



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
64/2023

SILKO 2.341

Teräsputkisillan korjaaminen (sisältö
vastaa versiota 12/06)

siltojen
SILKO
korjaus

2



Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7882/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	SILKO 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen (12/06)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjryhmät
teräsputkisillat, teräsrakenteet	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 2.341 Teräsputkisillan korjaaminen (sisältö vastaa versiota 12/06)

Tässä ohjepäivityksessä on täsmennetty Väyläviraston roolia. Sisällöllisesti ohje on muuttumaton. Väylävirasto ei toimi ohjeessa mainittujen tuotteiden hyväksyjänä, vaan Väylävirasto tilaajana asettaa tuotteille vaatimuksia ja arvioi tuotteiden vaatimustenmukaisuuden.

Teksti:

- Tiehallinto, Siltatekniikka 2006

Konsultti:

- Tieliikelaitos

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö	Minna Torkkeli
Rautatiejohtaja	Jukka Ronni
Tieliikennejohtaja	Jarmo Joutsensaari
Asiantuntija, sillat	Jari Nikki

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteys henkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

LISÄTIETOJA

Jari Nikki

Väylävirasto

www.vayla.fi

PL 33, 00521 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

etunimi.sukunimi@vayla.fi

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Faksi 0295 34 3700

kirjaamo@vayla.fi

Sisällys

1	VAURIO JA KORJAUSTARVE.....	5
2	KORJAAMISEN EDELLYTYKSET JA KORJAUSMENETELMÄT.....	6
2.1	YLEISET EDELLYTYKSET.....	6
2.2	SUJUTUSMENETELMÄ.....	6
2.3	PUTKEN ALAOSAN UUSIMINEN.....	7
2.4	RUISKUBETONOINTI.....	8
3	LAATUVAATIMUKSET.....	8
3.1	KORJATTAVAN PINNAN ESIKÄSITTELY.....	9
3.2	TERÄSOSAT.....	9
3.3	BETONOINTI.....	10
3.4	RUISKUBETONOINTI.....	10
4	TYÖVAIHEVAATIMUKSET.....	11
4.1	SUUNNITTELU.....	11
4.2	VALMISTELEVAT TYÖT.....	12
4.3	ALUSTAVAT JA ESIKÄSITTELYTYÖT.....	13
4.4	SUJUTUSMENETELMÄ.....	13
4.5	PUTKEN ALAOSAN UUSIMINEN.....	14
4.6	RUISKUBETONOINTI.....	15
5	LAADUNVARMISTUS.....	16
5.1	TERÄSOSAT.....	17
5.2	BETONOINTI.....	17
5.3	RUISKUBETONOINTI.....	17
5.4	LAATURAPORTTI.....	18
6	VIIMEISTELYTYÖT.....	18
7	TYÖTURVALLISUUS.....	19
8	TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....	19

1 Vaurio ja korjaustarve

Teräsputkisillan yleisimpiä vauriotyyppejä ovat ruostuminen, taipuma ja sinkkipinnoitteen paikalliset vauriot.

Vesistöisilloissa pahimmat ruostevauriot ovat vedenpinnan vaihtelualueella ja sen alapuolella, kun taas putken yläosa on yleensä melko hyvässä kunnossa. Ruostuminen alkaa virtauksen tai happaman veden kulutettua suojaavan sinkkipinnoitteen pois.

Alikulkukäytävissä ruostuminen alkaa useimmiten mekaanisten kolhujen aiheuttamista sinkkipinnoitteen vaurioista tai sinkin syöpyessä maanrajasta.

Teräsputken taipumisen syynä on yleensä perustuksen painuminen, ei putken rakenteellinen heikkous.

Teräsputkisillan korjaamisen pääasiallisena tavoitteena on sillan käyttöä jatkaminen.

Sinkkipinnoitteen paikalliset vauriot ja vähäiset ruostevauriot korjataan paikkausmaalauksella tai lisäsuojauksella.

Tässä ohjeessa esitetyt korjausmenetelmät – sujutusmenetelmä, putken alaosan uusiminen ja ruiskubetonointi – voivat tulla kyseeseen vesistöisillan uusimisen vaihtoehtona pääsääntöisesti silloin, kun ruostevauriot ovat edenneet Väyläviraston *Sillantarkastuskäsikirjan* mukaiseen vaurioluokkaan 3.



