

Tilaaja

Turun kaupunki  
Kaupunkiympäristötoimiala / Kaupunkirakentamisen palvelualue /  
Kaupunkiympäristön toteutussuunnitteluyksikkö  
Mika Laine / Suunnitteluinsinööri; [mika.laine@turku.fi](mailto:mika.laine@turku.fi)  
Pesu Kimmo / vastaava rakennuttaja; [kimmo.pesu@turku.fi](mailto:kimmo.pesu@turku.fi)  
PL 355, 20101 TURKU

## Pollenkujan ylikulkukäytävä T-4236 (Turku), sillan jänteiden suoja-putkien NDT- tutkimukset

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja ilmoitamme olevamme erittäin kiinnostuneita hoitamaan otsikossa mainitut sillan tarkastuksen.

Päivämäärä 2/06/2020

### Sopimusehdot

Toimeksiannossa noudatetaan "Suunnittelupalveluiden puitejärjestelysopimus ajalle 15.4.2018-31.12.2020, lisäksi optiot vuosille 2021 ja 2022" Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013" osa 4b "Siltatekniikka: yleis- ja erikoistarkastukset ja niihin liittyvä korjaussuunnittelu".

Ramboll Finland Oy

Kirjastokatu 4  
70100 Kuopio  
Puhelin 020 755 7240  
[www.ramboll.fi](http://www.ramboll.fi)

### Tehtävä

Pollenkujan ylikulkukäytävä (T-4236): sillan jänteiden suoja-putkien NDT- tutkimukset.

Viite: 28.4.2020  
palaveri (Kimmo Pesu, Mika Laine, Guy Rapaport)

- Tausta tiedot NDT- tutkimuksista:

Vuodesta 2009 lähtien Rambollin NDT- asiantuntijat ovat tehneet ainetta rikkomattomia testauksia (NDT) jännitetyille silloille ympäri Suomea sekä ulkomailla (yli 100 siltaa tähän asti). Joissain silloissa on tehty myös jänteiden suoja-putkien avauksia sekä muita erikoistarkastustehtäviä. Lisäksi on tehty tutkimuksia jännitettyjen siltojen purkutöiden aikana. Osista tutkituista jännitetyistä silloista on paljastettu merkittäviä ja erikoisia säilyvyysongelmia jännitysjärjestelmien suhteen, jotka vaativat jatkotoimenpiteitä kuten rakenteiden korjaus, vahvistaminen tai jopa uusiminen. Jännitettyjen siltojen kunnan seuranta ja arviointi ovat tärkeitä, kun halutaan varmistaa rakenteen pitkä- ja turvallinen käyttö.

Ramboll Finland Oy

### Tausta tiedot sillan rakenteesta ja kunnosta

Pollenkujan ylikulkukäytävä (T-4227) sijaitsee Turun kaupungissa, jossa se ylittää vilkkaasti liikennöidyn Turun kehätien (KT40). Ylittävä väylä on kevyen liikenteen väylä (Turku).

Sillan tyyppi on Jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta, sen kokonaispituus on 177 m ja hyödyllinen leveys 4,5 m. Sillan valmistusvuosi on 1994.

Edellinen yleistarkastuksen perusteella (2018) merkittävät säilyvyysongelmat ovat reunapalkkien halkeilu (myös vuotavia halkeamia) ja reunaulokkeiden paikalliset vesivuodot. Vuoden 2016 yleistarkastuksessa todettiin, että liikuntasaumalaitteet vuotivat erittäin vakavasti sillan päissä vesi (+ mahdollisesti kloridipitoinen) vuotaa jänteiden ankkurointikohtilla! Kosteus- ja mahdollisesti myös kloridirasitus jänteiden ankkurointialueella on erittäin vakava säilyvyysongelma jännitysjärjestelmälle, koska se voi aiheuttaa vaarallisia jänteiden korroosiovaurioita. Tilanne saattaa olla vakavampi, jos jänteiden suojaputket ovat puutteellisesti injektoidut.

