



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

NIINA-MARI WAHLROOS

# **Teräsputkisiltojen yleisimpien korjausmenetelmien vertailu**

uusiminen – puolipohjaus – täyssujutus

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2022

Tekijä(t) Wahlroos, Niina-Mari	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2022
	Sivumäärä 35	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Teräsputkisiltojen yleisimpien korjausmenetelmien vertailu</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
Tiivistelmä  <p>Työssä vertailtiin teräsputkisiltojen uusimis- ja korjausmenetelmiä. Vertailussa käytiin läpi niiden erityispiirteet ja vaihtoehtojen kelpoisuus sekä edellytykset eri olosuhteissa. Aihe rajattiin koskemaan Suomessa käytössä olevia yleisimpiä korjausmenetelmiä ja niistä vielä tarkennettuna putkisillan uusimista auki kaivuuna, puolipohjausta ja täyssujutusta.</p> <p>Tämän vertailun tavoitteena on toimia eräänlaisena oppaana tai käsikirjana hankkeeseen ryhtyvälle ja antaa hänelle näin lisää näkökulmaa korjausmenetelmän valintaan.</p> <p>Työ laadittiin käyttäen apuna kokemusasiantuntijoiden henkilöhaastatteluja ja aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä osin kirjoittajan omaa kokemusta työmailta. Työn tilaajana M. Huhtakallio Oy.</p>		
Avainsanat teräsputkisilta, putkisilta, uusiminen, puolipohjaus, täyssujutus		

Author(s) Wahlroos, Niina-Mari	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2022
	Number of pages 35	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Comparison of the most common repairs on steel pipe culverts</b>		
Degree programme Construction and civil engineering		
Abstract  <p>In this thesis a comparison was made on the renewing and repairing of steel pipe culverts. In the comparison went through on the special features and alternative possibilities as well on the precondition in different circumstances. The subject was delimited in the most common repair methods and specifically on renewing pipe culverts with an open dig, half-lining and slip-lining.</p> <p>The objective of this comparison was to act as a sort of guide or handbook for someone who is going to take on to a project like this and give them more perspectives on the choosing on the method.</p> <p>The thesis was made by the help of experienced experts and their interviews. I also used literature on the subject, and some is my own experience from the work sites. Thesis was ordered by M. Huhtakallio Ltd.</p>		
Keywords steel pipe culvert, pipe culvert, renewing, half-lining, slip-lining		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 TERÄSPUTKISILTA .....	7
2.1 Tilastoja.....	8
2.2 Rakenne.....	9
2.3 Materiaalivaatimukset .....	10
2.4 Käyttöikävaatimus korjauksissa .....	11
2.5 Rakentaminen.....	11
2.6 Historiaa .....	12
3 SILTOJEN KUNTOLUOKITUS .....	12
4 PUTKISILLAN VAURIOT JA KORJAAMISEN EDELLYTYKSET .....	13
5 HAASTATTELUT .....	14
6 UUSIMINEN AUKI KAIVUUNA.....	15
6.1 Työvaiheet.....	16
6.2 Edut .....	17
6.3 Haasteet .....	17
6.4 Vaihtotyössä huomioitavaa .....	17
6.5 Kustannukset .....	18
6.6 Esimerkkikohde, Hietanan silta .....	18
7 PUOLIPOHJAUS .....	21
7.1 Työvaiheet.....	22
7.2 Edut .....	23
7.3 Haasteet .....	24
7.4 Kustannukset .....	24
7.5 Esimerkkikohde, Karisjärven silta .....	24
8 TÄYSSUJUTUS .....	27
8.1 Työvaiheet.....	29
8.2 Edut .....	29
8.3 Haasteet .....	29
8.4 Kustannukset .....	30
8.5 Esimerkkikohde, Haukkasuon silta .....	30
9 TAKUU.....	33
10 YHTEENVETO .....	33
LÄHTEET	
LIITTEET	

## TERMILUETTELO

### **Kaivanto**

Väliaikainen kuoppa, joka tehdään esimerkiksi rakennettaessa maanpinnan alapuolisia rakenteita. (YIT internetsivut)

### **Peitesyvyys**

Ylittävän tien pinnasta pienin pystysuora etäisyys putkisillan laen yläpintaan. (Liikenneviraston ohjeita 10/2014, 2014)

### **Puolipohja**

Teräksinen putkisillan alaosan korjausosa. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

### **Sujutus**

Korjausosan asentaminen vanhan putkisillan sisään. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

### **Teräspankkitila**

Aallotettu teräspankki tai -holvi, joka on upotettu maahan ja näin toimii yhteisvaikutuksessa maan kanssa siltana. Vapaa-aukko vähintään kaksi metriä. (Liikenneviraston ohjeita 10/2014, 2014)

### **Täyssujutus**

Uusi pankki, joka asennetaan vanhan putkisillan sisään. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

### **Ympäristäyttö**

Putken ympärille tehtävä kaivannon täyttäminen. (Liikenneviraston ohjeita 5/2016, 2016)

## 1 JOHDANTO

Kun vanha putkisilta tulee elinkaarensa päähän, on yleistä, että se vaihdetaan uuteen samanlaiseen. Rakennettu ympäristö ja infra ovat kuitenkin saattaneet muuttua paljonkin noin 50 vuoden aikana ja liikenteen sujuvuusvaatimukset ovat kasvaneet, joten uusiminen auki kaivamalla voi osoittautua erittäin haasteelliseksi.

Tämän työn on tarkoitus toimia yleisoppaana putkisiltahankkeeseen ryhtyvälle, kun halutaan vertailla vaihtoehtoisia korjausmenetelmiä ja niiden soveltuvuutta eri olosuhteissa.

Vertailussa tarkastellaan korjauksen haasteita muun muassa liikenteellisesti, teknisesti ja ympäristöllisesti sekä kunnallistekniikan ja maanomistajuuden kannalta. Kaikki vertailu tässä työssä on 50 vuoden elinkaaren mukaan.

## 2 TERÄSPUTKISILTA

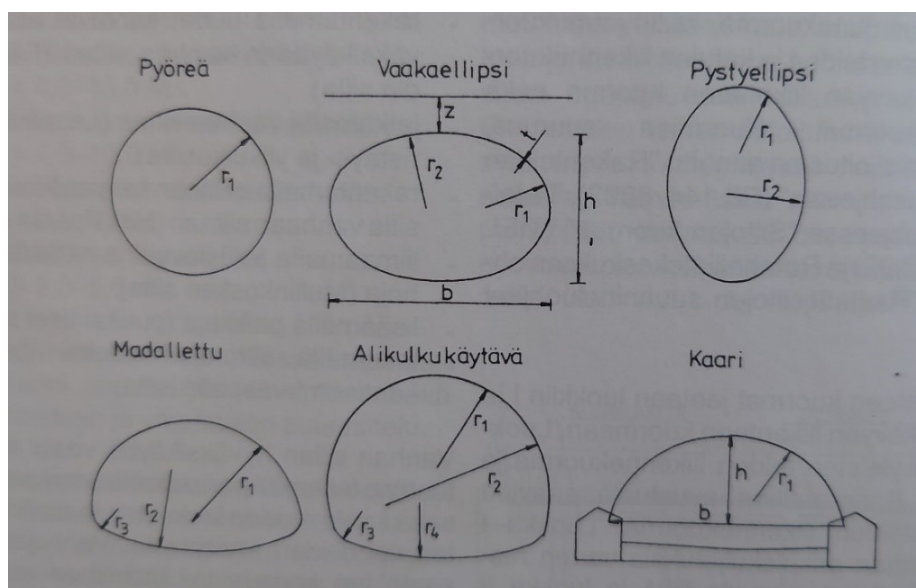
Teräspankksilta on aallotettu teräspanki, jonka vapaa-aukko on vähintään kaksi metriä ja joka alittaa tie- tai ratarakenteen ja muodostaa näin sillan (kuva 1). Vapaa-aukoltaan pienempiä putkia kutsutaan rummuiksi. (Liikenneviraston ohjeita 10/2014, 2014)



Kuva 1. Teräspanksilta (Rumtec Oy, 2013)

Reilun vuosisadan aikana on todettu teräksisten putkisiltojen toimivuus ja kestävyys alikukku- ja vesistösiltoina. Teräsrakenteen hoikkuus helpottaa infrarakentamista sekä rakentamisnopeutensa että edullisuutensa puolesta. Ympäröivän maarakenteen hyväksi käyttäminen pienentää sekä usein saattaa jopa poistaa rakenteeseen kohdistuvia toistuvia sysäys- ja tärinäkuormituksia. Maarakenne ja profiloitu teräsrakenne yhdessä kantavat kuormitukset. (ViaConin internetsivut)

Poikkileikkaukseltaan putkisillat voivat olla pyöreitä, vaaka- tai pystyelliptisiä, maldallettuja, alikukukikäytävyyppisiä sekä kaaria (kuva 2). Kaari on putkisiltojen erikoistyyppi, se vaatii kantavan perusmaan ja teräsbetoni- tai teräsanturat. Putkisillat tulee rakentaa routimattoman maatytyteen sisään Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. (Aitta, 2006)



Kuva 2. Putkisiltojen tyypipoikkileikkaukset ja ominaisuudet;  $r_{1-4}$  = taivutussäde,  $b$  = leveys,  $h$  = korkeus,  $t$  = levyn paksuus ja  $z$  = peitesyvyys (Aitta, 2006)

