



11.04.2016

Ryj/2

## § 321

### V 27.4.2016, Kulosaaren metrosillan peruskorjauksen hankesuunnitelman hyväksyminen

HEL 2016-002338 T 08 00 07

#### Päätös

Kaupunginhallitus päätti esittää kaupunginvaltuustolle seuraavaa:

Kaupunginvaltuusto päättää hyväksyä Kulosaaren metrosillan peruskorjauksen hankesuunnitelman siten, että hankkeen arvonlisäveroton enimmäiskustannus on 6 115 000 euroa, maanrakennuskustannusindeksi (MAKU) = 109,10 (2010=100).

#### Käsittely

Asian käsittelyn aikana kuultavana oli Ville Lehmuskoski. Asiantuntija ei ollut läsnä päätöksenteon aikana.

#### Esittelijä

apulaiskaupunginjohtaja  
Pekka Sauri

#### Lisätiedot

Kristiina Matikainen, kaupunginsihteeri, puhelin: 310 36035  
kristiina.matikainen(a)hel.fi  
Saara Kanto, suunnitteluinsinööri, puhelin: 310 25531  
saara.kanto(a)hel.fi

#### Liitteet

- 1 LIITE 1 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus
- 2 LIITE 2 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus tuet mt1 mt2
- 3 LIITE 3 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus vt3-9 leikka
- 4 LIITE 4Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus vt10-11 mt2
- 5 LIITE 5 Kulosaaren metrosillan vahventaminen kustannusarvio

#### Muutoksenhaku

Muutoksenhakukielto, valmistelu tai täytäntöönpano

#### Päätösehdotus

Päätös on ehdotuksen mukainen.

#### Esittelijän perustelut



Liikennelaitos -liikelaitoksen johtokunta esittää 3.3.2016 Kulosaaren metrosillan peruskorjauksen hankesuunnitelman hyväksymistä siten, että hankkeen arvonlisäveroton enimmäiskustannus on 6 115 000 euroa, maanrakennuskustannusindeksi (MAKU) = 109,10 (2010=100).

## Tausta

Kulosaaren metrosilta on Sörnäisten ja Kulosaaren välissä sijaitseva vesistösilta, joka on valmistunut vuonna 1973 ja peruskorjattu vuosina 2003 – 2005. Peruskorjauksessa sillan keskitukea vahvennettiin, uusittiin kannan vesieristykset sekä lisättiin kannan keskelle seinämä helpottamaan vesieristeen uusimista raide kerrallaan.

Sillan kokonaispituus on 411,5 m, ja sillalla on kaksitoista aukkoa. Kannen hyödyllinen leveys on 8,5 m. Kannella on kaksi metroraidetta. Sillan perustukset ovat paalutettuja, betonirakenteisia ja paikalla valettuja. Kotelorakenteinen jatkuva kansi on jälkijännitetty. Sillan rakenteeseen on käytetty saksalaista KA-jännemenetelmää, jossa teräksenä on Sigma Oval -punosjänne.

Sillassa käytetyssä jännetyypissä on todettu alttiutta vetykorroosiohaurasmurtumaan. Nyt kyseessä oleva teräslaatu voi haurastua korroosion yhteydessä, ja tämä voi johtaa haurasmurtumaan rasituksen yhteydessä. Murtuma voi olla äkillinen ja tapahtuu siltarakenteen sisällä, eikä itse murtuma siis näy ulospäin. KA-jännemenetelmä on ollut käytössä mm. Jyväskylässä sortuneessa vesitornissa, Turun Myllysillassa sekä kahdessa muussa sillassa, jotka on kunto- ja kantavuusselvitysten ja riskitarkastelun jälkeen purettu ja rakennetaan uudestaan.

Kulosaaren metrosillalle on tehty erikoistarkastus, jossa on tutkittu jänteiden kuntoa ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Ainetta rikkomattomalla menetelmällä etsitään tarkastettavasta kohteesta pinnalla olevia tai sisäisiä virheitä, jotka voivat aiheuttaa vaurioitumisia. Sillan rakenteille on tehty myös kantavuus- ja riskitarkastelut vaurioitumisen mahdollisuuden arvioimiseksi, koska varmuutta jänteiden kunnosta ei ole mahdollista saada rakenteita avaamatta ja vaurioittamatta.

