

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2015

Pekka Haapala

# TOBI-ALIKULKUKÄYTTÄVÄN PAINUMAN KORJAAMINEN

– Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävät



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

Pekka Haapala

Opinnäytetyö

TOBI-ALIKULKUKÄYTTÄVÄN PAINUMAN KORJAAMINEN - ETELÄKAAREN  
JA KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTTÄVÄT

Hyväksytty

Turussa \_\_\_\_/\_\_\_\_ 2015

Valvoja

---

DI Pirjo Oksanen

KT-vastaava

---

Tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

2015 | 60 + 21

DI Pirjo Oksanen

Pekka Haapala

# TOBI-ALIKULKUKÄYTVÄN PAINUMAN KORJAAMINEN - ETELÄKAAREN JA KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTVÄT

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on verrata polymeeripilarein tapahtuvaa korjausta polymeeripilareiden teknisen toimivuuden, kustannusten sekä työstä aiheutuvien liikennehaittojen mukaan alikulkukäytävien uusimiseen teräsputkisilloin. Tarkastelussa huomioidaan alikulkukäytävälle tulevaisuudessa tehtävät korjaustoimenpiteet. Opinnäytetyössä laadittiin alustava kustannusarvio nykyisten siltarakenteiden korjaamiselle sekä alikulkukäytävien purkutöille ja teräsputkisiltojen asentamiselle.

Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävät sijaitsevat Turussa, Peltolan ja Koivulan kaupunginosassa. Alikulkukäytävät ovat painuneet ajoradan kohdalta noin 20–30 senttimetriä. Alikulkukäytävät ovat elementtirakenteisia ja painumat ovat aiheuttaneet siltaelementtien liikettä ja saumarakenteiden vaurioitumisen.

Alikulkukäytävien painumien pysäyttämiseen on suunniteltu Powerpile Oy:n kehittämien polymeeripilareiden injektointia siltarakenteiden alle. Mikäli päädytään käyttämään polymeeripilareita, alikulkukäytävien muut rakenteet sekä varsinkin vesieristykset pitää korjata lähivuosina. Vesieristykset voidaan korjata joko uusimalla kermieristys ja sen päällä oleva suojabetoni tai asentamalla kumimattoeristys nykyisen suojabetonin päälle. Toisena vaihtoehtona on nykyisten alikulkukäytävien purkaminen ja korvaaminen teräsputkisilloilla.

Konkreettista suositusta siihen mikä vaihtoehto Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien painumisten korjaamisessa on järkevintä, oli vaikea antaa puutteellisten lähtötietojen vuoksi. Jotta polymeeripilareiden toimivuus olisi voitu arvioida, siltapaikoille olisi pitänyt tehdä lisää maaperätutkimuksia jolloin alikulkukäytävien painumatarkastelun olisi voinut tehdä kattavasti. Vesieristysten korjaamisen toteutustapa valitaan nykyisen kermieristys ja suojabetonin kunnan tutkimisen jälkeen. Opinnäytetyössä laadittujen eri vaihtoehtojen alustavien kustannusarvioiden avulla voidaan jatkaa suunnittelua tai tehdä alustavia päätöksiä korjausmenetelmistä.

ASIASANAT:

polymeeripilarit, koheesiopaalu, paalutus, konsolidaatiopainuma, sillan vedeneristys

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

2015 | 60 + 21

Instructor Pirjo Oksanen, M.Sc.

Pekka Haapala

## REPAIRING THE SETTLEMENT OF TOBI- UNDERPASS – THE UNDERPASSES OF ETELÄKAARI AND KATARAISTENTIE

The underpasses of Eteläkaari and Kataraistentie are located in Turku, in the boroughs of Koivula and Peltola. The underpasses are settled on the middle of the roadway approximately 20 to 30 centimeters. The underpasses are built with concrete elements. The settlement of the elements has caused movement of the elements causing damages to the seams.

The constructor has planned to use a method of injective polymer pillars, manufactured by Powerpile Oy, under the structures to stop the settlement of the underpasses. If the polymer pillars are used, the other structures especially cover concrete and waterproofing must be renovated within the next few years. Waterproofing can be fixed either by replacing bitumen membranes and the cover concrete above it or by installing a rubber mat membrane to cover the concrete. The current underpasses can also be dismantled and replaced with tubular steel bridges.

The aim of this Bachelor's thesis is to compare polymer pillar fixing, with its technical functionality, costs and the disadvantages to the traffic, to building new tubular steel bridges. This comparison takes into consideration the renovation costs of the waterproofing and other structures. The preliminary cost estimate of the renovation for the underpass structures as well as the underpass demolition work and installing the tubular steel bridges are included in this Bachelor's thesis.

Substantial recommendation on the method with the best way to repair the settlements of the underpasses was difficult to subscribe due to the lack of initial data. In order to assess the functionality of the polymer pillars, more soil testing to the bridge positions should have been conducted. Then the review of the settlement of the underpasses could have been conducted comprehensively as well. The correct method of the waterproofing renovation can be selected after the examination of bitumen membranes and cover concrete. As a result of preliminary cost estimates the constructor can continue the repair planning or make preliminary decisions about the repair methods.

### KEYWORDS:

polymer pillars, cohesion pole, piling, consolidation settlement, bridge waterproofing

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 ETELÄKAAREN ALIKULKUKÄYTÄVÄ</b>	<b>10</b>
2.1 Eteläkaaren alikulkukäytävä	10
2.2 Alikulkukäytävän betonirakenteiden korjaaminen	13
2.3 Vedeneristyksen korjaaminen	14
2.4 Siltapaikan muiden rakenteiden korjaaminen	16
2.5 Alikulkukäytävän nykyrakenteiden korjaustöiden kustannusarvio ja töiden vaatimat liikennejärjestelyt	17
<b>3 KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTÄVÄ</b>	<b>20</b>
3.1 Kataraistentien alikulkukäytävä	20
3.2 Alikulkukäytävän nykykunto ja rakenteiden korjaaminen	21
<b>4 ETELÄKAAREN ALIKULKUKÄYTÄVÄN PURKUTYÖT JA TERÄSPUTKISILLAN RAKENTAMINEN SEKÄ KUSTANNUSARVIO</b>	<b>24</b>
4.1 Kustannusten laskentaperusteet	24
4.2 Eteläkaaren johto- ja laitetiedot	25
4.3 Rakennustöiden esittely	27
4.4 Liikennejärjestelyt	32
<b>5 KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTÄVÄN PURKUTYÖT JA TERÄSPUTKISILLAN RAKENTAMINEN SEKÄ KUSTANNUSARVIO</b>	<b>36</b>
5.1 Kataraistentien johto- ja laitetiedot	36
5.2 Rakennustöiden esittely	37
5.3 Liikennejärjestelyt	40
5.3.1 Kiertotie alikulkukäytävän itäpuolelle	40
5.3.2 Kiertotien rakentaminen siltapaikan länsipuolelle	42
<b>6 POWERPILE-GEOPOLYMEERIPILARIT</b>	<b>44</b>
6.1 Geopolymeeritekniikan esittely	44
6.2 Geopolymeeripilarit	44
6.3 Geopolymeerien käyttö infrarakentamisessa	45
6.4 Geopolymeeripilareille suoritettavat kokeet	46

<b>7 GEOPOLYMEERIPAALUJEN KÄYTTÖ ETELÄKAAREN JA KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTVIEN KORJAAMISESSA</b>	<b>48</b>
7.1 Powerpile Oy:n laatimat pilarointisuunnitelmat Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien painumien korjaamiseen	48
7.2 Alikulkukäytävien maaperätiedot	49
7.3 Konsolidaatiopainuma ja koheesiopaaluryhmän painuminen	50
7.4 Geopolymeeripaalujen käyttäytyminen tarkasteltavilla siltapaikoilla	52
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>55</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>59</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Eteläkaaren alikulkukäytävän korjauksen kustannusarvio.
- Liite 2. Kataraistentien alikulkukäytävän korjauksen kustannusarvio.
- Liite 3. Eteläkaaren alikulkukäytävän purku- ja rakennuskustannukset.
- Liite 4. Kataraistentien alikulkukäytävän purku- ja rakennuskustannukset.
- Liite 5. Kataraistentien alikulkukäytävän kiertotien rakennuskustannukset.
- Liite 6. Alustava pilarikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä.
- Liite 7. Alustava pilarikartta Kataraistentien alikulkukäytävä.
- Liite 8. Polymeeripilareiden tekninen laskelma.

## KUVAT

Kuva 1. Karttakuva Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien sijainnista.	10
Kuva 2. Ilmakuva Eteläkaaren ja Kataraistentien siltapaikoilta.	11
Kuva 3. Pituusleikkaus nykyisestä Eteläkaaren alikulkukäytävästä.	11
Kuva 4. Poikkileikkaus nykyisestä Eteläkaaren alikulkukäytävästä.	12
Kuva 5. Pituusleikkaus nykyisestä Kataraistentien alikulkukäytävästä.	20
Kuva 6. Poikkileikkaus nykyisestä Kataraistentien alikulkukäytävästä.	21
Kuva 7. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä.	25
Kuva 8. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä.	26
Kuva 9. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä.	27
Kuva 10. Poikkileikkauskuva teräsputkisillan siltakaivannosta.	28
Kuva 11. Teräsponttiseinän asennusalue Eteläkaaren teräsputkisillan rakennuskai- vantoon.	29
Kuva 12. Eteläkaaren purettavat ja uudelleen rakennettavat sadevesiviemäroinnit.	30

Kuva 13. Eteläkaaren siirrettävät kaapelirakenteet.	30
Kuva 14. Laskelma Ilpoistentien kautta kulkevan kiertoreitin matka-aikakustannuksista	31
Kuva 13. Eteläkaaren siirrettävät kaapelirakenteet	31
Kuva 14. Laskelma Ilpoistentien kautta kulkevan kiertoreitin matka-aikakustannuksista	33
Kuva 15. Karttakuva suunnitellusta Eteläkaaren kiertoreitistä.	33
Kuva 16. Eteläkaaren ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen kiertotiet.	34
Kuva 17. Kataraistentien johto- ja laitetiedot.	36
Kuva 18. Poikkileikkauskuva teräsputkisillan siltakaivannosta.	37
Kuva 19. Teräsponttiseinän asennusalue Eteläkaaren teräsputkisillan rakennuskaivantoon.	38
Kuva 20. Kataraistentien johto- ja laitesierrot.	39
Kuva 21. Kataraistentien ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen kiertotiet	42
Kuva 22. Eteläkaaren siipikairausten tulokset.	49
Kuva 23. Kataraistentien kairausten tulokset.	50
Kuva 24. Koheesiopaaluryhmän painuman laskeminen.	52

## TAULUKOT

Taulukko 1. Vertailu Eteläkaaren alikulkukäytävän vesieristyksen ja koko siltarakenteen korjaamisen kustannuksista.	18
Taulukko 2. Vertailu Kataraistentien alikulkukäytävän vesieristyksen ja koko siltarakenteen korjaamisen kustannuksista.	23
Taulukko 3. Yhteenveto opinnäytetyössä laadituista kustannusarvioista.	56

# 1 JOHDANTO

Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävät sijaitsevat Turussa Peltolan ja Koivulan kaupunginosassa. Kumpikin alikulkukäytävä on rakennettu käyttäen TOBI-betonielementtijärjestelmää, joka koostuu katto- ja pohjalaatoista, seinälevyistä, kehistä, siipimuureista ja reunapalkeista. Alikulkukäytävät on suunniteltu vuonna 1980 ja valmistuneet vuonna 1981. (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014.)

Kumpikin alikulkukäytävä on rakennettu heikosti kantavan savimaan päälle. Alikulkukäytävät on perustettu maanvaraisesti, eikä maanvahvistustoimenpiteitä, kuten paalutuksia tai stabilointia ole tehty ja täten elementtirakenteet ovat painuneet. Rakenteiden kokonaispainumaa ei ole seurattu, mutta vasta tehtyjen mittausten mukaan molemmat alikulkukäytävät ovat painuneen kansilaatan keskeltä noin 20–30 cm. Koska alikulkukäytävien painuminen on todettu siltarakenteen keskeltä ajoradan kohdalta, voidaan olettaa, että painumisen syynä on liikenteen aiheuttama kuorma. Alikulkukäytävien painumisen huomaa seinäelementeistä jotka ovat painuneet ja liikkuneet. Elementtien liikkeen vuoksi elastiset saumaukset ovat revenneet ja vaurioituneet. Muutoin elementtien pesu- betonipinnat ovat yksittäisiä lohkeamia lukuun ottamatta hyvässä kunnossa. Alikulkukäytävien vesieristeiden kuntoa ei ole tutkittu, mutta näkyviä merkkejä niiden vaurioitumisesta ei ole havaittavissa. (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014.)

Alikulkukäytävien painumien korjaamiseen on suunniteltu PowerPile Oy:n kehittämien geopolymeeripilarien injektointia alikulkukäytävien perustuksiin (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014). Menetelmässä maahan porataan 65 mm:n reikä, johon asennetaan paisuntaelementti ja elementtiin injektoidaan geopolymeerimassaa. Injektoitu geopolymeerimassa paisuu ja kovettuu elementissä muodostaen noin 330 mm paksuja pilareita. Kovettuneet polymeeripilarit tukevat ylöspäin hidastaen ja tarvittaessa pysäyttäen alikulkukäytävien painumisen. (Powerpile Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014.) Kummankin alikulkukäytävän perustuksiin on suunniteltu injektoitavaksi kaksi-



kymmentä polymeeripilaria. PowerPile Oy:n edustaja on tehnyt alustavat suunnitelmat ja kustannusarvion kyseisestä työstä, joita tullaan käyttämään avuksi opinnäytetyön laatimisessa. (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014.)

Toisena vaihtoehtona tilaaja on pohtinut nykyisten alikulkukäytävien purkamista ja korvaamista teräsputkisilloilla. Turun kaupungin edustaja on tehnyt alustavaa mitoitusta kohteeseen mahtuvista teräsputkista, mutta tarkkoja rakennussuunnitelmia ei ole vielä laadittu. Teräsputkisiltojen rakentaminen vaatii siltapaikkojen läheisyydessä olevien hulevesiviemäreiden siirtämistä. Myös sähkö- ja telekaapelireitityksiä tulee siirtää rakennustöiden tieltä. Alikulkukäytävien purku- ja rakennustyöt vaativat myös Eteläkaaren ja Kataraintien sulkemista, ja vaihtoehtoisten reittien ja kiertoteiden suunnittelun ja rakentamisen. (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014.)

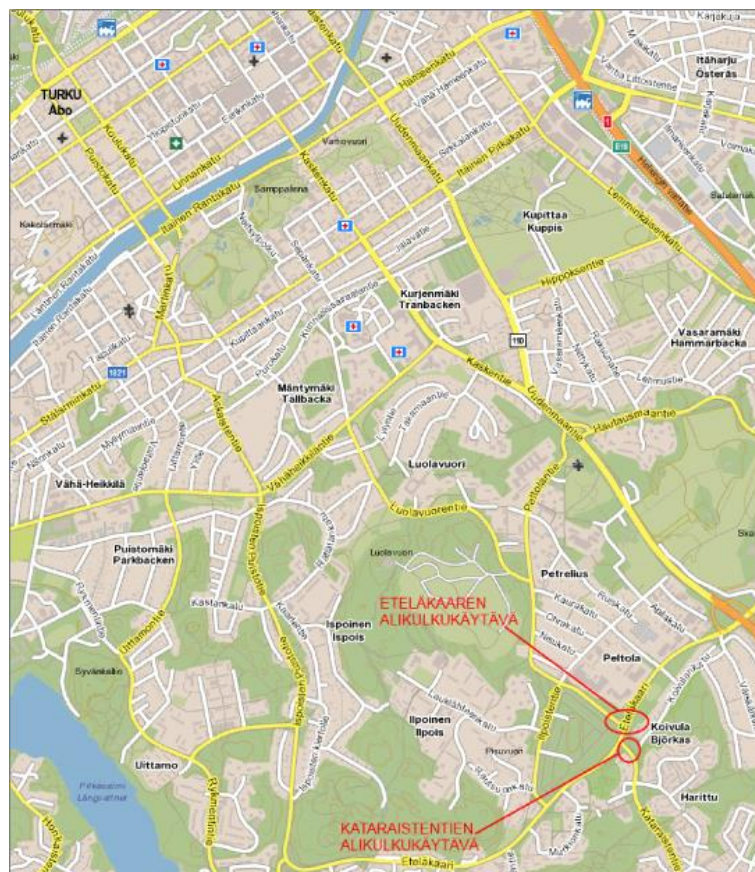
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on verrata polymeeripilarein tapahtuvaa korjausta polymeeripilareiden teknisen toimivuuden ja kustannusten mukaan alikulkukäytävien uusimiseen teräsputkisilloin. Tarkastelussa huomioidaan alikulkukäytävillä tulevaisuudessa tehtävät korjaustoimenpiteet. Opinnäytetyössä laaditaan alustava kustannusarvio nykyisten siltarakenteiden korjaamiselle sekä alikulkukäytävien purkutöille ja teräsputkisiltojen asentamiselle. Myös rakennustöiden vaikutukset liikenteelle arvioidaan ja suunnitellaan kuinka työnaikainen liikenne hoidetaan.

Jenni Aaltonen on omassa opinnäytetyössään ”Peltolan alikäytävien geotekninen tarkastelu” tehnyt teräsputkisillan siltakaivannon geoteknisen tarkastelun ja suunnittelun. Tähän tarkasteluun kuuluu myös määräluettelot ja kustannusarvio siltakaivannon kaivu- ja täyttömassoista sekä tuennasta sekä teräsputkisillan perustamistavasta. Tässä opinnäytetyössä käytetään Jenni Aaltosen toimittamia määrätietoja teräsputkisillan rakennuskustannusten määrittämisessä.

## 2 ETELÄKAAREN ALIKULKUKÄYTÄVÄ

### 2.1 Eteläkaaren alikulkukäytävä

Eteläkaaren alikulkukäytävä alittaa Eteläkaaren Hamppukadun risteysalueella (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014). Kuvassa 1 esitetään kartta- ja ilmakehu siltapaikalta. Eteläkaaren liikennemäärä on 10 000 ajoneuvoa / arkivuorokausi, josta raskaiden ajoneuvojen määrä on 5 % (K. Knaapi, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2014). Tilastoitua tietoa siitä kuinka moni jalankulkija ja pyöräilijä käyttää alikulkukäytävää päivittäin ei ole, mutta alikulkukäytävän välittömässä läheisyydessä sijaitsee Turun ammatti-instituutin toimipiste ja Hamppukadun kautta kulkee suora reitti Turun keskustaan, joten alikulkukäytävän kautta on myös vilkas kevyt liikenne.

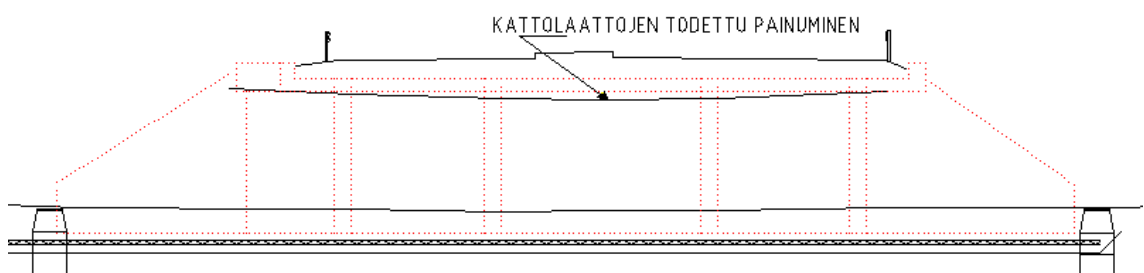


Kuva 1. Karttakuva Eteläkaaren ja Kataraisentien alikulkukäytävien sijainnista.



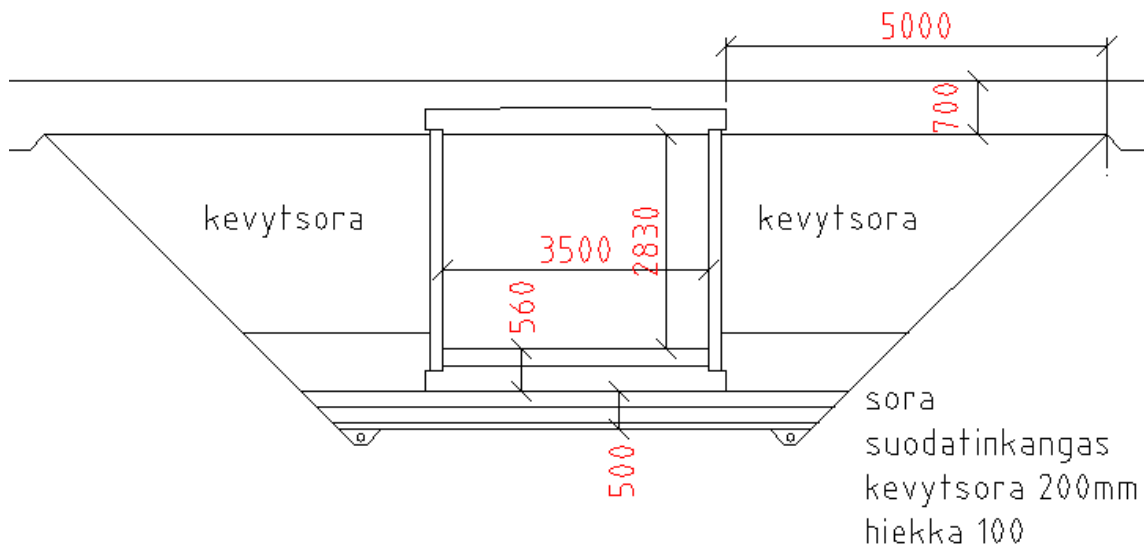
Kuva 2. Ilmakuva Eteläkaaren ja Kataraisentien siltapaikoilta.

Eteläkaaren alikulkukäytävä on kokonaismitaltaan noin 23,2 metriä pitkä koostuen yhdeksästä kattolaatasta, yhdestätoista pohjalaatasta, neljästä kehäelementistä, kymmenestä seinäelementistä ja neljästä siipimuurista. Eteläkaaren hyötyleveys alikulkukäytävän kohdalla on noin 12,95 metriä ja alittavan käytävän leveys on 3,5 metriä sekä korkeus 2,83 metriä. (Rakennussuunnitelma Eteläkaaren TOBI-alikulkutunneli.)



Kuva 3. Pituusleikkaus nykyisestä Eteläkaaren alikulkukäytävästä (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

VANHAN SUUNNITELMAN MUKAINEN  
POIKKILEIKKAUS



Kuva 4. Poikkileikkaus nykyisestä Eteläkaaren alikulkukäytävästä (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Siltarakenteen pituus- ja poikkileikkauksesta selviää että alikulkukäytävät on perustettu maanvaraisesti eikä mitään maanvahvistustoimenpiteitä, kuten paa-lutuksia tai stabilointia ole tehty. Alimpana kerroksena on 10 cm:n hiekkakerros, jonka päällä on suodatinkankaalla pussitettu 20 cm paksu kevytsorakerros. Kevytsorakerroksen päällä on 2 cm:n paksuinen sorakerros, jonka päälle betonielementit on asennettu. Alikulkukäytävän sivuille on rakennettu 5 metrin pituiset kevytsorapenkereet. (Rakennussuunnitelma Eteläkaaren TOBI-alikulkutunneli.) Alikulkukäytävän kokonaispainumaa ei ole seurattu, mutta katto-attojen on todettu painuneen keskeltä ajoradan kohdalta noin 20 cm (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Vedeneristyksen toteutuksesta ei ole täyttä varmuutta, sillä rakennussuunnitel-massa viitataan vedeneristyksen ja vedeneristyksen suojabetonin osalta ”SYT Sillanrakennuksen yleiseen työselitykseen”, mutta kyseistä julkaisua ei ole enää saatavilla.

Siltojen vedeneristykset on 1970-luvulle asti useimmiten tehty siten, että kuumabitumisivelyjen välissä on jutekangas. Myöhemmin on käytetty lasikangasbitumimattoja ja vuodesta 1983 lähtien kumibitumikermejä. Vedeneristys on yleensä suojattu suojabetonilla 1980-luvun puoliväliin asti. (SILKO 1.801, 10.) Sementtiyhdistyksen vuonna 1966 julkaiseman TOBI-alikulkukäytävien yleisen työselityksen mukaan tehdään seuraava vedeneristys päältäpäin lukien: suojabetoni 4 cm, kuumabitumisively, jutekangas, kuumabitumisively ja bitumiemulsio. Maata vasten olevissa pystypinnoissa on bitumiliuossively kylmänä sekä kuumabitumisively. (TOBI-Alikulkukäytävä yleispiirustukset sekä työselitys, 7.)