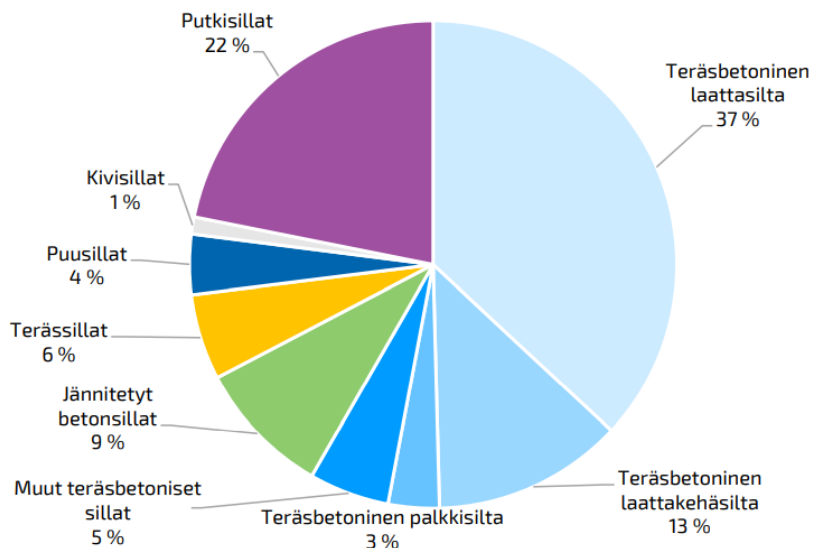
## 2.1 Tilastoja

Suomessa oli vuonna 2020 Väyläviraston omistuksessa 15 079 tiesiltaa, joista 3295 oli putkisiltoja (taulukko 1). Suurin osa Väyläviraston tiesilloista on teräsbetonisia laattasiltoja, putkisiltojen osuus on 22 % (kuva 3). Kuntien ja yksityistiekuntien omistamista putkisilloista ei ole tilastoja. (Väylävirasto, 2020)

Taulukko 1. Väyläviraston omistamat putkisillat Suomessa 1.1.2020 (Väylävirasto, 2020)

ELY-keskus	Valtatie	Kantatie	Seututie	Yhdistie	Muu tie	Yhteensä
Uusimaa	123	70	115	302	16	<b>626</b>
Varsinais-Suomi	60	28	80	242	28	<b>438</b>
Kaakkois-Suomi	43	12	45	124	14	<b>238</b>
Pirkanmaa	51	31	64	133	4	<b>283</b>
Pohjois-Savo	110	55	130	296	12	<b>603</b>
Keski-Suomi	68	16	49	102	2	<b>237</b>
Etelä-Pohjanmaa	56	35	65	186	12	<b>354</b>
Pohjois-Pohjanmaa	68	37	57	141	18	<b>321</b>
Lappi	38	25	53	72	7	<b>195</b>
<b>Yhteensä</b>	<b>617</b>	<b>309</b>	<b>658</b>	<b>1 598</b>	<b>113</b>	<b>3 295</b>





Kuva 3. Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin (Väylävirasto, 2020)

ELY-keskukset korjaavat ja uusivat vuosittain siltoja, esimerkiksi vuonna 2019 putkisilloja ylläpitokorjattiin 17 kappaletta ja peruskorjattiin tai uusittiin 12 kappaletta. (Väylävirasto, 2020)

Lähes kaikki puolipohjat ja täyssujutukset toimitetaan Etelä- ja Länsi-Suomen alueelle. Muualla Suomessa putkisilloja ei juurikaan korjata, vaan ne uusitaan. Yksityiset tiekunnat eivät korjaa putkisilloja tällä hetkellä, vaan vaihtavat aina uuteen vanhan tultua elinkaarensa päähän.

## 2.2 Rakenne

Rakenteeltaan teräsputkisillat jaetaan kahteen ryhmään, monilevyrakenteeseen (kuva 4) ja kierresaumattuun rakenteeseen (kuva 5). Monilevyrakenteinen putkirakenne valmistetaan kokoamalla aallotetuista teräslevyistä. Kierresaumattu putkirakenne valmistetaan saumaamalla tai hitsaamalla teräsnauhasta. Kummankin putkirakenteen tulee täyttää vähintään käytettävän standardin mukaiset vaatimukset. Käytettävä standardi riippuu siitä, onko kyseessä monilevyrakenteinen vai kierresaumattu rakenne. (Liikenneviraston ohjeita 10/2014, 2014)



Kuva 4. Monilevyrakenne



Kuva 5. Kierresaumattu rakenne (Oy ViaCon ab, 2021)

### 2.3 Materiaalivaatimukset

Putkirakenteet pinnoitetaan metallisella pinnoitteella eli kuumasinkitetään Väyläviraston vaatimusten mukaisesti. Kuumasinkityksen tulee täyttää käytettävän standardin vaatimukset. Muun muassa kuumssinkityksen keskimääräinen kerrospaksuus ja paikallinen vähimmäispaksuus määritetään standardissa. Kuumasinkityksen paksuus ja tarve lisäsuojaukselle määritetään käyttöikämitoituksessa. Ei metallisia pinnoitteita kuten maalit, epoksi, polyuretaani, polyurea tai polyeteeni käytetään sinkityn

teräspinnan lisäsuojausmenetelminä. Putkirakenteen teräksen myötöraja ja vetomurtolujuus määräytyvät eurokoodin SFS-EN-1993-1-1 mukaan. (Liikenneviraston ohjeita 10/2014, 2014)

#### 2.4 Käyttöikävaatimus korjauksissa

Putkisiltojen käyttöikävaatimuksissa Väyläviraston ohjeistus täyssujutuksessa on aina 50 vuotta sekä uusimisessa ja puolipohjauksessa yleensä 50 vuotta. Uusimisen käyttöikävaatimus on 100 vuotta, jos ylittävän tien keskimääräinen vuorokausiliikenne on yli 3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa tai peitesyvyys on yli kolme metriä. Puolipohjauksen rakenteellisessa korjauksessa, jossa puolipohjausosa kiinnitetään voimia siirtävillä kiinnityselimillä vanhaan putkeen, käyttöikävaatimus on 50 vuotta. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

#### 2.5 Rakentaminen

Teräsputkisilta rakennetaan aina hyväksytyin sillan rakennussuunnitelman mukaan. Putkisillan rakentamisen työvaiheet ovat; kaivuu- ja louhintatyöt, alustäytön teko, asentaminen, ympäristäytön teko ja lopuksi viimeistely. Teräsputki voidaan toimittaa työmaalle yhtenä osana eli valmiina yksikkönä tai putki voidaan koota kaivannon ulkopuolella tai kaivannossa. Putki voidaan myös liittää esivalmistetuista osista kaivannossa. Asennustavan valintaan vaikuttavat käytettävä putkityyppi, olosuhteet, työn kiireellisyys ja käytettävissä oleva nostokalusto. (Liikenneviraston ohjeita 5/2016, 2016)

Kaivuu tulee tehdä aina kohteen suunnitelma-asiakirjoissa esitetystä laajuudesta ja siten, että edellytetty varmuus pohjannousua ja sortumista vastaan säilyy kaikissa olosuhteissa. Luiskien tukemistarve ja kaltevuus tulee selvittää maan laadun, kaivannon syvyyden ja ulkopuolisen kuormituksen perusteella. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

Putkikaivannon alkutäyttö tulee tehdä sellaisesta materiaalista, joka ei vahingoita putken pinnoitetta. Alkutäyttö voidaan tehdä hiekasta, sorasta tai murskeesta, joka täyttää putken asennusalustan materiaalille esitetyt vaatimukset. Liian märkää materiaalia ei

saa käyttää, eikä myöskään savea, liejua tai turvetta. Täyttömateriaali ei saa olla myöskään routivaa liikennöitävällä alueella. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

Putkikaivannon ympärystäyttö tehdään täyttömateriaalilla, joka on tiivistämiskelpoista ja vastaa routimisominaisuuksiltaan kaivannosta poistettua maa-ainesta. Täyttömateriaali ei saa myöskään sisältää aineita, jotka saattavat vahingoittaa putkea tai mahdollista liitosta. (Rakennustietosäätiö RTS, 2010)

## 2.6 Historiaa

Suomessa siltojen rakentaminen on ollut varsin vilkasta 1960-luvulta alkaen ja jatkuen 1990-luvun lopulle. Tuolloin rakennetut sillat ovatkin nyt sekä lähivuosien aikana korjauksissa. 1970-luvulta lähtien siltojen kuntoa on seurattu viiden vuoden välein tehtävillä siltojen yleistarkastuksilla. Tarkastustiedot on tallennettu Siltarekisteriin vuodesta 1990 lähtien. Siltojen hallinnointi siirrettiin Siltarekisteristä Taitorekisteriin vuonna 2017. Samalla siltojen rakenneosajakoa ja vauriokirjauskäytäntöjä kehitettiin ja otettiin käyttöön uusia siltojen kuntoa kuvaavia tunnuslukuja. (Väylävirasto, 2020)

## 3 SILTOJEN KUNTOLUOKITUS

Silloille tehdään säännöllisesti kuntotarkistuksia ja määritetään niiden kuntoluokitus. Luokituksen tarkoituksena on jakaa sillat ylläpitotarpeiden mukaan eri kuntoluokkiin. Kuntoluokkia on viisi ja yksinkertaistetusti ne ovat:

- 5 erittäin hyvä, ei ylläpitotarpeita
- 4 hyvä, vähäistä kunnostusta
- 3 tyydyttävä, peruskorjaus tulossa
- 2 huono, peruskorjaus nyt
- 1 erittäin huono, peruskorjaus myöhässä