Tarkastelujen perusteella siltarakenteella ei ole todettu olevan välitöntä vaaraa, eikä ole havaittu vaurioita, jotka olisivat vaatineet välitöntä korjaamista. Sillalle on kuitenkin katsottu välttämättömäksi laatia vahventamissuunnitelma, jolla varmistetaan sillan turvallisuus myös vakavan jänneaurion tilanteessa. Sillalle on myös asennettu väliaikainen monitorointijärjestelmä, jolla seurataan reaaliaikaisesti sillan taipumia eri aukoissa. Taipumille on annettu kriittiset arvot, joiden ylittyessä arvioidaan metroliikenteen turvallisuus ja erikseen tarvittavat toimenpiteet.

## Vahventamissuunnitelma

**Postiosoite**  
PL 10  
00099 HELSINGIN KAUPUNKI  
kaupunginkanslia@hel.fi

**Käyntiosoite**  
Pohjoisesplanadi 11-13  
Helsinki 17  
<http://www.hel.fi/kaupunginkanslia>

**Puhelin**  
+358 9 310 1641  
**Faksi**  
+358 9 655 783

**Y-tunnus**  
0201256-6

**Tilinro**  
FI0680001200062637  
**Alv.nro**  
FI02012566



Vahventamissuunnitelman mukaan sillan kantavuutta parannetaan siten, että rakentamisen aikaisessa suunnittelussa käytettyä 13 tonnin akselimassaa korotetaan 15 tonniin. Vahventaminen pienentää jänne-terästen jännityksiä ja siten pidentää sillan turvallista käyttöikää. Lisäkantavuus helpottaa tulevaisuudessa myös liikenne- ja huoltokaluston hankintoja.

Sillan kantavuutta vahvistetaan kannen molemmin puolin asennettavilla teräspalkeilla, jotka tuetaan betonisilla tukirakenteilla. Vahventaminen mahdollistaa jänteiden vaurioituessa kuorman siirtymisen alkuperäiseltä kannelta vahvistuspalkeille ja -pilareille.

Vahventamisen rakenteet on suunniteltu siten, että ne kantavat onnettomuustilanteessa koko kansirakenteen, radan sekä kahden junan painon. Silta varustetaan myös pysyvällä monitorointijärjestelmällä, jolla seurataan teräsjännityksiä vahvistusrakenteissa. Järjestelmän avulla sillan toimintaa voidaan seurata jatkuvasti ja mahdolliset jänteissä ilmevät vauriot voidaan havaita heti niiden ilmetessä.

Koko työ tehdään sillan alla, joten peruskorjauksella ei ole vaikutusta metrolienteeseen.

Tarkempi kuvaus hankkeesta on liikennelaitos -liikelaitoksen johtokunnan esityksessä, joka on päätöshistoriassa. Kuvat suunnitelmista ovat liitteinä 1 – 4. Kustannusarvio on liitteenä 5.

#### Kustannusarvio ja aikataulu

Hankkeen kustannusarvio on 6 115 000 euroa, joka muodostuu seuraavasti:

- Rakennusosat 3 515 094 euroa (57,4 %)
- Työmaatehtävät 738 170 euroa (12,1 %)
- Tilaajatehtävät 639 053 euroa (10,5 %)
- Hankevaraukset 1 222 683 euroa (20,0 %)

Hanke on mahdollista toteuttaa hyväksytyyn (Kvsto 2.12.2015) vuoden 2016 talousarvion ja taloussuunnitelman 2017 - 2018 liitteenä olevassa, liikennelaitos -liikelaitoksen 10-vuotisessa investointiohjelmassa vuodelle 2016 ja 2017 esitettyjen määrärahojen puitteissa. Hankkeelle on varattu 3,0 milj. euroa vuodelle 2016 ja 5,0 milj. euroa vuodelle 2017. Hanke rahoitetaan lainarahoituksella.

Investointi aiheuttaa 30 vuoden poistoajalla tasapoistoina 0,205 milj. euron vuotuisen lisäyksen poistokustannuksiin.



Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän perussopimuksen perusteella 50 % investoinnin poistoista (noin 0,103 milj. euroa/vuosi) ja 50 % laskennallisista korkomenoista (30 vuoden aikana yhteensä noin 2,3 milj. euroa, laskentakorko 5 %) voidaan laskuttaa HSL:ltä. Liikennelaitos -liikelaitos palauttaa HSL:ltä laskuttamansa 50 % laskennallisen korkomenon ns. infran korkotulona kaupungille.

Loppuosa poistoista (noin 0,103 milj. euroa vuodessa) ja investoinnin rahoittamisesta aiheutuvat todelliset noin 3,3 milj. euron korkokulut laina-aikana (korkokanta 4 % ja laina-aika 25 vuotta) jäävät kaupungin HKL:n infratukena maksettavaksi. Lisäksi osa HSL:ltä laskutettavasta 50 % poisto-osuudesta ja 50 % laskennallisesta korosta kiertyy vuosittain käytön mukaisesti kaupungin maksettavaksi HSL:n maksuosuuden kautta. Kokonaisvaikutus kaupungin toimintamenoihin on keskimäärin 0,215 milj. euroa vuodessa 30 vuoden ajan eli yhteensä noin 6,45 milj. euroa.