Vuoden 2018 yleistarkastuksessa todettiin, että liikuntasaumalaitteiden kumiprofiilit on uusittu, kuitenkin vuoden 2020 huomattiin, että liikuntasaumojen liikemäärät ovat ilmeisesti virheellisiä

Lisäksi, jos kannen vesieriste vuotaa (on vähän viiteitä siihen), on mahdollista, että vesi on päässyt suojaputkiin, mikäli suojaputkien injektointi on puutteellinen.

#### Työn sisältö ja laajuus

Työn sisältö ja laajuus on kuvattu liitteenä 1:ssä "alustava NDT- tutkimus-suunnitelma".

#### Aikataulu

Aikatauluksi ehdotamme, että maastotyöt tehdään alustavasti kesä-syysy 2020. Alustavat tutkimustulokset tutkimuksista (ei laboratoriotutkimuksista) toimitetaan tilaajalle 1-2 viikkoa maastotöiden jälkeen. Lopullinen tarkastusraportti on valmiina 30.04.2021 mennessä tai sopimuksen mukaan.

#### Hinta ja organisaatio

Palkkiomuodoksi esitämme KSE 2013 5.2.1 mukaista kokonaispalkkiota. Tämän tehtävän kokonaishinta kuluineen on 24 500 € + alv 24 % 5 880 € eli yhteensä 30 380 €. Palkkio muodostuu seuraavasti (alv 0 %):

1. NDT tutkimukset + valmistelut (sis. kulut)	13 000 €
2. Alikonsultit (nosturi, liikennejärjestelyt, labrat)	5 000 €
3. Raportti + laatuvarmistus	6 500 €

Hinta sisältää valmistelutyöt ennen maastotöitä (1-2 päivä / 1 asiantuntijaa), sillan NDT- tutkimukset (2-3 maastopäivää, 2 asiantuntijaa, max. 10 tuntia/pv), kulut (matkakulut + kalusto) ja raportointi (n. 4 työpäivää / 1 asiantuntija + laatuvarmistus 1 pv / 1 asiantuntija). Hinta sisältää lisäksi tarpeelliset liikennejärjestelyt ja siltakurjen / henkilönosturin ja niihin liittyvät luvat.

Tarkastusorganisaatio on alustavasti seuraava:

Projektipäällikkö, päätarkastaja / NDT- asiantuntija: Ins. Guy Rapaport (01)

Tarkastaja ja NDT- asiantuntija: DI Tuomo Siitonen (03)  
 Laadunvarmistaja ja NDT- asiantuntija: DI Tuomo Siitonen (03)

Avainhenkilöille on FISE:n myöntämät betonisiltojen Siltojen ja muiden "betonirakenteiden a-vaativuusluokan kuntotutkija (betonisillat)" ja Vaativan -vaativuusluokan betonirakenteiden korjaussuunnittelija, betonisillat ja muut infrarakenteet (materiaalitekniinen korjaus).

#### Lähtötiedot

Siltarekisteritiedot ja sillan alkuperäisiä rakennepiirustuksia (saatu tilaajalta).

#### Maksuehdot

Esitämme, että työ laskutetaan kahdessa erässä seuraavasti (alv 0 %):

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Kun tehtävän maastotyöt on tehty (50%)             | 12 250 € |
| 2. Kun alustavatulokset ilmoitettu tilaajalle (20%)   | 4 900 €  |
| 3. Kun tehtävän tarkastusraportti on luovutettu (30%) | 7 350 €  |

#### Muut ehdot ja lisätiedot

Laatujärjestelmämme on laadittu SFS-ISO 9001:2008 -standardiin perustuen, ja se on saanut RALA:n ja Det Norske Veritasin sertifioiman ISO 9001:2008 mukaisen laatuhyväksynnän. Ympäristöjärjestelmämme lähtökohtana on valittu ympäristöpolitiikka, jota toteutamme kaikessa toiminnassamme.

Laadunvarmistusmenetelmämme mukaisesti suunnittelija tekee dokumentoidun itselleluovutuksen, ennen kuin asiakirja toimitetaan tilaajalle.

