Pekka Immonen  
RI (AMK)



Jorma Lampinen  
RI

## HÄMEENTIEN SILTA VALLILASSA (U-1356)

Valtatie 4, tieosa 101 (Hämeentie)

Helsinki

### TARKASTUSSELOSTUKSEN SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ .....</b>	<b>2</b>
	1.1 Tehtävä .....	2
<b>2</b>	<b>RAKENTEIDEN ARVIOINTI JA TUTKIMUSTULOKSET ....</b>	<b>2</b>
	2.1 Tehdyt tutkimukset .....	2
	2.2 Tiiviys ja halkeilu.....	3
	2.3 Pakkasekestävyys .....	3
	2.4 Betonin vetolujuus.....	4
	2.5 Piikkaus .....	4
<b>3</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>5</b>
	3.1 Rakenteiden kantavuus .....	5
	3.2 Rakenteiden kunto .....	5
	3.3 Vaadittavat korjaukset .....	6

## **HÄMEENTIEN SILTA VALLILASSA (U-1356)**

Valtatie 4, tieosa 101 (Hämeentie)

Helsinki

## **LISÄTUTKIMUSSELOSTUS**

### **1 YLEISTÄ**

---

#### **1.1 Tehtävä**

Sillan erikoistarkastuksessa (18. - 19.8.2009) paljastui sillan kansilaatassa voimakas pakkasvaurio. Sillan päällysrakenteen vaurion laajuutta ei pystytty tarkastuksen perusteella kuitenkaan yksiselitteisesti määrittämään, joten oikeiden korjaustoimien varmistamiseksi päädyttiin lisätutkimuksiin.

Lisätutkimuksia tehtiin 5. - 6.11.2009 ja 10.6.2010. Tutkimuksissa keskityttiin kansilaatan betonin pakkasvaurioiden ja rapautumisen laajuuden selvittämiseen.

### **2 RAKENTEIDEN ARVIOINTI JA TUTKIMUSTULOKSET**

---

#### **2.1 Tehdyt tutkimukset**

Ensimmäisissä lisätutkimuksissa (11/2009) kansilaatan yläpinnasta porattiin näytteitä ohuthietutkimuksia ja vetolujuuskokeita varten. Näytelieriöitä toimitettiin ohuthietutkimukseen 17 kpl ja vetolujuuskokeita varten 10 kpl. Tutkimukset teki VTT.

Kansilaatan yläpinnan tutkimuksia jatkettiin 10.6.2010 pintarakenteiden avauksilla ja yläpinnan näyteporauksilla, vetokokeilla ja kansilaatan yläpinnan vesipiikkauksella. Tutkimuksessa kannen pintarakenteet avattiin neljästä kohdasta, joista jokaisessa tehtiin betonin koepiikkaukset. Kolmesta avauskohdasta tehtiin myös näyte- ja vetoporaukset. Vesipiikkauksen teki ISS teollisuuspalvelut Oy ja muut tutkimukset Huura Oy.

Sillan erikoistarkastuksen ja lisätutkimusten kaikki ohuthietutkimus- ja vetolujuustutkimusselostukset ovat liitteenä. Liitteenä on myös kartta, jossa on esitetty värikoodeilla betonin vaurioitumisaste.

## 2.2 Tiiviys ja halkeilu

Laatan yläpinnan betonin tiivyydestä todettiin marraskuun 2009 näytteiden (17 kpl) ohuthietutkimusten perusteella seuraavaa:

- Betonit olivat hieman epähomogeenista betonia. Betonin koostumus, rakenne ja laatu on samanlainen kaikissa näytteissä.
- Näytteissä ei havaittu harvatiiloja tai muita valuvikoja.
- Tiivistymishuokosia oli vähän.

Laatan yläpinnan näytteet vuoden 2010 tutkimuksesta analysoitiin silmämääräisesti. Näytteiden (3 kpl) betonin tiivyydestä todettiin seuraavaa:

- Betonit ovat pääosin tiivistyneet normaalisti.
- Betoneissa oli sementtipastan määrä melko suuri.
- Näytteessä 1. (läntinen ajorata, 2. aukko etelästä) havaittiin hieman isoja tiivistyshuokosia sekä betonin yläpinnassa pinnan suuntaista halkeilua noin 6 mm:n syvyydelle.
- Näytteessä 2. (itäinen ajorata, 1. aukko etelästä) irtosi noin 4 mm:n pintakerros poratessa. Syvemmillä näytteessä (n. 40 mm) on myös vaakasuuntaista halkeilua, joka menee pääosin kiviainesrakeiden pintoja pitkin. Näytteen 2. porauskohdan vieressä havaittiin myös epäsäännöllistä sillan pituussuuntaista halkeilua.
- Näytteessä 3. (itäinen ajorata, pohjoisin aukko) ei erityistä halkeilua havaittu.

## 2.3 Pakkaskestävyys

Ohuthietutkimuksissa todettiin seuraavaa:

- Kaikissa tutkituissa näytteissä betoni oli suojuhuokostamatonta.
- Betoneissa ei todettu alkalikiviainesreaktiota.
- Kaikissa ylälaatan näytteissä ja kolmessa reunaulokkeen näytteessä todettiin jonkin asteinen pakkasvaurio.
- Yhdessä reunaulokkeen näytteessä ei todettu pakkasvauriota
- Kotelopalkin alalaatan betoneissa ei todettu juurikaan pakkasvaurioita. Yhdessä näytteessä todettiin lievää säröilyä. Näyte porattiin kohdasta, jossa sementtiliima oli irronnut betonin pinnasta.
- Sillan eteläpäästä ajoradan reunoista otetuissa näytteissä oli kohtalainen tai voimakas pakkasvaurio. Voimakas pakkashaileilu todettiin myös itäisen reunaulokkeen näytteessä sillan keskiosilla. Pakkashaileilua oli myös kaakkoiskulman siipimuurin reunaulokkeen näytteessä.

## 2.4 Betonin vetolujuus

Betonin vetolujuus tutkittiin laboratoriossa 10 betonilieriöstä.