Jos silta on määritelty luokkaan yksi tai kaksi, on silta huonokuntoinen. Putkisilloista vuoden 2020 alussa huonokuntoiseksi oli luokiteltu 179 putkisiltaa, näistä erittäin

huonokuntoisia, luokkaan yksi luokiteltuja oli 78. Erittäin hyväkuntoiseksi, luokkaan viisi kuuluvaksi, oli luokitettu 406 putkisiltaa. 60 putkisillan kuntoluokitus ei ollut tiedossa. (Väylävirasto, 2020)

#### 4 PUTKISILLAN VAURIOT JA KORJAAMISEN EDELLYTYKSET

Pääasiallisena tavoitteena teräsputkisillan korjaamisessa on sillan käyttöön jatkaminen. Yleisimpiä vaurioita teräsputkisilloilla ovat ruostuminen, sinkkipinnoitteen paikalliset vauriot ja sillan taipumat. Vesistöosloissa vedenpinnan alapuolelle ja sen vaihtelualueelle syntyvät yleensä pahimmat ruostevauriot. Ruostuminen saa alkunsa, kun virtaus tai hapan vesi on saanut kulutettua putkea suojaavan sinkkipinnoitteen pois. Putken yläosa taas säilyy yleensä hyvänä, mikä mahdollistaa korjausvaihtoehtona puolipohjauksen (kuva 6). Taipumat teräsputkisilloissa syntyvät yleensä perustuksen painumisen myötä. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)



Kuva 6. Puolipohjaukseen ja täyssujutukseen soveltuva putkisilta

Korjatun rakenteen pitää täyttää aukko vaatimukset ja mahdollistaa veden esteetön virtaus putken läpi. Korjaustoimenpiteen kannattavuutta pohditaan suunnitteluvaiheessa vertailemalla sillan uusimisen ja vaihtoehtoisten korjausmenetelmien kustannuksia. Vertailussa tulee ottaa huomioon myös, että korjatunkin rakenteen tulee aina täyttää putkisillalle asetetut kantavuusvaatimukset. Vertailussa tulee ottaa huomioon myös

liikenteelle aiheutuva haitta ja korjatun rakenteen tavoitekäyttöikä. Tavoitekäyttöiän aikana korjatussa rakenteessa ei saa esiintyä normaalia kulumista ja ikääntymistä merkittävämpiä vaurioita. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

Mikäli teräsputkisillan vapaa-aukko on pienempi kuin kolme metriä ja peitesyvyys alle puolitoista metriä sekä liikennemäärä pienehkö, ei korjaaminen yleensä ole järkevää, vaan putki kannattaa käyttää loppuun ja uusia. Loppuun käytön tulee kuitenkin olla hallittua, mikä edellyttää pahoin vaurioituneen sillan kantavuuslaskentaa ja uusimisajankohdan määrittästä. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

## 5 HAASTATTELUT

Uusimisen, puolipohjauksen ja täyssujutuksen vertailua tutkiessani haastattelin kokemusasiantuntijoita, jotka ovat työskennelleet putkisiltojen parissa useita vuosia. Näin vertailuun saatiin näkökulmaa eri tahoilta, jotka ovat mukana putkisillan korjaamisen tai uusimisen projekteissa.

Vertailuun valittiin esimerkkikohde kustakin korjausmenetelmästä, joka käytiin vertailussa lyhyesti läpi. Esimerkkikohteista esittelin myös piirustukset ja perustelut miten kyseiseen korjausmenetelmään päädyttiin.

Haastatteluissa käytiin läpi mitä etuja ja haittoja korjaamisessa on verrattuna uusimiseen, milloin korjaaminen on kannattavaa ja mitä haittaa muun muassa liikenteelle aiheutuu uusimisesta verrattuna korjaamiseen. Myös kustannusten muodostuminen käytiin läpi karkealla asteella. Haastattelut toteutettiin kevään 2022 aikana. Haastattelin alla olevia asiantuntijoita ja käytin heidän haastatteluidensa yhteenvetoa lähteenä vertailussa.

Henry Niemi. Siltainsinöörit TH Oy:n rakennuttajakonsultti, joka toimii hankkeeseen ryhtyvän konsulttina projekteissa.

Terhi Siltanen. Investointien projektipäällikkö Kaakkois-Suomen ELY-keskukselta. Hänen vastuualueenansa on liikenne ja infrastruktuuri Eteläisellä hankinta-alueella.

Marko Huhtakallio. Toimitusjohtaja M. Huhtakallio Oy:ltä, joka on tehnyt satoja putkisiltojen uusimisia ja korjauksia työuransa aikana.

Hannu Hänninen. Sweco Rakennetekniikka Oy:n siltasuunnittelija, joka suunnittelee uusimisen lisäksi myös siltojen korjauksia. Sweco Rakennetekniikan suunnittelema kohteita käytetään tässä työssä esimerkkikohteina vertailussa.

Janne Pitkänen. Oy ViaCon Ab:n Etelä-Suomen aluemyyntipäällikkö, haastattelin häntä selvittäessäni korjausten ja uusimisten jakautumista alueellisesti Suomessa.

## 6 UUSIMINEN AUKI KAIVUUNA

Tässä korjausmenetelmässä nimensä mukaisesti vanha putkisilta vaihdetaan kokonaan uuteen. Vanha putkisilta kaivetaan esiin ja poistetaan, jonka jälkeen uusi asennetaan kyseessä olevan kohteen suunnitelman mukaiseen korkoon. Uusi putkisilta peitetään kerroksittain ja tiivistetään huolellisesti (kuva 7). Koska tie kaivetaan kokonaan auki, on liikenteelle järjestettävä kiertotie työn ajaksi. Lisäksi myös kevyenliikenteen kulku työn aikana on huomioitava. Yleisin liikennekatko uusimisessa on 48 tuntia, mutta tähän vaikuttaa esimerkiksi massojen kokonaismäärä ja olosuhteet. (Liikenneviraston ohjeita 5/2016, 2016)



Kuva 7. Putkisillan uusiminen auki kaivamalla

### 6.1 Työvaiheet

Putkisillan uusiminen aloitetaan viemällä työstä kertovat liikennemerkkit sekä kierto- tien opasteet paikoilleen. Ennen liikennekatkon alkua tehdään valmistelevia töitä esimerkiksi puiden kaatoa ja vanhojen kaiteiden irrotus. Kun liikennekatko alkaa, aloitetaan varsinaiset kaivuutyöt. Vanha putkisilta kaivetaan esiin ja revitään pois. Vanhaa putkea ei siis nosteta kokonaisena pois, vaan se revitään kaivinkoneella paloina ylös.

Kun vanha putki on saatu poistettua, kunnostetaan arina ja nostetaan uusi putki paikoilleen kaivantoon sekä tarkistetaan sen suunta, korkeus ja keskilinja. (Liikenneviraston ohjeita 5/2016, 2016)

Putken ympärystäyttö tehdään maksimissaan #0–64 murskeesta tai sorasta, tasaisesti kummaltakin sivulta tiivistäen. Tiivistys suoritetaan maantiivistäjillä ja kohteesta riippuen lopuksi voidaan tiivistykseen käyttää myös valsijyrää. (Liikenneviraston ohjeita 5/2016, 2016)

Vaihdon jälkeen suoritetaan viimeistely ja maisemointityöt. Lopuksi pintaan laitetaan uusi asfaltti, mikäli tie on ollut päällystetty sekä asennetaan uudet kaiteet. Asfalttoinnin ja kaiteiden asennuksen suorittaa näihin erikoistunut toimija.



## 6.2 Edut

Putkisillan uusiminen on lähes kaikkiin kohteisiin soveltuva korjausmenetelmä. Etunäytteenä uusi rakenne, jolloin myös virtausalaa voidaan tarvittaessa kasvattaa. Suunnittelijoita on melko vaivatonta löytää, koska uusiminen on yleistä.

## 6.3 Haasteet

Uusittava putkisilta on alkujaan rakennettu tien tai kadun rakentamisen yhteydessä, joten uusimiseen haasteita tuovat myöhemmin rakennettu infrastruktuuri, mahdolliset kaivuualueella olevat putket ja kaapelit sekä mahdollisesti korkea tiepenger ja geolosuhteet.

## 6.4 Vaihtotyössä huomioitavaa

Ennen kaivuutöiden aloitusta on tehtävä huolellisesti johtoselvitykset ja pyydyttävä tarvittaessa johtonäytöt johtojen omistajilta. Tällöin kaivuualueella olevia johtoja, kaapeleita ja putkia osataan varoa. Jos kaivuualueelle sattuu paljon kaapeleita, hidastavat ne luonnollisesti kaivuutyötä ja hankaloittavat uuden putkisillan asennusta. Myös ilmajohdot on huomioitava.

Ennen töiden aloitusta on selvitettävä alueella olevat maanomistajuudet. Maanomistajiin on oltava yhteydessä, mikäli heidän maitaan tarvitaan esimerkiksi murskeiden tai putkisillan väliaikaiseen varastointiin. Jos työalue on kovin puista aluetta, on maanomistajan maalta mahdollisesti kaadettava myös puita, jotta putkisillan vaihto saadaan tehtyä. Tällöinkin on oltava yhteydessä maanomistajaan.

Kiertotie on suunniteltava valtion omistamia teitä pitkin ja teiden on oltava vähintään nelinumeroisia. Joissakin kohteissa tämä saattaa tehdä kiertotiestä pitkän. Kiertotien suunnittelussa on otettava huomioon myös raskasliikenne ja pelastusajoneuvot. Kevyttä liikennettä ei voi laittaa kiertämään useiden kilometrien pituisia kiertoteitä, joten kevyt liikenne on huomioitava kiertotien suunnittelussa erikseen.