*Ramboll toteuttaa korkeatasoista henkilötietojen suojaa. Ramboll käsittelee projektin toteuttamiseksi tarvittavia henkilötietoja sovellettavan tietosuojalainsäädännön, erityisesti EU:n yleisen tietosuoja-asetuksen (Asetus (EU) 2016/679) mukaisesti.*

*Konsultin tarjous sekä tarjouksessa kuvattujen palveluiden toimittaminen, hinnat ja toimitusaikataulu ovat ehdollisia sille, ettei mikään terveyteen tai turvallisuuteen liittyvä seikka (kuten käynnissä oleva koronaviruksen leviäminen ja siihen liittyvät valtiovallan ja viranomaisten toimenpiteet, ohjeet ja suositukset) konsultin käsityksen mukaan vaikuta tarjouksen mukaisten tehtävien suorittamiseen. Tällaisen seikan ilmetessä konsultilla on oikeus keskeyttää toimeksianto tai sen osa ilman seuraamuksia ja saada vastaavasti pidennys suoritusajastaan sekä korvaus kertyneistä palkkioista ja kuluista.*

Toivomme, että tarjouksemme sopii Teille. Lisätietoja tarjouksestamme antaa Ramboll Finland Oy, Guy Rapaport puh 040 824 5622. Tarjouksemme on voimassa 1.7.2020 saakka.

Kunnioitavasti  
Ramboll Finland Oy



Matti Airaksinen  
Yksikön päällikkö



Guy Rapaport  
Johtava konsultti

LIITE 1

T-4236 alustava NDT- tutkimussuunnitelma

Ramboll  
 etunimi.sukunimi@ramboll.fi  
[www.ramboll.fi](http://www.ramboll.fi)

Viite: tarjouspyyntö 28.4.2020  
 palaveri (Kimmo Pesu, Mika Laine,  
 Guy Rapaport)

# ALUSTAVA NDT- TUTKIMUSSUUNNITELMA: POLLENKUJAN YLIKULKUKÄYTÄVÄ T-4236 (TURKU)

Projekti      Pollenkujan ylikulkukäytävä (T-4236) jänteiden suojaputkien  
 NDT- tutkimukset  
 Päivämäärä    30.5.2020  
 Laatija        Guy Rapaport

## 2. Tutkittava rakenne ja tutkimusten tavoite

Tutkittava rakenne on teräsbetoninen vuonna 1994 valmistunut jännitetty betonin jatkuva palkkisilta.

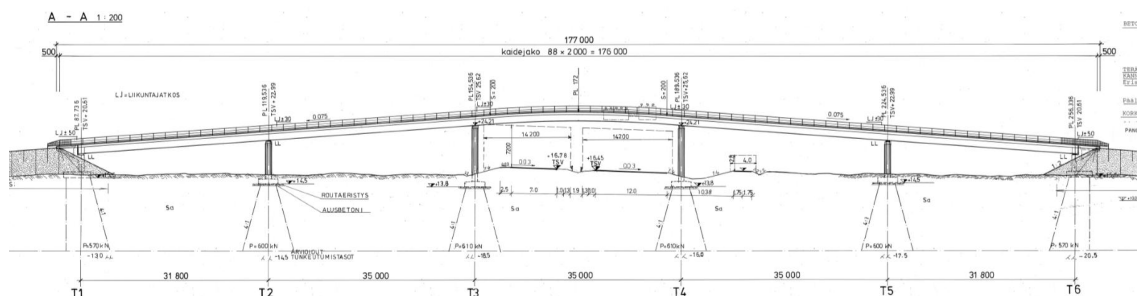
Oinaistiedot (taitorakennerekisteri) ovat seuraavat:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| • jännemitat [m]     | 31,8+35+35+35+31,8 m |
| • kokonaispituus     | 177 m                |
| • kannen pituus      | 169,8 m              |
| • kokonaisleveys     | 5,06 m               |
| • hyödyllinen leveys | 4,5 m                |
| • kannen pinta-ala   | 859,2 m <sup>2</sup> |
| • vinous             | 0 gon                |

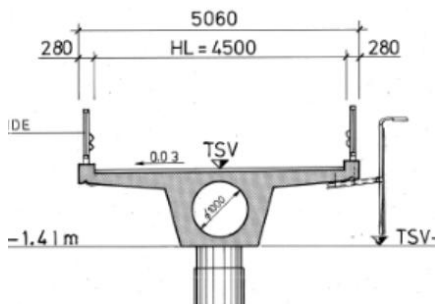
Sillan suunnittelukuorma on *Klk* / TIEL 91.