Kuva 1. Pahoin ruostunut teräsputkisilta (vaurioluokka 3)



Kuva 2. Teräsputken vaurioluokitus tarkistetaan lopulliseksi piikitestin perusteella (vaurioluokka 4)

2 Korjaamisen edellytykset ja korjausmenetelmät

2.1 Yleiset edellytykset

Korjatun rakenteen on täytettävä asetetut aukko vaatimukset ja mahdollistettava veden esteetön virtaus putken läpi. Aukko vaatimuksesta on hankittava alueellisen ympäristökeskuksen lausunto korjaustyön suunnitteluvaiheen lähtötiedoksi.

Korjaustoimenpiteen kannattavuus selvitetään suunnitteluvaiheessa vaihtoehtoisten korjausmenetelmien ja sillan uusimisen kustannuksia vertailemalla. Korjatunkin rakenteen tulee aina täyttää putkisillalle asetetut kantavuusvaatimukset. Vertailussa on otettava huomioon myös liikenteelle aiheutuvat haitat sekä kullekin menetelmälle saavutettavaksi asetettu korjatun putken tavoiteikä.

Korjatussa rakenteessa ei saa tavoiteikänsä aikana esiintyä normaalia kulumista ja ikääntymistä merkittävämpiä vaurioita.

Jos teräsputkisillan vapaa-aukko on pienempi kuin 3 m, peitesyvyys pienempi kuin 1,5 m ja tien liikennemäärä on pienehkö, korjaaminen ei yleensä ole kannattavaa vaan putki käytetään loppuun ja uusitaan. Hallittu loppuikä edellyttää pahoin syöpyneen sillan kantavuuslaskentaa ja uusimisajankohdan määrittämistä.

2.2 Sujutusmenetelmä

Sujutusmenetelmällä tarkoitetaan teräsputkisillan korjausmenetelmää, jossa vanhan teräsputken sisään vedetään uusi teräsputki. Vanhan rakenteen ja uuden putken välinen tila täytetään korroosiota ehkäisevällä materiaalilla, yleensä betonilla. Uuden ja vanhan putken välisen täytön tulee olla niin tiivis,

että uusi rakenne kestää putkelle liikenteestä ja maanpaineesta syntyvät kuormat. Jos putkessa on huomattavaa taipumaa tai muita muodonmuutoksia, sujutusmenetelmää ei voida käyttää.

Sujutusmenetelmällä korjatun teräsputken tavoiteikä on 50 vuotta.



Kuva 3. Uusi teräsputki sujutetaan vanhan putken sisään

2.3 Putken alaosan uusiminen

Teräsputkisillan alaosan uusimisen tavoitteena on rakenteen alentuneen kantavuuden palauttaminen ja sillan käyttöä jatkaminen kiinnittämällä teräsputken alaosaan uudet teräslevyt. Vanhan ruosteisen rakenteen ja uuden korjausosan välinen tila täytetään korroosiota ehkäisevällä materiaalilla, yleensä betonilla. Korjausmenetelmää voidaan käyttää, kun ruostunut osa on enintään puolet putken korkeudesta. Putken vaurioitumisaste ei saa kuitenkaan olla niin vakava, ettei korjausosaa saataisi kiinnitettyä riittävän luotettavasti vanhaan rakenteeseen.

Rakenteellisessa korjauksessa uusi ja vanha teräsrakenne kiinnitetään toisiinsa yksityiskohtaisesti suunnitelluilla kiinnityselimillä siten, että yhdistetty rakenne toimii liittorakenteena ja kestää putkelle liikenteestä, maanpaineesta ja pengermateriaalin painosta syntyvät kuormat. Näin korjatun teräsputken tavoiteikä on 50 vuotta.

Verhoustyypisessä korjauksessa pyritään vain käyttöä jatkamiseen, jolloin uusien levyjen kiinnitys suunnitellaan kestäväksi vain vanhan putken ja uusien levyjen välisen tilan betonoinnin valupaine. Näin korjatun teräsputken tavoiteikä on 25 vuotta.



Kuva 4. Uudet teräslevyt kiinnitetään yläosastaan vanhan putken reunoihin

2.4 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonoinnin tavoitteena on ruostumisen pysäyttäminen tai merkittävä hidastaminen ja siten putkisillan käyttöä jatkaminen betonoimalla putken alaosa sisäpuolelta. Korjausmenetelmää voidaan käyttää, kun ruostunut osa on enintään puolet putken korkeudesta. Putken vaurioitumisaste ei saa kuitenkaan olla niin vakava, että ruiskubetonoinnin raudoitusta ei saada kiinnitettyä riittävän luotettavasti vanhaan rakenteeseen tai että syöpyvät aiheuttavat putken kantavuuden alenemista.