Koska tie kaivetaan auki, on olemassa olevat kaiteet ja päällyste poistettava. Päällysteen uusiminen kaivuualueella saattaa huolellisesta tiivistämisestä huolimatta aiheuttaa notko kohtaa tiessä tulevaisuudessa.

Haastetta aiheuttaa myös uusimisen vaatima tilantarve. Riippuen vaihdettavan putkisillan koosta ja peitesyvyydestä, voidaan tilaa tarvita hyvinkin paljon.

## 6.5 Kustannukset

Uusimisen kustannuksista voidaan karkeasti sanoa, että kolmasosa muodostuu uuden putken hinnasta ja loput työstä, uusista kiviaineksista, vahvikkeista, kaiteista, päällysteestä ja liikennejärjestelyistä. Mitä syvemmällä putki on, sitä pienemmäksi putken kustannus kokonaiskustannuksista jää.

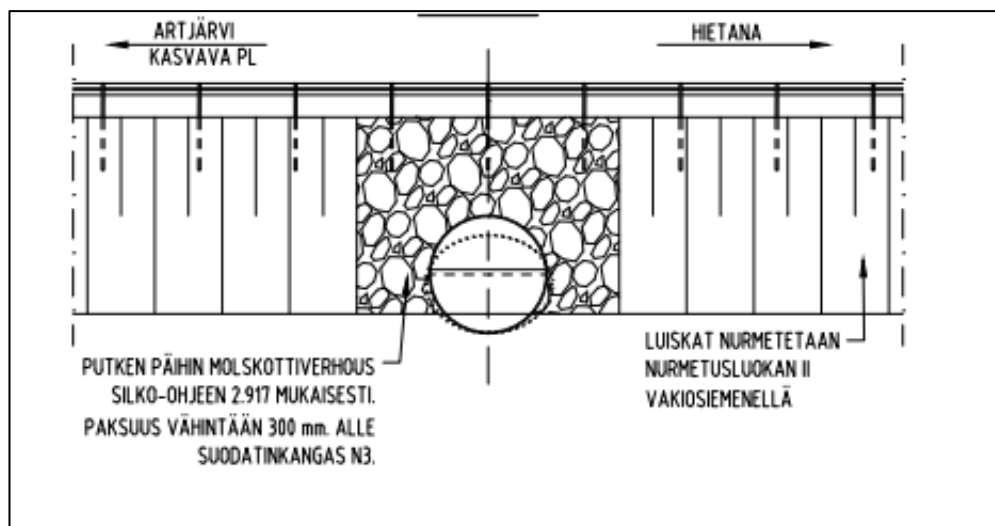
## 6.6 Esimerkkikohte, Hietanan silta

Orimattilassa Artjärvellä sijaitseva Hietanan silta uusittiin auki kaivamalla keväällä 2020. Liikennekatko kohteessa alkoi pe 8.5.2020 klo 18 ja tien piti olla jälleen liikenteelle auki viimeistään su 10.5.2020 klo 24. Uuden putkisillan asennus tehtiin vanhan sillan tasolle. Maaperä siltapaikalla on savea. Siltapaikalla on ilmajohtoja sekä kaivuualueella sillan ylittävä maakaapeli.

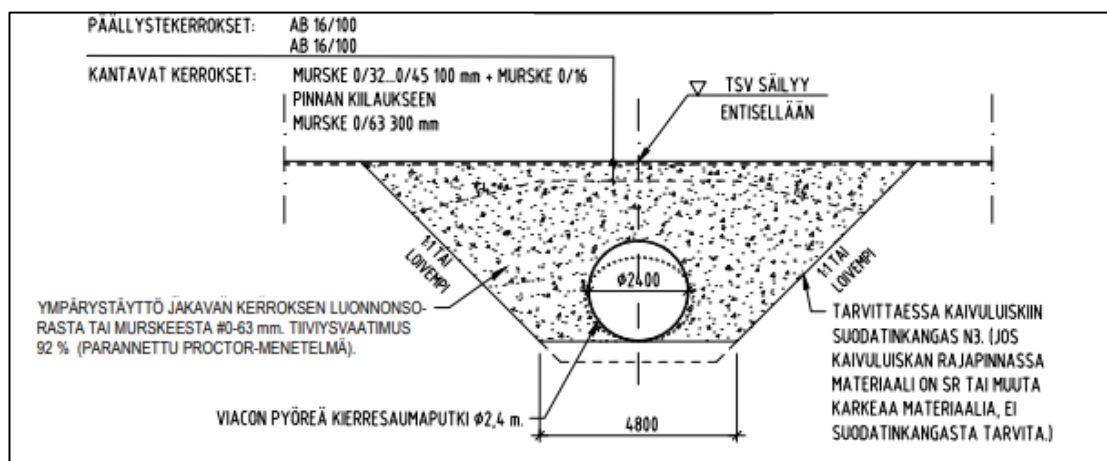
Uusi putki on ViaConin teräksinen pyöreä kierresaumaputki, jonka sisähalkaisija on 2,4 metriä. Putken alapituus 23,8 metriä ja yläpituus 17,3 metriä. Täytön aikaiseksi suojaksi tehtaalla on asennettu putken ympärille suodatinkangas N3.

Putken asennus tehtiin kohteen yleispiirustuksen (liite 1), putken toimittajan ja Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. Yleispiirustukseen tässä kohteessa kuuluivat tasokuva (kuva 8), poikkileikkauskuvat A-A (kuva 9) ja B-B (kuva 10) sekä kuvat ympäristäytöstä (kuva 11), tien leventämisestä ja kaiteiden pituuksista.





Kuva 10. Poikkileikkaus B-B

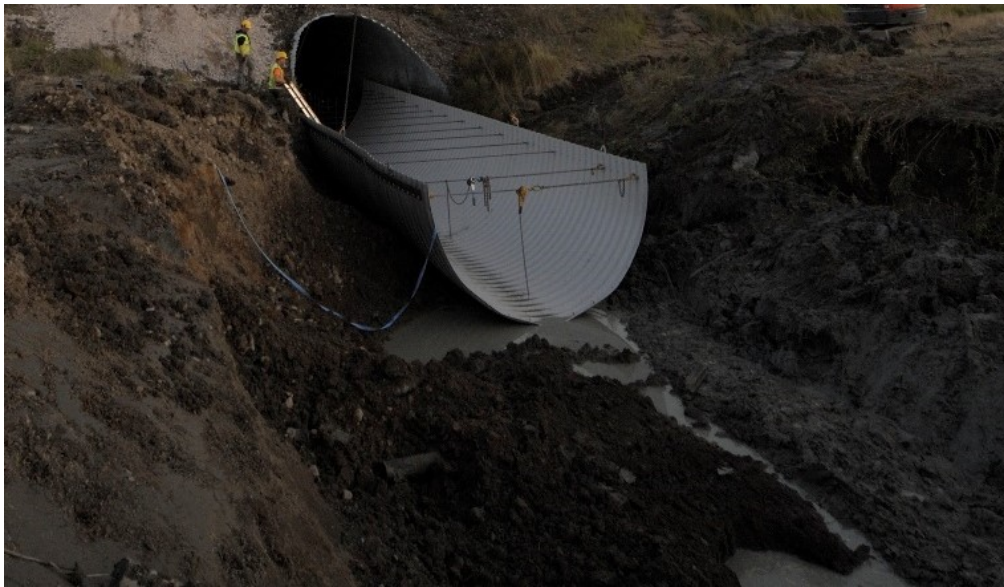


Kuva 11. Ympäristäyttö

Hietanan silta päädyttiin uusimaan korjaamisen sijasta pyöreärakenteisella putkella, koska sen katsottiin olevan edullisin vaihtoehto ja peitesyvyys oli vielä kohtuullinen kaivamista ajatellen. Vanha putki oli myös kohtuullisen pieni, jolloin korjausosa olisi pienentänyt putkea liian paljon. Oletettavaa oli myös, että vanhan putken ruosteraja olisi liian ylhäällä, jotta korjausosaa saataisiin hitsattua vanhaan putkeen niin, että voimat siirtyisivät uudelle puolipohjalle.

## 7 PUOLIPOHJAUS

Puolipohja valmistetaan putkisillan tavoin aallotetusta teräksestä ja sitä voisi kuvailla halkaistuksi putkeksi tai putken puolikkaaksi (kuva 12). Nykyään noin puolet puolipohjista valmistetaan tai leikataan kierresaumaputkesta ja puolet valmistetaan monilevyrakenteena suoraan puolipohjan muotoon sekä tarvittavaan kokoon. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)



Kuva 12. Puolipohja

Sujutusrakenteiden avulla pystytään korjaamaan tietä katkaisematta ikääntynyt ja vaurioitunut siltarakenne materiaalista ja muodosta riippumatta. Puolipohjausosa varustetaan tehtaalla vetokelkalla ja kiinnityselimillä. (Oy ViaCon Ab, 2021)

Puolipohjauksessa puolipohja sujutetaan vanhan putkisillan sisään (kuva 13) ja kiinnitetään vanhaan siltaan hitsattavilla kiinnikkeillä eli kiinnityselimillä. Vanhan putkisillan ja uuden puolipohjan väliin jäävä rako täytetään betonilla. Puolipohjaus ei automaattisesti sovellu kaikkiin kohteisiin ja vanhan putken soveltuvuus puolipohjaukseen tulee tutkia aina tapauskohtaisesti. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)



Kuva 13. Puolipohja sujutettuna (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

### 7.1 Työvaiheet

Putkisillan korjaaminen puolipohjauksella aloitetaan tarvittavien työstä kertovien liikennemerkkien paikoilleen asentamisella. Vaikka työ ei juurikaan häiritse liikennettä, tulee sillalla kuitenkin olla laskettu nopeusrajoitus ja työstä kertovat liikennemerkit.