Tartuntavetolujuudeksi saatiin kokeissa

- sillan itäreunasta porattujen kolmen (3) lieriön vetolujuudet olivat 0,90...1,61 N/mm<sup>2</sup>. Kohdissa betonin vetolujuus on alentunut verrattuna terveeseen betonin vetolujuuteen. Paikoin vetolujuus oli todella huono. Itäreunassa sillan keskiaukossa oli kuitenkin myös betonia, jonka vetolujuus oli hyvä (2,5...3,2 N/mm<sup>2</sup>)
- Myös sillan keskiosilla ja länsireunassa oli kohtia, joissa vetolujuus oli huonontunut.

Koepiikkauksen yhteydessä avauskohdista tehtiin myös vetolujuuskokeet, joiden tulokset olivat seuraavat:

- Itäisen ajoradan länsireunasta, eteläisestä aukosta, tehdyissä kokeissa (2 kpl) tulokset olivat huonot (0,16...1,08 N/mm<sup>2</sup>).
- Itäisen ajoradan länsireunasta, pohjoisesta aukosta, tehdyssä kokeessa tulos oli tyydyttävä (2,22 N/mm<sup>2</sup>)
- Läntisen ajoradan länsireunasta, toiseksi eteläisimmästä aukosta, tehdyssä vetokokeessa tulos oli myös tyydyttävä (2,18 N/mm<sup>2</sup>)

Toimistomme tekemissä tutkimuksissa betonin keskimääräisen vetolujuuden on todettu olevan kansilaatoissa 2,4 N/mm<sup>2</sup>.

## 2.5 Piikkaus

Kannen yläpinnasta tehtiin koepiikkaus kolmesta kohdasta. Piikkaus tehtiin 2900 bar:n paineella ja 30 litran vesimäärällä Piikkauksen perusteella todettiin seuraavaa:

- Sillan betoni vaikutti pääosin normaalikuntoiselta.
- Eteläisen aukon betoni oli heikompaa kuin muissa avauksissa.
- Kansilaatan yläpinnan pintakerros (10 – 30 mm) lähti helposti piikatessa.
- Raudoitustankojen vieressä vesisuihku ryösti melko helposti betonia.
- Piikkauksissa ei paljastunut muita erityisiä ongelmakohtia.



### 3 YHTEENVETO

---

#### 3.1 Rakenteiden kantavuus

Tarkastukseen ei liittynyt rakenteiden kantavuus selvitystä.

Sillan kantavuus on aiemmin tarkistettu laskelmin ja todettu riittäväksi.

Sillassa on kuitenkin selvät taipumat kaiteissa ja kannen pintarakenteissa. Lisäksi kotelopalkissa on leikkaushalkeamia tukien kohdilla. Molemmat havainnot viittaavat kantavuuspuutteisiin.

#### 3.2 Rakenteiden kunto

Seuraavassa kappaleessa on yhdistetty sillan erikoistarkastuksessa ja lisätutkimuksissa havaitut seikat, jotka vaarantavat rakenteiden säilyvyyttä:

- Betonipeitteet eivät täytä nykyisiä vaatimuksia. Kotelopalkin ylälaatan alapinnassa on raudoitustankoja valuvirheiden vuoksi näkyvissä. Alalaatan alapinnassa on raudoitustankoja ja teräksenpätkiä näkyvissä. Ohuet betonipeitteet ovat säilyvyysongelma.
- Karbonatisoituminen on vastaavan aikakauden siltoihin verrattuna paikoin huomattavasti voimakkaampaa ja uhkaa rakenteiden säilyvyyttä.
- Ylälaatan alapinnassa on paikoin huonosti tiivistyneitä kohtia. Alalaatan ja reunaulokkeiden alapinnassa on erottuvia muottilautojen saumojen kohdilla.
- Sivuseinissä on satoja taivutus- ja leikkaushalkeamia, joiden leveys on pääosin 0,2 mm tai sitä ohuempia. Leveimpien halkeamien leveys oli noin 0,4 mm. Alalaatan alapinnassa on paljon poikkisuuntaisia halkeamia, joista on reunimmaisten koteloiden kohdilla injektoitu kymmeniä. Välitukien kohdilla on reunaulokkeissa muutama kalkkinen halkeama. Välitukien anturoissa ja eteläisessä etumuurissa on kutistumishalkeamia.
- Betoni on ohutietutkimuksen mukaan suojahuokostamatonta ja miltei kaikissa näytteissä oli jonkinasteinen pakkasvaurio, mutta ei alkaliviainesreaktioita. Sillan eteläpäässä kansilaatan yläpinnasta ajoradan reunojen kohdilta poratuissa näytteissä oli voimakas pakkasvaurio koko näytteiden pituudella.
- Sementtiliima on irronnut laajoilla alueilla alalaatan alapinnasta reunimmaisten koteloiden osalla ja reunaulokkeiden alapinnasta. Ylälaatan alapinnassa ja alalaatan yläpinnassa on rapautumia. Lisäksi eteläisessä etumuurissa on pahoja rapautumia.
- Betonin vetolujuus oli reunaulokkeen alapinnassa maatuella 1,4 N/mm<sup>2</sup> ja päällysrakenteen osalla 1,9 N/mm<sup>2</sup>. Alalaatan alapinnassa vetolujuus oli rapautuneessa kohdassa 0,6 N/mm<sup>2</sup>. Ylälaatan alapinnassa vetolujuus oli 1,9 N/mm<sup>2</sup>. Lisätutkimusten mukaan ylälaatan betonin vetolujuus oli alentunut molemmissa reunaulokkeissa ja reunimmaisissa koteloidissa.

- Betonin kloridipitoisuus on kotelopalkin ylälaatan ala- ja yläpinnassa suuri (0,03 – 0,04 %) ja ulokkeen alapinnassa koholla (0,02 %). Välitukipila-reissa kloridipitoisuus on myös suuri (0,02 – 0,04 %). Välitukien anturoissa ja maatumien etumureissa kloridipitoisuus on hyvin suuri (0,02 – 0,17 %).
- Ylälaatan alapinta on reunimmaisissa koteloidissa suurelta osin kalkkihärmän peitossa. Muissa koteloidissa ja reunaulokkeissa on monin paikoin kalkkihärmää. Betonin suhteellinen kosteus oli ylälaatan alapinnassa 93 – 103 % ja väliseinässä 88 %. Havaintojen ja mittausten mukaan vedeneristyksessä on vaurioita.
- Alkuperäiset syöksytyrvet ovat pahoin ruosteessa ja osa on syöpynt puhki valuttaen veden kotelon sisään.
- Liikuntasaumamat eivät ole vesitiiviit.