Rakentamistyö on suunniteltu alkavaksi syksyllä 2016 ja työn on tarkoitus valmistua kesällä 2017.

#### Kaupunginhallituksen kannanotot

Kaupunginhallitus toteaa, että hanke on välttämätön sillan rakenteellisen turvallisuuden varmistamiseksi.

Hankkeesta on tarpeen tehdä päätös pian, jotta vahvennustyöt saadaan sovittua Kalasatamaan kauppakeskuksen rakennustöihin. Sillan kaksi keskustan puoleista jännettä ulottuvat rakenteilla olevan liikekeskuksen sisään, ja sillan vahventamistyö on tarkoituksenmukaista ajoittaa parhaillaan käynnissä olevan kauppakeskuksen runkotyön yhteyteen.

Kulosaaren metrosillan lisäksi on jatkossa tarpeen korjata ainakin Saahaajankadun kaksi metrosiltaa ja Kipparlahden metrosilta, jotka kaikki on tutkimusten perusteella todettu rakennetuiksi vastaavalla ongelmallisella jännemenetelmällä kuin Kulosaaren metrosilta. Siilitien metrosillasta ei vielä ole tehty jännemenetelmän varmistavaa tutkimusta.

Kaikki nämä sillat ovat pienempiä kuin Kulosaaren silta, joten liikennelaitos -liikelaitos on arvioinut tulevien vahvennuskorjausten kustannusten jäävän pienemmiksi kuin nyt esillä olevan Kulosaaren sillan osalta.

#### Esittelijä

apulaiskaupunginjohtaja  
Pekka Sauri

#### Lisätiedot

Kristiina Matikainen, kaupunginsihteeri, puhelin: 310 36035



11.04.2016

Ryj/2

kristiina.matikainen(a)hel.fi  
Saara Kanto, suunnitteluinsinööri, puhelin: 310 25531  
saara.kanto(a)hel.fi

## Liitteet

- 1 LIITE 1 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus
- 2 LIITE 2 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus tuet mt1 mt2
- 3 LIITE 3 Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus vt3-9 leikka
- 4 LIITE 4Kulosaaren metrosilta korjaussuunnitelma yleispiirustus vt10-11 mt2
- 5 LIITE 5 Kulosaaren metrosillan vahventaminen kustannusarvio

## Muutoksenhaku

Kunnallisvalitus, valtuusto

## Päätöshistoria

Liikennelaitos -liikelaitoksen johtokunta (HKL) 03.03.2016 § 45

HEL 2016-002338 T 08 00 07

### Päätös

Liikennelaitos -liikelaitoksen johtokunta päätti osaltaan hyväksyä Kulo-  
saaren metrosillan peruskorjauksen hankesuunnitelman siten, että  
hankkeen arvonlisäveroton enimmäiskustannus on 6.115.000,00 eu-  
roa, maanrakennuskustannusindeksi (MAKU) = 109,10 (2010=100).

Johtokunta päättää lähettää hankesuunnitelman kaupunginhallitukselle,  
jotta se tekisi kaupunginvaltuustolle esityksen hankesuunnitelman hy-  
väksymisestä.

### Tausta ja hankkeen kuvaus

Kulosaaren metrosilta on Sörnäisten ja Kulosaaren välissä sijaitseva  
Vanhankaupunginselälle johtavan Kuorekarinsalmen ylittävä vesistösil-  
ta. Silta on valmistunut vuonna 1973. Silta on peruskorjattu vuosina  
2003 - 2005, jolloin sillan keskitukea vahvennettiin sekä uusittiin kan-  
nan vesieristykset. Lisäksi kannen keskelle lisättiin seinämä, joka hel-  
pottaa jatkossa vesieristeen uusimista raide kerrallaan.

Sillan kokonaispituus on 411,5 m ja sillalla on kaksitoista aukkoa, joi-  
den jännemitat ovat 20,00 + 30,00 + 34,00 + 35,00 + 34,00 + 30,75 +  
35,75 + 40,00 + 42,00 + 40,00 + 40,00 + 30,00. Kannen hyödyllinen le-  
veys on 8,5 m. Kannella on kaksi metroraidetta.



Sillan perustukset ovat paalutettuja, betonirakenteisia ja paikalla valettuja. Kotelorakenteinen jatkuva kansi on jälkijännitetty. Sillan rakentamiseen on käytetty saksalaista KA-jännemenetelmää, jossa teräksenä on Sigma Oval -punosjänne.