Edellä mainittujen perusteella voidaan olettaa että kannen vedeneristys on toteutettu päältäpäin lukien suojabetoni 4 cm, yksinkertainen lasikangasbitumimatto tai kumibitumikermieristys, kuumabitumisively ja kylmä bitumiemulsio. Kannen vedeneristys on ulotettu seinillä 15 cm kattolaatan alapinnan tason alapuolelle. Reunapalkin kohdalla kermieristys on nostettu reunapalkin yläpinnan viisteen tasolle. Maata vasten olevissa pystypinnoissa on bitumiliuossively kylmänä ja kuumabitumisively. Suojabetonin päällä on vielä kadun rakennekerrokset noin 40 senttimetrin paksuudelta.

## 2.2 Alikulkukäytävän betonirakenteiden korjaaminen

Alikulkukäytävän betonipinnat ovat pääsääntöisesti hyvässä kunnossa. Kehäelementeissä on paikoin pinnassa ruostuneita sidelankoja ja harjateräksiä. Näkyvissä olevat sidelangat ja harjateräkset tulee piikata auki ja paikata sementtipohjaisella valumattomalla paikkauslaastilla SILKO-ohjeen 2.231 mukaan. Kehäelementeissä on myös pientä todennäköisesti plastisesta tai kuivumakutistumasta johtuvaa mikrohalkeilua, jotka kartoitetaan ja 0,2 mm:n levyiset ja sitä leveämmät halkeamat injektoidaan SILKO-ohjeita 1.233 ja 2.236 noudattaen. Alle 0,2 mm pienemmät halkeamat voidaan korjata imeyttämällä SILKO-ohjetta 2.239 noudattaen. Siistin ulkonäön varmistamiseksi kehäelementtien näkyvät pinnat pinnoitetaan lopuksi sementtipohjaisella, halkeamat silloittavalla pinnoit-

teella. Koska kehäelementtien halkeamat ovat niin pieniä, imeytystä ei todennäköisesti tarvita ja pelkkä pinnoitus riittää.

Elementtirakenteissa, muissakin kuin kehäelementeissä, on yksittäisiä lohkeamia ja vaurioita jotka korjataan sementtipohjaisella valumattomalla paikkauslaastilla SILKO-ohjeen 2.231 mukaan. Seinäelementtien töherrykset sekä siipimuurielementtien näkyvissä olevat päätyviisteet puhdistetaan sammaleista ja orgaanisesta kasvustosta SILKO-ohjeen 2.251 mukaan.

Alikulkukäytävän painumisen johdosta seinäelementit ovat liikkuneet ja elementtien väliset saumat ovat epäsymmetriset eli saumat ovat alhaalta laajemmat kuin elementtien yläosassa. Elementtien liikkeistä ja ilkivallasta johtuen saumojen elastiset polyuretaanisaumaukset ovat revenneet. Elementtien saumat uusitaan SILKO-ohjeen 1.701 kohdan 3.3 ja SILKO-ohjeen 2.731 kohdan 4.2 mukaan. Seinä- ja kehäelementtien liitoskohdissa on myös kynnystä. Toisin sanoen seinä- ja kehäelementit eivät ole kaikin osin samassa linjassa, mutta tämä johtuu todennäköisesti asennusvirheestä eikä vaadi toimenpiteitä.

### 2.3 Vedeneristyksen korjaaminen

Sekä sillan rakentamisen että käytön aikana vedeneristykseen kohdistuu erilaisia rasituksia ja riskejä vedeneristyksen vaurioitumisesta. Vedeneristyksen kiinnittyminen alustaan voi olla heikko eristysalustan epätasaisuudesta, betonin pinnassa olevasta sementtikalvosta ja betonin pintakäsittelyn aikana tehdyistä virheistä johtuen. Valmis vedeneristys voi vaurioitua työnaikaisesta liikenteestä aiheutuneista kuormista, terävien työvälineiden aiheuttamista vaurioista, irtokivien painumisesta vedeneristyksen pintaan tai työkoneiden polttoainevuodoista. Sade, tuuli ja pöly sekä suuret vaihtelut lämpötilassa, kosteudessa ja säätilassa rasittavat myös valmista suojaamatonta vesieristystä. (SILKO 1.810, 4.)

Vedeneristeen ja kannen betonirakenteen kuntoa voidaan etukäteen arvioida ja tutkia erilaisin menetelmin, mutta lopullisen käsityksen kannen kunnostusasteesta saa vasta pintarakenteiden purkamisen jälkeen. Betonirakenteesta poratuista koelieriöistä voidaan tutkia muun muassa betonin karbonasoituminen,

sekä tartuntaveto- ja puristuslujuus. (Liikennevirasto 2004, 55 – 59.) Koelieriöistä voidaan arvioida myös vedeneristyksen kuntoa ja kuinka hyvin se on muun muassa kiinni alustassaan. Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien kattolaatat ovat tosin ainoastaan 320 mm paksut, mikä tulee ottaa huomioon arvioitaessa mitä ennakkokokeita kannattaa suorittaa.

Vedeneristyksen vauriot näkyvät sillan rakenteissa kalkkihärmänä, kalkkipuikkoina tai vesivuotoina. Jos alusta on ollut liian kostea vedeneristystä tehtäessä, kosteus höyrystyy rakenteista aiheuttaen vedeneristysten ja päällysteiden kuplimista ja vaurioitumisen. (SILKO 1.801, 6; SILKO 2.24, 1.) Tosin vedeneristyksen päälle tehtävä suojabetoni estää kuplimisen tehokkaasti ja suojabetonia onkin käytetty jonkin verran juuri kumibitumikermieristysten päällä kermien kuplimishaitan eliminoimiseksi (SILKO 2.831, 3).

Vedeneristyksen alustan kunnostuksen yhteydessä kansilaatan yläpinnan pienet epätasaisuudet ja nystyrät voidaan poistaa jyrsimällä ja paikalliset kolot ja painanteet paikata sementtipohjaisella juotoslaastilla, polymeeripohjaisella juotosmassalla tai tiivistysepoksin ja kvartsihiekan seoksella. Valumatonta paikkauslaastiakin voidaan käyttää, mutta materiaali on jonkin verran kalliimpaa ja työ hitaampaa kuin juotoslaasteilla. (Liikennevirasto 2008, 13 – 14.) Kansilaatan halkeamat suljetaan joko injektoiden tai imeyttäen. Eristettävällä pinnalla oleva öljy, pöly tai muut epäpuhtaudet poistetaan ja alusta hiekka- tai sinkopuhdistetaan. Vanhat eristysmateriaalit on poistettava, mutta kermi- tai mastiseristyksen alustassa lujasti kiinni olevaa bitumia ei tarvitse poistaa mikäli eristysalustaan ei tule epoksiivistystä. (SILKO 1.810, 15–16.)

Kansilaatan alapuolisissa betonirakenteissa sekä elementtien saumojen ympäristössä ei ole havaittavissa kalkkihärmää tai vesivuodon merkkejä. Eteläkaaren alikulkukäytävän ylittävä päällyste on myös varsin hyvässä kunnossa eikä yksittäistä poikittaista halkeamaa lukuun ottamatta päällysteessä ole vaurioita. Koska näkyviä merkkejä vedeneristyksen vaurioitumisesta ei ole ja alikulkukäytävän vedeneristys on vasta täyttämässä Liikenneviraston määrittämän vedeneristysten tavoitekäyttöään 35 vuotta (Liikennevirasto 2000b, 19), voidaan olettaa että vedeneristys on kunnossa eikä vaadi korjaustoimenpiteitä vielä tällä hetkellä.

Koska Eteläkaaren alikulkukäytävän vesieristyksen oletetaan olevan hyvässä kunnossa, vaihtoehtona kermieristyksen uusimiselle on kumimattoeristyksen asentaminen kannen suojabetonin päälle, jolloin sillan koko vedeneristyksen uusiminen voidaan siirtää tuonemmaksi.

Kumimattoeristystä käytetään korjattavilla rautatiesilloilla ja maatäyttöisillä ajoneuvoliikenteen silloilla silloin, kun pintarakenteiden korjaukseen käytettävä aika on liian lyhyt ensisijaisten eristysratkaisujen toteuttamiseksi. Eristysalustan kunnostus toteutetaan kuten aiemmin on mainittu. Kumimatto liimataan eristysalustaan ainoastaan reunoilta ja läpivientien ympäriltä, ja se suojataan lopuksi kaksinkertaisella kumirouhematolla 11 mm + 11 mm. (Liikennevirasto 2014, 85.) Suurin etu kumimattoeristyksen teossa on työn nopeampi läpimenoaika verrattuna koko kermieristyksen uusimiseen. Aikaa säästyy huomattavasti kun suojabetonin purku- ja valutyöt kuivatusaikoineen sekä kermieristyksen teko jäävät pois.

#### 2.4 Siltapaikan muiden rakenteiden korjaaminen

Vesieristyksen uusimisen yhteydessä joudutaan purkamaan osa risteysalueen liikenteenjakaajasta ja kustannusarvioon on laskettu koko liikenteenjakaajan purku- ja rakennustyöt. Liikenteenjakaajan alla on tyhjä kaapelisuojauputki joka tulee säilyttää paikallaan. Eteläkaaren päällysteet on myös laskettu uusittavaksi koko liikenteenjakaajan eli noin 30 metrin matkalta. Päällysteet on laskettu poistettavaksi kokonaan siltapaikalta ja noin 1,5 metriä ennen siltaa sekä liikenteenjakaajan ympäriltä 0,5 metrin leveydeltä. Muutoin uudelleen päällystettävältä alueelta jyrsitään ylin 4 cm:n kulutuskerros pois ja päällystetään kivimastiksiasfaltilla (SMA). Alueille, joista päällyste on poistettu kokonaan, levitetään pohjalle 8 cm paksu ABK 32/200-asfalttikerros. Päällystekerrokset on valittu Turun kaupungin virallisen kadun ajoradan rakennetaulukon mukaan.

Ajoradan ja alikulkukäytävän reunapalkin välillä on päällystämätön alue maatäytöllä, josta on huuhtoutunut täytettä pois. Reuna-alueelle asennetaan betonikiveys ja sadevedet ohjataan betonikouruin keilaa pitkin alikulkukäytävän suu-



aukon sadevesikaivoihin. Siltapaikan itäpuolen keilat kunnostetaan poistamalla pintamaa ja hoitamattomat istutukset ja nurmettamalla kunnostettavat keilat. Eteläkaaren silta- ja pengerkaiteet on alkujaan rakennettu nykysäädöksiin verrattuna liian matalina ja alkuperäiset kaiteet onkin korotettu jälkikäteen jotta ne täyttäsivät nykyvaatimukset. Kaiteiden korotus on tehty vanhoihin kaidetolppiin hitsatuin jatkopaloin, joten kustannusarvioon on laskettu myös nykyisten kaiteiden purku- ja uusien silta- ja pengerkaiteiden rakennustyöt.

## 2.5 Alikulkukäytävän nykyrakenteiden korjaustöiden kustannusarvio ja töiden vaatimat liikennejärjestelyt

Alikulkukäytävän nykyrakenteiden korjaustöiden kustannusarvio esitetään liitteessä 1. Kustannusarvioon on laskettu myös vedeneristyksen uusiminen, joka ei vielä tällä hetkellä ole tarpeellinen, mutta tulee tehtäväksi lähivuosina. Vedeneristysalustan kunnostukseen ja esikäsitteilyyn liittyviä työvaiheita ei ole kuitenkaan huomioitu kustannusarviossa. Vedeneristykseen uusimiseen on laskettu kaksinkertainen kermieristys kannen alalle sekä kannen päissä 200 millimetriä kansilaatan ja seinäelementin sauman alapuolelle. Kermieristyksen päälle valettava suojabetoni on 50 millimetriä paksu. Vedeneristysrakenne on valittu Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohje Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1 ohjeesta Kuva H.11.4.9 ja sivujen 88 ja 100 mukaan.

Taulukkoon 1 on koottu alikulkukäytävän betoni- ja ympäristörakenteiden korjaamiseen sekä vedeneristyksen uusimiseen liittyvien töiden kustannukset. Koko kermieristyksen uusimisen aikatauluun vaikuttaa merkittävästi eristysalustan kuivatuksen ja suojabetonin jälkihoidon vaatima aika. Taulukossa eristysalustan kuivatukseen ja suojabetonin jälkihoitoon on molempiin arvioitu kaksi päivää olettaen että työ toteutetaan kesäkuukausina. Kermieristyksen uusiminen kahdessa osassa on arvioitu noin 20 prosenttia kalliimmaksi kuin kerralla koko kannen alalle. Kumimattoeristys on laskettu asennettavaksi kerralla koko kannen alueelle sisältäen kaikki oheistyöt (asfaltinpoiston, Eteläkaaren päällystämisen, liikenteenjakajan rakentamisen yms.). Eristysalustan, eli suojabetonin kunnos-

tusta ei ole laskettu mukaan. Kumimattoeristyksen yksikköhintana kumimaton asentamiselle on käytetty 35 €/m<sup>2</sup> ja kumimaton päälle asennettavan kumirouhematon yksikköhintana 50 €/m<sup>2</sup>.

Taulukko 1. Vertailu Eteläkaaren alikulkukäytävän vesieristyksen ja koko silta-rakenteen korjaamisen kustannuksista.

	Kermieristyksen uusiminen koko kannen alalle	Kermieristyksen uusiminen kahdessa osassa	Kumimattoeristyksen asentaminen	Työnaikaisen kiertotien rakentaminen ja purku
<b>Kustannukset, rakennusosat / €</b>	26 300,00	31 530,00	22 660,00	8 000,00
<b>Siltarakenteen muiden rakenteiden korjaaminen / €</b>	13 620,00	13 620,00	13 620,00	
<b>Rakennusosat yhteensä / €</b>	39 920,00	45 150,00	36 280,00	8 000,00
<b>Urakoitsijan hankekustannukset / €</b>	15 000,00	15 000,00	15 000,00	5 000,00
<b>Koko hanke yhteensä / €</b>	54 920,00	60 150,00	51 280,00	13 000,00
<b>Työn kesto / pv</b>	16	26	7 - 8	2
<b>Työn kesto, koko hanke / pv</b>	20	30	14	2

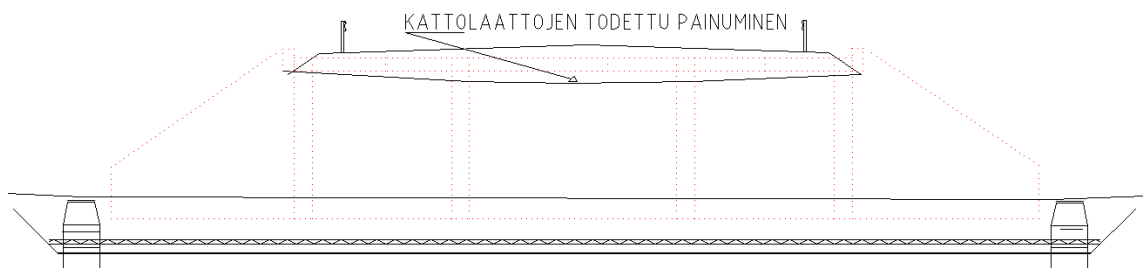
Alikulkukäytävän kannen pienestä koosta johtuen vedeneristyksen korjaustyö on järkevintä ja kustannustehokkainta tehdä kerralla koko kannen pinta-alalle. Tällöin Eteläkaaren liikenne alikulkukäytävän kohdalla katkaistaan ja kierrätetään joko rakennettavan työnaikaisen kiertotien tai Apilakadun, Ilpoistentien ja Hamppukadun kautta. Liikennejärjestelyt on käsitelty tarkemmin luvussa 4.4. Vedeneristyksen korjaustyö voidaan tehdä myös kahdessa osassa kaista kerrallaan, mutta tällöin korjaustyön läpimenoaika on pitempi ja täten kustannukset ovat korkeammat verrattuna siihen että vedeneristys korjattaisiin kerralla koko kannen alalle. Mikäli korjaustyö toteutetaan kahdessa osassa, järjestely vaatii liikennevalo-ohjauksen Eteläkaarelle siltapaikan itäpuolelle sekä länsipuolelle ennen Kataraintientien liittymää. Myös Kataraintentielle sekä Hamppukadulle tulee asentaa valo-ohjaus, jolloin pysäytysajat valo-ohjauksen vuoksi venyvät.

### 3 KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTÄVÄ

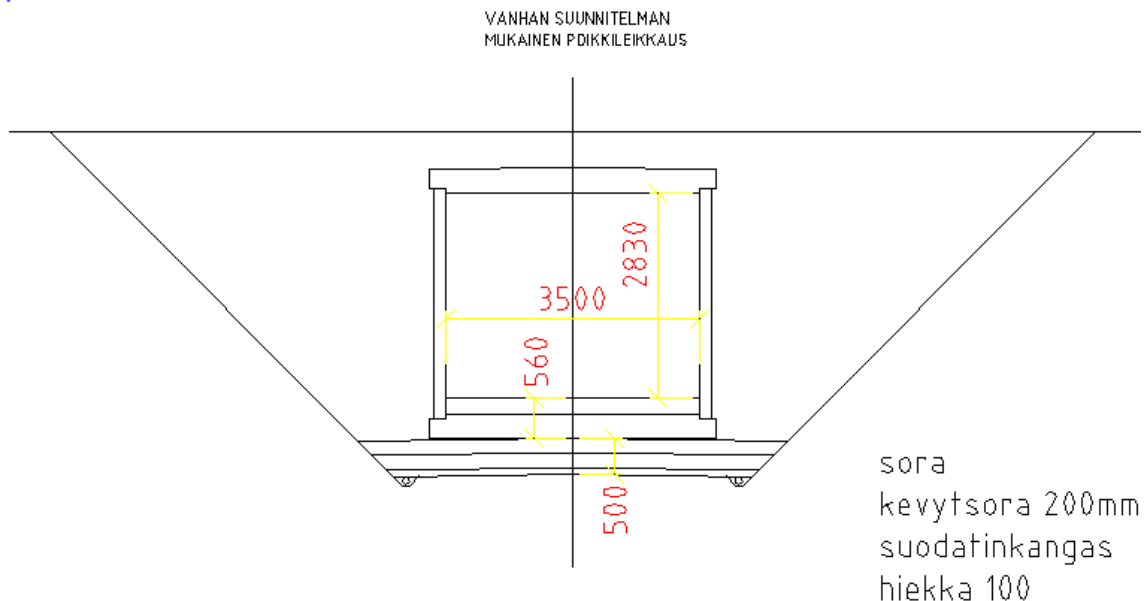
#### 3.1 Kataraistentien alikulkukäytävä

Kataraistentien alikulkukäytävä alittaa Kataraistentien Eteläkaaren risteysalueella (H. Virtanen, henkilökohtainen tiedonanto 20.10.2014). Kataraistentien liikennemäärä on 8 000 ajoneuvoa/arkivuorokausi, josta raskaiden ajoneuvojen määrä on 3-4 % (K. Knaapi, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2014). Eteläkaaren alikulkukäytävän tavoin myös kevyt liikenne alikulkukäytävän kautta on varsin vilkasta.

Kataraistentie alikulkukäytävä on kokonaismitaltaan noin 20,7 metriä pitkä koostuen seitsemästä kattolaatasta ja yhdestätoista pohjalaatasta, neljästä kehäelementistä, neljästä siipimuurista, kahdesta reunapalkkielementistä ja kahdeksasta seinäelementistä. Kataraistentien hyötyleveys alikulkukäytävän kohdalla on noin 9,6 metriä ja alittavan käytävän leveys on 3,5 metriä sekä korkeus 2,8 metriä. (rakennussuunnitelma Eteläkaaren TOBI-alikulkutunneli.)



Kuva 5. Pituusleikkaus nykyisestä Kataraistentien alikulkukäytävästä (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).



Kuva 6. Poikkileikkaus nykyisestä Kataraintien alikulkukäytävästä (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Siltarakenteen pituus- ja poikkileikkauksesta selviää että Kataraintien alikulkukäytävä on perustettu kuten Eteläkaaren alikulkukäytävä. Pohjalaatan alla on asennusala murskeesta, jonka alla on suodatinkankaalla pussitettu 20 cm paksu kevytsorakerros ja alimpana 10 cm:n hiekkakerros. Kataraintien alikulkukäytävän kohdalla ei ole rakennettu kevytsorakevennystä alikulkukäytävän sivuille. (Rakennussuunnitelma Eteläkaaren TOBI-alikulkutunneli.) Alikulkukäytävän kattolaattojen on todettu painuneen keskeltä ajoradan kohdalta noin 27 cm (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

### 3.2 Alikulkukäytävän nykykunto ja rakenteiden korjaaminen

Kataraintien alikulkukäytävän nykykunto on hyvin samankaltainen Eteläkaaren alikulkukäytävän kanssa. Kehäelementtien pinnassa olevat sidelangat ja harjateräkset piikataan auki ja paikataan sementtipohjaisella valumattomalla paikkauslaastilla. Lopuksi kehäelementit pinnoitetaan sementtipohjaisella, halkeamat siloittavalla pinnoitteella. Elementtien muut lohkeamat paikataan valu-

mattomalla paikkauslaastilla ja seinäelementtien töherrykset sekä siipimuu-  
rielementtien näkyvissä olevat päätyviisteet puhdistetaan sammaleista ja or-  
gaanisesta kasvustosta.

Kataraistentien alikulkukäytävä on painunut kuten Eteläkaaren alikulkukäytävä-  
kin ja elementtien saumat ovat auenneet rikkoen elementtien saumaukset.  
Saumojen elastiset polyuretaanisaumaukset uusitaan.

Ajoradan ja alikulkukäytävän reunapalkin väliselle alueelle asennetaan betoniki-  
veys ja sadevedet ohjataan betonikouruin keilaa pitkin alikulkukäytävän suu-  
aukon sadevesikaivoihin. Alikulkukäytävän molempien puolien keilat kunnoste-  
taan poistamalla pintamaa ja hoitamattomat istutukset ja nurmettamalla keilat.  
Myös Kataraistentien alikulkukäytävän pengerkaitteet on korotettu jälkikäteen, ja  
myös näiden kaiteiden uusiminen on laskettu kustannusarvioon.

Vedeneristys on toteutettu kuten Eteläkaarenkin alikulkukäytävässä eikä merk-  
kejä vedeneristyksen vaurioitumisesta ole nähtävillä. Vedeneristys ei vaadi kor-  
jausta vielä tässä vaiheessa, mutta se tulee tehtäväksi lähivuosina, joten kus-  
tannusarvioon on laskettu myös vedeneristyksen uusimiseen liittyvät työt. Ete-  
läkaaren päällyste on laskettu poistettavaksi kokonaan metri ennen alikulkura-  
kennetta, ja ylin kulutuskerros jyrskittäväksi 6 metriä ennen alikulkurakennetta.  
Tällöin päällysteen sauma jää tarpeeksi etäälle alikulkukäytävästä. Päällyste-  
kerrokset on valittu Turun kaupungin virallisen kadun ajoradan rakennetaulukon  
mukaan.

Koko kermieristyksen uusiminen kannattaa tehdä kahdessa osassa kaista ker-  
rallaan, jolloin siltapaikalle asennetaan liikennevalo-ohjaus. Työn läpimenoaika  
on tällöin hieman pitempi verrattuna vesieristyksen uusimiseen koko kannen  
alalle, mutta tällöin säästytään työnaikaisen kiertotien rakentamiselta. Kumimat-  
toeristys sen sijaan voidaan asentaa esimerkiksi yhden yön aikana koko kannen  
alalle, jolloin liikenne Kataraistentiellä katkaistaan yhden yön ajaksi. Tällöin ku-  
mimattoeristys asfaltti- ja kaidetöineen saadaan suoritettua 3–4 päivässä.

Taulukkoon 2 on koottu alikulkukäytävän betoni- ja ympäristörakenteiden kor-  
jaamiseen sekä vedeneristyksen uusimiseen liittyvien töiden kustannukset. Ko-

ko kermieristyksen uusimisen aikatauluun vaikuttaa merkittävästi eristysalustan kuivatuksen ja suojabetonin jälkihoidon vaatima aika. Taulukossa eristysalustan kuivatukseen ja suojabetonin jälkihoitoon on molempiin arvioitu 2-3 päivää olettaen että työ toteutetaan kesäkuukausina. Kermieristyksen uusiminen kahdessa osassa on arvioitu noin 20 prosenttia kalliimmaksi kuin kerralla koko kannen alalle. Kumimattoeristys on laskettu asennettavaksi kerralla koko kannen alueelle sisältäen kaikki oheistyöt (asfaltinpoiston, Kataraistentien päällystämisen, kaiteiden asentamisen yms.). Eristysalustan eli suojabetonin kunnostusta ei ole laskettu mukaan. Kumimattoeristyksen yksikköhintana kumimaton asentamiselle on käytetty 35 €/m<sup>2</sup> ja kumimaton päälle asennettavan kumirouhematon yksikköhintana 50 €/m<sup>2</sup>.

Taulukko 2. Vertailu Kataraistentien alikulkukäytävän vesieristyksen ja koko siltarakenteen korjaamisen kustannuksista.