### 3.3 Vaadittavat korjaukset

Tutkimusten perusteella kotelopalkin ylälaatasta ja reunaulokkeissa on paikoin pahoja vaurioita ja betoni on paikoin korjausallustaksi kelpaamatonta. Varsinkin sillan eteläpäässä ja reunaosilla jouduttaneen turvautumaan raskaisiin korjaustoimiin eli rakenteiden uusimiseen.

Sillan korjaukseen on sisällytettävä seuraavat toimet:

- Kansilaatan yläpinnasta vesipiikataan vaurioitunut betoni ja tehdään muotoiluväli. Pahimmin vaurioituneilla osilla kotelopalkin ylälaata ja reunauloke jouduttaneen uusimaan kokonaan.
- Reunapalkit ja kaiteet uusitaan.
- Kannen pintarakenteet uusitaan.
- Kuivatuslaitteet kunnostetaan.
- Liikuntasaumalaitteet uusitaan.
- Halkeamat ( $\geq 0,2$  mm) injektoidaan.
- Betonipinnat pinnoitetaan halkeamat silloittavalla pinnoitteella.

Sillan taipumien mittaus pitäisi aloittaa asentamalla sillan tukien kohdille ja aukkojen keskelle havaintopisteet, joista sillan liikkeitä seurataan säännöllisesti.

Liitteet:

VTT:n tutkimusselostus VTT-S-07168-09 (veto- ja ohuthietutkimus)  
VTT:n tutkimusselostus VTT-S-09128-09 (ohuthietutkimus)  
VTT:n tutkimusselostus VTT-S-09820-09 (vetolujuustutkimus)  
Näytekartta



**Tilaaaja** Huura Oy  
 Hämeenpuisto 33A  
 33200 TAMPERE

**Tilaus** 6.11.2009 / Pasi-Pekka Immonen

**Yhteyshenkilö VTT:ssä** VTT  
 Erikoistutkija Hannu Pyy  
 PL 1000, 02044 VTT  
 (Kemistintie 3, Espoo)  
 Puh. 020 722 6905, Faksi 020 722 7010  
 Sähköposti hannu.pyy@vtt.fi

**Tehtävä** Ohutietutkimus Hämeentien sillan (U-1356) betoninäytteistä.  
**Osa 2. Lisänäytteet**

**Näytteet** 17 tilaajan toimittamaa, poraamalla irrotettua betoninäytettä, joiden tunnuksot olivat: **näyte 1...17**. Näytteiden halkaisija oli 50 mm.

Tilaaaja ilmoitti näytteistä seuraavat tiedot:

Näyte	Porauskohta	Näytekohdan vauriot
1	Keskiaukon keskeltä, 2. kotelo idästä	Ei näkyviä vaurioita
2	3. välituki pohjoisesta, 2. kotelo idästä	Sementtiliima ja betonia irronnut, rapautuma tai kuiva muotti
3	2. aukko pohjoisesta, 2. kotelo idästä	Ei näkyviä vaurioita
4	3. aukko etelästä, 4. kotelo idästä	Ei näkyviä vaurioita
5	2. aukko pohjoisesta, 4 kotelo idästä	Kalkkihärmäinen alue välituen läheisyydessä
6	3. aukko etelästä, 2. kotelo lännestä	Ei näkyviä vaurioita
7	3. aukko etelästä, läntisin kotelo	Paksu kalkkihärmä, sementtiliima irronnut
8	Keskiaukon keskeltä, itäisin kotelo	Ohutta kalkkihärmää, vieressä paksua härmää
9	Keskiaukon keskeltä, itäinen uloke	Ei erityisiä vaurioita
10	3. välituki pohjoisesta, itäisin kotelo	Hieman kalkkihärmää
11	3. välituki pohjoisesta, itäinen uloke	Ei erityisiä vaurioita
12	2. aukko pohjoisesta, itäisin kotelo	Ei näkyviä vaurioita

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

13	2. aukko pohjoisesta, itäinen uloke	Ei näkyviä vaurioita
14	3. aukko etelästä, läntinen uloke	Kalkkihärmäisen kohdan reunasta
15	Keskiaukko, alalaatan keskiosilta	Epätiivis kohta, jonkin valusauman läheltä?
16	Keskiaukko, n. 1,5 m itäreunasta	Sementtiliima irronnut
17	2. aukko pohjoisesta, alalaatan keskiosilta	Hieman vaalea betonipinta

Näytteet 1 - 14 on porattu ylälaatasta tai ulokkeesta ja näytteet 15 - 17 alalaatasta.

Lisäksi tilaaja toimitti tasokuvan, johon ylälaatan näytekohdat ja vauriot oli merkitty.

Tutkimuskohde on **Hämeentien silta (U-1356) Helsingissä.**

### Tutkimukset

Tutkimuskohteena olevan sillan betonirakenteista on tehty vuoden 2009 syksyllä VTT:llä ohuthietutkimus, jonka tulokset on raportoitu 2.10.2009 tutkimusselostuksessa VTT-S-07168-09. Tutkimuksessa todettiin sillan kansilaatassa (4 näytettä tutkittiin) voimakas pakkasvaurio, jonka laajuus ja aste haluttiin kartoittaa tällä kattavalla lisänäytteiden ohuthietutkimuksella.

Näytteet mitattiin ja niille tehtiin silmämääräinen tarkastelu ja sen jälkeen niistä valmistettiin petrografiset ohuthieet.

Hieet tehtiin näytteiden porauspinnasta alkaen, pintaa vasten kohtisuorassa suunnassa.

Ennen preparointia näytepalat impregnoitiin vakuuimissa fluoresoivaa väriainetta sisältävällä hartsilla. Impregnoituidut näytteet liimattiin objektilasille ja ohennettiin timanttisahausta ja -hiontaa käyttäen siten, että näytteiden lopullinen koko oli 30 x 50 mm<sup>2</sup> x 25 µm.

Näytteet tutkittiin Leica DM LP -polarisaatio- ja fluoresenssimikroskoopilla.