Ennen sujutusta vanha siltarakenne painepestään ja poistetaan irtoava ruoste. Puolipohja sujutetaan vanhan putken sisään kaivinkoneella vetämällä puolipohjassa olevasta vetolenkistä. Kun puolipohja on saatu paikoilleen, kiinnitetään se hitsattavilla kiinnikkeillä kummaltakin sivulta vanhaan siltaan kiinni. Kiinnikkeitä asennetaan noin 50 cm välein, riippuen kuitenkin vaadittavista voimien siirrosta vanhasta rakenteesta uuteen. Uuden puolipohjan ja vanhan putken väliin valetaan betoni. Ennen betonivalua asennetaan holvituet (kuva 14) estämään puolipohjan nousua valusta aiheutuvasta paineesta johtuen. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)



Kuva 14. Holvituet asennettuna betonivalua varten

Valun jälkeen holvituet poistetaan ja tehdään maisemointityöt penkoille. Uutta päällystettä tai kaiteita ei vaadita, koska puolipohjaus säästää olemassa olevat asfaltin ja kaiteet.

## 7.2 Edut

Puolipohjauksen ollessa mahdollinen jää liikennehaitta vähäiseksi, koska liikenteen on mahdollista kulkea sillalla lähes normaalisti. Lyhyitä pysäytyksiä saattaa esiintyä työkonoiden käydessä tiealueella sekä puolipohjan saapuessa ja sen purkamisen yhteydessä. Ajonopeutta sillalla ja työalueella on usein madallettu. Olemassa olevat kaiteet ja päällyste säilyvät, eikä jälkipainumia näin ollen tule.

Putken syvyys tai jälkeinpäin rakennettu infra eivät myöskään aiheuta ongelmia, koska tierakennetta ei rikota eikä mitään kaiveta auki. Tilaa ei tarvita yhtä paljon kuin auki kaivamisessa, koska kaivuunmassoille ja murskeille ei tarvita varastointiin tilaa. Puolipohjaus mahdollistaa myös osissa tekemisen. Geo-olosuhteet eivät myöskään aiheuta yleensä ongelmia.

### 7.3 Haasteet

Puolipohjauksen yhteydessä laskennallinen padotuskorkeus nousee noin 5–8 cm ja laskennallinen virtausala supistuu. Tästä saattaa aiheutua haittaa maanomistajien kanalta matalilla seuduilla.

Haasteena on myös putken kunto. Korroosioalueen pitää olla maksimissaan klo 10 ja 14 tasolla, tuon tason yläpuolella pitää putken olla kunnossa ja sinkkien täysin ehjät. Putki ei saa olla sortumispisteessä, mutta pienet maksimissaan noin 30 cm pituustai-pumat sallitaan. Putken soveltuvuus korjaukseen tulee aina tutkia, mikä tuo rakennuttajakonsultille omat haasteensa.

### 7.4 Kustannukset

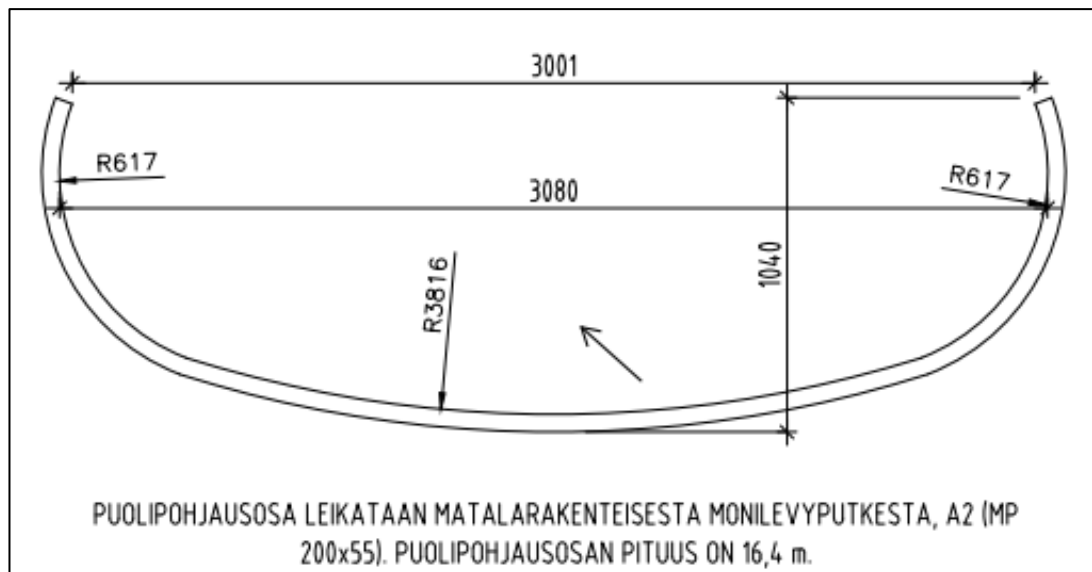
Puolipohjauksen kustannuksista karkeasti arvioiden puolet tulee korjausosista, kuten puolipohjauksesta ja kiinnityselimistä. Loput kustannukset muodostuvat työstä ja materiaaleista, kuten betonista.

### 7.5 Esimerkkikohde, Karisjärven silta

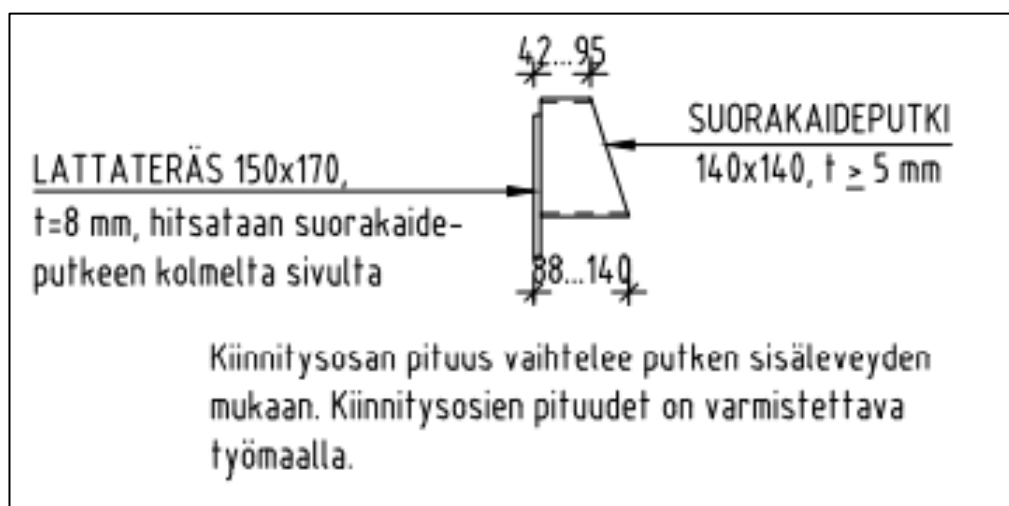
Lohjalla sijaitseva Karisjärven silta korjattiin puolipohjaamalla keväällä 2020. Koh-teessa vettä samentavat työt tuli suorittaa vähän veden aikana ja taimenen kutuajan ulkopuolella. Työalueen alapuolinen uoma ei saanut päästä kuivumaan hetkellisestikään mahdollisen padotuksen seurauksena. Siltapaikalla on ilmajohtoja.

Puolipohjana on ViaConin matalarakenteisesta monilevyputkesta tehty puolipohjaus-osa. Yläreunan sisäpuolinen leveys noin 3,0 metriä ja pituus 16,4 metriä (kuva 15). Kiinnitys tehdään ViaConin kehittämällä tavalla kiinnityselimillä (kuva 16). Vanhan putken ja puolipohjauksen välinen betonivalu tehdään notkistetulla betonilla C30/37 P20 (# 8 mm). Betonin on täytettävä kaikki välitilat.