Ruiskubetonoinnilla korjatun teräsputken tavoiteikä on 15 vuotta.



Kuva 5. Ruiskubetonoinnilla suojattu teräsputkisilta

3 Laatuvaatimukset

Teräsputkisillan korjaamisesta on laadittava suunnitelma, joka on hyväksyttävä tilaajalla. Suunnitelman sisältö on esitetty kohdassa [4.1 Suunnittelu](#).

Korjaustyössä noudatetaan tämän ohjeen lisäksi tekstissä mainittuja SYL- ja SILKO-ohjeita sekä soveltuvien osien kohdassa [8 Täydentävät ohjeet](#) mainittuja muita täydentäviä ohjeita ja laatuvaatimuksia.

Korjaustyöstä on laadittava laaturaportti, jonka sisältö on esitetty kohdassa [5.4 Laaturaportti](#).

Sillan korjaustiedot ja korjauksen aiheuttamat perustietojen muutokset on kirjattava ja luovutettava tilaajalle siltarekisteritietojen päivittämistä varten.

3.1 Korjattavan pinnan esikäsittely

Korjattavat pinnat on suihkupuhdistettava esikäsittelyasteeseen Sa2, kun korjausmenetelmänä on ruiskubetonointi tai putken alaosan uusiminen rakenteellisena korjauksena.

Sujutusmenetelmää tai alaosan verhoustyyppistä korjaamista käytettäessä suihkupuhdistus ei ole välttämätön, mutta irtonainen lika ja ruoste on poistettava.

3.2 Teräsosat

Teräslevyjen on täytettävä standardin SFS-EN 10025 luokan S235 JR tai S275 JR vaatimukset tai standardin SFS-EN 10113 luokan 275 N vaatimukset.

Kiinnitykseen käytettävien ruuvien on oltava kuumasinkittyjä ja myötölujuuden on oltava ≥ 320 N/mm². Kuumasinkityksen tulee täyttää standardin SFS-EN ISO 1461 mukaiset vaatimukset. Hitsaamalla kiinnitettävien kiinnityselinten hitsausluokka on B (SFS-EN 25827).

Korjausosan tyyppi ja koko on suunniteltava vanhan rakenteen perusteella. Levyvahvuus on määritettävä ohjeen *Teräsputkisillat – Suunnitteluohje* mukaan, kun korjatulle teräsputkelle asetettu tavoiteikä on 50 vuotta.

Sujutukseen käytettävien vetojalasten ja vetosankojen, työn aikaiseen tuentaan käytettävien teräsosien ja korjausosan ankkurointiin käytettävien kiinnityselinten teräslajin tulee olla S235JRG2. Tuentaperiaate on hyväksyttävä tilaajalla.

Putken alaosaa rakenteellisella korjauksella uusittaessa teräslevyjen kiinnitys on suunniteltava yksityiskohtaisesti sellaiseksi, että vanha ja uusi rakenne saadaan toimimaan yhdessä liittorakenteena ja korjauksen tavoiteikä (50 v) siten saavutetaan. Suunnitelmassa on esitettävä myös kiinnityselinten korroosiosuojaus. Kiinnityksiperiaate on hyväksyttävä tilaajalla. Tarvittaessa kiinnityksen toimivuus on osoitettava laskelmilla tai muulla hyväksyttävällä menetelmällä, esimerkiksi koekuormituksella.

Putken alaosan verhoustyyppisessä korjauksessa levypaksuus on määritettävä siten, että se on tavoitekäyttöiän (25 v) jälkeen vähintään 1,5 mm. Korjausosan on ulotuttava vähintään 100 mm pahoin ruostuneen pinnan yläpuolelle siten, että sekä kiinnityselinten etäisyys pahoin ruostuneesta alueesta että kiinnityselinten suojaava betonipeite on vähintään 50 mm.

Sujutettavan putken ja putken alaosan korjausosan etäisyyden vanhasta rakenteesta tulee olla vähintään 40 mm tai kaksi kertaa välin täyttöön käytettävän betonin kiviaineksen suurin raekoko.

Teräksisen korjausosan sisäpinnan lisäsuojaus tehdään ohjeen *Teräsputkisillat – Suunnitteluohje* mukaan.