Ohuthieiden preparointi- ja tutkimusmenetelmä on esitetty standardeissa ASTM C856 ja NT Build 381.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

**Tulokset**
Näytteiden mitat ja silmämääräiset havainnot

Mittaustulokset esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Mittaustulokset.

Näyte	Näytteen pituus, mm +)	Näyte poikki, mm porauspinnasta
1	200 L	Ei
2	200 L	80 ja 130
3	200 L	165 (teräksen kohdalta)
4	200 L	155
5	200 L	50 + 50 mm silppua / 100
6	180 L	60
7	190 L	65
8	210 L	70
9	185 L	Ei
10	180 L	70
11	260 L	100 ja 160
12	170 L	Ei
13	170 L	65 ja 130
14	180 L	120 ja 150
15	50 K	Ei
16	75 K	Ei
17	75 K	Ei

+) L=läpi, K=katkaistu

Betonin koostumus, rakenne ja laatu on samanlainen kaikissa näytteissä.

Käytetty kiviaines on graniittista luonnonsoraa ja sideaine portlandsementtiä.

Betoni on suojahuokostamatonta ja hieman epähomogeenista.

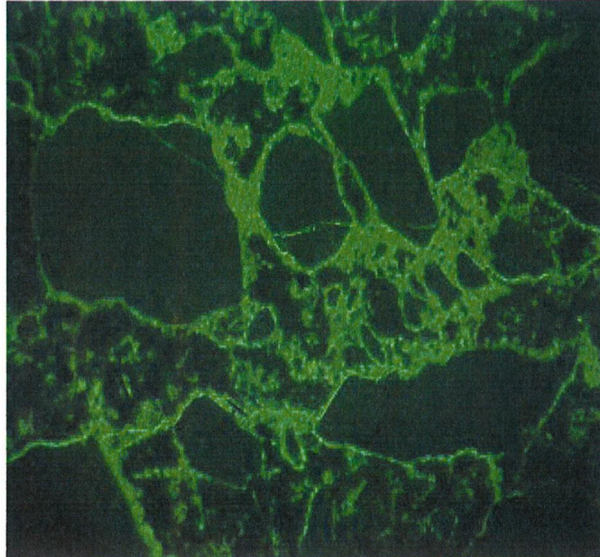
Näytteissä ei havaittu harvatiiloja tai muita valuvikoja.

Ohuthietutkimukset

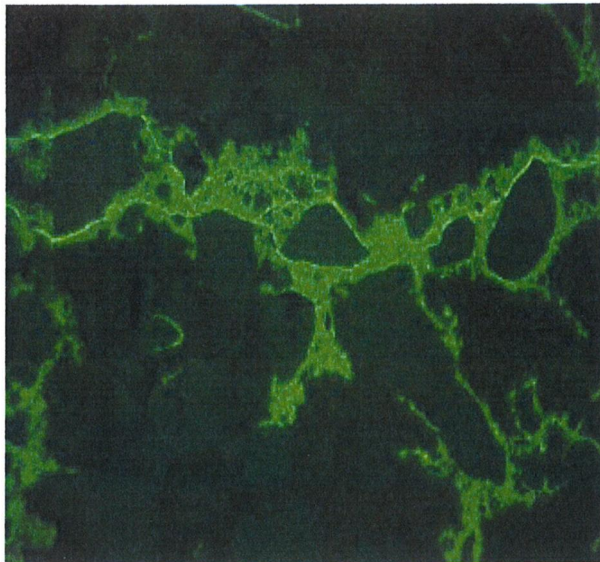
Ohuthietutkimustulokset esitetään taulukossa 2 sekä valokuvat kuntoluokituksestaan välttäviksi ja heikoiksi luokitelluista näytteistä kuvissa 1 - 6.

Ohuthietutkimustuloksiin on otettu referenssin vuoksi mukaan tutkimusselostuksessa VTT-S-07168-09 raportoidut kansilaatan yläpinnan näytteet A1, A3 ja A4.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

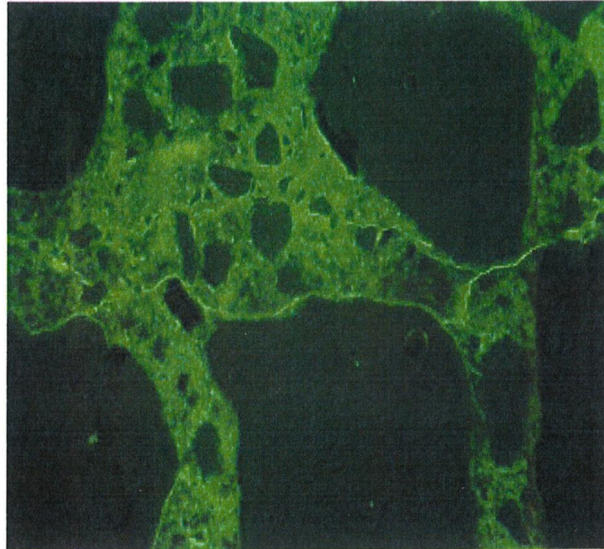


*Kuva 1. Näyte A1. Pakkashalkeilua betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*

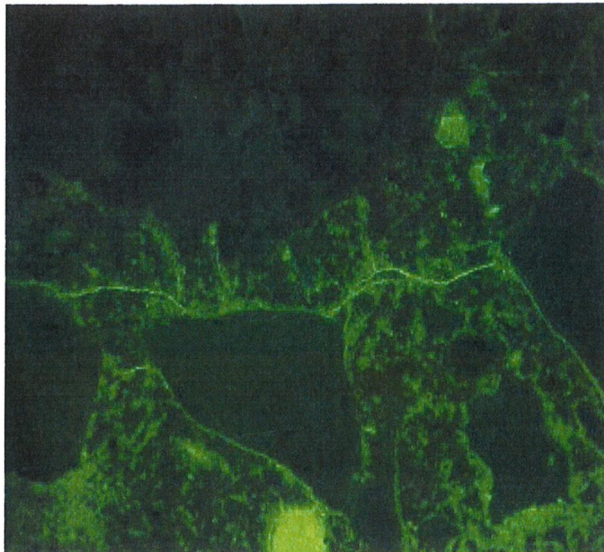


*Kuva 2. Näyte A3. Pakkashalkeilua betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