Väylätiedot ovat seuraavat:

- ylittävä väylä: kevyen liikenteen väylä Turussa, joka yhdistää Pollenkujan ja Hevoskadun KT40 (Turun kehätie) yli. KVL ei ole tiedossa, voimme arvioida, että se on vähäinen.
- alittava väylä: KT40 (Turun kehätie). KVL tiedot siltapaikalla ei ole tiedossa, kuitenkin vierekkäisessä sillan kohdassa (T-1945) taitorakennerekisterin mukaisesti KT40 KVL on 12 900/pv, eli väylä on vilkkaasti liikennöity. Naantalin suunnassa on 3 ajokaistaa ja Salon suunnassa 2 ajokaistaa. Nopeusrajoitus paikalla on todennäköisesti 100 km/h



Kuva 1. Sillan pituusleikkaus yleispiirustuksesta.



Kuva 2. Sillan poikkileikkaus yleispiirustuksesta.

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää sillan kunto sekä arvioida jänteiden suojaputkien injektoinnin onnistuminen.

Erikoistarkastus tehdään kesällä-syksyllä 2020.

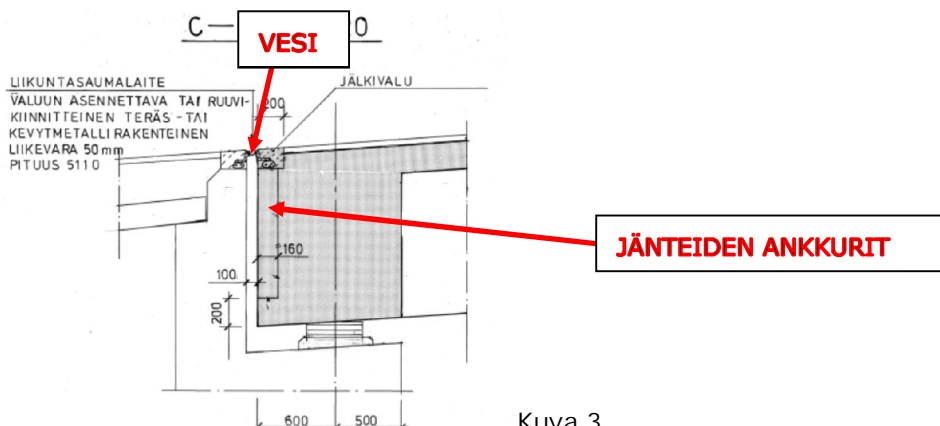
### 3. Lähtötiedot

Lähtötietoina tarkastukselle toimivat taitorakennerekisterin tiedot, rakennussuunnitelma-aineisto, jonka tilaaja toimitti tarjousta varten, edellisen yleistarkastuksen tiedot sekä tarjouksen laatijan havainnot siltapaikalta (6.3.2020).

Edellinen yleistarkastus on tehty 2018 (SiltaExpert Oy). Merkittävät säilyvyysongelmat ovat reunapalkkien halkeilu (myös vuotavia halkeamia) ja reunaulokkeiden paikalliset vesivuodot.

Vuoden 2016 yleistarkastuksessa todettiin, että liikuntasaumalaitteet vuotivat erittäin pahasti sillan päissä → vesi (+ mahdollisesti kloridipitoinen) vuotaa jänteiden ankkurointikohtilla! kts. kuva 3.

Kosteus- ja mahdollisesti myös kloridirasitus jänteiden ankkurointialueella on erittäin vakava säilyvyysongelma jännitysjärjestelmälle, koska se voi aiheuttaa vaarallisia jänteiden korroosiovaurioita. Tilanne saattaa olla vakavampi, jos jänteiden suojaputket ovat puutteellisesti injektoidut.



Kuva 3.

Vuoden 2018 yleistarkastuksessa todettiin, että liikuntasaumalaitteiden kumiprofiilit on uusittu. Vuoden 2020 vierailulla sillan paikalla huomattiin, että liikuntasaumojen liikemäärät ovat virheellisiä, uusittujen liikuntasaumalaitteiden liikemäärä lähes loppuu, ja todennäköisesti kumiprofiilit menevät rikki lähitulevaisuudessa.