3.3 Betonointi

Jos korjattavan putken pohjalle tehdään valittujen työmenetelmien edellyttämä tasausvalu, se on tehtävä betonilla K30/P20 tai Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävällä vakiobetonilla (*SILKO 3.211 Korjausbetonit*). Tasausvalun paksuuden on oltava putken keskilinjalla noin 50 mm profiilin sisäpinnasta mitattuna. Valun paksuus putken päissä saa poiketa suunnitelmakorkeudesta enintään 20 mm. Tasausvalun paksuus voi vaihdella jonkin verran vanhan putken mahdollisista muodonmuutoksista johtuen.

Sujutusmenetelmässä ja putken alaosan uusimisessa uuden ja vanhan rakenteen välisen tilan täyttämiseen käytettävän betonin laatuvaatimus on K30/P20. Tarvittaessa käytetään notkistavaa lisäainetta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävää vakiobetonია (*SILKO 3.211 Korjausbetonit*) tai itseivivistyvää betonia tuotekohtaisia ohjeita noudattaen.

Betonin on täytettävä levyjen välinen tyhjätila kauttaaltaan. Jälkihoito suoritetaan soveltuvin osin SYL 3 kohdan 3.4.4.6 mukaisesti. Lämpötilan on oltava koko jälkihoidon ajan vähintään +5 °C. Korkeita lämpötiloja tulee välttää kutistumishalkeiluriskin minimoimiseksi.

Muun aineen kuin betonin käytölle täyttömateriaalina tulee saada tilaajan hyväksyntä.

3.4 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin puristuslujuuden on oltava vähintään K35 ja pakkasenkestävyyden P30. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävää vakioruiskubetonია (*SILKO 3.211 Korjausbetonit*) tuotekohtaisia ohjeita noudattaen. Ruiskubetonissa tulee käyttää polymeerikuituja.

Ruiskubetonin raudoituksena on käytettävä riittävän tiheää rauditusverkkoa, jonka teräskoko on 5–6 mm ja silmäkoko 150–300 mm. Rauditusverkon teräslaadun tulee olla A500HW. Rauditus kiinnitetään vanhaan rakenteeseen korjaussuunnitelman mukaisesti putken kiinnitysruuveihin hitsattuihin tartuntateräksiin ja teräsputkeen ruuveilla kiinnitettyihin muovivälikkeisiin. Tartuntaterästen paikat ja määrä on suunniteltava niin, että ruiskubetonin tartunta on riittävä.

Ruiskubetonoinnin korkeus on määritettävä korjaussuunnitelmassa. Ruiskubetonin on ulotuttava putken reunoilla vähintään 100 mm pahoin ruostuneen pinnan yläpuolelle.

Raudoitusta suojaavan betonipeitteen on oltava vähintään 35 mm. Betonipeite ei saa missään kohdassa alittaa suunnitelmassa määritettyä arvoa enemmän kuin 5 mm, alituksen hylkäysraja on 10 mm.

Tartuntalujuusvaatimus on, että vasaralla koputtelemalla tehtävässä laaduntarkastuksessa ei saa ilmetä merkkejä puutteellisesta tartuntalujuudesta. Jos huonoa tartuntaa on syytä epäillä, on tehtävä vähintään kolme tartuntavetokoetta, jolloin tartuntalujuusvaatimus on 1,5 N/mm².

Jälkihoito on suoritettava SYL 3 kohdan 3.4.8.5 mukaisesti sekä materiaalin valmistajan ohjeita noudattaen. Vesisumutus on suositeltavin jälkihoitomenetelmä ja se on aloitettava heti, kun pinta kestää. Jälkihoitoaineita saa käyttää vain pintakerroksen osalla, ja niiden on täytettävä Väyläviraston laatuvaatimukset. Pintoja on jälkihoidettava vähintään 7 vuorokautta.

Jos pintahalkeamia syntyy ($\leq 0,2$ mm), ne on korjattava tiivistämällä tai pinnoittamalla. Suuremmat halkeamat ($> 0,2$ mm) on injektoitava.

Lämpötilan on oltava sekä ruiskutettaessa että koko jälkihoidon ajan vähintään +5 °C. Korkeita lämpötiloja tulee välttää kutistumishalkeiluriskin minimoimiseksi.