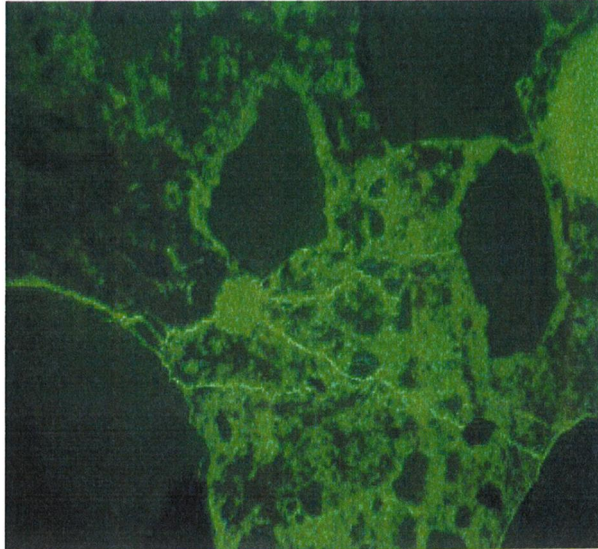


*Kuva 3. Näyte 7. Pakkasröilyä betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*

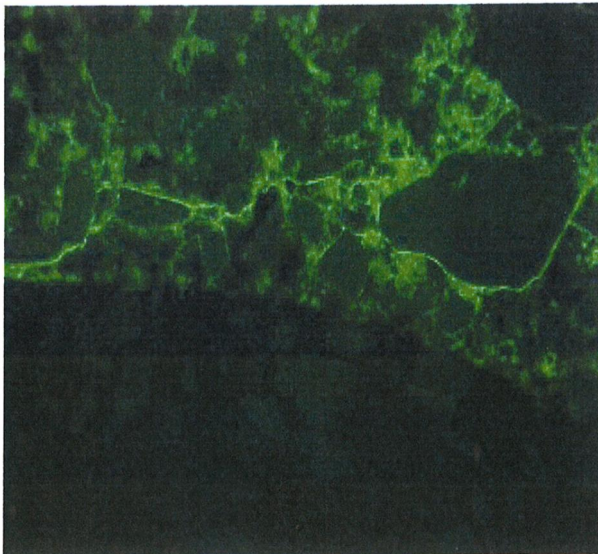


*Kuva 4. Näyte 8. Pakkasröilyä betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.



*Kuva 5. Näyte 10. Pakkashalkeilua betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*



*Kuva 6. Näyte 13. Pakkassäröilyä betonissa. Kuvan lyhyt sivu vastaa n. 2,7 mm näytteessä.*

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Taulukko 2. Ohuthietutkimustulokset. Näytteille on annettu pakkasvaurion asteen mukainen taustaväri. Punainen = voimakas, keltainen = kohtalainen, vihreä = lievä.

Näyte	AKR )	Huokostus	Karb.syvyys (mm)	Kiteytymiä huokosissa	Pakkasvaurio )	Kuntoluokitus )
A1	Ei	Ei	1-5	Vähän	Voimakas	Heikko
A3	Ei	Ei	3	Vähän	Voimakas	Heikko
A4	Ei	Ei	1-5	Ei	UP- 15mm kohtalainen, 15 mm - ei	0-15 heikko 15 - tyyd.
1	Ei	Ei	0-1	Ei	UP> 20mm kohtalainen, 20 mm - ei	0-20 välttävä 20 - tyyd.
2	Ei	Ei	0	Ei	Tasainen, lievä säröily	Tyydyttävä
3	Ei	Ei	3	Vähän / 0-20 mm ulkopinnasta	Ei	Hyvä
4	Ei	Ei	0-2	Ei	Ei	Hyvä
5	Ei	Ei	0-3	Ei	2 lievää halkeamaa	Tyyd./hyvä
6	Ei	Ei	1-2	Ei	Tasainen, lievä säröily	Tyyd./hyvä
7	Ei	Ei	1-2	Ei	Tasainen, kohtal.säröily	Välttävä
8	Ei	Ei	0-1	Kohtalaisesti ettringiittiä	Tasainen, kohtal.säröily	Välttävä
9	Ei	Ei	0-1	Ei	UP- 15mm lievä, 15 mm - ei	0-15 tyyd. 15 - hyvä
10	Ei	Ei	0	Kohtalaisesti ettringiittiä	Voimakas	Heikko
11	Ei	Ei	0	Ei	Tasainen, lievä säröily	Tyydyttävä
12	Ei	Ei	0-1	Vähän	UP- 10mm lievä, 10 mm - ei	0-10 tyyd. 10 - hyvä
13	Ei	Ei	1-2	Ei	Tasainen, kohtal.säröily	Välttävä
14	Ei	Ei	0-1	Ei	Ei	Hyvä
15	Ei	Ei	19	Ei	Ei	Hyvä
16	Ei	Ei	21-28	Ei	Lievää säröilyä	Tyydyttävä
17	Ei	Ei	12-16	Vähän	Ei	Hyvä

+) AKR = alkalikiviainesreaktio

+) UP = ulkopinta

+) hyvä - tyydyttävä - välttävä - heikko

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

VTT:n nimen käyttäminen mainoksissa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

---

**Tilaaaja** Huura Oy  
Hämeenpuisto 33A  
33200 TAMPERE

**Tilaus** Pasi-Pekka Immonen

**Yhteyshenkilö VTT:ssä** VTT  
Erikoistutkija Hannu Pyy  
PL 1000, (Kemistintie 3, Espoo)  
02044 VTT  
Puh. 020 722 6905  
Telekopio 020 722 7010  
Sähköposti hannu.pyy@vtt.fi

---

**Tehtävä** Vetolujuuden määrittäminen Hämeentien sillan (U-1356) betoninäytteistä. Lisänäytteet

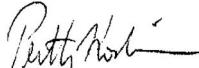
**Näytteet** 17 tilaajan toimittamaa, ohuthietutkimuksia varten saapunutta betoninäytettä. Kohteen tiedot, näytenumerot ja näytteenottokohdat on esitetty ohuthietutkimus-selostuksessa VTT-S-09128-09. Tämä tutkimus on jatkotutkimus, jossa em. näytteistä määritettiin betonin vetolujuus.