Jännetyypissä on todettu alttiutta vetykorroosiohaurasmurtumaan. Erietyisesti jänteissä, joiden suojainjektointi on heikosti onnistunut, on todettu säröilyä. Ilmiö on todetusti aiheuttanut Jyväskylän kaupungin Kangasvuoren vesitornin murtumisen. Todennäköisesti Turun kaupungissa sijainneen Myllysillan sortumiseen vaikutti ainakin osaltaan saman jänneteräksen käyttö erityisesti vesipinnan alapuolelle kulkevissa jänteissä, joiden olosuhteet korroosiolle olivat otollisia. Turun saaristossa sijainnut Strömman silta ja Helsingissä Hakamäen tiellä sijainnut Metsämäen ylikulkusilta, joissa molemmissa oli käytetty KA-jännemenetelmää, on kunto- ja kantavuusselvityksen sekä riskitarkastelun jälkeen purettu ja rakennetaan uudestaan.

#### Sillalle tehdyt tutkimukset

Sillalle on tehty erikoistarkastus, jossa on tutkittu jänteiden kuntoa ainetta rikkomattomilla menetelmillä. Tutkimuksilla on selvitetty injektointien onnistumista suojaputkissa.

Yleisesti on todettu, että huono injektointi mm. puretuissa silloissa on korreloinut jänneen kuntoon siten, että niiden kohdilla on havaittu jänneteräksen korroosion edenneen ja aiheuttaneen teräksen säröilyä. Nyt tehtyjen tutkimusten perusteella ei havaittu alueita, joissa injektoinnissa näkyisi selkeitä heikkoja kohtia. Tutkimuksen tuloksista ei voi päätellä varmasti jänteiden kuntoa avaamatta rakenteita. Avaaminen ei ole mahdollista vaurioittamatta rakenteita. Tästä johtuen rakenteille on tehty kantavuus- ja riskitarkastelut tilanteen vaurioitumisen mahdollisuuden arvioimiseksi.

Tarkastelujen perusteella sillalle on laadittu vahventamissuunnitelma, jolla varmistetaan sillan turvallisuus myös vakavan jännevaurion tilanteessa.

Tehtyjen tarkastelujen perusteella sillalle on myös asennettu väliaikainen monitorointijärjestelmä, jolla seurataan sillan taipumia eri aukoissa. Taipumille on annettu kriittiset arvot, joiden ylittyessä arvioidaan metroliikenteen turvallisuus ja erikseen tarvittavat toimenpiteet.

Kantavuustarkastelun perusteella sillan kantavuutta on suunniteltu parannettavaksi siten, että rakentamisen aikainen suunnittelussa käytetty 13 tonnin akselimassa on korotettu 15 tonniin. Vahventaminen pienentää jänneterästen jännityksiä ja siten pidentää sillan turvallista käyttöi-



11.04.2016

Ryj/2

kää. Lisäkantavuus helpottaa tulevaisuudessa myös liikenne- ja huolto-  
kaluston hankintoja.

#### Sillalle tehty kantavuustarkastelu

Sillalle on suoritettu kantavuustarkastelu noudattaen soveltuvin osin Liikenneviraston kantavuuslaskentaohjetta sekä Metron kuormitusohjeita. Laskelmat on laadittu LUSAS-ohjelmalla ja lähtötiedot on otettu käytössä olleista alkuperäisistä suunnitelmista.

Kantavuudet on laskettu sekä nykyisin käytössä olevalle akselimassalle että korotetulle 15 tonnin akselimassalle. Kantavuustarkastelu 14 tonnin akselimassalle osoitti, että käyttöasteet sillan aukoissa vaihtelivat 92,6 % ja 65,1 % sekä tuilla 77,2 % ja 64,2 % välillä. Selvityksen perusteella voidaan todeta, että tukialueen jänneteräksistä voi 22,8 - 35,8 % hävitä esimerkiksi jänneteräksen säröilyn johdosta sillan kantokyvyn säilyessä. Kun huomioidaan, että kentän kapasiteetit ovat rasituksia suurempia, voidaan tehtyjen laskelmien perusteella yleisesti todeta, että tukialueiden jänneterästen kapasiteeteista voi 35 % vaurioitua menettämällä lujuutensa ennen kuin sillan kantavuus saavutetaan.

Kantavuustarkastelu 15 tonnin akselimassalle osoitti, että lasketut käyttöasteet sillan aukoissa vaihtelivat 114,1 % ja 75,8 % sekä tuilla 107,9 % ja 88,4 % välillä. Selvityksen perusteella voidaan todeta, että akselipainoja ei voida korottaa vahventamatta siltakantta.