4 Työvaihevaatimukset

4.1 Suunnittelu

Korjauksen suunnittelun tulee perustua riittävän tihein välimatkoin tehtyihin vanhan putken poikkileikkausmittauksiin (putken korkeus, leveys ja muoto). Suunnitteluvaiheessa selvitetään myös, onko putkessa katodinen suojaus, joka on purettava ennen korjaustöiden aloittamista. Suunnittelija laatii siltakohtaisen korjauspiirustuksen, jossa esitetään seuraavat asiat:

- sillan pituusleikkaus
- sillan poikkileikkaus
- sillan tasokuva
- nykyisen teräsputken ominaistiedot
- uuden teräsputken ominaistiedot
- detaljikuvat periaateratkaisuista, esimerkiksi
 - mahdollisen tasausvalun taso
 - työn aikainen tuenta
 - kiinnitykset
 - ruiskubetonin korkeus ja rauditus jne.

Korjauspiirustus liitetään urakoitsijan laatimaan työ- ja laatusuunnitelmaan. Korjaustyön valmistuttua mahdolliset muutokset on päivitettävä piirustukseen ennen suunnitelman arkistointia.

Mikäli siltaa ruiskubetonoidaan tai sen alaosa uusitaan verhoustyypisellä korjauksella, korjaussuunnitelmaan tulee sisältyä sillan kantavuuslaskelmat ottaen huomioon myös liitosten mitoitus, osien välinen tartunta ja korjatun rakenteen tavoitekäyttöikä. Kantavuuslaskelmien tarkoituksena on selvittää, onko rakenteen kantavuus riittävä jo tapahtuneen ruustumisen ja jäljellä olevan käyttöiän aikana tapahtuvien muutosten jälkeen.

Siltakohtaiset laatuvaatimukset on laadittava niille rakenteille ja materiaaleille, joiden laatuvaatimuksia ei ole esitetty tässä ohjeessa.

4.2 Valmistelevat työt

Ennen korjaustöitä on tehtävä seuraavat toimenpiteet:

- Selvitetään mahdollisten kaapeleiden, johtojen ja putkien sijainti.
- Ilmoitetaan asianosaisille maanomistajille putken puhdistamisesta ja uoman patotöistä mahdollisesti aiheutuvista haitoista.
- Suihkupuhdistus- ja muiden jätteiden talteenottoon varaudutaan ohjeessa *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* esitettyjen vaatimusten mukaisesti.
- Liikenteen järjestely hoidetaan ohjeen *Liikenne tietyömaalla - Tienrakennustyömaat* mukaan. Nopeusrajoituksen asettamista varten tarvitaan tieviranomaisen antama nopeusrajoituspäätös.

Urakoitsijan on laadittava ennen töiden aloittamista yhdistetty työ- ja laatusuunnitelma, jossa esitetään korjauspiirustuksen lisäksi seuraavat asiat:

1. Yleiset tiedot

- hankkeen työ- ja laadunvalvontaorganisaatio: henkilöt, vastuu, toimivalta ja tehtävät
- työmäärien tarkistus
- laaduntarkastuksissa käytettävä kalusto
- työturvallisuus- ja ympäristönsuojelutoimet
- johdot ja kaapelit
- lupien hankinta
- maanomistajille tiedottaminen

2. Työsuunnitelma

- työkapasiteetit ja aikataulu
- sujutus suunnitelma
- betonin (ja ruiskubetonin) tuoteseloste
- betonointisuunnitelma (ja ruiskutusmenetelmä) ja jälkihoito
- uuden rakenteen tukeminen ja ankkurointi vanhaan teräsputkeen
- työalueen suojaaminen
- uoman patoaminen ja sen vaikutukset vesistöön
- veden pumppaus tai johtaminen työalueen ohi
- teline- ja muottirakenteet
- valmiin pinnan käsittely ja suojaus

3. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- olosuhdemittaukset
- ennakkokoe ja kelpoisuuskokeet
- ainemenekkien seuranta
- mittaus- ja tarkastusvälineiden säätö työn aikana
- kaluston kunto ja varakalusto

- vedenpinnan korkeusmittaukset tarvittaessa

4. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

- ainestodistukset
- betonointipöytäkirjat
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus.

Työ- ja laatusuunnitelman lähtötietoina ovat tilaajan toimittamat tiedot korjattavasta teräsputkesta, kuten

- suunnitelmapiirustukset
- sillan ominaistiedot
- sillan kunto ja mittaustiedot
- veden korkeus- ja virtaamatiedot
- ympäristökeskuksen lausunnot.

4.3 Alustavat ja esikäsittelytyöt

Työskentelytasojen ja sujutusalueen kaivutöissä noudatetaan ohjetta *TYLT 2000: Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet*.