	Kermieristyksen uusiminen koko kannen alalle	Kermieristyksen uusiminen kahdessa osassa	Kumimattoeristyksen asentaminen	Työnaikaisen kiertotien rakentaminen ja purku
<b>Kustannukset, rakennusosat / €</b>	17 500,00	22 300,00	13 270,00	75 300,00
<b>Siltarakenteen muiden rakenteiden korjaaminen / €</b>	12 400,00	12 400,00	12 400,00	
<b>Rakennusosat yhteensä / €</b>	29 900,00	34 700,00	25 670,00	75 300,00
<b>Urakoitsijan hankekustannukset / €</b>	15 000,00	15 000,00	15 000,00	5 100,00
<b>Koko hanke yhteensä / €</b>	44 900,00	49 700,00	40 670,00	80 400,00
<b>Työn kesto / pv</b>	14	22	3 - 4	
<b>Työn kesto, koko hanke / pv</b>	17	25	14	10

Määrätiedot selviää kustannusarviosta joka on liitteenä 2.

## **4 ETELÄKAAREN ALIKULKUKÄYTVÄN PURKUTYÖT JA TERÄSPUTKISILLAN RAKENTAMINEN SEKÄ KUSTANNUSARVIO**

### 4.1 Kustannusten laskentaperusteet

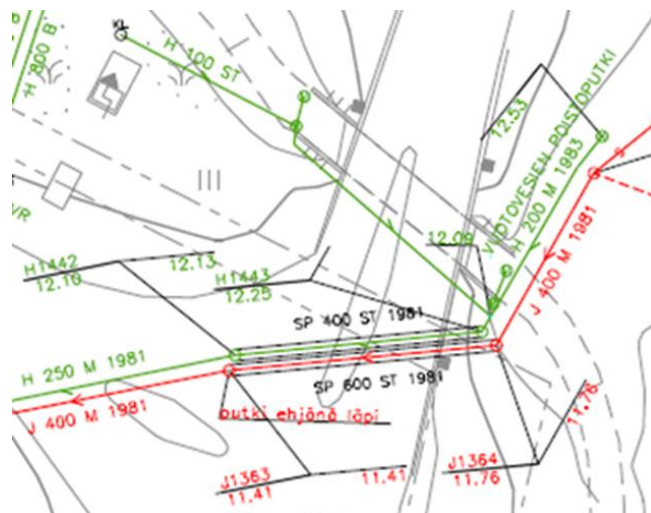
Opinnäytetyössä esitetään kuinka Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien purkutyöt sekä uusien teräsputkisiltojen rakennustyöt tehdään. Tarkempaa työtapa-suunnittelua ja työmenetelmien esittelyä opinnäytetyö ei sisällä, vaan työ sisältää rakennustöiden yleisluonteisen esittelyn ja perusteet kustannusarviossa käytetyistä määristä. Rakennustöiden esittely ja kustannusarvio on jaettu nykyisen alikulkukäytävän purkutöihin sekä uuden teräsputkisillan rakentamiseen sisältäen johto- ja laitesierrot sekä rakennustöiden vaatimat liikennejärjestelyt.

Rakennustöiden kustannusarvio on laskettu käyttäen Rapal Oy:n kehittämää Fore-ohjelmistoa, jota Turun Kiinteistöliikelaitos käyttää infrahankkeidensa kustannusarvioissa. Ohjelmistossa on omat tuotteet hankkeen ohjelmointiin (Scope), hankeosalaskentaan (HOLA), rakennusosalaskentaan (Rola) sekä hankkeiden kustannusten ja määrien raportointiin (Arena). Kustannusarvio on laskettu käyttäen Rola-sovellusta. Rola on rakennusosalaskenta-sovellus, joka perustuu Infra 2006 Määrämittausohjeen nimikkeistöön. Rolassa laskija hinnoittelee hankkeen käyttäen standardihinnaston valmiita hinnastonimikkeitä tai hyödyntäen omia hintoja. Foren hinnasto perustuu maarakennuskustannusindeksiin, ja ohjelmiston hinnasto päivitetään kahdesti vuodessa perustuen huhti- tai lokakuun maarakennusindeksiin. (Fore-ohjelmiston esittely-/hakupalvelut.) Tämän työn kustannusarvio on tehty käyttäen ohjelmiston standardihinnastoa joka perustuu lokakuun 2014 hinnastoon.

## 4.2 Eteläkaaren johto- ja laitetiedot

Alikulkukäytävän päissä on sadevesikaivot, jotka purkavat itäpuolella olevaan tarkastuskaivoon, josta vedet ohjautuvat teräksisessä suojaputkessa Eteläkaaren ali Hamppukadun suuntaan. Alikulkukäytävän sadevedet keräävän viemärin materiaalia ei ole kerrottu johtotiedoissa, mutta koska siltapaikan muut sadevesiviemärit on rakennettu muoviosin, voidaan olettaa, että näidenkin materiaaliksi olettaa olevan muovi. Sadevesiviemärit toimivat viettoviemäreinä. Alikulkukäytävän sisällä keskellä on myös sadevesikaivo, mutta sen purkuyhteyttä ei ole merkattu johtotietoihin tai suunnitelmiin. Alikulkukäytävän päissä sijaitsevan ja alikulkukäytävän sivussa olevan Eteläkaaren alittavan sadevesilinjan korko-asema ei ole tiedossa.

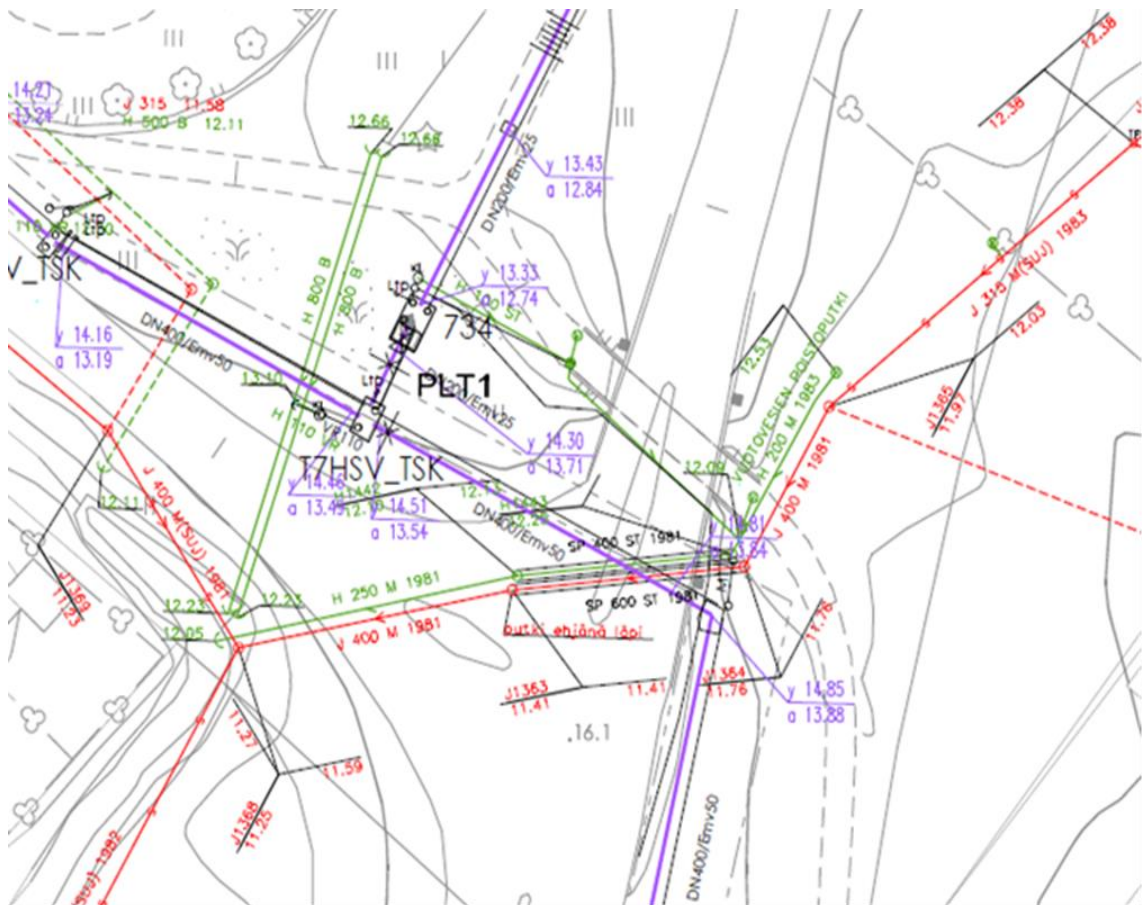
Itäpuolella olevaan tarkastuskaivoon johdetaan myös itäpuolella olevan metsäalueen vuotovedet keräävän sadevesikaivon vedet. Alikulkukäytävän itäpuolella sijaitsee jätevesiviemäri, joka purkaa teräksisessä suojaputkessa Eteläkaaren ali Hamppukadun suuntaan. Jätevesiviemärin materiaalina on muovi, ja viemärit toimivat viettoviemäreinä. Sadevesi- ja jäteviemäriinjastot on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä. Vihreällä merkityt linjat sadevesilinjoja, punaisella merkityt linjat jätevesilinjoja (Turun kaupunki).



Kuten kuvasta 8 selviää Eteläkaaren alittaa kaukolämpöputkisto, joka haarautuu alikulkukäytävän länsipuolella Hamppekadun ja Eteläkaaren suuntaan. Itäpuolella kaukolämpöputkisto jatkuu Eteläkaaren suuntaisena. Eteläkaaren alittava putkisto sijaitsee kadun alittavan sade- ja jätevesiviemäreiden yläpuolella. Länsipuolella sijaitsevan kaukolämmön salaojakaivo purkaa teräspankissa olevassa salaojaputkessa alikulkukäytävän päässä olevaan sadevesikaivoon. Eteläkaaren alittava kaukolämpöputkisto sijaitsee sen verran etäällä siltapaikasta ettei se tule rakennustöiden tielle.



Kuva 8. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä. Vihreällä merkityt linjat ovat sadevesilinjoja, punaisella merkityt linjat jätevesilinjoja ja pinkillä merkityt linjat kaukolämpölinjoja (Turun kaupunki).

Eteläkaaren alikulkukäytävän ympäristössä sijaitsee paljon kaapelireitityksiä, jotka on esitetty kuvassa 9. Eteläkaaren alitse alikulkukäytävän välittömään lä-

heisyyteen on rakennettu Turku Energian sähkökaapelireititykset sekä Turun kiinteistöliikelaitoksen omistamat katuvalaistuksen kaapelireititykset. Kaapelireititykset on rakennettu niin lähelle nykyistä alikulkukäytävää, että ne vaativat siirto- tai suojaustoimenpiteitä mikäli alikulkukäytävä päätetään purkaa ja rakentaa teräsputkisilta nykyisen paikalle. Muiden operaattoreiden (Elisa, DNA, Telia-Sonera) kaapelit sijaitsevat niin etäällä alikulkukäytävästä, etteivät ne vaadi siirto- tai suojaustoimenpiteitä rakennustyön aikana.

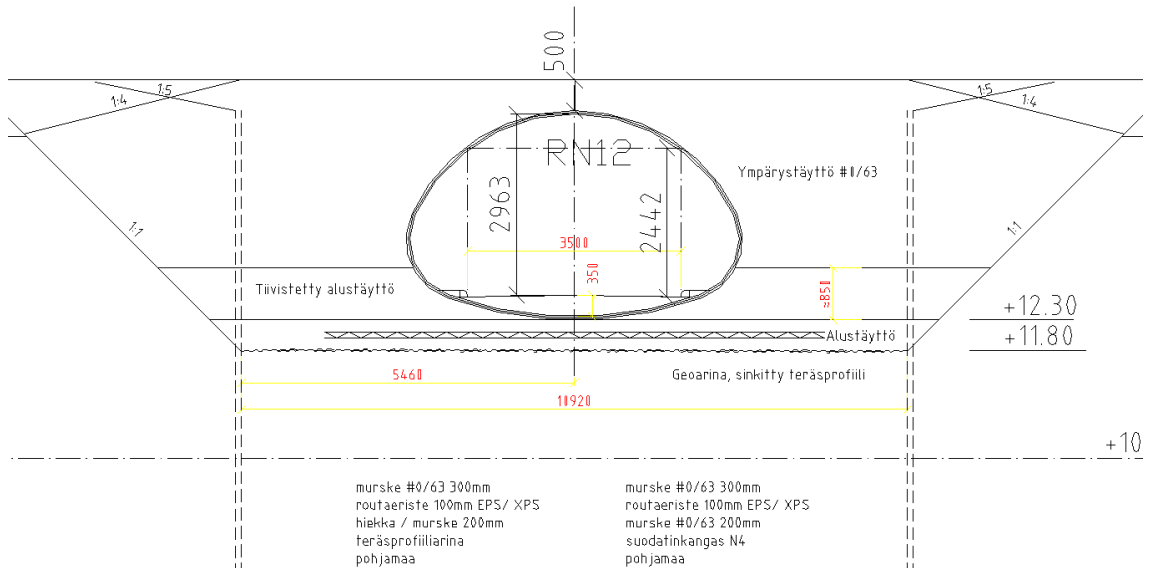


Kuva 9. Johto- ja kaapelikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä. Punaisella merkityt ovat Turku Energian sähkökaapelireitityksiä sekä Turun Kiinteistöliikelaitoksen katuvalojen kaapelireitityksiä (Turun kaupunki).

#### 4.3 Rakennustöiden esittely

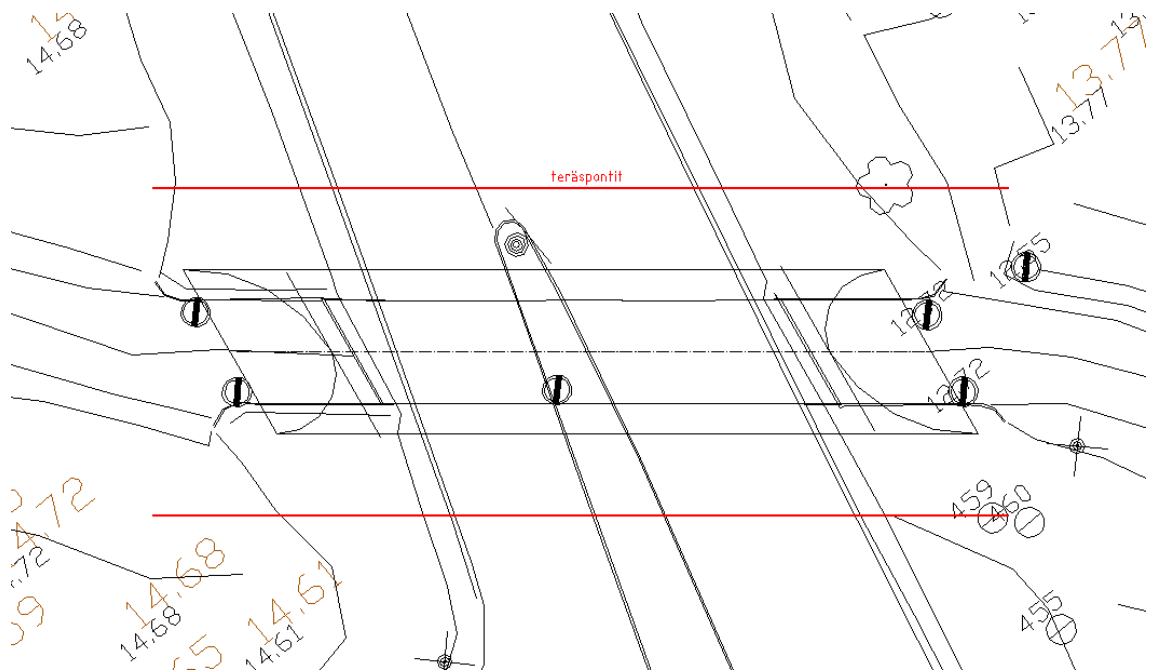
Eteläkaaren alikulkukäytävän purkutöiden sekä uuden teräsputkisillan asentamisen suunnittelun pohjana on käytetty Turun kaupungin edustajan laatimia

alustavia työsuunnitelmia, joista kuvassa 10 esitetään esimerkkipoikkileikkauskuva teräsputkisillan kaivannosta. (kuva 10.)



Kuva 10. Poikkileikkauskuva teräsputkisillan siltakaivannosta (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Haastavien pohjaolosuhteiden vuoksi kaivanto tehdään tuettuna käyttäen teräsponttiseinää. Teräsponttiseinä asennetaan kuvassa 11 esitetylle alueelle ja ponttiseinän syvyydeksi pystysuunnassa tulee 16 metriä. Ponttiseinät tuetaan yläpäästä yhdellä HEB-poikkipalkilla tien poikkisuunnassa ja ankkuroidaan perusmaahan käyttäen maa-ankkureita. Ankkurit asennetaan 3 metrin välein ja niiden pituudeksi tulee 37 metriä ankkuria kohden. Teräsputkisilta perustetaan teräslevyarinan varaan ja teräsputkisillan alle asennetaan EPS-routalevyt kuvan 10 mukaisesti. (J. Aaltonen, henkilökohtainen tiedonanto 23.3.2015.) Teräsponttiseinän tuentaan käytettävien ankkureiden porauskulmaa määrittäessä on otettava huomioon sillan itäpuolella sijaitsevat kaukolämpö-, sadevesi- ja jätevesilinjat. Sekä Eteläkaaren että Kataraistentien tapauksessa siltakaivannon tuentaan liittyvät suunnitelmat ovat suuntaa antavia puutteellisten maaperätietojen vuoksi (J. Aaltonen, henkilökohtainen tiedonanto 23.3.2015).

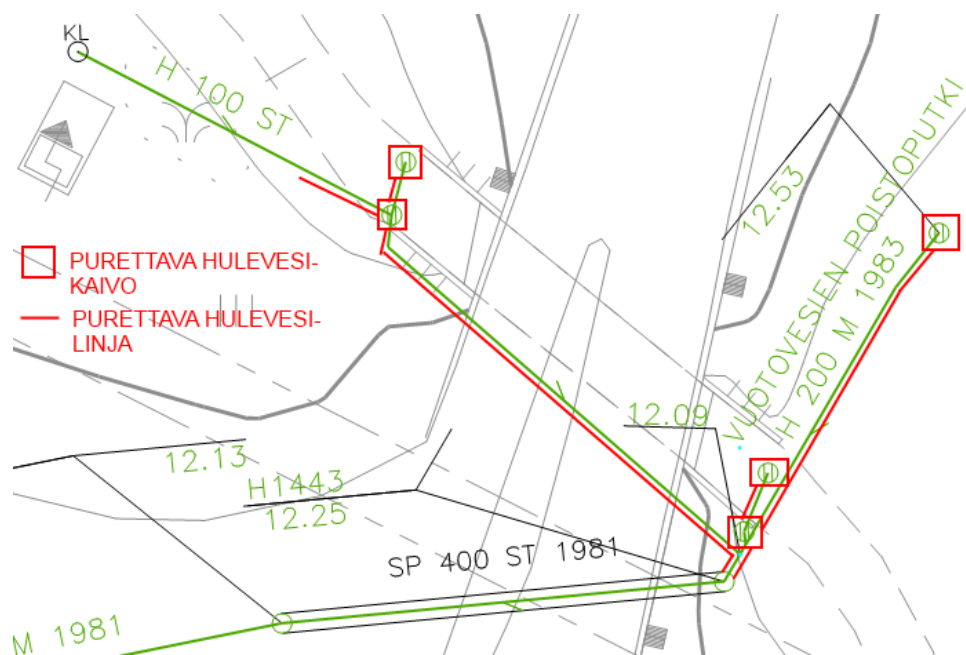


Kuva 11. Teräsponttiseinän asennusalue Eteläkaaren teräsputkisillan rakennuskaivantoon (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

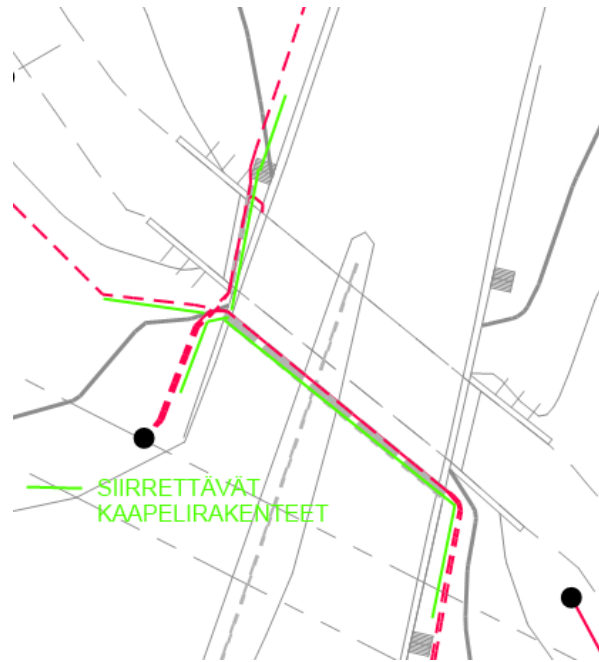
Teräsputkisillan rakentaminen vaatii nykyisen alikulun päissä olevien sadevesikaivojen ja sillan sivussa Eteläkaaren alittavan sadevesiputkiston purkamisen. Myös itäpuolen metsäalueen sadevedet keräävä sadevesiviemäröinti kaivoineen puretaan ja länsipuolen sadevesikaivoihin purkava kaukolämmön salaojaputki puretaan noin viiden metrin matkalta. Nykyisen alikulun vieressä olevien sadevesiputkistojen korkoasemasta ei ole tietoa, mutta putkiston on arvioitu sijaitsevan noin metrin teräsputkisillan alapuolella. Täten teräsputkisillan päihin rakennettavat sadevesilinjat sekä itäpuolen metsäalueen vuotovesien poistoputki rakennetaan routasuojattuna. Koska alikulkukäytävän päiden sekä sivussa sijaitsevan sadevesilinjan korkoasemasta ei ole tarkkaa tietoa, on tärkeää suunnitella ennen rakennustöiden aloitusta sadevesilinjan sijainti ja korkoasema. Itäpuolen metsäalueen vuotovesien poistoputken kaivuutyöt tehdään osaltaan tuettuna kaivantona. Purettu sadevesikaivot ja -putket rakennetaan uusiksi muoviosin. Purettu kaukolämmön salaojaputki rakennetaan uudelleen ja liite-

tään teräsputkisillan päähän rakennettuun sadevesikaivoon. Uudelleen rakennettava sadevesiviemärointi liitetään siltapaikan itäpuolella olevaan tarkastuskaivoon. Siltapaikan itäpuolella oleva jätevesiviemäri on nyt tehtävän siltakäivannon alapinnan tasolla, joten jätevesiviemäriä ei tarvitse purkaa rakennustöiden ajaksi.

Siltapaikan vieressä sijaitsevat Turku Energian sähkökaapelireititykset ja Turun Kiinteistöliikelaitoksen katuväläistuksen kaapelointi tulee siirtää ennen rakennustöiden aloittamista. Kaapelisiirtojen toteutus suunnitellaan ja toteutetaan yhteistyössä laiteomistajien kanssa. Uuden teräsputkisillan rakentamisen edellyttämät johto- ja laitesierrot on esitetty kuvissa 12 ja 13.



Kuva 12. Eteläkaaren purettavat ja uudelleen rakennettavat sadevesiviemäroinnit.



Kuva 13. Eteläkaaren siirrettävät kaapelirakenteet.

Uuden teräsputkisillan läpi kulkevan kevyen liikenteen väylän rakennekerrokset on kustannusarvioon laskettu tehtäväksi 0-32 mm:n kalliomurskeesta 0 – 32 ja päällystetään uudelleen 3 metriä ennen alikulun suuaukkoa. Teräsputkisillan sisälle ja 5 metrin matkalle suuaukon ulkopuolelle asennetaan liimattava reunatuki, ja teräsputkisillan sisällä reunatuen ja teräsputken välinen alue täytetään asfalttibetonilla. Eteläkaaren uudelleen päällystys ja liikenteenjakaajan sekä muiden ympäristörakenteiden rakennustyöt toteutetaan kuten luvussa 2.4 on esitetty.

Alustava aikatauluarvio Eteläkaaren nykyisen alikulkukäytävän purkutöille ja uuden teräsputkisillan asentamiselle kaikkine oheistöineen on 12 työpäivää. Eteläkaaren nykyisen alikulkukäytävän purkutöiden ja teräsputkisillan asentamisen kustannusarvio on liitteessä 3.