#### Suunniteltu vahventaminen

Keskustan puoleisissa kuudessa aukossa on vahventaminen suunniteltu tehtäväksi kannen molemmin puolin asennettavilla teräspalkeilla, joista alkuperäisen kannen pohja on tuettu poikkipalkeilla, joiden keskeltä keskelle etäisyys on noin 4-5 metriä. Palkit on tuettu alkuperäisiltä tulta tai niiden yhteyteen rakennettavilta uusilta tulta.

Sillan Kulosaaren puoleisissa kuudessa aukossa vahventaminen on suunniteltu kannen sivuille rakennettavilta ristikoilta. Muuten rakenne on toisessa päässä toteutetun kaltainen.

Palkit ja ristikot rakennetaan ylöspäin kaareviksi niin, että tunkattaessa rakenteen päätä ylöspäin kanteen mobilisoituu nostava voima 25 kN/m molemmin puolin kantta. Vahventaminen mahdollistaa jänneiden vaurioituessa kuorman siirtymisen alkuperäiseltä kannelta vahvistuspalkkeille ja -pilareille.

Vahventamisen rakenteet on suunniteltu siten, että ne kantavat onnettomuustilanteessa koko kansirakenteen, radan sekä kahden junan painon. Silta varustetaan myös pysyvällä monitorointijärjestelmällä, jolla



11.04.2016

Ryj/2

seurataan teräsjännityksiä vahvistusrakenteissa. Järjestelmän avulla sillan toimintaa voidaan seurata jatkuvasti ja mahdolliset jänneissä ilmevät vauriot voidaan havaita heti niiden ilmetessä.

## Kustannukset

Vahventamistyöstä on laadittu kustannusarvio, jonka kustannukset on arvioitu SILAVA-järjestelmän ja Fore-ohjelman avulla. Yksittäisiä yksikkökustannuksia on tarkennettu vielä kokemusten perusteella.

Kustannusarvion yhteenveto:

- Rakennusosat 3.515.094 € (57,4 %)
- Työmaatehtävät 738.170 € (12,1 %)
- Tilaajatehtävät 639.053 € (10,5 %)
- Hankevaraukset 1.222.683 € (20,0 %)
  
- Hanke yhteensä 6.115.000 € (100,0 %)

## Rahoitussuunnitelma

Hankkeeseen on varauduttu HKL:n johtokunnan elokuussa 2015 hyväksymässä talousarvio- ja taloussuunnitelmassa 2016 - 2025 yhteensä 8,0 milj. eurolla siten että vuoden 2016 osuus on 3,0 milj. euroa ja vuoden 2017 osuus 5,0 milj. euroa. HKL:n vuoden 2016 tulosbudjetissa hankkeeseen on varattu 3,0 milj. euroa.

Hanke rahoitetaan lainarahoituksella.

## Vaikutukset käyttötalouteen ja henkilöstöön

6,115 milj. euron (alv 0 %) infrainvestointi aiheuttaa 30 vuoden poistoaikajalla tasapoistoina 0,205 milj. euron vuotuisen lisäyksen poistokustannuksiin.

Vakuusrahastomaksu on 0,1 % pääoma-arvosta eli koko investoinnin käyttöajalta 0,09 milj. euroa.

HSL:n perussopimuksen perusteella HKL voi laskuttaa 50 % investoinnin poistoista HSL:ltä. Loppuosa poistoista eli noin 0,103 milj. euroa/vuosi jää kaupungin maksettavaksi. Käytännössä kaupunki maksaa ko. summan infratukena HKL:lle.

HSL:n perussopimuksen perusteella HKL voi laskuttaa 50 % hankkeen laskennallisista korkomenoista (laskentakorko 5 %) HSL:ltä. HKL palauttaa tämän ns. infran korkotulon kaupungille. Infran korkotulo on yhteensä noin 2,3 milj. euroa.





11.04.2016

Ryj/2

Vastaavasti kaupunki maksaa infratukena HKL:lle investoinnin rahoittamisesta aiheutuvat todelliset korkokulut. Todelliset korkokulut ovat yhteensä noin 3,3 milj. euroa (korkokanta 4 % ja laina-aika 25 vuotta).

Hankkeen toteutus ei edellytä lisähenkilöiden palkkaamista.

Esittelijä

yksikön johtaja  
Artturi Lähdetie

Lisätiedot

Juha Saarikoski, hankepäällikkö, puhelin: 310 35288  
juha.saarikoski(a)hel.fi