Ennen varsinaisen korjaustyön aloittamista teräsputki on saatava kuivaksi. Veden virtaus on estettävä työpadoilla ja ohijuoksutuksella ja tarvittaessa pumppaamalla. Korjaustyö on pyrittävä tekemään mahdollisimman kuivana vuodenaikana.

Työpatojen suunnitelma on toimitettava tilaajan edustajalle ennen töiden aloittamista.

Korjattavat pinnat suihkupuhdistetaan esikäsittelyasteeseen Sa2. Sujutusmenetelmää käytettäessä suihkupuhdistus ei ole välttämätön vaan teräslevyistä puhdistetaan irtonainen lika ja ruoste kaapimalla ja teräsharjalla.

Putki pestään suurpainepesurilla (paine 120–140 bar) alkalisella pesuaineella ja huuhdellaan perusteellisesti puhtaalla vedellä pesuainejäämien poistamiseksi. Pesu tehdään riittävän läheltä kohtisuoraan pintaa vasten. Putkea puhdistettaessa huomioidaan putken mahdolliset repeämät ja varotaan aiheuttamasta vahinkoa putken ympäristäytölle.

Putken puhdistuksen jälkeen pidetään katselmus, jossa vaurioiden perusteella päätetään mahdollisista korjaus- ja muista lisätoimenpiteistä.

Mahdolliset läpiruostuneet alueet tai repeämät paikataan. Mikäli maa-ainesta on huuhtoutunut ympäristäytöstä, taustan tyhjättila täytetään esimerkiksi injektoimalla. Työstä laaditaan korjaussuunnitelma, joka hyväksytetään tilaajalla.

4.4 Sujutusmenetelmä

Uusi teräsputki on vedettävä vanhan rakenteen sisään siten, ettei korjausosa, vanha rakenne tai mahdollinen putken pohjan tasausvalu vaurioidu.

Valupaineen hallitsemiseksi uusi teräsputki on tuettava ja ankkuroitava vanhaan rakenteeseen siten, ettei uuteen putkeen synny rakenteiden välin betonoinnin aikana muodonmuutoksia tai siirtymää.

Betonoinnista tehdään työsuunnitelma ohjeen SYL 3.4.4.2 mukaisesti. Betonointi suoritetaan noudattaen tuotekohtaisia ohjeita ja soveltuvin osin ohjetta SYL 3.4.4.4.



Kuva 6. Uusi teräsputki sujutetaan vanhan putken sisään vetämällä



Kuva 7. Sujutusputki on tuettava betonoinnin ajaksi

4.5 Putken alaosan uusiminen

Korjausosa ankkuroidaan vanhaan rakenteeseen kiinnityselimillä korjaussuunnitelman ja työsuunnitelman mukaisesti. Kiinnityselimiä hitsattaessa sinkki on poistettava ja pintojen on oltava ruosteettomat ja puhtaat. Rakenteellisessa korjauksessa muita kuin korjaussuunnitelmassa esitettyjä hitsauksia ei saa tehdä.

Ennen vanhan rakenteen ja korjausosan välin betonoinnin aloittamista korjausosa on tuettava ja ankkuroitava vanhaan rakenteeseen niin tukevasti, ettei betonoinnissa syntyvä valupaine aiheuta rakenteisiin muodonmuutoksia tai irtoamista.

Betonoinnista tehdään työsuunnitelma ohjeen SYL 3.4.4.2 mukaisesti. Betonointi suoritetaan noudattaen tuotekohtaisia ohjeita ja soveltuvin osin ohjetta SYL 3.4.4.4.



Kuva 8. Korjausosan tuenta valupainetta vastaan

4.6 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin raudoitusta kiinnitettäessä hitsattavien pintojen on oltava ruosteettomat ja puhtaat.

Ruiskubetonoinnista tehdään työsuunnitelma ohjeen SYL 3.4.8.1 mukaisesti. Ruiskubetonointi suoritetaan noudattaen ohjeita *SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoinnilla* ja *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* sekä soveltuvin osin ohjetta SYL 3.4.8.4.

Ruiskubetonointi tehdään vähintään kahtena eri kerroksena. Seuraava kerros voidaan ruiskuttaa, kun edellinen kerros on kovettunut riittävästi, yleensä aikaisintaan 8 tunnin kuluttua. Viimeinen pintakerros ruiskutetaan ohuempana noin 5–10 mm:n kerroksena käyttäen massaa, jonka suurin raekoko on enintään 5 mm.