Näytteiden porauksen puoleisesta pinnasta puuttui ohuthietutkimuksiin ja kloridimäärittämiin käytettyä betonia noin 60 mm:n syvyydeltä. Vetolujuusmäärittäykset tehtiin mahdollisimman läheltä jäljellä olleiden näytteiden tätä pintaa. Vetolujuus määritettiin 10 näytteestä. Näytteet 15 - 17 olivat alkujan pituudeltaan vain 50-75 mm, joten niistä ei kappaleita enää ollut jäljellä. Lisäksi näytteistä 2, 4, 11 ja 14 ei vetokoetta voitu tehdä, koska näytteissä oli halkeilua ja teräksiä.

**Tulokset** Vetolujuuskokeet tehtiin standardin SFS 5445 mukaan. Koekappaleissa ei ollut teräksiä, eikä ylisuuria kiviainesrakeita.

Testaustulokset on esitetty taulukossa sivulla 2.

Espoo 28.12.2009

  
Pertti Koskinen  
Erikoistutkija

  
Jarl Lindholm  
Tutkimusavustaja

**Jakelu** Tilaaja, alkuperäinen  
VTT, alkuperäinen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.




**Testaustulokset**

nro	näytekohta	Ø x h mm	massa g	tilavuuspaino kg/m <sup>3</sup>	voima kN	vetolujuus MPa
1	Keskiaukon keskeltä, 2. kotelo idästä	49 x 66	297	2390	4,84	2,57
2	3. välituki pohjoisesta, 2. kotelo idästä	-	-	-	-	-
3	2. aukko pohjoisesta, 2. kotelo idästä	49 x 66	294	2360	3,80	2,02
4	3. aukko etelästä, 4. kotelo idästä	-	-	-	-	-
5	2. aukko pohjoisesta, 4 kotelo idästä	49 x 67	297	2350	3,16	1,68
6	3. aukko etelästä, 2. kotelo lännestä	49 x 66	296	2380	5,90	3,13
7	3. aukko etelästä, läntisin kotelo	49 x 66	294	2360	3,66	1,94
8	Keskiaukon keskeltä, itäisin kotelo	49 x 65	293	2390	5,96	3,16
9	Keskiaukon keskeltä, itäinen uloke	49 x 66	290	2330	4,76	2,52
10	3. välituki pohjoisesta, itäisin kotelo	48 x 66	264	2210	2,92	1,61
11	3. välituki pohjoisesta, itäinen uloke	-	-	-	-	-
12	2. aukko pohjoisesta, itäisin kotelo	49 x 66	292	2350	1,70	0,90
13	2. aukko pohjoisesta, itäinen uloke	49 x 49	223	2410	2,20	1,17
14	3. aukko etelästä, läntinen uloke	-	-	-	-	-
15	Keskiaukko, alalaatan keskiosilta	-	-	-	-	-
16	Keskiaukko, n. 1,5 m itäreunasta	-	-	-	-	-
17	2. aukko pohjoisesta, alalaatan keskiosilta	-	-	-	-	-

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

# VETOLUJUUS

KOHDE: <b>Hämeentien silta (U-1356), Helsinki</b>		 <b>Huura oy</b> insinööritaitoa & arkkitehtuuria
MITTAUS PVM: 10.6.2010	MITTAAJA: P-P Immonen	

MITTAUS NRO	MITTAUSKOHTA	HALKAI SIJA [mm]	VETOLUJUUS [N/mm <sup>2</sup> ]	MURTOKOHTA JA MUITA HUOMIOITA
		PORAUS SY- VYYS [mm]		
1.	<b>Kansilaatan yläpinta</b> - aukko 2. - läntisen ajoradan länsireuna - aukon keskeltä - avaus 2.	50	2,18	- Murtokohta 45 – 35 mm:n syvyydellä betonissa. - Keskikokoinen kiviaines puuttuu - Sementtipastaa paljon
		45		
2.	<b>Kansilaatan yläpinta</b> - aukko 1. (eteläisin) - itäisen ajoradan länsireuna - aukon keskeltä - avaus 3.	50	0,16	- Poratessa irtosi 2 - 3 mm:n pin- takerros - Avauksessa laatan yläpinnassa pituussuuntaista halkeilua. - Murtokohta 10 – 25 mm:n syvyydellä betonissa. - Betonissa vaakasuuntaista hal- keilua
		40		
3.	<b>Kansilaatan yläpinta</b> - aukko 1. - itäisen ajoradan länsireuna - aukon keskeltä - avaus 3.	50	1,08	- Murtokohta 1 - 5 mm:n syvyydel- lä betonissa. - Betoni osittain erikoisen valkois- ta
		40		
4.	<b>Reunaulokkeen alapinta</b> - aukko 7. (pohjoisin) - itäisen ajoradan länsireuna - aukon keskeltä	50	2,22	- Murtokohta 1 – 4 mm:n syvyydellä betonissa. - Yläpinnassa ei silmämääräisesti vaurioita
		40		
		30		



Ohuthie- ja vetolujuustutkimus Hämeentien sillan  
(U-1356) betoninäytteistä

| Tilaaja: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy



---

<b>Tilaaaja</b>	Insinööritoimisto Jorma Huura Oy Hämeenpuisto 33A 33200 TAMPERE
<b>Tilaus</b>	1.9.2009 / Pasi-Pekka Immonen
<b>Yhteyshenkilö VTT:ssä</b>	<b>VTT</b> Erikoistutkija Hannu Pyy PL 1000, 02044 VTT (Kemistintie 3, Espoo) Puh. 020 722 6905, Faksi 020 722 7010 Sähköposti hannu.pyy@vtt.fi

---

**Tehtävä** **Ohuthie- ja vetolujuustutkimus Hämeentien sillan (U-1356) betoninäytteistä.**

**Näytteet** 8 tilaajan toimittamaa, poraamalla irrotettua betoninäytettä, joiden tunnuksot olivat: **näyte 5, 6/6B, 11, 15, A1, A3 ja A4**. Näytteiden halkaisija oli 50 mm ja pituudet 40 – 75 mm.