#### 4.4 Liikennejärjestelyt

Eteläkaaren alikulkukäytävän purku- ja teräsputkisillan rakennustyön ajaksi Eteläkaari tulee sulkea liikenteeltä rakennuspaikan kohdalta. Rakennustyön aikana yleinen liikenne voidaan kierrättää Apila- ja Kaurakadun kautta Ilpoistentielle ja Hamppukadun kautta Eteläkaarelle. Apilakadun loppuosa on kapea asuntokatu ja mitoitukseltaan liian ahdas linja-autoliikenteelle. Kyseisellä osuudella on myös kielletty kuorma- ja pakettiautojen läpiajo. Täten kiertoreitiksi on järkevintä valita Apilakadun, Ilpoistentietä ja Hamppukatua pitkin kulkeva reitti. Kyseisen kiertoreitin pituus on noin 1,35 kilometriä. Uudenmaantien suunnasta tultaessa kiertoreitin vuoksi Eteläkaarelta jää kolme bussipysäkkiä pois, eli Eteläkaaren ja Apilakadun liittymästä, Kaurakadun ja Eteläkaaren liittymästä sekä ennen Hamppukadun liittymää Turun ammatti-instituutin kohdalla. Hamppukadulla on bussipysäkki ammatti-instituutin kohdalla, mikä korvaa Eteläkaarella sijaitsevan pysäkin. Korvaavaa pysäkkiä Kaurakadun liittymän pysäkillä ei voida järjestää, ja Apilakadulla kiinteistöjen tonttirajat sijaitsevat kadun reunassa estäen väliaikaisen pysäkin rakentamisen Apilakadulle. Toisesta suunnasta tultaessa Eteläkaarelta jää kiertoreitin vuoksi ainoastaan yksi pysäkki Kaurakadun liittymästä pois. Kiertoreitille Kaurakadun ja Ilpoistentien liittymään voidaan tehdä väliaikainen bussipysäkki ajaksi korvaamaan käytöstä poistuvia pysäkkejä.

Suomessa rakentamisen aikaisia vaikutuksia ulkopuoliselle liikenteelle on käsitelty lähinnä sanallisilla kuvauksilla eri hankkeita tarkasteltaessa. Kattavia hankkearviointiin rinnastettavia tai sovitettavissa olevia laskelmia ei kuitenkaan ole tehty eikä niiden tekemistä ole ohjeistettu. (Liikennevirasto 2012, 11.) Haittojen arvioinnissa on kiinnitetty huomiota pääosin aikakustannuksiin (Tielaitos 2000, 15). Apilakadun, Ilpoistentien ja Hamppukadun kiertotiestä syntyvät kustannukset tienkäyttäjille on laskettu kuvassa 14 esitetysti matka-ajan suhteen. Kiertotien myötä matka lisääntyy 750 metriä ja matka-aika on 0,034 tuntia pitempi Eteläkaareen verrattuna. Kevyen ajoneuvon kustannuksena tuntia kohden on käytetty 15,16 euroa ja raskaan ajoneuvon kustannuksena 58,91 euroa (Liikennevirasto 2010, 24).

$$9500 \frac{\text{ajon}}{\text{vrk.}} * 0,034h * 15,16€ * 7\text{vrk} + 500 \frac{\text{ajon}}{\text{vrk.}} * 0,034h * 58,91€ * 7\text{vrk}$$

$$\approx 41300€$$

Kuva 14. Laskelma Ilpoistentien kautta kulkevan kiertoreitin matka-aika kustannuksista.

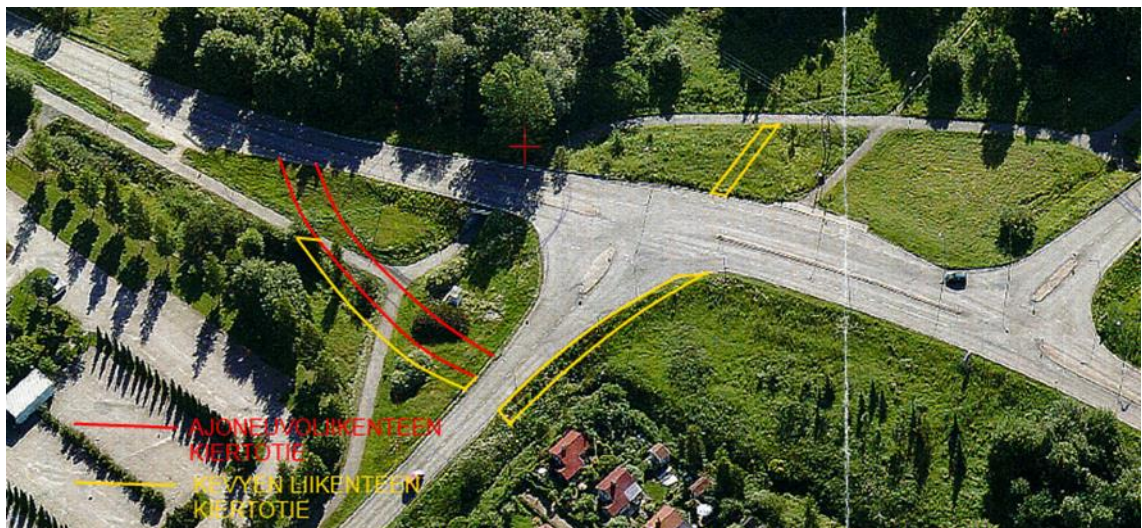
Eteläkaaren ja Hamppukadun suuntainen kevyen liikenteen väylä tulee olla käytössä rakennustyön aikana. Kevyelle liikenteelle tulee rakentaa väliaikainen kiertotie Eteläkaaren yli Hamppukadun kautta. Väliaikaisen murskepintaisen kevyen liikenteen väylän kustannukset ovat noin 8 000 euroa. Kuvassa 15 on esitetty ajoneuvoliikenteen sekä kevyen liikenteen kiertoreitti, kiertoreitin vuoksi poistuvat bussipysäkit ja työnaikainen korvaava bussipysäkki.



Kuva 15. Karttakuva suunnitellusta Eteläkaaren kiertoreitistä.



Väliaikainen kiertotie voidaan rakentaa myös Eteläkaaren alikulun viereen joko länsi- tai itäpuolelle. Länsipuolelle, kuvan 16 mukaan, Turun ammatti-instituutin puolelle rakennettaessa kiertoreitin pituudeksi tulee noin 72 metriä. Kiertotie on suunniteltu 7 metriä leveänä ja sen vieressä olevan kevyen liikenteen väylän kiertotie 3 metriä leveänä. Kustannusarvioon on laskettu pintamaan poisto sekä maaleikkaus rakennekerroksille, jotka ovat yksi metri jakavalle kerrokselle ja 15 senttimetriä kantavalle kerrokselle. Jakava kerros tehdään 0-63 mm:n kalliomurskeesta ja kantava kerros 0-32 mm:n kalliomurskeesta. Kevyen liikenteen väylän kiertotiehen tehdään 15 senttimetrin kantava kerros 0-32 mm:n kalliomurskeesta. Kiertotien tieltä tulee purkaa yksi valaisinpylväs kevyen liikenteen väylältä sekä jatkaa länsipuolen avo-ojan betonirumpua. Kiertotien alle jää kaapelireitityksiä jotka tulee suojata kiertotien rakennustyön aikana. Tässä suunniteltu noin 72 metriä pitkän kiertotien karkea kustannusarvio on noin 40 000–45 000 euroa.



Kuva 16. Eteläkaaren ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen kiertotiet.

Eteläkaaren itäpuolella on myös tilaa kiertotielle, mutta itäpuolella on paljon puita ja muuta kasvustoa joten kiertotien rakentaminen vaatisi metsän raivauksen

ja maisemoinnin urakan jälkeen. Täten itäpuolelle rakennettavan kiertotien rakennuskustannukset ja ympäristövaikutukset ovat länsipuolelle rakennettavaa kiertotietä isommat, eikä sitä ole huomioitu tässä työssä.

Kierrättämällä työnaikainen liikenne Ilpoistentien kautta säästetään rahaa ja aikaa kun kiertotien rakentaminen jää pois. Aiemmin tässä luvussa on laskettu arvio kiertoreitin aiheuttamien lisääntyneiden matka-ajan kustannusten määrästä, mutta kyseessä on kuitenkin niin sanottua aineetonta valuuttaa. Ilpoistentien kautta kulkevan kiertotien etuna on myös se että Eteläkaarelta voidaan varata tilaa työmaan käyttöä varten. Tämä palvelee urakoitsijaa ja helpottaa rakennustöiden toteuttamista. Työnaikaisen kiertoreitin haittapuolena on Apilakadun ja Ilpoistentien huomattavasti lisääntynyt liikenne ja sen aiheuttamat haitat alueen asukkaille. Tämän vuoksi alueen asukkaita ja muitakin liikennekäyttäjiä tulee tiedottaa muuttuneista liikennejärjestelyistä tarpeeksi ajoissa ja kattavasti. Työnaikainen kiertoreitti on kuitenkin käytössä lyhyen ajan joten alueen asukkaille aiheutuvat haitat ovat varsin lyhytaikaisia. Tekemällä kiertoreitille Kaurakadun ja Ilpoistentien liittymään väliaikainen bussipysäkki työn ajaksi vähennetään Eteläkaarelta käytöstä poistuvien bussipysäkkien aiheuttamaa haittaa joukkoliikenteen käyttäjille. Kiertoreitin läheisyydessä olevat kiinteistöt voidaan joutua kuitenkin myös katselmoimaan ennen ja jälkeen hankkeen valmistumista jotta vältetään kolmansien osapuolten jälkikäteen toimitetuilta korvausvaatimuksilta.

## 5 KATARAISTENTIEN ALIKULKUKÄYTÄVÄN PURKUTYÖT JA TERÄSPUTKISILLAN RAKENTAMINEN SEKÄ KUSTANNUSARVIO

### 5.1 Kataraisientien johto- ja laitetiedot

Johto- ja laitesiiroiltaan Kataraisientien alikulkukäytävän purku- ja rakennustyöt ovat Eteläkaarta helpompia. Alikulkukäytävän päissä on sadevesikaivot jotka purkavat eteläpuolella olevaan tarkastuskaivoon ja tarkastuskaivosta Eteläkaaren suuntaan. Sadevesiviemäreiden materiaalina on muovi ja Kataraisientien ali sadevesiputki on teräksisessä suojaputkessa. Viemärit toimivat viettoviemäreinä. Alikulkukäytävän päissä sijaitsevan sekä alikulkukäytävän sivussa olevan Kataraisientien alittavan sadevesilinjan korkoasema ei ole tiedossa. Kataraisientien johto- ja laitetiedot on esitetty kuvassa 17.



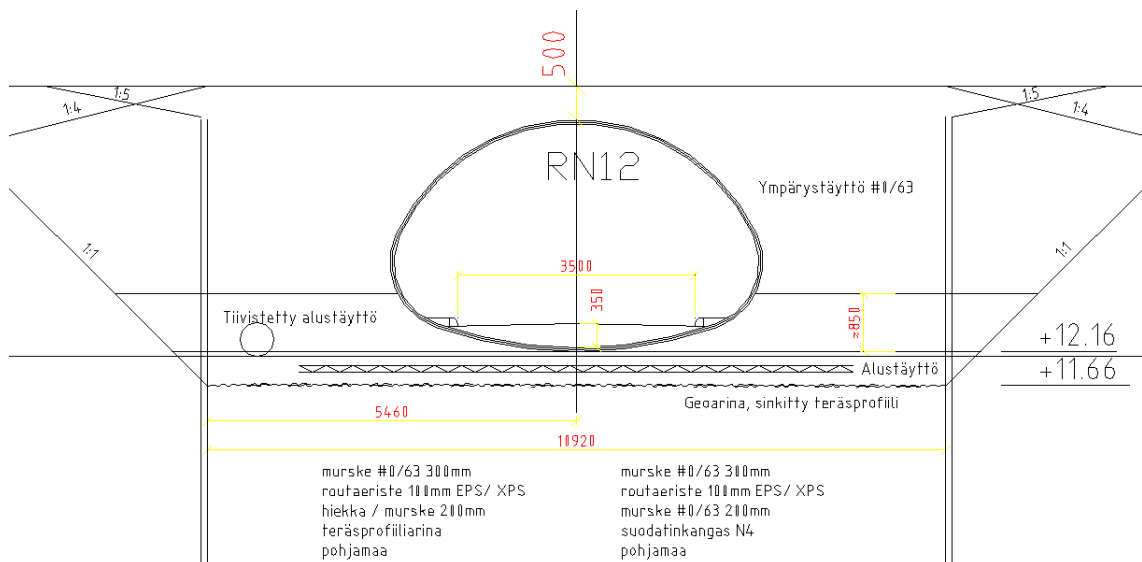
Kuva 17. Kataraisientien johto- ja laitetiedot. Tumman vihreällä on merkattu sadevesiviemäröinti. Vaalean vihreällä on merkattu TeliaSoneran kaapelireititys

sekä punaisella on Turun Kiinteistöliikelaitoksen valaisukaapelointi. (Turun kaupunki.)

Kataraistentien alittaa TeliaSoneran kaapelireititys ja Kataraistentien suuntaisesti on Turun kiinteistöliikelaitoksen omistamat katuvalaistuksen kaapelireititykset. Kaapelireititykset on rakennettu niin lähelle nykyistä alikulkukäytävää, että ne vaativat siirto- ja suojaustoimenpiteitä, mikäli alikulkukäytävä puretaan ja rakennetaan teräsputkisilta nykyisen paikalle. Eteläpuolella on myös yksi katuvalopylväs aivan alikulkukäytävän vieressä, ja katuvalopylväs tulee siirtää rakennustöiden ajaksi.

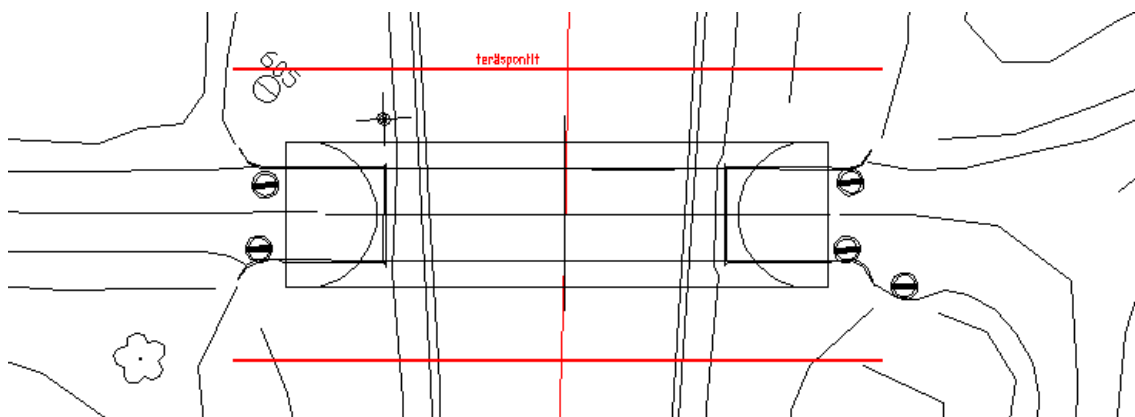
## 5.2 Rakennustöiden esittely

Myös Kataraistentien tapauksessa Turun kaupungin edustaja on laatinut alustavat työsuunnitelmat teräsputkisillan asentamiselle joiden pohjalta nykyisen alikulkukäytävän purkutyöt ja uuden teräsputkisillan asentaminen on suunniteltu. Esimerkkinä työsuunnitelmista on kuvassa 18 esitetty siltakaivannon poikkileikkauskuva teräsputkisillan siltakaivannosta.



Kuva 18. Poikkileikkauskuva teräsputkisillan siltakaivannosta (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Myös Kataraintien tapauksessa siltakaivanto tehdään tuettuna käyttäen teräsponsittiseinää. Teräsponsittiseinä asennetaan kuvassa 19 esitetylle alueelle ja sponsittiseinän syvyydeksi pystysuunnassa tulee 16 metriä. Sponsittiseinät tuetaan yläpäästä yhdellä HEB-poikkipalkilla tien poikkisuunnassa, ja ne ankkuroidaan perusmaahan käyttäen maa-ankkureita. Ankkurit asennetaan 3 metrin välein ja niiden pituudeksi tulee 26 metriä ankkuria kohden. Teräsputkisilta perustetaan teräslevyarinan varaan, ja teräsputkisillan alle asennetaan EPS-routalevyt kuvan 17 mukaisesti. (J. Aalto, henkilökohtainen tiedonanto 23.3.2015.)

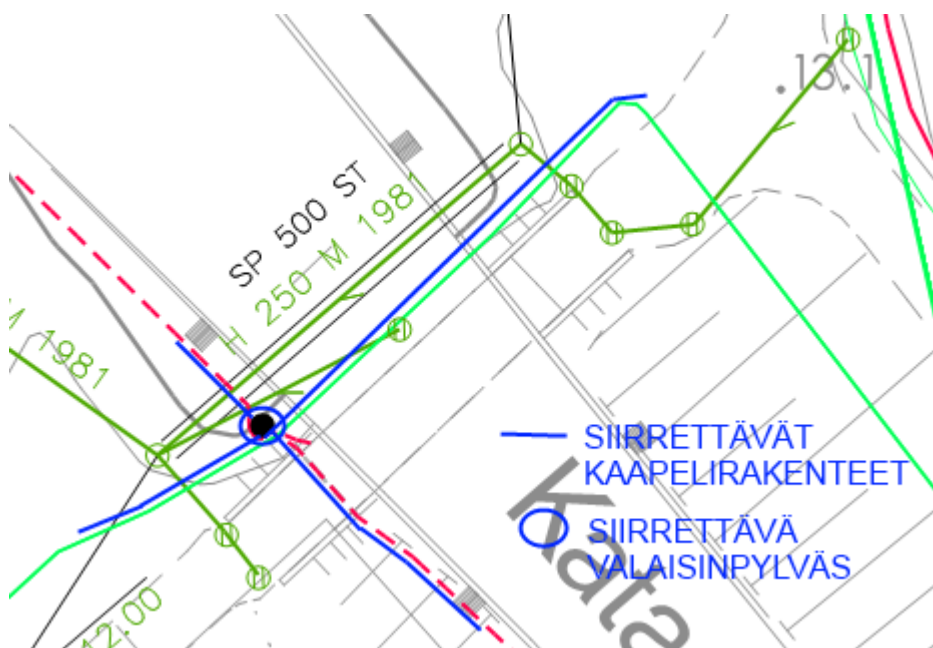


Kuva 19. Teräsponsittiseinän asennusalue Eteläkaaren teräsputkisillan rakentamiskaivantoon (Turun kiinteistöliikelaitos sisäinen julkaisu).

Johto- ja laitesiiroiltaan Kataraintien teräsputkisillan rakentaminen on Eteläkaarta helpompi. Teräsputkisillan asentaminen ei vaadi alikulun päissä olevien sadevesikaivojen purkamista sillä uusi teräsputkisilta mahtuu nykyisten sadevesikaivojen väliin. Nykyisten sadevesikaivojen ja teräsputkisillan väliin jää tilaa noin 25 senttimetriä eikä nykyisen kevyen liikenteen väylän suuntausta ole tarkoitus muuttaa, joten pintavesien kuivatus toimii nykyisillä sadevesikaivoilla uuden teräsputkisillan asentamisenkin jälkeen. Kataraintien alittava teräksissä suojaputkessa oleva sadevesiputki voitaneen säilyttää myös, sillä nykytiedoilla se sijaitsee uuden teräsputkisillan perustamistasolla kaivannon ulkoreunassa noin 50 senttimetrin päässä teräsponsittiseinästä. Sadevesiputki sijaitsee niin

etäällä nykyisestä alikulkukäytävästä, ettei se ole alikulkukäytävän purkutöiden tiellä, ja toisaalta sadevesiputki ei myöskään ole ponttiseinän kohdalla. Koska sadevesiputkiston sijainti on kuitenkin epätarkka, tulee sen sijainti kartoittaa suunnittelutöiden yhteydessä ennen rakennustöiden aloittamista.

Kataraistentien alittava TeliaSoneran kaapelireititys tulee siirtää ennen rakennustöiden aloittamista. Kataraistentien suuntainen Turun Kiinteistöliikelaitoksen katuvalaistuksen kaapelointi tulee myös siirtää siltakaivannon kohdalta ja alikulkukäytävän vieressä sijaitseva valaisinpylväs purkaa ja asentaa uusiksi. Uuden teräsputkisillan rakentamisen edellyttämät johto- ja laitesierrot on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Kataraistentien johto- ja laitesierrot. Johto- ja laitekartassa Kataraistentielle merkattu sadevesiviemäri ei ole maastossa nähtävissä.

Uuden teräsputkisillan läpi kulkevan kevyen liikenteen väylän rakennekerrokset on kustannusarvion laskettu tehtäväksi 0-32 mm:n kalliomurskeesta, ja väylä päällystetään uudelleen 3 metriä ennen alikulun suuaukkoa. Teräsputkisillan sisälle sekä 5 metrin matkalle suuaukon ulkopuolelle asennetaan liimattava

reunatuki, ja teräsputkisillan sisällä reunatuen ja teräsputken välinen alue täytetään asfalttibetonilla.

Alustava aikatauluarvio Kataraistentien nykyisen alikulkukäytävän purkutöille ja uuden teräsputkisillan asentamiselle kaikkine oheistöineen on 9 työpäivää. Kataraistentien nykyisen alikulkukäytävän purkutöiden ja teräsputkisillan asentamisen kustannusarvio esitetään liitteessä 4.

### 5.3 Liikennejärjestelyt

Kataraistentien alikulkukäytävän purkaminen ja uuden teräsputkisillan rakentaminen vaatii liikenteen katkaisun Kataraistentieltä ja liikenteen ohjaamisen kiertotielle. Kiertotie voidaan rakentaa joko siltapaikan itä- tai länsipuolelle. Alikulkukäytävälle lännestä tuleva kevyen liikenteen väylä tulee myös kierrättää rakennuspaikan ohi.

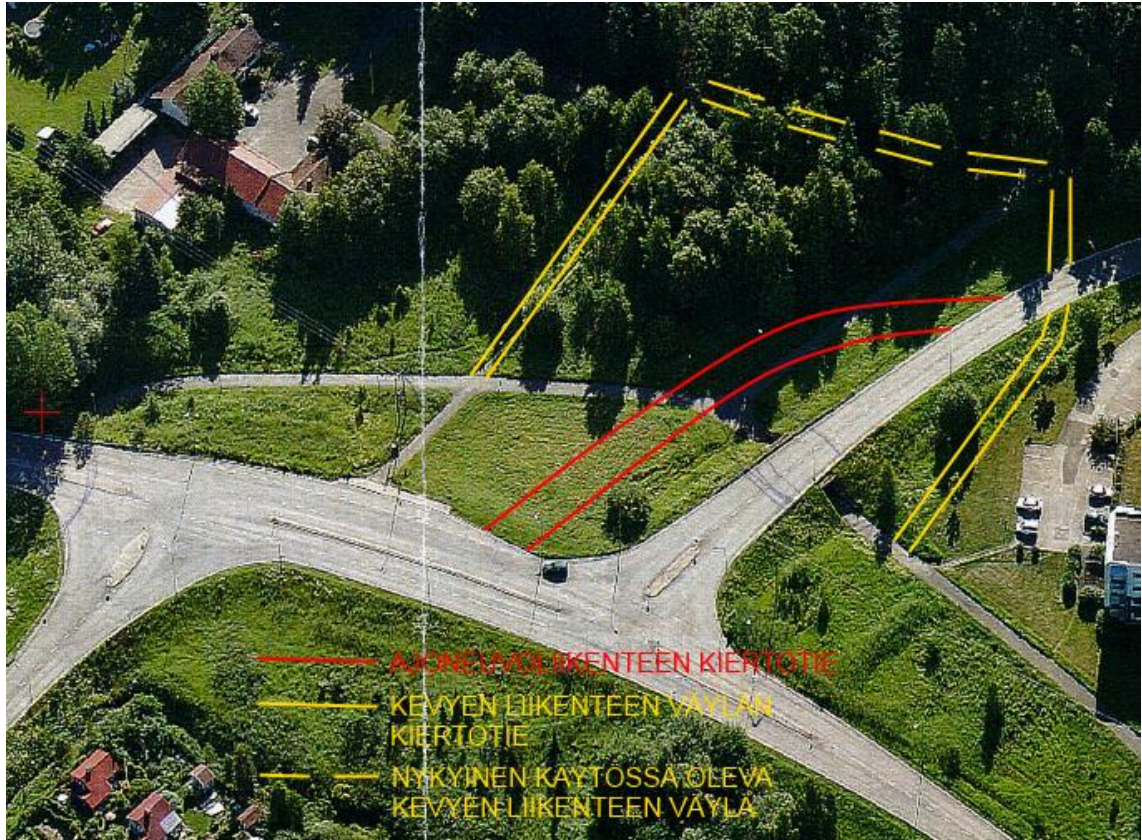
#### 5.3.1 Kiertotie alikulkukäytävän itäpuolelle

Itäpuolelle rakennettaessa ajoneuvoliikenteen kiertotie erkanee Kataraistentieltä noin 47 metriä ennen nykyistä alikulkukäytävää. Tällöin Kataraistentielle siltapaikan eteläpuolelle jää tarpeeksi paljon tilaa teräsputkisillan kuljetuskalustoa ja nosturia varten. Kiertotie liittyy Eteläkaarelle nykyisen liittymän itäpuolella, ja liittymää tulee loiventaa niin, että bussit pääsevät ajamaan Eteläkaaren nykyiselle linja-autopysäkille. Tällä linjauksella ajoneuvoliikenteen kiertotien pituudeksi tulee noin 97 metriä ja leveydeksi 7 metriä. Tiedossa olevia kairaustuloksia ja Turun kaupungin katupäällysteiden valintaohjetta soveltaen kiertotien tukikerroksen paksuudeksi on suunniteltu noin metri (H. Helinä, henkilökohtainen tiedonanto 27.1.2015). Murskeena käytetään KaM # 0/63, jotta kiertotien rakenekerroksia voidaan käyttää Eteläkaaren teräsputkisillan täytöissä. Kantava kerros tehdään 15 cm paksuna 0-32 mm:n kalliomurskeesta ja päällystetään asfalttibetonilla 16/100 40 mm:n paksuna laattana. Kiertotie on suunniteltu mukaillevan mahdollisimman paljon maaston nykymuotoja maansiirtotöiden mini-

moimiseksi. Siltapaikan kohdalle kevyen liikenteen väylän alikulun kohdalla kiertotie rakennetaan pengerrettyinä pengerkorkeuden ollessa noin puoli metriä. Koska ajoneuvoille rakennettava kiertotie katkaisee kevyen liikenteen väylän alikulkukäytävän itäpuolella, kevyelle liikenteelle pitää rakentaa kiertotie. Siltapaikan länsipuolella kevyen liikenteen kiertotie rakennetaan seuraamaan vieressä olevaa tontinrajaa ja ylittämään Kataraistentie työnaikaisen suojatien kautta. Siltapaikan itäpuolella kevyt liikenne kierrätetään nykyisen ja uuden työnaikaisen kevyen liikenteen väylän kautta Eteläkaaren alikulkukäytävälle. Rakennettava työnaikainen kevyen liikenteen väylä erkanee ennen Koivulankatua Eteläkaarta kohden. Paikalla on vanha käytössä oleva käytävä, jonka päälle työnaikainen kevyen liikenteen väylä voidaan rakentaa. Kyseinen kevyen liikenteen väylä voidaan jättää myös paikalleen rakennustöiden valmistuttua. Rakennettavien kevyen liikenteen väylien kohdilta poistetaan pintamaa ja levitetään 15 cm paksu kerros kalliomurskettä 0-32 mm. Kuvassa 21 on esitetty itäpuolelle rakennettavan kiertotien liikennejärjestelyt.