Kuva 9. Raudoitusverkko on kiinnitetty ja ruiskubetonointi aloitettu



Kuva 10. Teräsputken valmis ruiskubetonointisuojaus

5 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus tehdään tämän ohjeen ja SYL 3 kohtien 3.3.2 ja 3.4.4.9–3.4.4.10 (P-betoni) sekä ohjeiden SYL 3.3.3 ja *SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoinnilla* mukaan.

Mikäli käytetään ohjeen *SILKO 3.211 Korjausbetonit* mukaista vakiobetonia, ennakkokokeita ei tarvita.

Urakoitsija laatii yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman, jonka sisältö on esitetty kohdassa [4.2 Valmistelevat työt](#). Asiakirja voidaan laatia yhteisesti useasta sillasta, jos ne kuuluvat samaan urakkaan.

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana. Mittaukset tehdään ilman lämpötila- ja kosteusmittarilla. Kaikki mittaustulokset dokumentoidaan.

5.1 Teräsosat

Sujutusputken ja uusien teräslevyjen teräslaatu sekä sinkkipinnoitteen ja lisäsuojauksen paksuus todetaan materiaalin toimittajan laatuasiakirjasta. Työmaalla voidaan lisäksi tehdä pistokoeluonteisia pinnoitepaksuuden mittauksia.

Työmaalla tehtävien pintakäsittelyjen kalvonpaksuudet on mitattava magneettisella kuivakalvonpaksuusmittarilla ohjeen SYL 4 kohdan 4.5.3.5.4 mukaisesti. Mittauksen laajuus on 10 mittausaluetta korjausosan eri kohdista. Lisäksi koko rakenne tarkastetaan silmämääräisesti.

Poikkeavuuksista on laadittava dokumentit laaturaporttiin.

5.2 Betonointi

Betonin puristuslujuus on määritettävä betonointityön yhteydessä valmistetuista koekappaleista ohjeen *SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina* kohdan 7.42 mukaisesti (SFS-EN 12390).

Puristuslujuusvaatimus on 30 MPa.

Betonin ilmapitoisuus on tarkistettava työmaalla ohjeen *SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina* kohdan *Kuidut* mukaisella paineilmanmenetelmällä (SFS-EN 12350-7). Ilmamäärän on oltava kaikkien työmäärien jälkeen vähintään 4 %. Ilmapitoisuus on mitattava jokaisesta betonikuormasta, ja mittauksia on tehtävä aina vähintään kolme.

Betonin tulee täyttää levyjen välinen tyhjätila kauttaaltaan. Levyjen välisen tilan täyttymistä on seurattava työn aikana ainemenekin perusteella.

Lisäksi joka viidennen levyn alaosasta jätetään putken molemmin puolin pultti kiinnittämättä, kunnes täyttyminen voidaan todeta. Tämän jälkeen reikä suljetaan joko pultilla tai tulpalla. Kierresaumattuun putkeen porataan vastaavasti tarkastusreikiä 5 metrin välein. Jos käytetään itsestivistävää betonia, tarkastusreikiä ei tarvita.

Työn valmistuttua betonoinnin onnistuminen ja levyjen välisen tilan täyttyminen on varmistettava koputtelemalla koko rakenne kumivasaralla.

Poikkeavuuksista on laadittava dokumentit laaturaporttiin. Poikkeamien korjaamisesta on laadittava korjaussuunnitelma.

5.3 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin puristuslujuus on määritettävä koelaatasta porattujen lieriöiden avulla ohjeen *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* mukaisesti. Puristuslujuusvaatimus on ≥ 35 MPa. Jos kelpoisuuskoekappaleilla määritetty puristuslujuus alittaa vaatimuksen, on tehtävä lisäkokeita rakenteesta porattavilla näytteillä standardin SFS 5441 mukaisesti.

Ruiskubetonin tartunta alustaan on selvitettävä vasaralla koputtelemalla koko korjatusta rakenteesta.

Jos koputtelutestauksen perusteella on syytä epäillä huonoa tartuntaa, on tehtävä vähintään kolme tartuntavetokoetta, joiden tulosten on täytettävä tartuntalujuusvaatimus $1,5 \text{ N/mm}^2$.

Raudoituksen betonipeitteen paksuus on mitattava betonipeitemittarilla. Mittauksia on tehtävä vähintään yksi jokaisen viiden neliömetrin alueelta. Betonipeitteen paksuus ei missään kohdassa saa alittaa suunnitelmassa määritettyä arvoa enempää kuin 5 mm, alituksen hylkäysraja on 10 mm.