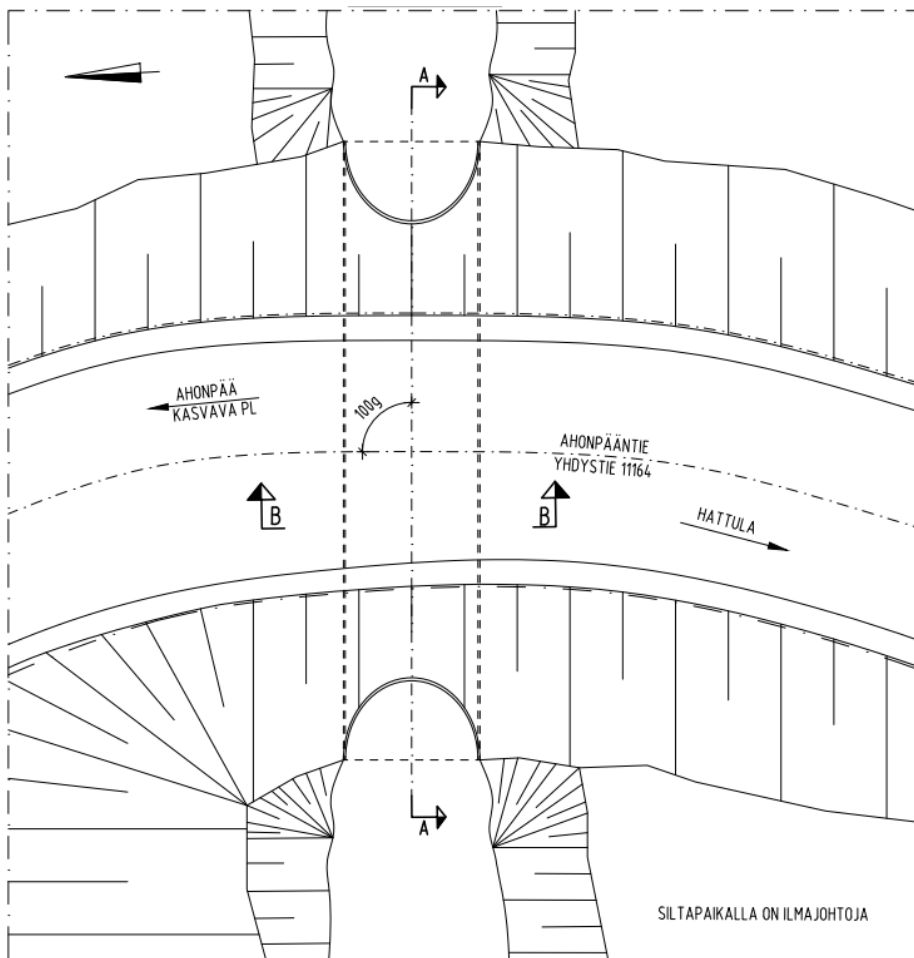


Kuva 15. Puolipohjausosa

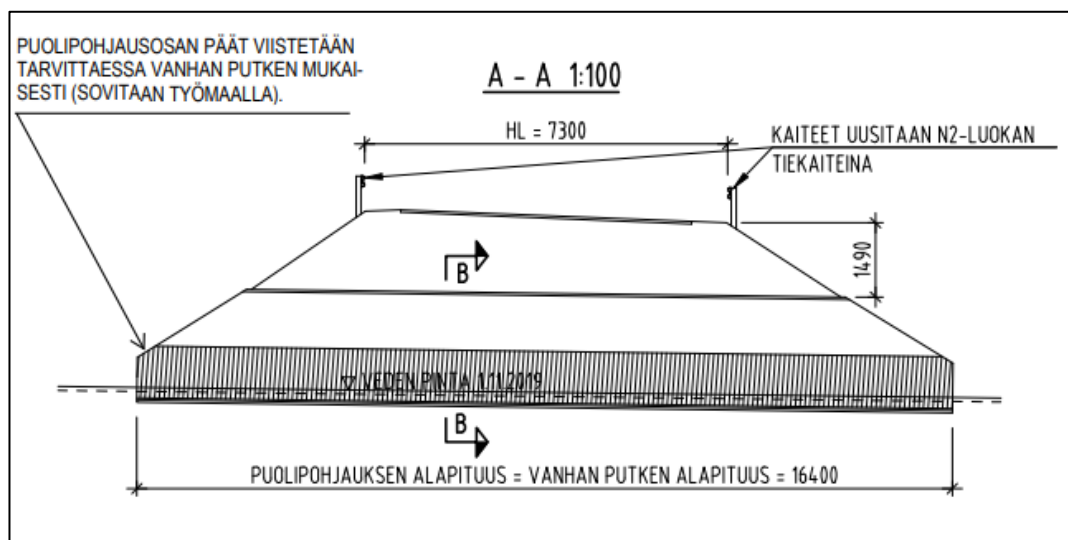


Kuva 16. Puolipohjan kiinnityselin

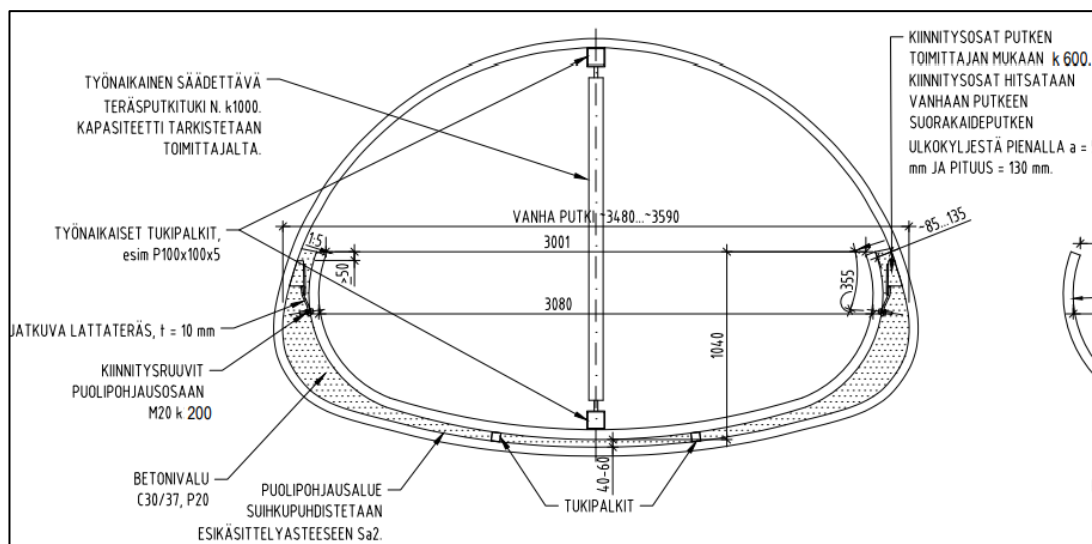
Asennus tehtiin kohteen korjauspiirustuksen (liite 2), toimittajan ohjeiden ja Silko 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen -ohjeen mukaisesti. Korjauspiirustukseen tässä kohteessa kuuluivat tasokuva (kuva 17), poikkileikkauskuvat A-A (kuva 18) ja B-B (kuva 19) sekä kuva kaiteiden pituudesta ja kiinnityselimestä.



Kuva 17. Tasokuva



Kuva 18. Poikkileikkauskuva A-A



Kuva 19. Poikkileikkauskuva B-B

Karisjärven silta päädyttiin korjaamaan puolipohjaamalla, koska vanha putkisilta oli virtauskapasiteetiltaan hyvä ja ruosteraja vain puolen metrin korkeudella pohjasta. Lisäksi silta sijaitsee hyvässä koskipaikassa, joten uoma ”tyhjenee” hyvin, eikä putken pienentäminen aiheuttaisi padotusta siltapaikalla. Vaikka korjausmenetelmä itsessään olisi säästänyt olemassa olevat kaiteet, ne kuitenkin uusittiin, koska vanhat olivat huonokuntoiset ja niihin oli törmätty paljon. Putkisiltauakoissa keskitytään putkien lisäksi myös yleisesti liikenneturvallisuuden parantamiseen.

## 8 TÄYSSUJUTUS

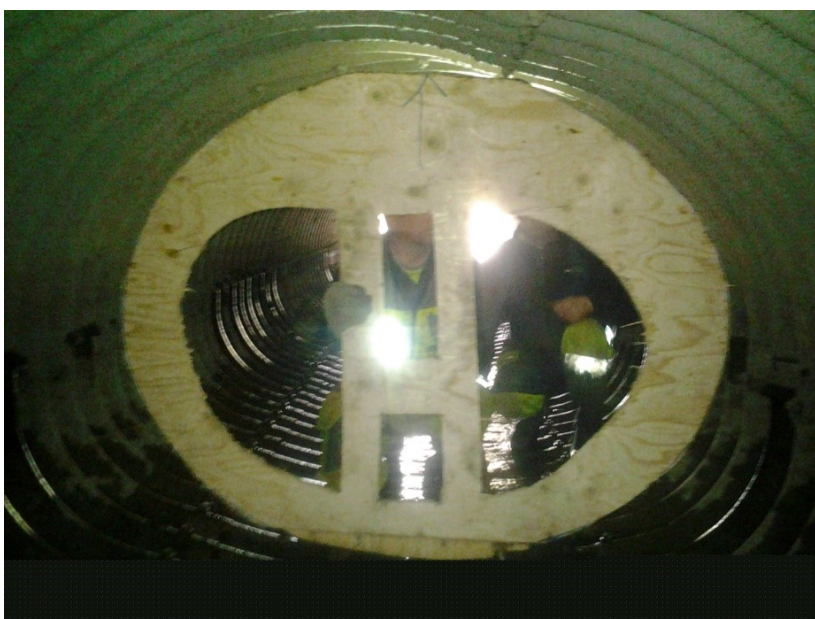
Täyssujutuksessa vanhaa putkisiltaa halkaisijaltaan hieman pienempi, uusi teräsputki sujutetaan vanhan putken sisään (kuva 20). Uuden ja vanhan putken väli täytetään betonilla ja täytön tulee olla niin tiivis, että uusi rakenne kestää liikenteestä ja maanpaineesta aiheutuvat kuormat. Sujutuskohteissa välitilan voi täyttää muillakin materiaaleilla kuin betonilla, esimerkiksi Leca-soralla, joka puhalletaan. Geobar Oy tekee puhallustäyttöjä myös kevyellä polymeeri -materiaalilla, jolle saadaan hyviä kantavuusarvoja. Nämä ovat kyllä selvästi kalliimpia vaihtoehtoja, mutta saattavat tulla kyseeseen erikoiskohteissa, esimerkiksi rautatierumpujen ja -putkisiltojen sujutustäytöissä.