Kiertotien rakentaminen vaatii myös laite- ja johtosiirtoja. Itäpuolen kevyen liikenteen väylältä tulee purkaa kaksi valaisinpylvästä. Kiertotien alueella on kaapelireitityksiä, joita ei tarvitse siirtää mutta jotka tulee suojata kiertoteiden rakentamisen ajaksi. Kiertotien alle jää myös yksi nykyisen kevyen liikenteen väylän sadevesikaivo, joka tulee suojata kiertotien käytön ajaksi, jotta vältetään sadevesikaivon purku- ja rakennustöitä.





Kuva 21. Kataraintien ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen kiertotiet. Kevyt liikenne kierrätetään uuden työnaikaisen kevyen liikenteen väylän ja nykyisen olemassa olevan kevyen liikenteen väylän kautta.

Kiertotien rakentamisen alustava kustannusarvio on noin 80 500 euroa ja arvioitu kesto rakennus- ja purkutöineen 10 päivää. Kiertotien rakentamisen kustannusarvio esitetään liitteessä 5.

### 5.3.2 Kiertotien rakentaminen siltapaikan länsipuolelle

Alikulkukäytävän länsipuolella tonttiraja on niin lähellä siltapaikkaa, että ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen väylän kiertotiet eivät mahdu länsipuolelle. Mikäli kiertotiet halutaan rakentaa länsipuolelle, se vaatii tonttimaan vuokraamista, mutta toisaalta länsipuolelle rakennettaessa kiertotien pituus lyhenee hieman verrattuna itäpuolelle rakennettaessa. Länsipuolelle rakennettaessa säästytään

myös itäpuolelle tehtäviltä johto- ja laitesirroilta ja suojaamisilta. Länsipuolelle rakennettaessa voidaan myös hyödyntää paremmin maaston nyky muodot, ja säästetään pienemmällä maansiirtotöillä verrattuna itäpuolelle rakennettaessa.

## 6 POWERPILE GEOPOLYMEERIPILARIT

### 6.1 Geopolymeeritekniikan esittely

Powerpile Suomi Oy kehitti ensimmäiset geopolymeerituotteet 1980- ja 1990-luvulla, ja polymeeripilarit lanseerattiin vuonna 2009. Geopolymeeritekniikka ja polymeeripilarit ovat kansainvälisesti patentoitu suomalainen keksintö. Powerpile Suomi Oy:n ja emoyhtiön URETEK worldwide Oy:n toimesta geopolymeerejä on käytetty yli 80 maassa. Geopolymeeri-injektioinnissa maaperään injektoidaan geopolymeeriä, joka stabiloi ympäröivää maa-ainesta sekä pysäyttää painumisen ja voi tarvittaessa nostaa rakenteet haluttuun korkoon. Geopolymeeri-injektioita ja -pilareita on käytetty paljon asuinrakennusten, liikekiinteistöjen ja teollisuusrakennusten painumisongelmiin ja maaperän vahvistamiseen. Menetelmiä on käytetty myös jonkin verran infrarakentamisessa, joista kerrotaan lisää luvussa 6.3. (Powerpile Suomi Oy sisäinen julkaisu.)

### 6.2 Geopolymeeripilareiden esittely

Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien kohdalla ratkaisuksi painumien korjaamiseen on ehdotettu myös polymeeripilarointia. Menetelmässä porataan perustusten läpi noin 65 mm:n reikä, johon asennetaan ensin suojaputki ja sen jälkeen pilarielementti. Elementin suoruus varmistetaan inklinometrillä. Pilarielementin asentamisen jälkeen suojaputki poistetaan ja aloitetaan geopolymeerimassan injektointi elementtiin. Injektointi tehdään metallisella injektointiputkella, jota vedetään pois elementistä injektioinnin edetessä. Injektointiprosessi on tietokoneohjattu. Lämpimitaltaan noin 30 mm:n pilarielementti paisuu ja kovettuu heti noin 330 mm:n vahvuiseksi. Pisimmällään menetelmällä voidaan asentaa 12 metriä pitkiä polymeeripilareita. (A. Perälä 2013, Powerpile Suomi Oy sisäinen julkaisu.)

Polymeeripilari koostuu geopolymeeristä ja tiukasti kääritystä geotekstiilistä. Geotekstiili toimii elementtinä muodostaen pilarille oikean muodon ja pituuden.

Geotekstiili päästää myös pienen määrän polymeeriä läpi, mikä helpottaa pila-reiden tartuntaa ympäröivään maaperään. Geopolymeeri koostuu kahdesta eri komponentista, ja käytettävien komponenttien koostumus valitaan ympäröivän maaperän ominaisuuksien mukaan. (A. Perälä 2013, Powerpile Suomi Oy sisäinen julkaisu.)

Mikäli kantava maapohja sijaitsee syvällä, kuten Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien tapauksessa, voivat paalut toimia koheesiopaaluina (M. Pa-lander, henkilökohtainen tiedonanto 21.1.2015). Koheesiopaalu siirtää pääosan kuormasta maapohjalle vaippapinnalla syntyvän adheesion välityksellä (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2006, 84). Adheesio tarkoittaa molekyylien välisten vetovoimien aiheuttamaa aineen tarttumista toiseen aineeseen (Kyyrönen 2007, 230). Tavallisesti koheesiopaalut ovat puupaaluja, erittäin harvoin teräsbetonipaaluja (Jääskeläinen 2009, 72). Koska koheesiomaalajit, joita ovat savi, lieju, hiesu ja osittain siltti, ovat helposti kokoonpuristuvia (Kyyrönen 2007, 233), koheesiopaaluille perustetut rakenteet painuvat yleensä liian paljon ja pitkäaikaisesti. Tämän vuoksi koheesiopaaluja ei yleensä käytetäkään pysyvissä rakenteissa, vaan ne tulevat kyseeseen tilapäisrakenteina. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2006, 84.)

### 6.3 Geopolymeerien käyttö infrarakentamisessa

Infrarakentamisessa geopolymeeritekniologiaa voidaan käyttää seuraavanlaisissa toimenpiteissä:

- Teiden ja katujen sekä siltarakenteiden, kuten siirtymälaattojen, tuentaan ja painumien korjaamiseen.
- Kaivojen ja rumpujen tiivistämiseen ja tuentaan, viemäriputkien ympärysten tiivistämiseen ja sidontaan sekä maaperässä olevien tyhjätilojen täyttämiseen estäen vesihuuhtoutumisen tulevaisuudessa. Vuotavat sadevesijärjestelmät voidaan myös tiivistysinjektoida ja putkilinjat täyttää maan päältä injektoiden.

- Lentokenttä- ja rautateiden rakenteita, betonilaattoja yms. voidaan nostaa haluttuun korkoon. (Powerpile Suomi Oy sisäinen julkaisu.)

Suomessa geopolymeerien käyttö infrarakentamisessa on ollut vähäistä, ja toteutetut projektit ovat liittyneet talojen ja niiden rakenteiden tuentaan ja painumien korjaamiseen. Tampereella on kuitenkin toteutettu vuonna 2014 kadun painuman korjaaminen. Kyseisellä kadulla oli ajoradalla syvimmillään 19 cm syvä painuma, joka haluttiin korjata. Ensin maaperä rakennekerrosten alla stabiloitiin geopolymeeri-injektoinnilla, ja tähän vahvistettuun pohjamaahan tukeutuen ajoradan pinta nostettiin vaaittuun korkeuteen geopolymeeri-injektointia käyttäen. Ajokaistojen stabilointi saatiin valmiiksi yhden työvuoron aikana. Penetrometrillä tehdyn mittauksen perusteella pohjamaan kantavuus oli lähtötilanteessa heikko tai välttävä 1-6 metrin syvyydessä. Työn jälkeen mittaus osoitti hyvää kantavuutta. ([www.powerpile.fi](http://www.powerpile.fi).) Nurmijärvellä toteutettiin vuonna 2013 projekti, jossa pehmeälle savialueelle paaluin perustetun sillan siirtymälaatat olivat painuneet aiheuttaen tiehen jyrkän korkeuseron. Siirtymälaatat tuettiin viidellä koheesiopilarilla ja painunutta kohtaa injektoitiin, ja painauma nostettiin geopolymeerillä. (Powerpile Suomi Oy sisäinen julkaisu.)

#### 6.4 Polymeeripilareille suoritettavat kokeet

PowerPile PP400 -polymeeripilarin puristuslujuutta on testattu Turun ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa. Puristuskokeet tehtiin kolmesta koekappaleesta, jotka leikattiin irti maahan injektoidusta polymeeripilarista jota käytettiin polymeeripilareiden geoteknisen kantavuuden tarkasteluun Turun seudulla. Huomioitavaa on, että nostettaessa koepilareita ylös maasta, pilarit murenevät kahdeksi tai useammaksi palaseksi, koska pilarin ja ympäröivän maan tartunta oli niin vahva. Rakennuslaboratoriossa suoritettavissa kokeissa maksimi puristusvoima oli 450 kN eivätkä koekappaleet vaurioituneet tästä kuormituksesta. Koheesiopilareille on tehty myös kantavuuskokeita Suomessa, mutta koheesiopilareiden toiminnan tieteellinen tutkimus vaatisi lisää puolueettomia kolmannen osapuolen toteuttamia kokeita ja raportteja.

Bayer MaterialScience, joka toimittaa geopolymeeripilareiden materiaalit, on tutkituttanut puolueettomilla toimijoilla valmistamiensa geopolymeerien vaikutusta ympäristöön. Kokeita on tehty sekä reagoimattomille että reagoineille polymeerimassoille. Tutkimuksia on tehty vertaamalla materiaalitietoja lainmukaisiin säädöksiin ja määräyksiin sekä tutkimalla polymeerimateriaalien vaikutusta veteen, eloperäisiin öliöihin, eläimiin ja kasveihin. Kaikkien tutkimusten tulokset olivat alle säädösten ja tutkimusraporttien mukaan polymeereistä ei ole haittaa ympäröivälle ympäristölle ja vesistöille. (Environmental impact of the Uretek Resin on soil and groundwater, Bayer MaterialScience sisäinen julkaisu.)

Yhteenvetona voidaan todeta että polymeeripilareita on tutkittu vähän ja lisätutkimuksia tarvitaan tai ainakin paikkaansapitäviä suunnitteluohjauksia. Polymeeripilareiden jälkipainumiselle olisi myös tehtävä pitkäaikaista jälkiseurantaa.

## **7 GEOPOLYMEERIPAALUJEN KÄYTTÖ ETELÄKAAREN JA KATARAISTENTIEN ALIKULKUJEN KORJAAMISESSA**

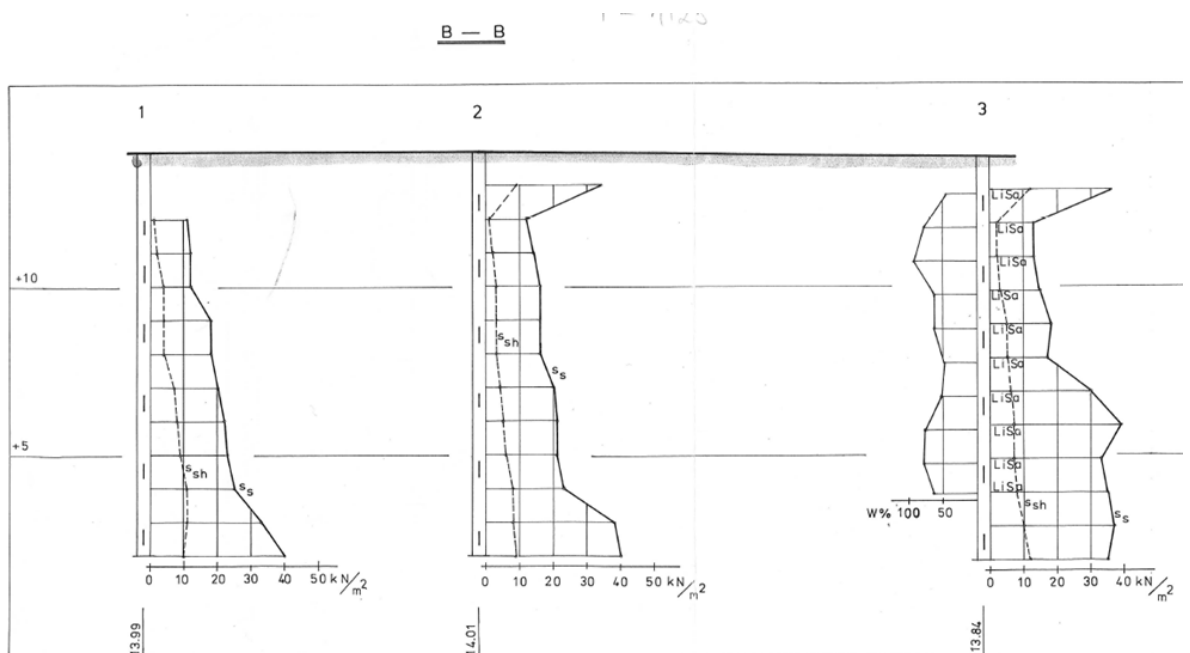
### 7.1 Powerpile Oy:n laatimat pilarointisuunnitelmat Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien painumien korjaamiseen.

Powerpile Suomi Oy:n edustaja on tehnyt alustavat suunnitelmat Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien painumien korjaamisesta polymeeripilarein. Alustavissa paalukantavuuslaskelmissa on huomioitu alikulkukäytävän betoni-rakenteiden paino, kansilaatan päällä olevien tien rakennekerrosten massa sekä sillalle kohdistuva liikennekuorma. Laskelmien tuloksena ehdotetaan sekä Eteläkaaren että Kataraintien alikulkukäytävän perustuksiin injektoitavaksi kaksikymmentä kymmenen metriä pitkää polymeeripilaria. Pilarointipiirustukset ja urakoitsijan alustavat paalukantavuuslaskelmat ovat liitteenä nro 6,7 ja 8.

Polymeeripilarit on mitoitettu niin että siltarakenteen painuminen hidastuu ajoradan kohdalta. Koko siltarakenteen ja penkereiden painumista ei ole pilareilla tarkoitus pysäyttää, ja penkereiden painuminen on jopa suotavaakin, jolloin siltarakenne suoristuisi. Menetelmällä alikulun painuminen ensin pysähtyy keskeltä ajoradan kohdalta, jonka jälkeen painuminen jatkuu hitaammin kuin ympäristön. Polymeeripilareiden jälkipainuman oletetaan olevan 1-2 senttimetriä, joka on todettu useissa rakennusten korjauspaalutuskohteista. Powerpile Suomi Oy:n edustajan alustava kustannusarvio on 80 000 euroa alikulkukäytävää kohden. Lopullisia suunnitelmia varten siltapaikoille tehdään vielä uudet siipikairaukset ja tarkistetaan alikulkukäytävälle kohdistuvat kuormat, joiden perusteella sekä myöhemmin sovittavien painumiskriteereiden mukaan pilarit mitoitetaan tarkasti. Takuuajat ja takuunalaiset työtehtävät sovitaan urakkaneuvotteluvaiheessa. (M. Palander/Powerpile Suomi Oy, henkilökohtainen tiedonanto 18.12.2014.)

## 7.2 Alikulkukäytävien maaperätiedot

Eteläkaaren siltapaikalle on tehty vuonna 1981 kolme siipikairausta, kaksi alikulkukäytävän molemmille suuaukoille ja yksi alikulkukäytävän ylittävälle Eteläkaarelle. Kuvassa 27 esitettyjen siipikairaustulosten mukaan leikkauslujuudet kairauspaikoilla olivat välillä 11–40 kN/m<sup>2</sup> ja vesipitoisuus vaihteli 50–100 % välillä. Kairaussyvyudet vaihtelivat kymmenestä yhteentoista metriä, ja maaines kairauspaikoilla oli lihavaa savea. Lisäksi siltapaikkojen ympäristöön on tehty painokairauksia, joista siltapaikkaa lähin kairaus sijaitsi noin 54 metrin päässä siltapaikasta. Kyseisessä painokairauksessa maalajit olivat savea 9 metriin saakka ja loput silttimaalajeja 36 metriin saakka. Muissa painokairauksissa maalajit olivat pääosin savi ja siltti. (Turun kaupunki, kairaustulokset.)

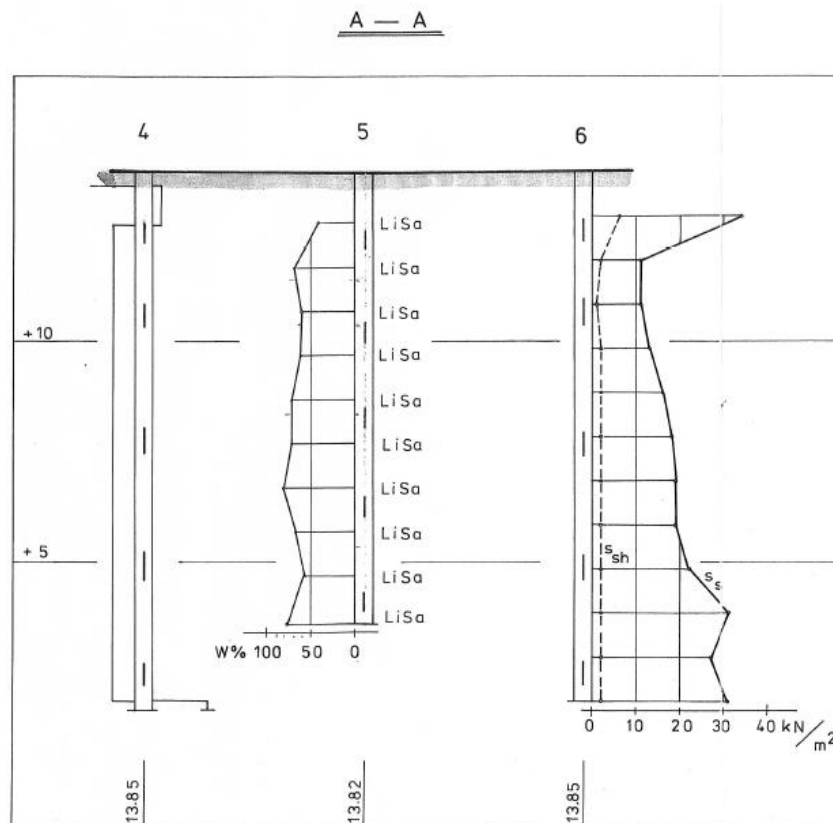


Kuva 22. Eteläkaaren siipikairausten tulokset (Turun kaupunki, kairaustulokset).

Kataraistentien alikulkukäytävän siltapaikalle on tehty paino- ja siipikairaus sekä otettu maanäyte. Kuvassa 28 esitetyn siipikairauksen mukaan leikkauslujuudet kairauspaikoilla olivat välillä 11–40 kN/m<sup>2</sup> ja vesipitoisuus vaihteli 50–100 % välillä. Kairaussyvyys oli 11 metriä ja maalaji lihavaa savea. Kataraistentien alikulkukäytävän läheisyydessä, noin 25 metrin päässä, tiepenkereeseen on tehty painokairaus 12,8 metrin syvyyteen. 12,5 metriin saakka maaperä oli kairauk-



sen mukaan savea ja liejuista savea, jonka jälkeen maaperä muuttui hiekaksi ja soraksi päättyen soramoreeniin. (Turun kaupunki, kairaustulokset.)



Kuva 23. Kataraintien kairausten tulokset. Tulos 4 on painokairaus, näyte 5 on maanäyte ja näyte 6 on siipikairaus. (Turun kaupunki, kairaustulokset.)

### 7.3 Konsolidaatiopainuma ja koheesiopaaluryhmän painuminen

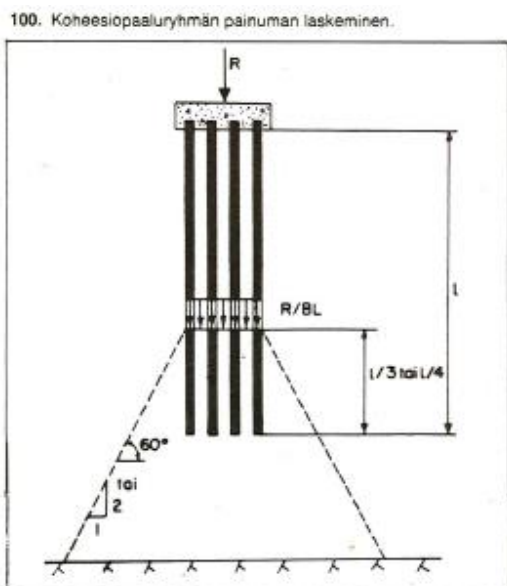
Koska molemmat alikulkukäytävät on rakennettu savimaalle ja polymeeripilarit toimivat koheesiopaalujen tapaan, on polymeeripaalujen toimivuutta tarkasteltaessa syytä perehtyä savimaan kokoonpuristuvuuteen ja huokosveden paineen nousuun.

Kun savimaalle lisätään kuormaa, saven kiviainesrunko pettää, ja se yrittää puristua kokoon. Kun savimaa on veden kyllästämää eivätkä vesimolekyylit pääse liikkumaan vapaasti rakeiden välissä, käy niin, että alkuhetkellä koko lisäkuormi-

tus siirtyy huokosvesipaineen kantamaksi. Huokosvedessä on tällöin ylipainetta ympäristöön nähden ja ylipaine pyrkii työntämään veden pois puristetusta kohdasta. Sitä mukaan kun vesi poistuu, kiviainesrunko puristuu kokoon ja lujittuu, kunnes pitkän ajan kuluessa ylipaine on poistunut ja kiviainesrunko lujittunut kantamaan koko kuormituksen. Tästä huokosvesipaineen noususta ja laskusta johtuvaa painumista kutsutaan myös *konsolidaatiopainumiseksi*. (Jääskeläinen 2011, 80.) Koska hienorakeinen maa on hyvin huonosti vettä läpäisevää, vesi poistuu maasta hyvin hitaasti. Tämän vuoksi konsolidaatiopainuma tapahtuu hyvin hitaasti ja se saattaa kestää paksuissa maakerroksissa jopa vuosikymmeniä. (Rantamäki ym. 2008, 157.)

Polymeeripilarin kovettuessa ja paisuessa se syrjäyttää oman tilavuutensa verran maata. Maan syrjäytymisestä seuraa paalun ympäröivän maan huokospaineen nousu, mistä seuraa konsolidaatiopainumaa. Toisaalta osa paalujen aiheuttamasta maan syrjäytymisestä palautuu konsolidoitumisesta johtuen. (Suomen Rakennusinsinöörien liitto 2006, 71 – 73.)