Vaatimustenmukaisuus on osoitettava SYL 3 kohdan 3.3.3.5 mukaisesti. Mikäli käytetään ohjeen *SILKO 3.211 Korjausbetonit* mukaista vakioruiskubetonia, pakkasenkestävyyttä ei tarvitse osoittaa.

5.4 Laaturaportti

Työn valmistuttua kerätään sillan laaturaportiksi seuraava aineisto:

- yhdistetty työ- ja laatusuunnitelma
- päivitetty korjauspiirustus
- laadunmittauksen pöytäkirjat
- betonin lujuusmittaukset ja vertailulujuuslaskelma
- betonin kelpoisuusmittausraportit
- katselmuspöytäkirjat
- lisä- ja muutostyöraportit
- teräsrakenteen materiaalitodistus
- silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuusmittausten pöytäkirjat (tarkastusalueittain)
- mahdolliset poikkeamaraportit ja poikkeamien aiheuttamat korjaussuunnitelmat
- vaatimustenmukaisuuden yhteenvetoraportti
- valokuvat työvaiheista.

Laaturaportti on luovutettava tilaajan edustajalle viimeistään työn vastaanottotarkastuksessa.

6 Viimeistelytyöt

Korjaustyön aikana syntyneet sinkkipinnoitteen vauriot on korjattava paikkausmaalauksella ohjeen *SILKO 2.354 Vanhan ja uuden sinkkipinnoitteen maalaus* mukaisesti.

Jos virtaavan veden, aallokon, jään tai jonkun muun kuluttavan voiman aiheuttama eroosio on voimakasta, uoman pohjaan ja luiskiin on tehtävä eroosiosuojaus. Suojaus suunnitellaan ohjeessa *SILKO 1.901 Siltapaikan viimeistely* esitettyjä periaatteita noudattaen.

Korjausosan kokoamisalusta on palautettava alkuperäiseen muotoonsa. Uoma ja luiskat putkisillan päissä on muotoiltava ja viimeisteltävä alkuperäistä vastaavaksi.

Teräsputki on siistittävä korjausjätteistä ja valokuvattava ennen työpatojen purkamista.

Sujutusmenetelmän tai putken alaosan uusimisen jälkeen työpädot saa poistaa kahden vuorokauden kuluttua betonoinnista. Putken päätyjen muotit saa poistaa, kun betoni on saavuttanut 70 %

suunnittelulujuudesta. Ruiskubetonoinnin jälkeen työpadot saa poistaa, kun betoni on saavuttanut 70 % suunnittelulujuudesta.

Siltapaikka on siistittävä ja kaikki korjausjätteet toimitettava jätteenkäsittelylaitokselle tai tarvittaessa ongelmajätelaitokselle.

7 Työturvallisuus

Työturvallisuusasioissa on noudatettava lakien ja asetusten ja muiden viranomaismääräysten ja ohjeiden vaatimuksia ja ohjeita sekä päätoteuttajan ennen rakennustyön aloittamista laatimaa työmaan turvallisuussuunnitelmaa. Työturvallisuutta käsittelee myös ohje *SILKO 1.111 Työturvallisuus*.

8 Täydentävät ohjeet

Seuraavat viiteasiakirjat ovat välttämättömiä, jotta tätä ohjetta voidaan soveltaa. Jos viittaus kohdistuu tiettyyn versioon, tätä ohjetta koskee vain kyseinen versio. Jos viittauksessa ei ole mainittu versiota, sovelletaan viimeisintä versiota. Ohjeiden ajantasaisuus tulee tarkistaa ennen niiden noudattamista. Ajantasaiset Väyläviraston ohjeet löytyvät [Väyläviraston ohjeluettelosta](#).

Väyläviraston ohjeet

- Sillantarkastuskäsikirja
- Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt
- Siltojen tukitelineet
- Siltojen korjausohjeet (SILKO)

Muut ohjeet

- Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. SYL 1–4. Helsinki. Tiehallinto 2005.
- TYLT 2000: Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet. ISBN 951-803-643-8. TIEH 2200042-v-05.
- by 50 Betoninormit 2004. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys ry 2004. ISBN 952-5075-60-5. ISSN 0358-5239.
- B7 Teräsrakenteet. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki. Ympäristöministeriö 1996.



Väylävirasto
Trafikledsverket