Kuva 20. Täyssujutus

Puolipohjauksen tavoin täyssujutusrakenteen avulla voidaan korjata ikääntynyt ja vaurioitunut putkisilta tietä katkaisematta. Sujutusputki varustetaan tehtaalla vetokelkalla, betonikourulla ja nosteen vastaanottavilla rakenteilla. (Oy ViaCon Ab, 2021)

Täyssujutuksia tehdään nykyään enää harvemmin, koska puolipohjaus on järkevämpää, jos putken kunto sen sallii. Esimerkiksi Uudenmaan ELY:ssä on pohdittu, että suurille putkille puolipohjaus on hyvä vaihtoehto, jos ruosteraja on suotuisassa paikassa ja/tai putken peitesyvyys on suuri. Täyssujutuksessa suunnittelun lähtötiedoksi vanhan putken muoto on mitattava hyvin tarkasti putken koko pituudelta (kuva 21).



Kuva 21. Täyssujutuksen mittausta

Myös vanhan putken muoto saattaa joskus olla sellainen, että sopivaa sujutusputkea ei ole olemassa. Tällöin välitilan betonointiin menisi turhan paljon betonia, jolloin myös putken paino lisääntyy huomattavasti. Tämä saattaa aiheuttaa mahdollista painumaongelmaa myöhemmin.

### 8.1 Työvaiheet

Täyssujutus tehdään hyvin paljon samalla tavalla kuin puolipohjaus, sujutettavana ei vain ole puolikas vaan kokonainen hieman vanhaa putkea pienempi putki. Valmistelvat työt, kuten liikennemerkkit ja pesu suoritetaan kuten puolipohjauksessa. Uusi putki sujutetaan vanhan sisään nosturia tai kaivinkonetta apuna käyttäen, riippuen sujutettavan putken koosta. (Tiehallinto, siltatekniikka, 2006)

Vanhan ja uuden putken väliin valetaan betoni. Ennen valua asennetaan holvituet, kuten puolipohjauksessa. Valun jälkeen holvituet poistetaan ja suoritetaan maisemointityöt. Myöskään tämä korjausmenetelmä ei riko olemassa olevia päällystettä ja kaiteita, joten niitä ei tarvitse uusia.

### 8.2 Edut

Täyssujutuksella saadaan uuteen vaihdon tavoin täysin uusi rakenne huomattavasti vähäisemmällä liikennehaitalla. Puolipohjauksen tavoin sujutus aiheuttaa liikenteelle vain hetkittäistä haittaa. Myös olemassa oleva päällyste ja kaiteet säilyvät.

Jälkeenpäin rakennettu infra ei aiheuta yleensä ongelmia. Syvyys ei aiheuta ongelmia ja tilankäyttö on vähäinen sekä osissa tekeminen mahdollista. Päällystettä tai kaiteita ei tarvitse uusia, joten jälkipainumilta säästyään. Geo-olosuhteet eivät myöskään aiheuta ongelmia.

### 8.3 Haasteet

Puolipohjauksen tavoin täyssujutus nostaa laskennallista padotuskorkeutta. Laskennallinen virtausala pienenee puolipohjausta enemmän ja saattaa joissakin tapauksissa

jättää täyssujutuksen korjausmahdollisuuksien ulkopuolelle. Puolipohjauksen tavoin putken soveltuvuus korjaukseen tulee tutkia tapauskohtaisesti ja putki ei saa olla sortumispisteessä, mutta pienehköt pituustaipumat sallitaan.

Sujutuksissa kannattaa huomioida myös, että betonointi lisää putken painoa. Toki painonlisäys neliometriä kohden on aika vähäistä, jos sujutusputki ”täyttää” hyvin vanhan putken. Betonoinnin aiheuttamaa painonlisäystä kannattaa miettiä tarkemmin kohteissa, joissa putki on vuosien saatossa ja vielä lähiaikoinakin painunut ja päällystettä on jouduttu korjaamaan tai tasaamaan useamman kerran. Painumat ilmenevät yleensä rakentamisen jälkeisinä vuosina, kun pohjamaa tiivistyy rakennetun putken alla. Korjauskohde, jonka vanha putki on 40–50 vuotta vanha, on maaperä jo tiivistynyt, eikä sen suhteen painumat enää jatku.

#### 8.4 Kustannukset

Karkeasti arvioiden täyssujutuksen kustannuksista puolet muodostuu putkesta ja sujutusosista. Loput kustannukset muodostuvat työstä ja materiaaleista, kuten betonista.

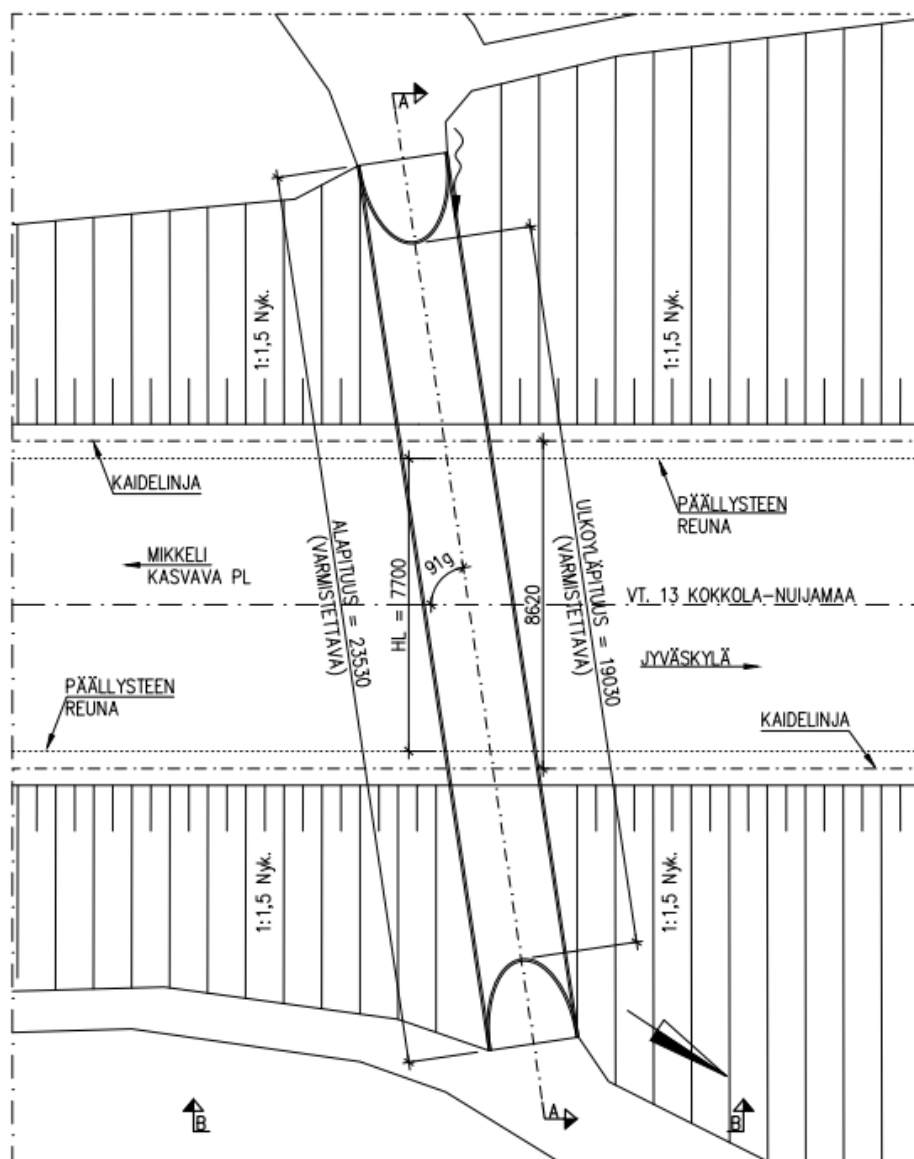
#### 8.5 Esimerkkikohde, Haukkasuon silta

Toivakassa valtatiellä 13 sijaitseva Haukkasuon silta korjattiin vuonna 2021. Koska olemassa olevan putken muodonmuutokset olivat todennäköisiä, piti urakoitsijan ottaa putki tyhjäksi, puhdistaa se ja lopullisten mittojen selvittämiseksi tehdä riittävän tarkka tarkemittaus yhdessä uuden putken toimittajan kanssa. Vanhassa putkessa todettiin olevan lietettä ja maata noin 0,7–0,8 metriä. Korjaustyö piti tehdä kuivatyönä.

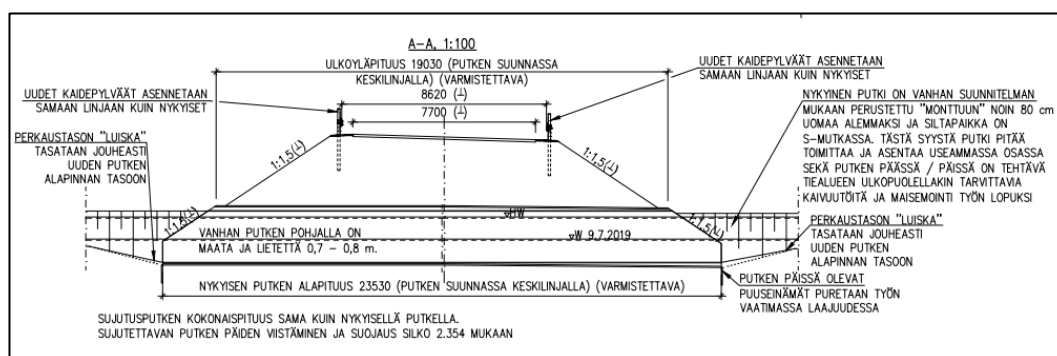
Uusi putki on monilevyrakenteinen pystyelliptinen putki, jonka sisäleveys on noin 1,92 metriä ja sisäkorkeus noin 2,15 metriä. Tehtaalta kootulta putkelta vaaditaan CE-merkintä. Vanhan putken ja uuden putken välinen betonivalu tehdään notkistetulla betonilla C30/37 P20 (# 8 mm). Betonin on täytettävä kaikki välitilat.