Lisäksi, jos kannen vesieriste vuotaa (on vähän viiteitä siihen), on mahdollista, että vesi on päässyt suojaputkiin, mikäli suojaputkien injektointi on puutteellinen.

#### 4. Tilaaaja

Turun Kaupunki  
 Kaupunkiympäristötoimiala / Kaupunkirakentamisen palvelualue /  
 Kaupunkiympäristön toteutussuunnitteluyksikkö  
 Mika Laine / Suunnitteluinsinööri; [mika.laine@turku.fi](mailto:mika.laine@turku.fi)  
 Pesu Kimmo / vastaava rakennuttaja; [kimmo.pesu@turku.fi](mailto:kimmo.pesu@turku.fi)  
 PL 355, 20101 TURKU

#### 5. Resurssit

Projektipäällikkö, päätarkastaja ja NDT- asiantuntija:  
 Ins. (tekn. yliopisto) Guy Rapaport (Väyläviraston sillantarkastaja, FISE kuntotutkija),  
 p. 040 824 5622.  
 Tarkastaja ja NDT- asiantuntija: DI Tuomo Siitonen (Väyläviraston sillantarkastaja, FISE  
 kuntotutkija).

Lisä sillantarkastajat nimetään myöhemmin. Kaikilla tarkastukseen osallistuvilla on kokemusta vastaavista siltojen erikoistarkastustehtävistä.

Liikennejärjestelyt, henkilönostot (osa) ja liikennejärjestelyiden suunnittelun toteuttaa alihankintana Ramudden Oy (yhteyshenkilö Mika Palo, p. 0400 877641).

#### 6. Tutkimusohjelma, jänteiden NDT tutkimukset

Vuodesta 2009 lähtien Ramboll tarkastustehtävissä kaikki tutkitut jännitetyt sillat (ELY-keskukset, kaupungit) jänteiden suojaputkien injektointi arviotiin NDT tutkimusjärjestelmien avulla. Jännitettyjen siltojen NDT-tutkiminen on myös erittäin tärkeä aihe Väyläviraston näkökulmasta. Ramboll seuraa ja raportoi Väylävirastolle jatkuvasti Suomessa tutkittujen jännitettyjen siltojen kunnosta NDT tutkimusten perusteella ("Jännitettyjen siltojen NDT-tutkimuksien yhteenveto" selvitystyöt 2009-2014 ja 2015-2016 ja ilmeisesti 2017-2019).

Kalustokorvaus MIRA Tomograferille ja Impact-Echo NDT järjestelmille on yhteensä 750€ / siltakohta.

Jänteiden NDT- tutkimuksia tehdään MIRA- ja Impact-Echo (I-E) DOCTer- systeemien avulla. Tarkastuksen tavoitteena on selvittää pituussuuntaisten jänteiden suojaputkien sementti-injektionnin onnistuminen valituissa tutkimuskohdissa NDT-menetelmin (2-3 aluetta tässä tapauksessa) sekä arvioida silmämääräisesti jänteiden korroosioaste avauksen avulla (1 kpl tässä tapauksessa). NDT- tutkimuksien perusteella valitaan järkeviä suojaputkien avauskohtia. Ramboll Finland Oy on Suomen ainoa Impact-Echo tutkimusmenetelmän toimittaja.

MIRA – ja DOCTer tutkimusprosessi sisältää seuraavat vaiheet:

- Tutkimuskohdan valinta, alustavasti 2-3 tutkimusaluetta, joka tutkimusalueella tutkitaan 1-2 suojaputkea (suojaputket on järjestetty kahdessa rivissä). Alustavat tutkimusalueet: 1-2 kpl aukon T3-T4 keskialueelta mahdollisesti samassa kohdassa palkin molemmilta sivulta ja 1-2 kpl aukon T2-T3 / T1-T2. Aukkojen numerointi on jännityspiirustuksen mukaisesti.