Koheesiopaaluryhmän painumaa tarkasteltaessa otetaan yleensä huomioon pitkäaikaisessa kuormituksessa syntyvä painuma, joka on yleensä suhteellisen suuri. Koheesiopaaluryhmän pitkäaikainen painuma lasketaan kuvan 29 esittämällä menetelmällä. Siinä oletetaan paaluryhmän vastaavan perustusta, jonka perustamissyvyys on paaluryhmän alemman kolmannes- tai neljännespisteen korkeudella. Painumaa laskettaessa kuvitellun perustuksen alapuolella oleva maamassa jaetaan kerroksiin, ja kunkin kerroksen kokoonpuristuma lasketaan erikseen. Koheesiopaaluryhmän kokonaispainuma on osakerrosten kokoonpuristumien summa. Tähän laskutapaan suhtaudutaan kuitenkin varauksella, sillä se perustuu harvalukuisiin koetuloksiin joista osa on ristiriidassa edellä mainitun laskutavan tulosten kanssa. Paaluryhmän painumaan saattavat vaikuttaa myös rakenteen ympärillä olevat täyttömassat sekä mahdollinen pohjaveden alentaminen. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 1986, 254 – 255.)



Kuva 24. Koheesiopaaluryhmän painuman laskeminen (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 1986, 255).

#### 7.4 Geopolymeeripilareiden käyttö tarkasteltavilla siltapaikoilla

Kun tarkastellaan polymeeripilareiden toimivuutta Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien painumien korjaamisessa, paaluryhmän jälkipainuminen on merkittävä tarkasteltava asia. Paaluryhmän jälkipainuminen olisi syytä laskea ja laskelmien tuloksia tulisi verrata polymeeripilarein korjattuihin rakennusten tietoihin. Koska polymeeripilareita on käytetty infrakohteissa niin vähän, menetelmän vertailu pitää tehdä peilaten rakennusten korjauspaalutuskohteisiin. Nykyisille alikulkukäytävärakenteille on mahdollista myös tehdä kokonaispainumatarkastelu ja arvioida missä ajassa kokonaispainuminen tapahtuu. Tangenttimoduulimenetelmällä laskettaessa nykyisen Kataraistentien alikulkurakenteen kokonaispainuma on noin 67 senttimetriä metriä, josta on 34 vuoden aikana toteutunut yli 95 % kokonaispainumasta. Siltapaikan viereisen tiepenkkeen kokonaispainuma on noin 80 senttimetriä, josta on toteutunut jo suurin osa. Painumalaskelma on tehty siltapaikan maaperän vesipitoisuuksia käyttäen.

Kokonaispainumat on laskettu ainoastaan Kataraistentien alikulkukäytävän kohdalta, koska siltapaikan välittömään läheisyyteen on tehty painokairaus, jon-

ka kautta maalajit ja kantavan pohjamaan korkeusasema siltapaikalla on arvioitavissa. Painumalaskenta on kuitenkin suuntaa antava puutteellisten maaperätietojen vuoksi. Siltapaikoille on tehty siipi- ja painokairauksia, mutta kairaukset on päätetty määräsyvyyteen, jolloin kantavan maapohjan, pohjaveden sekä eri maakerrosten sijainnista ei ole tietoa. Siltapaikoille tehdyt kairaukset ovat 1980-luvulta, joten maakerrosten ominaisuudet ja ljuudet ovat voineet myös muuttua nykykuormituksen alaisuudessa.

Nykyrakenteiden kokonaispainuma tulisi selvittää tarkasti, jotta tiedettäisiin kuinka paljon rakenteet tulevat vielä painumaan. Tarkemmitaamalla nykyisten siltarakenteiden korkoasemat ja vertaamalla niitä alkuperäisiin suunniteltuihin korkoihin saataisiin lisätietoa rakenteiden toteutuneista painumista. Lisäksi polymeeripilareiden jälkipainumisesta olisi hyvä saada kattava arvio/selvitys, jota voitaisiin verrata edellä mainittuihin painuma-arvioihin. Tällöin polymeeripilareiden asennuksesta saatu hyöty olisi arvioitavissa.

Kataraistentiellä tulee huomioida että siltapaikkaa lähimmän kairauksen mukaan kantava maapohja sijaitsee noin 13 metrin syvyydellä. Mikäli kantava maapohja sijaitsee siltapaikalla samalla tasolla, injektoitaessa 10 metriä pitkiä polymeeripilareita pilareiden alapuolelle ei jää paljoa kokoonpuristuvaa maata. Tällöin pilareiden jälkipainuma jää pieneksi. Eteläkaarella kantava maapohja sijaitsee syvemmällä, jolloin pilareiden jälkipainuminen on todennäköisempää.

Powerpile Suomi Oy:n edustajan laatimat pilarointisuunnitelmat ja -laskelmat on mitoitettu koheesiopaalujen tapaan. Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien kohdalla laskelmissa tulee ottaa huomioon myös pohjaveden ja pilareiden kärkivastuksen vaikutus pilareiden kantavuuteen. Pohjaveden alapuolella pilareihin vaikuttaa noste joka lisää pilareiden kantavuutta. Adheesio lisäksi myös pilareiden kärkivastus tuo pilareille kantavuutta.

Polymeeripilarit on suunniteltu asennettavaksi ainoastaan nykyisen siltarakenteen alle. Tällöin alikulkurakenteen painuminen hidastuu verrattuna vieressä olevaan tiepenkereeseen. Se, onko näillä painumaeroilla merkitystä siltarakenteeseen, sen ympärillä oleviin putkistorakenteisiin ja kadun päällysteeseen, olisi

hyvä mieltä. Siltapaikan vieressä olevien sadevesiviemäreiden materiaalina on muovi, joka kestää vähän muodonmuutoksiakin, mutta kadun päällysteeseen voi tulla halkeamia epätasaisen painumisen johdosta. Eteläkaaren alikulun sivuilla on kevytsorakevennys, mikä osaltaan hidastaa tiepenkereen painumaa, mutta Kataraintien alikulun kohdalla ei kevytsorakevennystä ole. Asentamalla polymeeripilareita vinosti alikulun vierustäytön alle voitaisiin mahdollisesti vähentää siltarakenteen ja tiepenkereen epätasaista painumaa.

Polymeeripilareiden syrjäyttämällä maa-aineksella ei odoteta olevan vaikutusta ympäröiviin rakenteisiin (M. Palander, henkilökohtainen tiedonanto 8.12.2014), sillä alikulkukäytävien betoniset pohjalaatat estävät syrjäytyvän maa-aineksen vaikutuksen betonirakenteisiin ja siltapaikkojen läheisyydessä olevien sadevesi- ja jätevesiviemäreiden materiaalina on muovi joka kestää vähän muodonmuutoksia. Materiaalitoimittajan suorittamien kokeiden perusteella geopolymeeri ei ole ympäristölle haitallista.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkasteltaessa, millä tavalla Eteläkaaren ja Kataraistentien painumien korjaaminen on järkevintä toteuttaa, esille nousee polymeeripilareiden toimivuus, siltarakenteiden nykykunto ja niiden korjaustarve tulevaisuudessa sekä nykyisten siltarakenteiden purku- ja teräsputkisiltojen asennuskustannukset. Taulukkoon 3 on kerätty yhteenvetona alikulkukäytävien purku- ja teräsputkisiltojen asennustöiden kustannukset liikennejärjestelyineen sekä alikulkukäytävien korjauskustannukset ja polymeeripilareiden kustannusarvio.

Arvioitaessa polymeeripilareiden toimivuutta Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien painumien korjaamisessa ongelmaksi nousee siltapaikkojen maaperätietojen puutteellisuus. Jotta polymeeripilareista saatu hyöty voitaisiin arvioida tarkasti, nykyisille siltapaikoille tulisi tehdä uudet maaperätutkimukset ja arvioida niiden perusteella alikulkukäytävien kokonaispainuma ja kuinka paljon siitä on tähän asti toteutunut. Kataraistentien alikulkukäytävälle tehdyn alustavan kokonaispainumatarkastelun mukaan siltarakenteen ja tiepenkereen kokonaispainumasta olisi toteutunut jo suurin osa. On kuitenkin korostettava että opinnäytetyössä tehty kokonaispainumatarkastelu on suuntaa-antava puutteellisten maaperätietojen vuoksi.

Polymeeripilareiden jälkipainumasta olisi myös hyvä saada toimittajalta selvitys. Tosin Kataraistentiellä kantava maapohja sijaitsee todennäköisesti varsin matalalla, jolloin suunnitellut 10 metriä pitkät polymeeripilarit yltävät lähelle kantavaa maapohjaa. Täten niiden jälkipainuminen jää pieneksi. Tämän varmistamiseksi kantavan maapohjan sijainti pitää selvittää tarkasti, sillä siltapaikalle tehdyt kairaukset eivät ylety kantavaan maapohjaan saakka. Eteläkaarella kantava maapohja sijaitsee syvemmillä, jolloin pilareiden jälkipainuminen on todennäköisempää.

Polymeeripilareilla tapahtuva korjaus on uusi menetelmä Suomen infrarakenuskohteissa, ja täten menetelmällä ei ole monia referenssikohteita, joita voisi verrata Eteläkaaren ja Kataraistentien kohteisiin. Polymeerejä on käytetty paljon

asuinrakennusten painumien korjauksissa ja jonkin verran infrakohteissa ulko-  
mailla, ja kokemuksia näistä kohteista voidaan osaltaan hyödyntää pohdittaessa  
polymeeripilareiden toimivuutta Eteläkaaren ja Kataraistentien alikulkukäytävien  
tapauksessa. Suomen infrakohteiden pilaroinnista tehdyt pilottikohteet ovat niin  
vasta toteutettuja, ettei tietoa kohteiden jälkiseurannasta ei ollut saatavilla. Tä-  
ten tietoa polymeeripilareiden pitkäaikaisesta toimivuudesta infrakohteissa ei  
ollut saatavilla opinnäytetyötä laadittaessa. Pitää kuitenkin muistaa, että Power-  
pile Suomi Oy on tuotteensa asiantuntija, joten heidän näkemyksensä tuotteesta  
on luotettava.

Turun kaupunkiin on rakennettu 20 kappaletta TOBI-alikulkukäytäviä, ja niiden  
alikulkujen kohdalla, jotka on perustettu Eteläkaaren ja Kataraistentien tavoin  
maanvaraisesti, on odotettavissa painumaongelmia kuten tässä opinnäytetyös-  
sä esitetty. Täten kokeilemalla polymeeripilareita Eteläkaaren ja/tai Kataraisten-  
tien alikulkukäytävien kohdalla saataisiin arvokasta tietoa siitä, miten polymeeripilarointi toimii ja kannattaako niitä käyttää tulevaisuudessa samanlaisissa  
kohteissa.

Taulukko 3. Yhteenveto opinnäytetyössä laadituista kustannusarvioista. Vesieristeiden korjaamisen kustannuksissa on otettu huomioon vesieristeen uusiminen kerralla koko kannen alalle. Nykyisten rakenteiden korjaaminen sisältää koko siltarakenteen korjaamisen.

	<b>Eteläkaaren AKK</b>	<b>Kataraistentien AKK</b>
<b>Teräsputkisillan asentaminen</b>	256 700 €	201 700 €
<b>Nykyisten rakenteiden korjaaminen (koko vesieriste / kumimattoeriste)</b>	54 920 € / 51 280 €	44 900 € / 40 670 €
<b>Kiertotie</b>	13 000 €	80 400 €
<b>Polymeeripilarit</b>	80 000 €	80 000 €

Mikäli päädytään käyttämään polymeeripilareita, nykyisten alikulkukäytävien rakenteet ja varsinkin vesieristykset joudutaan korjaamaan. Vesieristyksien vaurioista ei ole merkkejä, joten vesieristeiden korjaamisella ei ole yhtä kiire kuin

siltarakenteiden painumisen pysäyttämällä. Kermieristyksen sekä suojabetonin kuntoa tutkimalla voidaan tehdä päätös koko kermieristyksen uusimisen ja kumimattoeristyksen välillä. Mikäli suojabetoni ja kermieristys todetaan vielä käyttökelpoisiksi, kannattaa vedeneristyksen korjaaminen toteuttaa kumimattoeristyksenä. Kustannuksiltaan se ei ole paljokaan edullisempi verrattuna kermieristyksen uusimiseen, mutta kumimattoeristys on huomattavasti nopeampi toteuttaa, jolloin liikenteelle aiheutuvat haitat jäävät pienemmiksi. Kataraintien tapauksessa kumimattoeristyksen asentamista varten ei ole välttämätöntä rakentaa työnaikaista kiertotietä, jolloin saadaan aikaan huomattavia kustannussäästöjä. Eteläkaaren kohdalla liikenteelle aiheutuvat haitat jäävät pienemmiksi, koska liikenne voidaan kierrättää Ilpoistentien kautta.

Alikulkukäytävien vesieristysten kunto tulisi tutkia mahdollisimman pian, jotta korjaustyöt voitaisiin toteuttaa ajoissa ennen kuin vesieriste ja suojabetoni ajautuvat niin huonoon kuntoon, että koko kermieristys joudutaan uusimaan. Mikäli Kataraintien tapauksessa käytetään polymeeripilareita ja joudutaan uusimaan kermieristys ja rakentamaan työnaikainen kiertotie, korjaustyön kokonaisehinnaksi tulee yhtä paljon kuin teräsputkisillan rakentamiselle pois lukien kiertotien rakentaminen työn ajaksi. Toisaalta vesieristys voidaan uusida myös kahdessa osassa, jolloin kiertotietä ei tarvitse rakentaa ja polymeeripilareiden sekä vesieristyksen korjaaminen tulee halvemmaksi. Eteläkaaren tapauksessa polymeeripilareiden käyttö sekä alikulkukäytävän korjaustyö on järkevää, koska se on selvästi halvempi vaihtoehto kuin uuden teräsputkisillan asentaminen. Alikulkukäytävän vesieriste ja betonirakenteet korjaamalla nykyiselle siltarakenteelle voidaan arvioida ainakin 35-40 vuotta lisää käyttöikä, mikä on lähellä teräsputkisillan suunnittelukäyttöikäksi määritettyä 50 vuotta.

Nykyisten alikulkukäytävien korvaaminen uusilla teräsputkisilloilla on kustannuksiltaan kallein vaihtoehto, mutta toisaalta teräsputkisillojen asennus kaikkine oheistöineen on jopa nopeammin toteutettavissa verrattuna kermieristyksen ja suojabetonin uusimiseen.

Konkreettista suositusta siitä mikä vaihtoehto Eteläkaaren ja Kataraintien alikulkukäytävien painumisten korjaamisessa on järkevintä, on vaikea antaa



puutteellisten lähtötietojen vuoksi. Maaperätietojen puutteellisuus vaikuttaa myös teräsputkisiltojen siltakaivantojen geotekniseen suunnitteluun joilla on merkittävä osuus teräsputkisiltojen rakennuskustannuksissa. Edellä mainituista syistä johtuen tämän työn yhteydessä laaditut kustannusarviot ovat alustavia, mutta antavat suuntaa rakennus- ja korjaustöiden kustannuksista ja määristä, joiden avulla voidaan jatkaa suunnittelua tai tehdä alustavia päätöksiä korjausmenetelmistä.

## LÄHTEET

Bayer MaterialScience. 2012. Environmental impact of the Uretek Resin on soil and groundwater.

Jääskeläinen, R . 2011. Geotekniikan perusteet. 3. painos. Jyväskylä: Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.

Kyyrönen, K. 2007. Talonrakennus 1. 1.–4. painos. Keuruu: Keijo Kyyränen ja Kustannusosakeyhtiö Otava.

Liikennevirasto 2000a. SILKO 2.831 Kannen pintarakenteet Vedeneristyksen paikkaaminen. Viitattu 10.12.2014 <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2831.pdf>.

Liikennevirasto 2000b. Siltojen ylläpito. Toimintalinjat 2009. Viitattu 15.12.2014 <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/siltojenyllapito2009.pdf>.

Liikennevirasto 2004. Sillantarkastusohje, suunnittelu- ja toteutusvaiheen ohjaus. Viitattu 28.12.2014 <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillantarkastusohje2004.pdf>.

Liikennevirasto 2007. SILKO 2.240 Betonirakenteet Vedeneristyksen alustan kunnostus, työkohtaiset laatuvaatimukset. Viitattu 10.12.2014 [http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2240\\_2007.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio2/s2240_2007.pdf).

Liikennevirasto 2008. Sillan peruskorjauksen nopeuttaminen. Viitattu 28.12.2014 [http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillan\\_peruskorjauksen\\_nopeuttaminen\\_2008.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillan_peruskorjauksen_nopeuttaminen_2008.pdf).

Liikennevirasto 2010. Tieliikenteen ajokustannusten laskenta 2010. Liikenneviraston ohjeita 22/2010. Viitattu 26.1.2015 [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_2010-22\\_tieliikenteen\\_ajokustannusten\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-22_tieliikenteen_ajokustannusten_web.pdf).

Liikennevirasto 2011. SILKO 1.801 Kannen pintarakenteet vedeneristykset. Viitattu 10.12.2014. <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/silko1801.pdf>.

Liikennevirasto 2012. Rakentamisen aikaiset vaikutukset hankearvioinnissa. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 12/2012. Viitattu 26.1.2015. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts\\_2012-12\\_rakentamisen\\_aikaiset\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2012-12_rakentamisen_aikaiset_web.pdf).

Liikennevirasto 2014. Eurokoodien soveltamisohje Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1. Viitattu 9.1.2014. [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-24\\_ncci1\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-24_ncci1_web.pdf).

Perälä, A. Powerpile Oy 2013. Polymer pillar, a new innovation for underpinning.

Rantamäki, M.; Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 2008. Geotekniikka. 21., muuttumaton paino. Helsinki: Oy Yliopistonkustannus/Otatieto.

Rapal Oy 2015. Fore-ohjelmiston esittely-/hakupalvelut. Viitattu 15.12.2014 <https://fore.in-infra.net/fore/Login.aspx>.

Sementtiyhdistys Ry 1966. TOBI-alikulkukäytävät Yleispiirustukset sekä työselitys.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 223-2005 Lyöntipaalausohje LPO-2005 Teräsbetoni- ja puupaalut. 3. painos. Hakapaino Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 1986. RIL 166-1986 Pohjarakenteet. 3. painos. Hakapaino Oy.

Tielaitos 2000. Tietyömaiden liikennehaittojen arviointi. Tielaitoksen selvityksiä 14/2000. Viitattu 26.1.2015 <http://alk.tiehallinto.fi/s12/htdocs/photo/julkaisut/3200603.pdf>.

# Eteläkaaren alikulkukäytävän korjauksen kustannusarvio

## KUSTANNUSARVIO NIMIKKEITTÄIN



Projekti: Eteläkaaren AKK  
 Laskelma: Eteläkaaren alikulkukäytävän korjaus  
 Työnumero:  
 Hankkeen tyyppi: Investointi  
 Dokumentin luoja: Pekka Haapala  
 Vastuhenkilö: Pekka Haapala  
 Viimeinen muokkaaja: Pekka Haapala  
 Raporttija: Pekka Haapala  
 Asiakas: Turun kaupunki  
 Projektipäällikkö:  
 Aluekerroin: 1,00  
 Kustannusindeksi: 112,70 (2010=100)  
 Päivämäärä: 2.4.2015

Laskelman kustannukset yhteensä: 54 900 €

### Koko laskelma

#### Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
1000	Maa- pohja- ja kalliorakenteet				7 382 €
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat				6 509 €
1110	Poistettava, silmrettävä ja suojattava kasvillisuus				502 €
1111	Poistettavat, silmrettävät ja suojattavat puut ja muu kasvillisuus				502 €
1111	Jätepuun ja kasvillisuuden poisto, helppo	m2tr	372	1,35 €	502 €
	Kunnoslettavat keliat itäpuolella				
1120	Poistettavat, silmrettävät ja suojattavat rakenteet				3 174 €
1122	Poistettavat, silmrettävät ja suojattavat pysyvät tukirakenteet				1 016 €
1122	Pengerkaiteen poistaminen	mtr	63	16,12 €	1 016 €
1123	Poistettavat, silmrettävät ja suojattavat sillat				1 280 €
1123	Sillan purkutyö (pelkkä työ) * Suoja betoni ja vesieriste	m3	2	640,00 €	1 280 €
1129	Muut poistettavat, silmrettävät ja suojattavat rakenteet				878 €
1129	Purkujätteen vastaanottomaksu, betoni, jatkokäsittelyyn suojabetoni	t	6	57,88 €	318 €
1129.1	+kuljetuksen lisäkustannus (5-10 km) poistettava ja silmrettävä rakenne * Suoja betoni	m3ktr	2	280,00 €	560 €
1140	Poistettavat ja silmrettävät maa- ja pengerrakenteet				520 €
1141	Poistettavat pintamaat				520 €
1141.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), jätepuun ja kasvillisuuden poisto *	m2tr	372	1,40 €	520 €

Eteläkaaren AKK

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>1100</b>	<b>Olevat rakenteet ja rakennusosat</b>				<b>8 608 €</b>
<b>1180</b>	<b>Poistettavat pääliytrakenteet</b>				<b>2 313 €</b>
<b>1151</b>	<b>Poistettavat tien pääliysterakenteet</b>				<b>1 404 €</b>
1151	Asfaltin jyrästä, pienet määrät ( kujetus < 5 km )	m2tr	211	5,00 €	1 054 €
1151	Asfalttipääliyteen polsto, kaatopaikalle ( kujetus < 15 km ) *	m2tr	106	3,30 €	360 €
	Liikenteenjakajan ympäritys & sillapalkka				
<b>1159</b>	<b>Muut poistettavat pääliysterakenteet</b>				<b>909 €</b>
1159	Rieunatuen purkaminen, betoninen ilmattu Liikennejakaja	mtr	54	6,79 €	367 €
1159	Betonilvi-betonilaattaverhouksen purkaminen Liikennejakaja	m2tr	49	11,07 €	542 €
<b>1800</b>	<b>Maaleikkaukset ja -kalvannot</b>				<b>868 €</b>
<b>1810</b>	<b>Maaleikkaukset</b>				<b>563 €</b>
<b>1811</b>	<b>Maaleikkaus erittelemätön</b>				<b>255 €</b>
1811	Maaleikkaus, erittelemätön, normaali olosuhteet *	m3ktr	20	12,75 €	255 €
	Maatäyttö kannen päällä				
<b>1813</b>	<b>Maaleikkaus ja läjitys tai kaatopaikka</b>				<b>598 €</b>
1813	Maaleikkaus, massojen kujetus läjitykseen (alle 500 m3ktr), normaali olosuhteet *	m3ktr	11	15,46 €	170 €
1813	Sillan pään aukikalvu +maan vastaanottomaksu	m3ktr	20	14,79 €	296 €
	Maatäyttö kannen päällä				
1813.3	+kujituksen lisäkustannus (15-20 km), maaleikkaus ja läjitys tai kaatopaikka	m3ktr	20	6,64 €	133 €
	Maatäyttö kannen päällä				
<b>2000</b>	<b>Pääliys- ja pintarakenteet</b>				<b>12 595 €</b>
<b>2100</b>	<b>Pääliytrakenteen ocat ja radan alusrakennekerrokset</b>				<b>7 780 €</b>
<b>2120</b>	<b>Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset</b>				<b>440 €</b>
2121	Jakavat kerrokset				440 €
2121.2	Jakava kerros KaM D-63, alle 1500 m3tr	m3tr	18	19,41 €	349 €
2121.8	+kujituksen lisäkustannus (10-15 km), jakavat kerrokset	m3tr	18	5,02 €	90 €
<b>2130</b>	<b>Kantavat kerrokset</b>				<b>321 €</b>
2131	Sitomattomat kantavat kerrokset				321 €
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	12	21,74 €	261 €
2131.5	+kujituksen lisäkustannus (10-15 km), sitomattomat kantavat kerrokset	m3tr	12	5,02 €	60 €
<b>2140</b>	<b>Pääliysteet ja pintarakenteet</b>				<b>7 019 €</b>
<b>2141</b>	<b>Asfalttipääliysteet</b>				<b>4 793 €</b>
2141.13	ABK 32 / 200 (80 mm) (levitettävä ala on alle 200 m2) *	m2tr	106	13,67 €	1 449 €
2141.3	SMA 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m2)	m2tr	317	10,55 €	3 344 €