Asennus tehtiin kohteen korjauspiirustuksen (liite 3), toimittajan ohjeiden ja Silko 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen -ohjeen mukaisesti. Korjauspiirustukseen tässä

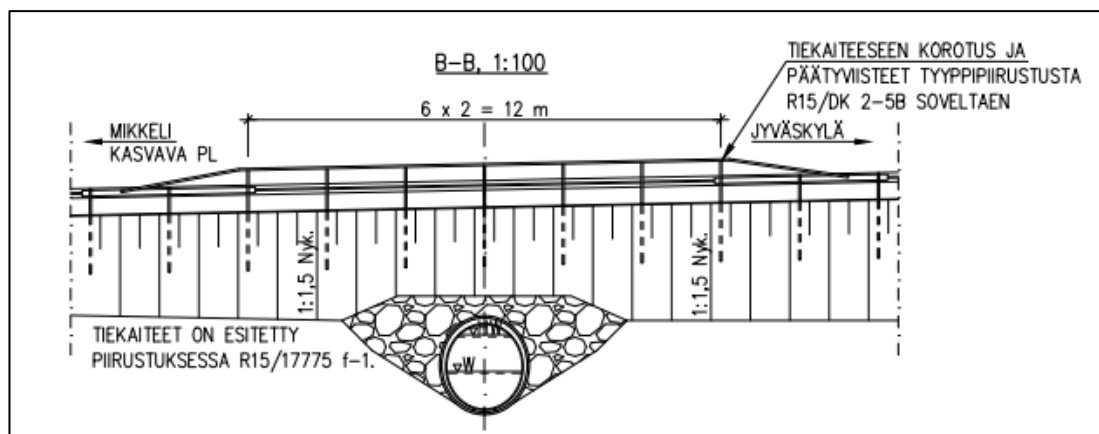
kohteessa kuuluivat tasokuva (kuva 22), poikkileikkauskuvat A-A (kuva 23), B-B 1:100 (kuva 24) ja B-B 1:20 (kuva 25).



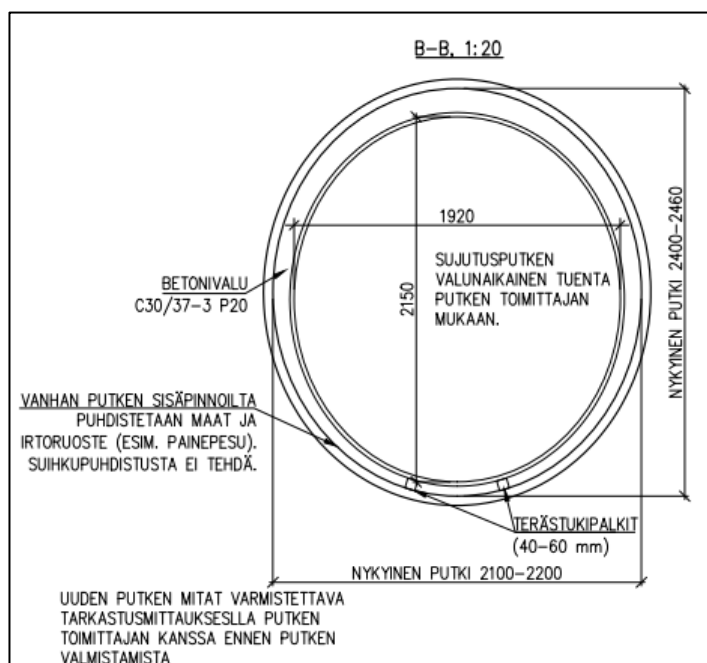
Kuva 22. Tasokuva



Kuva 23. Poikkileikkaus A-A



Kuva 24. Poikkileikkaus B-B 1:100



Kuva 25. Poikkileikkaus B-B 1:20

Silta päädyttiin korjaamaan, koska se sijaitsee valtatiellä 13, joten liikennettä ei voinut katkaista. Lisäksi peitesyvyys oli yli kolme metriä, joten kiertotien rakentaminen silta-apaikalle olisi maksanut paljon. Vanha putki oli kuitenkin niin huonokuntoinen, että puolipohjaus ei tullut kysymykseen. Vaikka tässäkin kohteessa itse korjausmenetelmä olisi säästänyt vanhat tiekaiteet, uusittiin ne kuitenkin putkisiltaurakan yhteydessä, koska ne eivät olleet nykyisten määräysten mukaiset.



## 9 TAKUU

Rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa (YSE 1998) määritetään takuuajan ja urakoitsijan vastuuajan pituus, jos urakka-aineistossa ei ole muuta erikseen sovittu. Jos muuta ei ole sovittu, on takuu aika yleensä kaksi vuotta. Esimerkiksi Väylävirasto käyttää kuitenkin yleensä pidennettyä viiden vuoden takuu aikaa teräsrakenteiden pintakäsittelylle. (Aalto, 2020)

Putkisillan materiaalilla ja kokoonpanotyöllä on yhden vuoden takuu aika sekä pinnoitteella viiden vuoden takuu aika. Takuu aika alkaa tuotteen toimituspäivästä. (Oy ViaCon Ab, 2016)

Putkisiltaurakoissa on normaalisti kahden vuoden takuu aika.

Valtio tukee yleensä yksityistiekuntia silloissa 75 % ja loppu 25 % jää yksityistiekunnan maksettavaksi. Mikäli kustannukset vaihtoehtoisilla korjaustavoilla jäävät kustannusarvion jälkeen esimerkiksi 70 % uusimiseen verrattuna, kannattaa ehdottomasti harkita korjaamista uusimisen sijaan.

## 10 YHTEENVETO

Teräspuutkisillan vaihtaminen uuteen ei ole ainut korjausvaihtoehto, eikä se myöskään ole aina järkevin vaihtoehto. Uusimista ja korjaamista mietittäessä tulee ottaa kustannusten lisäksi huomioon useita eri asioita. Putkisillan elinkaaren aikana putkisillan ympäristöön on saattanut tulla muutoksia esimerkiksi maakaapeleiden ja valokuitujen yleistyessä. Myös liikennemäärät ovat saattaneet muuttua ja näin ollen liikenteen sujuvuus on huomioitava ja varmistettava.

Korjausvaihtoehtoja kannattaa ehdottomasti ainakin harkita, jos korjaaminen on mahdollista. Korjaamalla säästytään liikenteen katkaisulta ja muun muassa

painumakohdilta korjatussa kohdassa tierakennetta. Korjaamalla saatetaan päästä myös huomattavasti halvemmalla, mutta saada kuitenkin 50 vuotta lisää käyttöikää putkisillalle.

## LÄHTEET

- Aalto, O.-P. (2020). *Infrarakentamisen laatu*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Aitta, S. (2006). *RIL 165-2 Liikenne ja väylät II*. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
- Liikenneviraston ohjeita 10/2014. (25. helmikuuta 2014). *Teräsputkisillat suunnitteluohje 25.2.2014*. Haettu 23. huhtikuuta 2022 osoitteesta Väyläviraston internetsivut: [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)
- Liikenneviraston ohjeita 5/2016. (9. maaliskuuta 2016). *Teräsputkisiltojen toteutusohje*. Haettu 23. huhtikuuta 2022 osoitteesta Väyläviraston internetsivut: [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)
- Oy ViaCon Ab. (tammikuu 2016). Oy ViaCon Ab:n yleiset takuuehdot 1/2016.
- Oy ViaCon Ab. (joulukuu 2021). *Korjausrakentaminen 12-21*. Haettu 2. huhtikuuta 2022 osoitteesta ViaConin internetsivut: [www.viacon.fi](http://www.viacon.fi)
- Oy ViaCon ab. (8. huhtikuuta 2021). *RPA Kierresaumattu ja madallettu putkisilta*. Haettu 25. maaliskuuta 2022 osoitteesta ViaConin internetsivut: [www.viacon.fi](http://www.viacon.fi)
- Rakennustietosäätiö RTS. (2010). *InfraRYL 2010 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, osa 1 väylät ja alueet*. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rumtec Oy. (18. syyskuuta 2013). *Teräsputket*. Haettu 5. maaliskuuta 2022 osoitteesta ViaConin internetsivut.
- Tiehallinto, siltatekniikka. (kesäkuu 2006). *Silko 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen*. Haettu 23. huhtikuuta 2022 osoitteesta Väyläviraston internetsivut: [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)
- ViaConin internetsivut*. Haettu 25. helmikuuta 2022 osoitteesta <https://www.viacon.fi/tuote/monilevyrakenne/>
- Väylävirasto. (1. tammikuuta 2020). *Väyläviraston sillat 1.1.2020*. Haettu 2. huhtikuuta 2022 osoitteesta Väyläviraston internetsivut: [www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)
- YITn internetsivut*. Haettu 15. huhtikuuta 2022 osoitteesta <https://www.yit.fi/infra/maarakennus/tuetut-rakennuskaiivannot>