Tilaaaja ilmoitti näytteistä seuraavat tiedot:

**Näyte 5.** Kotelopalkin alalaatta (ohuthie)

Näyte on porattu sillan keskiaukosta noin 10 metrin etäisyydeltä pohjoisesta välituesta sillan länsireunasta. Rakenteen alapinnalla oli vakavaa erottumaa / rapautumaa. Rapautumat johtunevat harvavalusta tai rakenteeseen kohdistuneesta kosteusrasituksesta. Näyte mureni irrotettaessa. Näytekohdan vierestä tehdyn vetolujuuskokeen tulos oli 0,6 N/mm<sup>2</sup>.

**Näyte 6/6B.** Kansilaatan alapinta (ohuthie/näyte 6 ja vetolujuus/näyte 6B)

Näytteet ovat itäisestä kotelopalkista noin 5 metrin etäisyydeltä päällysrakenteen eteläpäästä. Rakenteessa havaittiin paksua kalkkihärmää ja rapautumia vedeneristyksen vuotojen takia. Näytteet porattiin kalkkihärmäisestä kohdasta.

**Näyte 11.** Maatuen reunaaloke (ohuthie)

Näyte on porattu sillan kaakkoiskulmasta. Etäisyys liikuntasaumasta oli 0,7 metriä ja siipimuurista noin 0,4 metriä. Näyte katkesi putkeen porauksessa. Näytekohdan vierestä tehdyn vetolujuuskokeen tulos oli 1,4 N/mm<sup>2</sup>, murtokohdan ollessa isohkojen kiviainesrakeiden pinnalla.

**Näyte 15.** Välitukipilari (ohuthie)

Näyte on 2. pohjoisimman välituen itäisimmästä pilarista ja pilarin juuresta. Kohdassa havaittiin paikallista rapautumaa. Rapautumat johtuvat ulkoisesta kloridirasituksesta.

Paikallisen rapautuman vierestä tehdyn vetolujuuskokeen tulos oli 3,0 N/mm<sup>2</sup>.

---

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

**Näyte A1.** Kansilaatan yläpinta

Näyte on itäisen ajoradan itäreunasta noin 12 metrin etäisyydeltä päällysrakenteen pohjoispäästä. Laatan yläpinta oli heikkoa tai siinä oli ohut laasti pinnassa. (Näytteestä puuttuu muutama millimetri yläpinnasta). Näytteestä tehdään ohuthie- ja kloriditutkimus. Kloridipitoisuus tutkitaan 0 - 20 mm ja 20 - 40 mm:n syvyyksiltä.

**Näyte A3.** Kansilaatan yläpinta

Näyte on läntisen ajoradan länsireunasta noin 14 metrin etäisyydeltä päällysrakenteen eteläpäästä. Laatan yläpinta oli kuiva. Yläpinnasta irtosi noin 5 mm:n paksuinen kerros ja näyte katkesi useasta kohdasta. Näytteestä tehdään ohuthie- ja kloriditutkimus. Kloridipitoisuus tutkitaan 0 - 20 mm ja 20 - 40 mm:n syvyyksiltä.

**Näyte A4.** Kansilaatan yläpinta

Näyte on läntisen ajoradan keskeltä noin 14 metrin etäisyydestä päällysrakenteen eteläpäästä. Laatan yläpinnasta irtosi noin 0 - 5 mm betonia mastiksia irrotettaessa. Näytteestä tehdään ohuthie- ja kloriditutkimus. Kloridipitoisuus tutkitaan 0 - 20 mm ja 20 - 40 mm:n syvyyksiltä.

Tutkimuskohde on **Hämeentien silta (U-1356) Helsingissä**. Kohde on teräsbetoninen jatkuva kotelopalkkisilta. Sillassa on yhdeksän kotelopalkkia ja sillassa on seitsemän aukkoa. Silta on rakennettu vuonna 1963.

**Tutkimukset**

Ohuthietutkimuksia varten näytteistä valmistettiin petrografiset ohuthieet.

Hieet valmistettiin tilaajan merkitsemistä kohdista, näytteiden ulkopinnasta alkaen, ulkopintaa vasten kohtisuorassa suunnassa.

Ennen preparointia näytepalat impregnoitiin vakuuissa fluoresoivaa väriainetta sisältävällä hartsilla. Impregnoitujen näytteiden liimattiin objektilasille ja ohennettiin timanttisahausta ja -hiontaa käyttäen siten, että näytteiden lopullinen koko oli 30 x 50 mm<sup>2</sup> x 25 µm.

Näytteet tutkittiin Leica DM LP -polarisaatio- ja fluoresenssimikroskoopilla.

Ohuthieiden preparointi- ja tutkimusmenetelmä on esitetty standardeissa ASTM C856 ja NT Build 381.

Vetolujuus määritettiin näytteestä 6B standardin SFS 5445 mukaan.

Kloridipitoisuudet määritettiin näytteistä A1, A3 ja A4 standardin SFS 5451 mukaan. Tulokset on raportoitu erikseen.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

---

**Tulokset**Ohuthietutkimukset**Näyte 5**

Rakenteeltaan betoni oli epähomogeenista, harvaa ja voimakkaasti erottunutta.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisia kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkea. Betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta harvatiloja ja halkeamia pitkin noin 45 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin voimakas pakkashalkeilu koko ohuthienäytteen matkalla.

Osassa betonin huokosista oli vähän kiteytymiä.

**Näyte 6**

Rakenteeltaan betoni oli hieman epähomogeenista ja heikosti erottunutta.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisia kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkea. Betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta noin 15 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin muutama heikko pakkasarö.

Osassa betonin huokosista oli vähän kiteytymiä.

Näytteen 6B **vetolujuudeksi** määritettiin 1,9 N/mm<sup>2</sup>.

---

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

### Näyte 11

Rakenteeltaan betoni oli melko homogeenista.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisiä kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkeahko. Betoni oli karbonisoitunut ulkopinnasta kiviainestartuntoja pitkin epätasaisesti noin 5 - 15 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin tasainen pakkasräöily koko ohuthienäytteen matkalla.

Betonin huokosissa ei ollut kiteytymiä.

### Näyte 15

Rakenteeltaan betoni oli hieman epähomogeenista ja heikosti erottunutta.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisiä kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkea. Betoni oli karbonisoitunut ulkopinnasta noin 10 - 15 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin muutama heikko pakkasräö.