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>2100</b>	<b>Pääliysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset</b>				<b>7 780 €</b>
2140	Pääliysteet ja pintarakenteet				7 019 €
2143	Betoniset pintarakenteet				2 227 €
2143.11	Betonikiviverhous, iso sauvakivi (278 x 138 x 80 mm) hamaa	m2tr	57	39,06 €	2 227 €
	Likenteenjakaja & kiveys asfaltin reunalle kannella				
<b>2200</b>	<b>Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset</b>				<b>3 884 €</b>
2210	Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit				3 664 €
2211	Reunatuet				2 592 €
2211.2f	Upotettava reunatuki betonista, näkyvä osa h=120 mm *	mtr	64	40,00 €	2 602 €
	Likenteenjakaja				
2212	Hulevesikourut				1 272 €
2212.1	SV-kouru luiskassa	mtr	35	36,34 €	1 272 €
<b>2300</b>	<b>Kasvillisuusrakenteet</b>				<b>861 €</b>
2310	Kasvualueet ja katteet				603 €
2311	Kasvualueet				563 €
2311.1	Tuotteistettu kasvualue humusmaasta (m2tr)	m2tr	372	1,51 €	563 €
2320	Nurmi- ja niltyverhoukset				300 €
2321	Nurmit				388 €
2321.1	Nurmetus, kaupunkialue	m2tr	372	1,04 €	388 €
	Kunnostettavat kielat				
<b>3000</b>	<b>Järjestelmät</b>				<b>2 742 €</b>
<b>3200</b>	<b>Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät</b>				<b>2 742 €</b>
3210	Kalteet, johteet ja törmäyssuojat				2 742 €
3211	Tiekalteet				2 742 €
3211.1	Tiekalde, teräsjohde 4mm, teräspylväin	mtr	63	43,52 €	2 742 €
<b>4000</b>	<b>Rakennustekniset rakennusosat</b>				<b>15 400 €</b>
<b>4100</b>	<b>Erittelemättömät rakennustekniset rakennusosat</b>				<b>409 €</b>
4140	Kojausrakentamisen osatehtävät				409 €
4140	Hiekkapuhallus	m2	57	7,18 €	409 €
	Suojabetoni				
<b>4200</b>	<b>Sillat</b>				<b>14 711 €</b>
4220	Sillan pääliysrakenteet				1 003 €
4221	Betonirakenteet pääliysrakenteessa				1 083 €
4221.4	Betonipinnan pinnoitus *	m2	14	77,30 €	1 083 €
	Kehäelementit				
4230	Sillan kannen pintarakenteet				6 404 €
4231	Eristys				5 051 €
4231.3	Sillan kannen kumbitumikerrieristys, 2-kert.	m2tr	72	25,86 €	1 862 €
4231.8	Sääsuoja sillan kannen eristämistä varten	m2tr	105	30,37 €	3 189 €

Eteläkaaren AKK

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
4200	Sillat				14 711 €
4230	Sillan kannen pintarakenteet				6 404 €
4232	Eristyksen suojaus				1 353 €
4232.3	Sillan kannen eristyksen suojabetoni C25/30 (K30), 50 mm, raudoitettu	m2	57	20,55 €	1 172 €
4232.3	+ C35/45 (K45), lisäkustannus, suojakerros (silta)	m2	57	1,19 €	68 €
4232.3	+ P50, lisäkustannus, suojakerros (silta)	m2	57	1,99 €	114 €
4240	Sillan varusteet ja -laitteet				7 223 €
4241	Liikuntasaumut				7 153 €
4241	Elementtien saumojen tiivistäminen saumausmassalla *	mtr	96	75,30 €	7 163 €
4249	Muut sillan varusteet ja -laitteet				70 €
4249.2	Tarvikkalutalit *	kpl	6	11,67 €	70 €
4800	Muut rakennusosat				280 €
4999	Muut rakennusosat				280 €
4999	paikkaus ilman muotteja, valumaton paikkauslaasti *	m3		1 400,00 €	140 €
	arvo 0,1 m3				
4999	paikkaus ilman muotteja, pilkkaisu *	m3		1 400,00 €	140 €
	arvo 0,1 m3				
5800	Omistajan hoito- ja ylläpitopalvelut				1 792 €
5880	Puhtaanapito				1 792 €
5833	Puhdistustyöt				1 792 €
5833	Töhenryksen ja sammaleen poisto *	m2	83	21,59 €	1 792 €
1000-4800	Rakennusosat yhteensä				38 881 €
<b>Työmaatehtävät</b>					
5100	Rakentamisen johtotehtävät				5 000 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut				1 500 €
5400	Työmaapalvelut				5 000 €
5500	Työmaan kalusto				1 500 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät				2 000 €
5761.31	Hintatason muutokset				0 €
<b>Työmaatehtävät yhteensä</b>					
1000-5600	Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä				64 881 €
<b>Tilajatehtävät</b>					
5600	Suunnittelutehtävät				0 €
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät				0 €
<b>Tilajatehtävät yhteensä</b>					
1000-5680	Rakennusosat, työmaatehtävät ja tilajatehtävät yhteensä				64 881 €
<b>Muut kustannukset</b>					
Nimi	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä	
<b>Muut kustannukset yhteensä</b>					

Sivu 4 / 5

Eteläkaaren AKK

Koko hanke yhteensä	(Alv. 0%)	64 800 €
	(Alv. 24%)	13 200 €
Koko hanke yhteensä	(Alv. 24%)	88 100 €

# Kataraistentien alikulkukäytävän korjauksen kustannusarvio



## KUSTANNUSARVIO NIMIKKEITTÄIN

Projekti: Kataraistentien AKK  
 Laskelma: Kataraistentien alikulkukäytävän korjaus  
 Työnumero:  
 Hankkeen tyyppi: Investointi  
 Dokumentin luoja: Pekka Haapala  
 Vastuhenkilö: Pekka Haapala  
 Viimeinen muokkaaja: Pekka Haapala  
 Raportoi: Pekka Haapala  
 Asiakas: Turun kaupunki  
 Projektipäällikkö:  
 Aluekerroin: 1,00  
 Kustannusindeksi: 112,70 (2010=100)  
 Päivämäärä: 2.4.2015

Laskelman kustannukset yhteensä: 44 900 €

## Koko laskelma

### Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
1000	Maa- pohja- ja kalliorakenteet				5 859 €
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat				4 934 €
1120	Poistettavat, silmättävät ja suojattavat rakenteet				3 287 €
1122	Poistettavat, silmättävät ja suojattavat pysyvät tukirakenteet				1 129 €
1122	Pengerkaiteen poistaminen	mtr	70	16,12 €	1 129 €
1123	Poistettavat, silmättävät ja suojattavat sillat				1 280 €
1123	Sillan purkutyö (pelkkä työ) * suojabetoni ja vesieriste	m3	2	640,00 €	1 280 €
1129	Muut poistettavat, silmättävät ja suojattavat rakenteet				878 €
1129	Purkujätteen vastaanotto, betoni, jatkokäsittelyyn suojabetoni	t	6	57,88 €	318 €
1129.1	+kuljetuksen lisäkustannus (5-10 km), poistettava ja silmättävä rakenne * suojabetoni	m3ktr	2	280,00 €	560 €
1140	Poistettavat ja silmättävät maa- ja pengerrakenteet				558 €
1141	Poistettavat pintamaat				558 €
1141	Pintamaan poisto, normaali ( kuljetus < 5 km ) kunnostettavat keliat	m2tr	245	,88 €	215 €
1141.1	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), poistettavat pintamaat kunnostettavat keliat	m2tr	245	1,40 €	343 €



Kataistinten AKK

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>1100</b>	<b>Olevat rakenteet ja rakennusosat</b>				<b>4 834 €</b>
1160	Poistettavat päälysrakenteet				1 090 €
1151	Poistettavat tien päälysterakenteet				1 090 €
1151	Asfaltin jyrinä, pienet määrät ( k Julietus < 5 km )	m2tr	77	5,00 €	385 €
1151	Asfalttipäälysteen poisto, kaatopalkalle ( Julietus < 15 km )	m2tr	57	12,37 €	705 €
<b>1800</b>	<b>Maaleikkaukset ja -kaivannot</b>				<b>1 024 €</b>
1810	Maaleikkaukset				1 024 €
1611	Maaleikkaus erittelemätön				254 €
1611	Maaleikkaus, erittelemätön, normaalit olosuhteet * maatyttö kannen päällä	m3ktr	24	10,60 €	254 €
1613	Maaleikkaus ja läjitys tai kaatopalkka				770 €
1613	Maaleikkaus, massojen Julietus läjitykseen (alle 600 m3ktr), normaalit olosuhteet * sillan päiden aukkaluvuu	m3ktr	0	16,90 €	170 €
1613	+maan vastaanotomaksu maatyttö kannen päällä	m3ktr	24	14,79 €	355 €
1613.3	+Juljetuksen lisäkustannus (16-20 km), maaleikkaus ja läjitys tai kaatopalkka * maatyttö kannen päällä	m3ktr	24	10,20 €	245 €
<b>2000</b>	<b>Päälys- ja pintarakenteet</b>				<b>4 953 €</b>
2100	Päälysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset				3 627 €
2120	Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset				611 €
2121	Jakavat kerrokset				611 €
2121.2	Jakava kerros KalM D-63, alle 1500 m3tr	m3tr	25	19,41 €	485 €
2121.8	+Juljetuksen lisäkustannus (10-15 km), jakavat kerrokset	m3tr	25	5,02 €	125 €
2130	Kantavat kerrokset				294 €
2131	Sitomattomat kantavat kerrokset				234 €
2131.2	Sitomaton kantava kerros KalM D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	11	21,74 €	239 €
2131.5	+Juljetuksen lisäkustannus (10-15 km), sitomattomat kantavat kerrokset	m3tr	11	5,02 €	55 €
2140	Päälysteet ja pintarakenteet				2 622 €
2141	Asfalttipäälysteet				2 193 €
2141.13	ABK 32 / 200 (60 mm) (levitettävä ala on alle 200 m2) *	m2tr	67	13,67 €	779 €
2141.3	SMA 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m2)	m2tr	134	10,55 €	1 414 €
2143	Betoniset pintarakenteet				430 €
2143.11	Betonikiviverhoaus, iso sauvakivi (278 x 138 x 80 mm) hammaa kiveys asfaltin reunalle kannella	m2tr	11	39,06 €	430 €
<b>2200</b>	<b>Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset</b>				<b>800 €</b>
2210	Reunatuet, kourut, askelmat ja muunt				800 €
2212	Hulevesikourut				800 €
2212.1	SV-kouru lulkassa	mtr	22	36,34 €	800 €

Kataralstentten AKK

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>2300</b>	<b>Kasvillisuusrakenteet</b>				<b>828 €</b>
2310	Kasvialustat ja kalteet				371 €
2311	Kasvialustat				371 €
2311.1	Tuotellistettu kasvialusta humusmaasta (m2tr)	m2tr	245	1,51 €	371 €
	kunnostettavat kelat				
2320	Nummi- ja niltyverhoukset				256 €
2321	Nummikot				256 €
2321.1	Nummetus, kaupunkialue	m2tr	245	1,04 €	256 €
	kunnostettavat kelat				
<b>3000</b>	<b>Järjestelmät</b>				<b>3 048 €</b>
<b>3200</b>	<b>Turvallisuusrakenteet ja opastusjärjestelmät</b>				<b>3 048 €</b>
3210	Kalteet, johteet ja törmäyssuojat				3 048 €
3211	Tiekalteet				3 048 €
3211.1	Tiekaide, teräsjohde 4mm, teräspylväin	mtr	70	43,52 €	3 046 €
<b>4000</b>	<b>Rakennustekniset rakennusosat</b>				<b>14 289 €</b>
<b>4100</b>	<b>Erittelemättömät rakennustekniset rakennusosat</b>				<b>368 €</b>
4140	Korjausrakentamisen osatehtävät				368 €
					359 €
4140	Hiekkapuhallus	m2	50	7,18 €	359 €
	suojabetoni				
<b>4200</b>	<b>Sillat</b>				<b>13 480 €</b>
4220	Sillan päällysrakenteet				1 083 €
4221	Betonirakenteet päällysrakenteessa				1 083 €
4221.4	Betonipinnan pinnoitus *	m2	14	77,38 €	1 083 €
	kehäelementit				
4230	Sillan kannen pintarakenteet				6 660 €
4231	Eristys				4 363 €
4231.3	Sillan kannen kumbitumikerieristys, 2-kert.	m2tr	63	25,86 €	1 629 €
4231.8	Sääsuoja sillan kannen eristämistä varten	m2tr	90	30,37 €	2 733 €
4232	Eristyksen suojaus				1 187 €
4232.3	Sillan kannen eristyksen suojabetoni C25/30 (K30), 50 mm, raudoitettu	m2	50	20,55 €	1 028 €
4232.3	+ C35/45 (K45), lisäkustannus, suojakerros (silta)	m2	50	1,19 €	59 €
4232.3	+ P50, lisäkustannus, suojakerros (silta)	m2	50	1,99 €	100 €
4240	Sillan varusteet ja -laitteet				6 847 €
4241	Liikuntasaumat				6 777 €
4241	Elementtien saumojen tiivistäminen saumausmassalla *	mtr	90	75,30 €	6 777 €
4249	Muut sillan varusteet ja -laitteet				70 €
4249.2	Tankkalutalit *	kpl	6	11,67 €	70 €

Rakennusosat					
Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
4800	<b>Muut rakennusosat</b>				420 €
4999	<i>Muut rakennusosat</i>				420 €
4999	paikkaus ilman muotteja, valumaton paikkauslaasti *	m3		1 060,00 €	210 €
	arvio 0,2 m3				
4999	paikkaus ilman muotteja, paikkaus *	m3		1 060,00 €	210 €
	arvio 0,2 m3				
5800	<b>Omistajan hoito- ja ylläpitopalvelut</b>				1 641 €
5830	<b>Puhtaanapito</b>				1 641 €
6033	<b>Puhdistustyöt</b>				1 641 €
					1 641 €
6033	Tönneryksen ja sammaleen poisto *	m2	76	21,69 €	1 641 €
1000-4800	<b>Rakennusosat yhteensä</b>				28 867 €
<b>Työmaatehtävät</b>					
5100	Rakentamisen johtotehtävät				5 000 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut				1 500 €
5400	Työmaapalvelut				5 000 €
5500	Työmaan kalusto				1 500 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät				2 000 €
5761.31	Hintatason muutokset				0 €
	<b>Työmaatehtävät yhteensä</b>				16 000 €
1000-5600	<b>Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä</b>				44 867 €
<b>Tilaaajatehtävät</b>					
5600	Suunnittelehtävät				0 €
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät				0 €
	<b>Tilaaajatehtävät yhteensä</b>				0 €
1000-5680	<b>Rakennusosat, työmaatehtävät ja tilaaajatehtävät yhteensä</b>				44 867 €
<b>Muut kustannukset</b>					
Nimi		Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Muut kustannukset yhteensä</b>					
Koko hanke yhteensä					(Alv. 0%) 44 800 €
					(Alv. 24%) 10 800 €
Koko hanke yhteensä					(Alv. 24%) 66 800 €

# Eteläkaaren alikulkukäytävän purku- ja rakennuskustannukset

## KUSTANNUSARVIO RYHMITTÄIN



Projekti: Eteläkaaren AKK  
 Laskelma: Eteläkaaren AKK, purku ja rakennuskustannukset  
 Työnumero:  
 Hankkeen tyyppi: Investointi  
 Dokumentin luoja: Pekka Haapala  
 Vastuhenkilö: Pekka Haapala  
 Viimeinen muokkaaja: Pekka Haapala  
 Raporttija: Pekka Haapala  
 Asiakas: Turun kaupunki  
 Projektipäällikkö:  
 Aluekerroin: 1,00  
 Kustannusindeksi: 112,70 (2010=100)  
 Päivämäärä: 2.4.2015

Laskelman kustannukset yhteensä: 256 700 €

### Koko laskelma

#### Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Teräsputkisillan rakentaminen</b>					
1111	Jätepuun ja kasvillisuuden poisto, helppo Kunnostettavat kielat itäpuolella	m2tr	372	1,35 €	502 €
1112	Hyötypuun hakkuu pienet määrät (alle 10 kpl)	kpl	2	25,72 €	51 €
1122	Pengerkallteen poistaminen	mtr	63	16,12 €	1 016 €
1123	Sillan purkutyo (pelkkä työ)	m3	75	30,40 €	2 280 €
<b>Alikulkukäytävä+suojabetoni</b>					
1129	Purkujätteen vastaanottomaksu, betoni, jatkokäsittelyyn	t	179	57,88 €	10 360 €
1129.1	+kujituksen lisäkustannus (5-10 km), polstettava ja silmätävä rakenne	m3ktr	75	3,91 €	293 €
1141.1	+kujituksen lisäkustannus (15-20 km), jätepuun ja kasvillisuuden poisto *	m2tr	372	1,30 €	482 €
1151	Asfaltin jyrästä, pienet määrät *	m2tr	211	0,00 €	1 200 €
<b>Eteläkaari</b>					
1151	Asfalttipäilysteen poisto, kaatopaikalle ( kulljetus < 15 km )	m2tr	117	12,37 €	1 447 €
<b>Nykyinen kiv</b>					
1151	Asfalttipäilysteen poisto, kaatopaikalle ( kulljetus < 15 km )	m2tr	160	12,37 €	1 979 €
<b>Eteläkaari</b>					
1159	Reunatuen purkaminen, betoninen ilmatu Liikenteenjalkaja	mtr	54	6,79 €	367 €
1159	Betonikivi-/betonilaattaverhouksen purkaminen Liikenteenjalkaja	m2tr	49	11,07 €	542 €
1334	Teräsvyöryrina	m2tr	275	26,38 €	7 255 €
1421	EPS-routaeriste, 100 mm	m2tr	215	8,74 €	1 879 €
<b>Teräsputkisilta</b>					
1013	+maan vastaanottomaksu *	m3ktr	955	14,19 €	13 551 €

## Eteläkaaren AKK

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä	
<b>Teräsputkiliian rakentaminen</b>					<b>0,00 €</b>	<b>226 663 €</b>
Siltakalvannon massat						
1624	Siltakalvanto, laajuus 200-1000 m3ltr TAI normaaliolosuhteet *	m3ltr	966	6,62 €	6 322 €	
1624	+ Lisäkustannus tuetulle siltakalvannolle (kuiva) *	m3ltr	900	4,20 €	3 780 €	
1624.1	+kuljetuksen lisäkustannus (16-20 km), rakennus- ja siltakalvannot *	m3ltr	966	6,78 €	6 476 €	
1632	Välialkainen teräsponttiseinä *	m2tr	770	40,32 €	31 046 €	
1631	Asennusaluista murskeesta *	m3tr	370	26,60 €	9 916 €	
Teräsputkiliita Kam #0/63						
1631.1	+kuljetuksen lisäkustannus (10-16 km), asennusaluista *	m3tr	370	4,62 €	1 703 €	
1636	Ympäristäyttö murskeella *	m3tr	360	27,98 €	9 791 €	
Teräsputkiliita Kam #0/63						
1636.1	+kuljetuksen lisäkustannus (10-16 km), ympäristäytöt *	m3tr	360	4,62 €	1 667 €	
2131.2	Sitomaton kantava kerros Kam D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	25	21,74 €	544 €	
Eteläkaari						
2131.2	Sitomaton kantava kerros Kam D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	24	21,74 €	522 €	
Kiv						
2131.5	+kuljetuksen lisäkustannus (10-16 km), sitomattomat kantavat kerrokset	m3tr	49	5,02 €	246 €	
2141.11	AB 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m2)	m2tr	141	8,13 €	1 146 €	
Kiv						
2141.13	ABK 32 / 200 (60 mm) (levitettävä ala on alle 200 m2) *	m2tr	160	13,67 €	2 187 €	
2141.3	SMA 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m2)	m2tr	317	10,55 €	3 344 €	
2143.11	Betonikiviverhouk, iso sauvakivi (278 x 138 x 80 mm) harmaa	m2tr	49	39,06 €	1 914 €	
Liikenteenjakaaja						
2211.21	Upotettava reunatuki betonista, näkyvä osa h=120 mm *	mtr	64	47,96 €	2 690 €	
2211.22	Reunatuki 60 x 130 x 1000, ilmattava betoninen harmaa	mtr	68	18,46 €	1 255 €	
Teräsputkiliian sisällä ja päissä						
2311.1	Tuotteistettu kasvialusta humusmaasta (m2tr)	m2tr	410	1,51 €	620 €	
2321.1	Nurmetus, kaupunkialue	m2tr	410	1,04 €	428 €	
Kellat itä ja länsipuolella						
3211.1	Tiekaide, teräsohde 4mm, teräspyyvälin	mtr	63	43,52 €	2 742 €	
4223	Teräsputkiliita *	kpl	1	63 843,36 €	63 843 €	
Pelkivä teräsputkiliita, ilman rahtia, asennusta jms.						
4999	Ankkuri, 10m *	kpl	16	760,00 €	12 160 €	
4999	Ankkuri lisäpoltus. Lisäpoltus 27 m / ankkuri *	m	436	30,00 €	13 060 €	
4999	HEB 240 polkkipalkki, ankkureiden kiinnitykseen *	m	48	126,00 €	6 000 €	
<b>Johto- ja laitesiirot</b>					<b>0,00 €</b>	<b>14 580 €</b>
1111	Jätepuun ja kasvillisuuden poltto, valkea	m2tr	30	3,33 €	100 €	
1112	Hyötöpuun hakkuu pienet määrät (alle 10 kpl)	kpl	2	25,72 €	51 €	
1131	Putkijohdon purku, muoviputket, pienet määrät (	mtr	63	22,88 €	1 441 €	

## Eteläkaaren AKK

	kujetus < 5 km )				
	Hulevesiviemärit				
1131	Betonikalvojen purku ( kujetus < 5 km )	kpl	5	108,00 €	540 €
	Hulevesikalvot				
1132	Kaapeleiden siirto	mtr	34	26,60 €	904 €
	TE Sähköverkot				
1132	Kaapeleiden siirto	mtr	21	26,60 €	559 €
	Klinelistöliikelaitos valaistus				
1421	EPB-routaeriste, 100 mm	m2tr	31	8,74 €	271 €
	Hulevesiviemärit				
1613	+maan vastaanottomaksu	m3ktr	111	14,79 €	1 641 €
	Putkikalvannot				
1621	Putkikalvannon kalvu	m3ktr	124	6,28 €	779 €
	Huleviemärit				
1621	+ Lisäkustannus tuetulle leikkauskalvannolle (kuiva)	m3ktr	60	4,38 €	263 €
	Huleviemärit				
1621.1	+kujituksen lisäkustannus (15-20 km), putki- ja johtokalvannot	m3ktr	111	6,64 €	737 €
	Putkikalvannot				
1631	Kevyt kompakti tuentalementti, vuokrattu *	m2tr	60	9,49 €	476 €
	Huleviemärit				
1631	Azennusalusta murskeesta *	m3tr	10	16,69 €	167 €
	Hulevesiviemärit				
1632	Aikuttyttö murskeesta	m3tr	41	13,90 €	570 €
	Hulevesiviemärit				
1633	Lopputyttö murskeella KalM 0/63 *	m3tr	12	19,99 €	240 €
	Eteläkaaren alttava teräsputkisiilan suuntainen osuus				
1633	Lopputyttö kalvuomassolla, massat silvulta *	m3tr	13	25,76 €	336 €
	Hulevesiviemärit				
2121.3	Jakava kerros KalM D-90, alle 1500 m3tr	m3tr	8	17,65 €	141 €
	Nykyinen kiv silian päissä purettujen hulelinjojen kohdalla				
2121.6	+kujituksen lisäkustannus (16-20 km), täytöt *	m3tr	71	6,91 €	420 €
3113.4	Sadevesiputken tarkastusputki PEH 2,6 m 260/200 *	kpl	1	295,26 €	295 €
3121.21	Muovinen hulevesiviemäri (vietto) 110 mm, SN 8, normaalit olosuhteet *	mtr	6	40,00 €	200 €
	Kaukoilmän salaojan purkuputki, sis. teräksinen suojaputki				
3121.21	Muovinen hulevesiviemäri (vietto) 200 mm, SN 8, normaalit olosuhteet	mtr	58	17,79 €	1 032 €
3123.7	Hulevesikalvo muovista Ø80 mm, sis. vain materiaalin ja toimituksen *	kpl	6	620,00 €	2 600 €
3124	Littos nykyiseen tarkastuskalvoon *	kpl	1	399,66 €	400 €
	Hulevesi				
3124	Littos nykyiseen putkeen *	kpl	1	399,66 €	400 €
	Kaukoilmän salaojan purkuputki				
1000-4000	<b>Rakennusosat yhteensä</b>				<b>241 243 €</b>

Eteläkaaren AKK

**Työmaatehtävät**

5100	Rakentamisen johtotehtävät	5 000 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut	1 500 €
5400	Työmaapalvelut	5 000 €
5500	Työmaan kalusto	2 000 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät	2 000 €
5761.31	Hintatason muutokset	0 €

---

Työmaatehtävät yhteensä		15 500 €
-------------------------	--	----------

---

1000-5500	Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä	256 743 €
-----------	---	-----------

**Tilajatehtävät**

5600	Suunnittelutehtävät	0 €
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät	0 €

---

Tilajatehtävät yhteensä		0 €
-------------------------	--	-----

---

1000-5580	Rakennusosat, työmaatehtävät ja tilajatehtävät yhteensä	256 743 €
-----------	---	-----------