- Valitulla tutkimuskohdalla tehdään suojaputkien / jänteiden skannaus MIRA-tomografian ja I-E DOCTer in avulla (joka toinen MIRA tutkimuspisteessä). Skannaus tehdään betonipinnan lähellä sijaitsevalle suojaputkille ja se tehdään tiheästi korkeaa resoluutiota varten. Skannauksen pituus on noin 1-1,5 m.
- Skannauksen tulkinta tehdään paikan päällä ja päätetään, mistä kohdasta suojaputki avataan (1 kohta).
- Valitussa avauskohdassa (1 kpl) tehdään varovainen timanttiporaus, suojaputken avaus, injektointimassan arviointi ja silmämääräinen jänteiden ruostumisasteen arviointi (ohjeen TIEH 3200835 - 2003 mukaan). Jos on mahdollista, otetaan injektointimassasta näyte kloridipitoisuusanalyysia varten (max. 2 kpl, HL ja L tutkimus). Mikäli suojaputken sisällä on kosteutta, otetaan vesinäyte PH:n tutkimista varten. Työn jälkeen porareiät paikataan.
- Lisäksi kaikista NDT-tutkituista suojaputkista varmistetaan injektointilaastin onnistuminen pienellä porareiällä suojaputkeen asti ja sen läpi. Tutkimukset tehdään korkearesoluutioendoskoopin avulla.
- Tarkastusraportti

#### HUOM!

- Pääkannattajien jännekaapeleita ei poisteta tutkittavaksi. Jänneterästen vetyhaurastuminen, vetymurtuma ja jänneterästen säröytyminen on mahdollista todeta vain katkaisemalla jänneteräksiä ja erikoislaboratoriotutkimuksella (esim. VTT:n laboratoriossa). Tämä arviointi ei sisälly tähän tarkastustehtävään, vaan tässä on arvioitu mahdollista riskin lisääntymistä em. vaurioille ja silmämääräisesti näkyvät vauriot.
- Jänteiden ankkureita ei ole mahdollista tutkia NDT- tutkimussysteemien avulla eikä rakennetta rikkomalla ilman että aiheutetaan vakavaa vahinkoa jänteille. Tämän takia jänteiden ankkureita ei tutkita tässä tehtävässä.

NDT -mittauslaitteiston lyhyt esittely ja ominaisuudet:

#### MIRA Ultraääni 3D tomografi

MIRA on matalataajuisia ultraääni - leikkausaaltoja käyttävä 3D tomografijärjestelmä rakennetta rikkomattomaan (NDT) betonitestaukseen. MIRA -tomografi toimii sykäys-kaihu testausmenetelmällä ja tuottaa lähes reaaliaikaista graafista värikuvaa testattavan kohteen rakenteen sisältä sen sijaintipaikalla.

#### The Impact – Echo DOCTer System

DOCTeria käytetään pääosin betonirakenteiden kunnan ainetta rikkomattomaan tutkimiseen, kuten betonirakenteen yleinen kunto, valuviat ja halkeilu. Laitteella voidaan myös määrittää tarkasti rakenteiden paksuuksia ja se soveltuu myös esimerkiksi asfalttikerroksen paksuuden mittaukseen. Myös betonirakenteiden halkeaman syvyys voidaan määrittää tarkasti ja sen perusteella tiedetään halkeaman tyyppi/vakavuus. DOCTer Impact-ECHO systeemi tuottaa tietoa, josta siihen liittyvä ohjelma muodostaa graafista kuvaa.

Yleisestikin NDT –tutkimuksissa tulkinnan oikeellisuuden kannalta on välttämätöntä, että mahdollisista vauriohavainnoista saadaan saman suuntaiset tulokset useammalla menetelmällä. Tutkimusprosessi Impact-Echo systeemillä on ASTM:n hyväksymä (Yhdysvaltalainen standardi).



## 7. Muuta

Näytteenotto kohtien paikkaus tehdään Liikenneviraston käyttöönsä hyväksymällä SILKO-tuotteella, valumaton (pakkasenkestävä) paikkauslaasti.

Ennen töiden aloittamista tutkimukseen osallistuvat henkilöt perehdytetään. Erikoistarkastuskohteille laaditaan yleinen turvallisuussuunnitelma.

Tutkimusten perusteella esitetään perustellut johtopäätökset rakenteen kunnosta sekä korjaustoimenpide-ehdotukset vaihtoehtoiseen ja kustannusarvioineen.

Kuopiossa, 1.6.2020

Ramboll Finland Oy  
Guy Rapaport