Betonin huokosissa ei ollut kiteytymiä.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

### Näyte A1

Rakenteeltaan betoni oli hieman epähomogeenista.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisiä kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkeahko. Betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta noin 1 - 5 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin voimakas pakkashalkeilu koko ohuthienäytteen matkalla.

Osassa betonin huokosista oli vähän kiteytymiä.

### Näyte A3

Rakenteeltaan betoni oli epähomogeenista.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisiä kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkeahko. Betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta tasaisesti muutaman mm:n syvyydelle ja halkeilurakennetta pitkin yli ohuthiesyvyyden.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonissa todettiin voimakas pakkashalkeilu koko ohuthienäytteen matkalla.

Osassa betonin huokosista oli vähän kiteytymiä.



#### Näyte A4

Rakenteeltaan betoni oli hieman epähomogeenista.

Karkea runkoaine oli rapautumatonta graniittista kiviainesta. Hieno runkoaine oli pääasiassa kvartsia ja maasälpää. Runkoaineen joukossa oli jonkin verran kiillemineraaleja. Aggressiivisiä kiviainesreaktioita (alkalireaktioita) ei betonissa todettu.

Sideaine oli seosaineetonta portlandsementtiä. Sideaineen hydrataatioaste oli korkea. Myös vesi-sideainesuhde (v/s) oli korkeahko. Betoni oli karbonisoitunut ulkopinnasta noin 1 - 5 mm:n syvyydelle.

Betoni oli huokostamatonta. Tiivistyshuokosia oli vähän.

Betonin ulkopinnassa todettiin pakkassäröilyä noin 10 - 15 mm:n syvyydelle. Tätä syvemmällä ei pakkasvaurioita ollut.

Betonin huokosissa ei ollut kiteytymiä.

#### **Tulosten tarkastelu**

Näytteiden **kuntoa** arvioitiin ohuthietutkimuksessa tarkasteltujen tekijöiden ja ominaisuuksien puolesta asteikolla **hyvä-tydyttävä-välttävä-heikko**. Tulokset olivat näytteittäin seuraavat:

- Näyte 5 (kotelopalkin alalaatta): heikko
- Näyte 6 (kansilaatan alapinta): tyydyttävä
- Näyte 11 (maatuen reunauloke): välttävä
- Näyte 15 (välitukipilari): tyydyttävä
- Näyte A1 (kansilaatan yläpinta): heikko
- Näyte A3 (kansilaatan yläpinta): heikko
- Näyte A4 (kansilaatan ~~alapinta~~<sup>ylä-</sup>): ulkopinta 0-15 mm: heikko, syvemmällä tyydyttävä.

Betonien laatu rakenteissa vaihteli. Näytteissä 5, 6 ja 15 betoni oli epähomogeenista ja erottunutta. Näytteessä 5 erottuminen oli voimakasta. Näytteissä A1, A3 ja A4 betoni oli rakenteeltaan epähomogeenista. Vain näytteessä 11 betoni oli rakenteeltaan melko homogeenista.

Kaikki betonit olivat suojahuokostamattomia.

Alkalikiviainesreaktioita ei betoneissa todettu.

Kaikissa näytteissä todettiin jonkin asteinen pakkasvaurio. Näytteissä 5, A1 ja A3 todettiin voimakas pakkashalkeilu koko ohuthienäytteen matkalla. Myös näytteessä 11 todettiin tasainen, koko näytteen matkalla esiintynyt pakkasvaurio, joka asteeltaan oli lievempää pakkassäröilyä. Näytteessä A4 betonin ulkopinnassa todettiin pakkassäröilyä noin 10 - 15 mm:n syvyydelle.

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tätä syvemmillä ei pakkasvaurioita ollut. Näytteissä 6 ja 15 todettiin muutama heikko pakkasärö.

Karbonatisoitumissyvyydet olivat suhteellisen pieniä, alle 15 mm:n luokaa, paitsi näytteissä 5 ja A3. Näytteessä 5 betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta harvatiiloja ja halkeamia pitkin noin 45 mm:n syvyydelle ja näytteessä A3 betoni oli karbonatisoitunut ulkopinnasta tasaisesti muutaman mm:n syvyydelle ja halkeilurakennetta pitkin yli ohuthiesyvyyden.

### Johtopäätökset

Näytteiden perusteella arvioituna kansilaatan yläpinnan, samoin kuin maatuen reuna- ja kotelopalkin alalaatan betonin, ei voida katsoa soveltuvan korjaus- ja vahvistus- ja voimakkaan pakkasrapautuman vuoksi. Kansilaatan alapinnan ja välitukipilarin näytteissä betonin kunto oli tyydyttävä ja betonin voidaan katsoa soveltuvan korjaus- ja vahvistus- ja voimakkaan pakkasrapautuman vuoksi.

Espoo 2.10.2009



Pertti Koskinen  
Erikoistutkija



Hannu Pyy  
Erikoistutkija

### Jakelu

Tilaja  
VTT/Arkisto

Alkuperäinen + PDF-kopio  
Alkuperäinen

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

-19.8.2008 - 11.6.2010  
tehty tutkimukset

OH-tutkimukset

AK-20201113

- HUONO
- HUONO/VAIKAVA
- KESKINEN
- TYYNÄKÄI
- HYVÄ

Vetojuuris

- HUONO < 1,5 MPa
- TÄYTTÄ/SEURUSTI ALEMPIIN
- TÄYTTÄ
- HMVA > 2,5 MPa

HÄMMENTIEN SILTÄ

- pintarakenteiden avaukset
- lisätutkimukset
- ERKOISARVASTUS ↑
- KOKOPÄIKKAUS 10.6.2010



Tulkittavat näytteet

- otettiin A1, A2, A4

X yläpuolelta  
yläpuolelta tai sivulta

⊗ alapuolelta  
alapaatan alapinnasta

□ päällysteen avaus ja  
sivulta yläpinnan pukeaus

Lyijykäsiämerkinnät

- yläpuolelta alapinnan pukeusmerkinnät

Muokerynämärkinä

- alapaatan ja reovulokkeen alueet, joihin kalkkikivimäi-  
tai sementtiliima on irronnut betonin pinnasta

Alapaatan  
pukemista