**Muut kustannukset**

Nimi	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Muut kustannukset yhteensä</b>				
Koko hanke yhteensä	(Alv. 0%)			256 700 €
	(Alv. 24%)			61 600 €
Koko hanke yhteensä	(Alv. 24%)			318 400 €

---

# Kataraistentien alikulkukäytävän purku- ja rakennuskustannukset

## KUSTANNUSARVIO RYHMITTÄIN



Projekti: Kataraistentien AKK  
 Laskelma: Kataraistentien AKK, purku ja rakennuskustannukset  
 Työnumero:  
 Hankkeen tyyppi: Investointi  
 Dokumentin luoja: Pekka Haapala  
 Vastuhenkilö: Pekka Haapala  
 Viimeinen muokkaaja: Pekka Haapala  
 Raporttija: Pekka Haapala  
 Asiakas: Turun kaupunki  
 Projektipäällikkö:  
 Aluekerroin: 1,00  
 Kustannusindeksi: 112,70 (2010=100)  
 Päivämäärä: 2.4.2015

Laskelman kustannukset yhteensä: 201 700 €

### Koko laskelma

#### Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Teräsputkisolian rakentaminen</b>					<b>184 089 €</b>
1122	Pengerkalleen poistaminen	mtr	70	16,12 €	1 129 €
1123	Sillan purkutyö (pelkkä työ) Alikulkukäytävä+suojabetoni	m3	62	30,40 €	1 885 €
1129	Purkujätteen vastaanottomaksu, betoni, jatkokäsittelyyn Alikulkukäytävä+suojabetoni	t	166	57,88 €	9 579 €
1129.1	+kujituksen lisäkustannus (5-10 km), poistettava ja silmättävä rakenne	m3ktr	62	3,91 €	243 €
1141	Pintamaan poisto, normaali (kujetus < 5 km)	m2tr	245	0,88 €	215 €
1141.1	+kujituksen lisäkustannus (15-20 km), poistettavat pintamaat	m2tr	245	1,40 €	343 €
1151	Asfalttipäällysteen poisto, kaatopalkalle (kujetus < 15 km) Kataraistentie	m2tr	137	12,37 €	1 695 €
1151	Asfalttipäällysteen poisto, kaatopalkalle (kujetus < 15 km) Nykyinen kiv	m2tr	90	12,37 €	1 113 €
1334	Teräsvyörymä	m2tr	246	26,38 €	6 490 €
1421	EPS-routaeriste, 100 mm	m2tr	185	8,74 €	1 617 €
1013	+maan vastaanottomaksu * Siltakalvannon massat	m3ktr	780	14,19 €	11 068 €
1024	Siltakalvanto, laajuus 200-1000 m3ktr TAI normaalit olosuhteet *	m3ktr	780	0,02 €	5 164 €
1024	+ Lisäkustannus tuetuille siltakalvannoille (kulva) *	m3ktr	740	4,20 €	3 108 €
1024.1	+kujituksen lisäkustannus (15-20 km), rakennus- ja siltakalvannot *	m3ktr	780	0,78 €	5 288 €
1032	Välkäläinen teräsponttiseinä *	m2tr	660	40,32 €	26 611 €
1831	Asennusaluusta murskeesta * Teräsputkisilta kam #0/03	m3tr	320	26,80 €	8 576 €



## Kataralstentien AKK

1031.1	+kujetuksen itsäkustannus (10-16 km), asennusaluista *	m3tr	320	4,82 €	1 542 €
1036	Ympäristäyttö murskeella *	m3tr	330	28,00 €	9 240 €
	Teräsputkisola Kam #0/03				
1036.1	+kujetuksen itsäkustannus (10-16 km), ympäristäyttö *	m3tr	330	4,28 €	1 412 €
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM 0-32, alle 1500 m3tr	m3tr	21	21,74 €	457 €
	Kiv				
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM 0-32, alle 1500 m3tr	m3tr	13	21,74 €	283 €
	Kataralstentie				
2131.6	+kujetuksen itsäkustannus (10-16 km), sitomattomat kantavat kerrokset *	m3tr	34	4,82 €	164 €
2141.11	AB 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m2)	m2tr	105	8,13 €	854 €
	Kiv				
2141.13	ABK 32 / 200 (80 mm) (levitettävä ala on 200- 1600 m2) *	m2tr	176	12,66 €	2 216 €
	Kataralstentie				
2141.3	SMA 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on alle 200 m2)	m2tr	175	13,37 €	2 340 €
	Kataralstentie				
2211.22	Reunatuki 60 x 130 x 1000, ilmattava betoninen harmaa	mtr	57	18,46 €	1 052 €
	Teräsputkisolian sisällä ja päällä				
2311.1	Tuotetietostettu kasvialusta humusmaasta (m2tr)	m2tr	245	1,51 €	371 €
2321.1	Nummetus, kaupunkialue	m2tr	245	1,04 €	256 €
	Kellat itä ja länsipuolella OK				
3211.1	Tiekalde, teräsjohde 4mm, teräspylvään OK	mtr	70	43,52 €	3 046 €
4223	Teräsputkisola *	kpl	1	64 200,00 €	64 200 €
	Pelkkä teräsputkisola, ilman rahtia, asennusta yms. OK				
4999	HEB 240 polkkipalkki, ankkureiden kiinnitykseen *	m	41	125,00 €	5 125 €
4999	Ankkuri, itsäpoltus. Itsäpoltus 16 m / ankkuri *	m	226	30,00 €	6 760 €
4999	Ankkuri, 10 m *	kpl	14	760,00 €	10 640 €
<b>Johto- ja laitesiirot</b>					<b>2 104 €</b>
1132	Kaapeleiden siirto	mtr	17	26,60 €	452 €
	Kiinteistöliikelaite valaistus				
1132	Kaapeleiden siirto	mtr	38	26,60 €	1 011 €
	TeliaSonera				
1133	Valaisinpylvään siirto ( h = 8-12m)	kpl	1	244,69 €	245 €
1632	Aikutyttö murskeesta	m3tr	20	13,90 €	278 €
	Hulevesiviemärit				
2121.0	+kujetuksen itsäkustannus (16-20 km), täytöt *	m3tr	20	5,91 €	118 €
1000-4000	Rakennusosat yhteensä				188 173 €
<b>Työmaatehtävät</b>					
5100	Rakentamisen johtotehtävät				5 000 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut				1 500 €

## Kataraintientien AKK

5400	Työmaapalvelut	5 000 €
5500	Työmaan kalusto	2 000 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät	2 000 €
5761.31	Hintatason muutokset	0 €

---

<b>Työmaatehtävät yhteensä</b>	<b>15 500 €</b>
--------------------------------	-----------------

---

1000-5500 Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä	201 673 €
---	-----------

**Tilaaajatehtävät**

5600	Suunnittelutehtävät	0 €
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät	0 €

---

<b>Tilaaajatehtävät yhteensä</b>	<b>0 €</b>
----------------------------------	------------

---

1000-5580 Rakennusosat, työmaatehtävät ja tilaaajatehtävät yhteensä	201 673 €
---	-----------

**Muut kustannukset**

Nimi	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Muut kustannukset yhteensä</b>				
Koko hanke yhteensä	(Alv. 0%)			201 700 €
	(Alv. 24%)			48 400 €
Koko hanke yhteensä	(Alv. 24%)			250 100 €

---

# Kataraistentien alikulkukäytävän kiertotien rakennuskustannukset

## KUSTANNUSARVIO NIMIKKEITTÄIN



Projekti: Kataraistenten AKK  
 Laskelma: Kiertotie  
 Työnumero:  
 Hankkeen tyyppi: Investointi  
 Dokumentin luoja: Pekka Haapala  
 Vastuhenkilö: Pekka Haapala  
 Viimeinen muokkaaja: Pekka Haapala  
 Raporttija: Pekka Haapala  
 Asiakas: Turun kaupunki  
 Projektipäällikkö:  
 Aluekerroin: 1,00  
 Kustannusindeksi: 112,70 (2010=100)  
 Päivämäärä: 2.4.2015

Laskelman kustannukset yhteensä: 80 400 €

### Koko laskelma

#### Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
1000	<b>Maa- pohja- ja kalliorakenteet</b>				<b>40 373 €</b>
1100	<b>Olevat rakenteet ja rakennusosat</b>				<b>14 856 €</b>
1110	Poistettava, silrettävä ja suojattava kasvillisuus				120 €
1112	Poistettavat hyöttypuut				129 €
1112	Hyöttypuun hakkuu pienet määrät (alle 10 kpl)	kpl	5	25,72 €	129 €
	Kiertotien kiv arvio				
1130	Poistettavat, silrettävät ja suojattavat järjestelmät				3 004 €
1132	Poistettavat, silrettävät ja suojattavat kaapellirakenteet				2 853 €
1132	Kaapeleiden siirto	mtr	35	26,60 €	931 €
	Valaisinyliväiden kaapelit kiertotien vuoksi				
1132	Kaapeleiden suojaus	mtr	148	12,99 €	1 922 €
1133	Poistettavat, silrettävät ja suojattavat sähkörakenteet				451 €
1133	Valaisinylivään siirto ( h = 8-12m)	kpl	1	244,69 €	245 €
1133	Valaisinylivään siirto, (h= 6 m ja alle)	kpl	1	206,33 €	206 €
1139	Muut poistettavat, silrettävät ja suojattavat järjestelmät				300 €
1139	Suojattava sadevesikaivo *	kpl	1	300,00 €	300 €
1140	Poistettavat ja silrettävät maa- ja pengerrakenteet				460 €
1141	Poistettavat pintamaat				460 €
1141	Pintamaan poisto, normaali ( kuljetus < 5 km )	m2tr	524	,88 €	460 €
	Kiertotien kiv				

Kataistenten AMK

## Rakennusosat

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>1100</b>	<b>Olevat rakenteet ja rakennusosat</b>				<b>14 868 €</b>
1160	Poistettavat päälysrakenteet				10 664 €
1151	Poistettavat tien päälysrakenteet				10 664 €
1151	Asfalttipäälysteen poisto, kaatopalkalle ( kuljetus < 15 km )	m2tr	178	12,37 €	2 202 €
1151	Nykyinen kiv Asfalttipäälysteen poisto, kaatopalkalle ( kuljetus < 15 km )	m2tr	684	12,37 €	8 462 €
	Työnäikäinen kiertotie				
<b>1800</b>	<b>Maaleikkaukset ja -kalvannot</b>				<b>26 617 €</b>
1610	Maaleikkaukset				26 617 €
1613	Maaleikkaus ja läjitys tai kaatopalkka				25 517 €
1613	maan vastaanottomaksu *	m3ktr	10	14,79 €	148 €
	Kiv kiertotien pinta-aaat				
1613	Maaleikkaus, massojen kuljetus läjitykseen (alle 500 m3ktr), heipot olosuhteet	m3ktr	189	6,29 €	1 188 €
	Ajoneuvollikenteen kiertotien rakennekerrosten purkaminen				
1613	Maaleikkaus, massojen kuljetus kaatopalkalle (600-6000 m3ktr), heipot olosuhteet *	m3ktr	646	3,76 €	2 068 €
	Ajoneuvollikenteen kiertotien rakennekerrosten kalvu				
1613	Maaleikkaus, massojen kuljetus kaatopalkalle (m3ktr)	m3ktr	50	127,95 €	6 397 €
	Kiertotie kivin purkaminen				
1613	+maan vastaanottomaksu	m3ktr	734	14,79 €	10 853 €
1613.3	+kuljetuksen lisäkustannus (15-20 km), maaleikkaus ja läjitys tai kaatopalkka	m3ktr	734	6,64 €	4 873 €
<b>2000</b>	<b>Päälyys- ja pintarakenteet</b>				<b>34 963 €</b>
<b>2100</b>	<b>Päälyysrakenteiden osat ja radan alusrakennekerrokset</b>				<b>32 128 €</b>
2110	Suodatinkanteet				1 626 €
2112	Suodatinkankaat				1 626 €
2112	Suodatinkangas N3	m2tr	1 170	1,39 €	1 626 €
2120	Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset				13 199 €
2121	Jakavat kerrokset				13 199 €
2121.2	Jakava kerros KaM D-63, alle 1500 m3tr	m3tr	680	19,41 €	13 199 €
	Ajoneuvollikenteen kiertotie				
2130	Kantavat kerrokset				9 402 €
2131	Sitomattomat kantavat kerrokset				9 402 €
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	79	21,74 €	1 718 €
	Kiertotie kiv				
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	9	21,74 €	196 €
	Nykyinen kiv				
2131.2	Sitomaton kantava kerros KaM D-32, alle 1500 m3tr	m3tr	112	21,74 €	2 435 €
	Kiertotie				
2131.6	+kuljetuksen lisäkustannus (16-20 km), ajoneuvollikenteen kiertotien rakennekerrokset *	m3tr	792	6,38 €	5 063 €

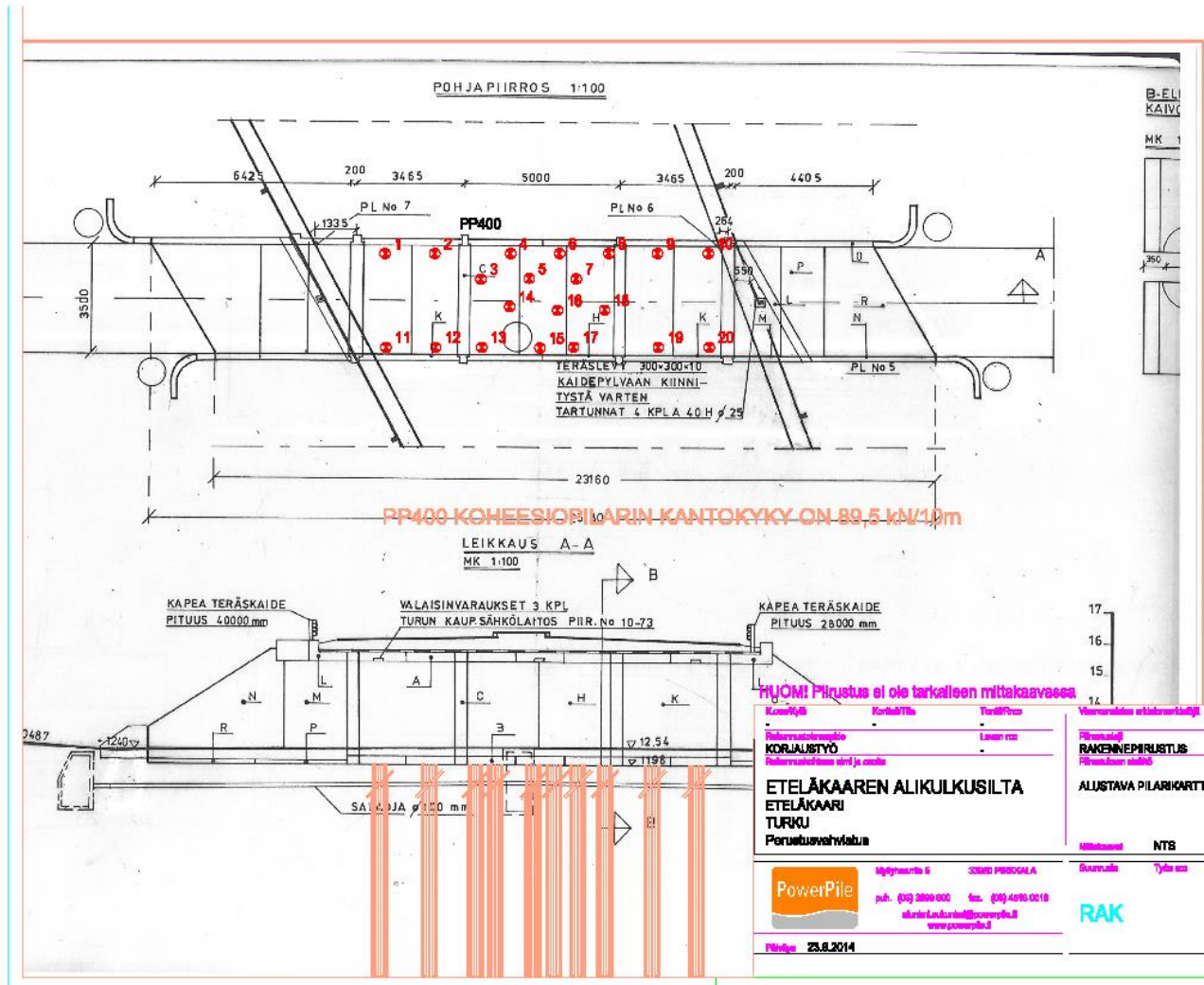
Sivu 2 / 3

Kataralstenen AKK

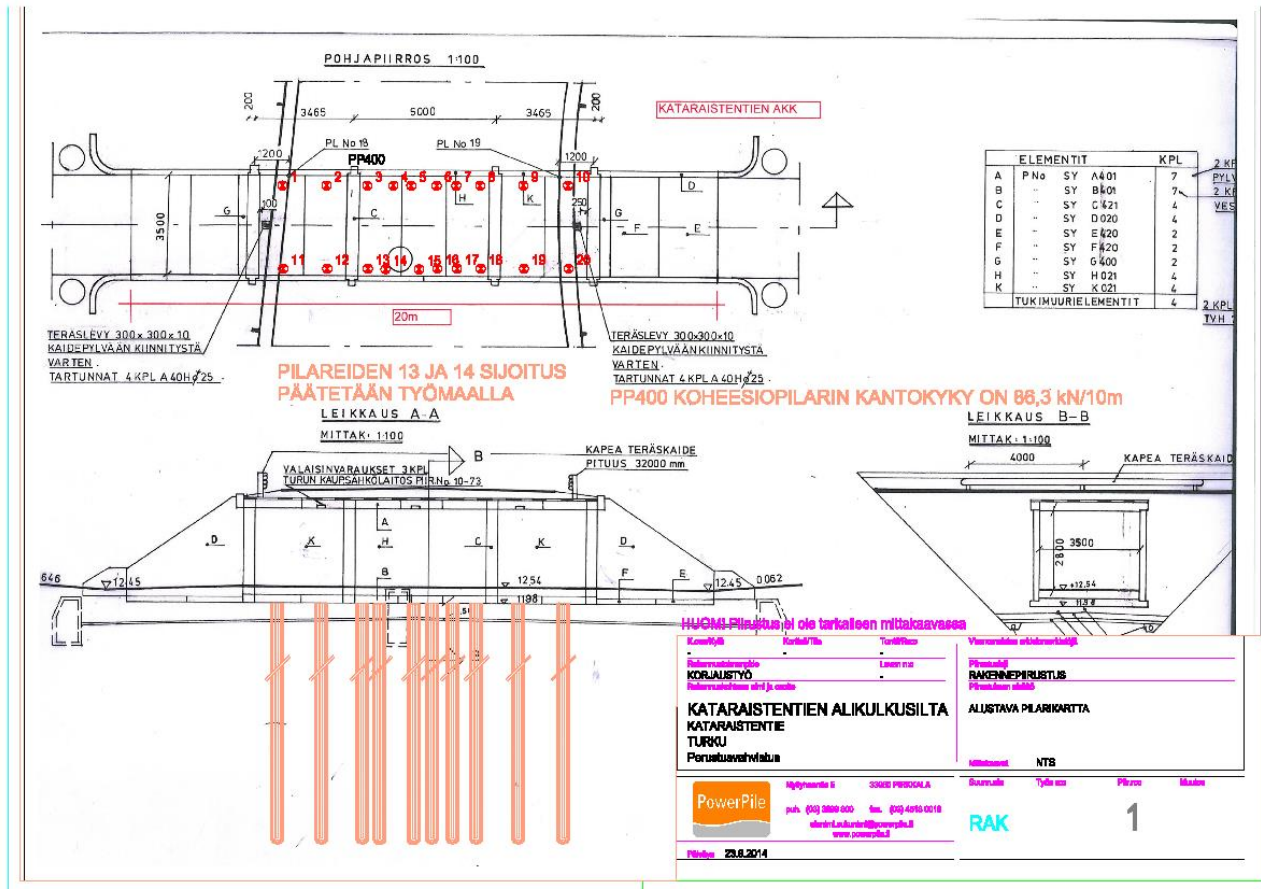
**Rakennusosat**

Tunniste	Rakennusosa	Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>2100</b>	<b>Pääliysrakenteen oajat ja radan alusrakennekerrokset</b>				<b>32 128 €</b>
2140	Pääliysteet ja pintarakenteet				7 900 €
2141	Asfalttipääliysteet				7 900 €
2141.11	AB 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on alle 200 m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> r	178	10,36 €	1 843 €
	Nykyinen kiv				
2141.11	AB 16 / 100 (40 mm) (levitettävä ala on 200-1500 m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> r	745	8,13 €	6 056 €
	Työnäkainen kiertotie				
<b>2300</b>	<b>Kasvillisuusrakenteet</b>				<b>2 837 €</b>
2310	Kasvualueet ja katteet				1 679 €
2311	Kasvualueet				1 679 €
2311.1	Tuoteltettu kasvualue humusmaasta (m <sup>2</sup> r)	m <sup>2</sup> r	1 110	1,51 €	1 679 €
2320	Nurmi- ja niltyverhoukset				1 158 €
2321	Nurmit				1 158 €
2321.1	Nurmetus, kaupunkialue	m <sup>2</sup> r	1 110	1,04 €	1 158 €
<b>1000-4800</b>	<b>Rakennusosat yhteensä</b>				<b>76 337 €</b>
<b>Työmaatehtävät</b>					
5100	Rakentamisen johtotehtävät				1 000 €
5300	Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut				500 €
5400	Työmaapalvelut				2 500 €
5500	Työmaan kalusto				600 €
5200	Urakoitsijan yritystehtävät				500 €
5761.31	Hintatason muutokset				0 €
<b>Työmaatehtävät yhteensä</b>					<b>6 100 €</b>
<b>1000-5600</b>	<b>Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä</b>				<b>80 437 €</b>
<b>Tilajatehtävät</b>					
5600	Suunnittelutehtävät				0 €
5700	Rakennuttamis- ja omistajatehtävät				0 €
<b>Tilajatehtävät yhteensä</b>					<b>0 €</b>
<b>1000-5680</b>	<b>Rakennusosat, työmaatehtävät ja tilajatehtävät yhteensä</b>				<b>80 437 €</b>
<b>Muut kustannukset</b>					
Nimi		Yks.	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä
<b>Muut kustannukset yhteensä</b>					
<b>Koko hanke yhteensä</b>				(Alv. 0%)	<b>80 400 €</b>
				(Alv. 24%)	<b>19 300 €</b>
<b>Koko hanke yhteensä</b>				(Alv. 24%)	<b>99 700 €</b>

# Alustava pilarikartta Eteläkaaren alikulkukäytävä



# Alustava pilarikartta Kataraintien alikulkukäytävä



## Polymeeripilareiden alustavat paalukantavuuslaskelmat

Kataraistentien alikulkukäytävä

(Laskelmissa leikkauslujuus on jaettu varmuuskertoimella 1.95 ja vaipan teoreettinen pinta-ala kertoimella 1.2)

syvyys [m]	Leikkausl. kN/m <sup>2</sup>	n= 1,95	Vaippa m <sup>2</sup>	Kantokyky kN
1	34	17,4	0,89	15,5
2	11	5,6	0,89	5,0
3	11	5,6	0,89	5,0
4	13	6,7	0,89	5,9
5	16	8,2	0,89	7,3
6	17	8,7	0,89	7,8
7	18	9,2	0,89	8,2
8	18	9,2	0,89	8,2
9	21	10,8	0,89	9,6
10	30	15,4	0,89	13,7
<b>Paalun (10 m) kantokyky</b>				<b>86,3 kN</b>

Tobisilta	77 kN/m	
Maakuorma	12 kN/m	
Liikennekuorma	70 kN/m	
YHTEENSÄ	159 kN	
Pilarit	1,84 kpl/m =	20,28 kpl

Eteläkaaren alikulkukäytävä

(Laskelmissa leikkauslujuus on jaettu varmuuskertoimella 1.95 ja vaipan teoreettinen pinta-ala kertoimella 1.2)

syvyys [m]	Leikkausl. kN/m <sup>2</sup>	n= 1,95	Vaippa m <sup>2</sup>	Kantokyky kN
1	33	16,9	0,89	15,1
2	12	6,2	0,89	5,5
3	13	6,7	0,89	5,9
4	15	7,7	0,89	6,8
5	16	8,2	0,89	7,3
6	15	7,7	0,89	6,8
7	20	10,3	0,89	9,1
8	21	10,8	0,89	9,6
9	21	10,8	0,89	9,6
10	30	15,4	0,89	13,7
<b>Paalun (10 m) kantokyky</b>				<b>89,5 kN</b>

Tobisilta	77 kN/m	
Maakuorma	12 kN/m	
Liikennekuorma	70 kN/m	
YHTEENSÄ	159 kN	
Pilarit	1,78 kpl/m =	21,33 kpl