

1 VAURIO



Kuva 1. Pahoin ruostunut teräsputkisilta. (Vaurioluokka 3)

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

Vesistösilloissa 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 eikä putken rakenteellinen heikkous.

2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Teräsputken vaurioluokitus tarkistetaan lopulliseksi piikkitestin perusteella. (Vaurioluokka 4)

Teräsputkisillan korjaamisen pääasiallisena tavoitteena on sillan käyttöön jatkaminen.

Sinkkipinnoitteen paikalliset vauriot ja vähäiset ruostevauriot korjataan paikkausmaalauksella tai lisäsuojauksella.

Tässä ohjeessa esitetyt korjausmenetelmät — sujutusmenetelmä, putken alaosan uusiminen ja ruiskubetonointi — voivat tulla kyseeseen vesistösiltojen uusimisen vaihtoehtona pääsääntöisesti silloin, kun ruostevauriot ovat edenneet Tiehallinnon Sillantarkastuskäsikirjan /1/ mukaiseen vaurioluokkaan 3.

3 KORJAAMISEN EDELLYTYKSET JA KORJAUSMENETELMÄN VALINTA

3.1 Yleiset edellytykset

Korjatun rakenteen on täytettävä asetetut aukko-vaatimukset ja mahdollistettava veden esteetön virtaus putken läpi. Aukkovaatimuksesta 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 teräspuutisillan 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 käyttö edellyttää pahoin syöpyneen sillan kantavuuslaskentaa ja uusimisajankohdan määrittämistä.

3.2 Sujutusmenetelmä

Sujutusmenetelmällä tarkoitetaan teräspuutisillan korjausmenetelmää, jossa vanhan teräspuutisillan sisään vedetään uusi teräspuutisilla. 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 teräspuutisillan tavoiteikä on 50 vuotta.



Kuva 3. Uusi teräspuutisilla sujutetaan vanhan putken sisään.

3.3 Putken alaosan uusiminen

Teräspuutisillan alaosan uusimisen tavoitteena on rakenteen alentuneen kantavuuden palauttaminen ja sillan käyttönsä jatkaminen kiinnittämällä teräspuutisillan 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 penger materiaalin painosta syntyvät kuormat. Näin korjatun teräspuutisillan tavoiteikä on 50 vuotta.

Verhoustyyppisessä korjauksessa pyritään vain käyttöön 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.

3.4 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonoinnin tavoitteena on ruustumisen pysäyttäminen tai merkittävä hidastaminen ja siten putkisillan käyttöön jatkaminen betonoimalla putken alaosa sisäpuolelta. Korjausmenetelmää voidaan käyttää, kun ruostunut osa on enintään puolet putken korkeudesta. Putken vaurioitumisaste ei saa kuitenkaan olla niin vakava, ettei ruiskubetonoinnin raudoitusta saataisi kiinnitettyä riittävän luotettavasti vanhaan rakenteeseen eivätkä syöpymät aiheuta putken kantavuuden alenemista.

Ruiskubetonoinnilla korjatun teräsputken tavoiteikä on 15 vuotta.



Kuva 5. Ruiskubetonoinnilla suojattu teräsputkisolta.

4 LAATUVAATIMUKSET

4.1 Yleistä

Teräsputkisillan korjaamisesta on laadittava suunnitelma, joka on hyväksyttävä tilaajalla. Suunnitelman sisältö on esitetty kohdassa 5.1.

Korjaustyössä noudatetaan tämän ohjeen lisäksi tekstissä mainittuja SYL- ja SILKO-ohjeita sekä soveltuvin osin kohdassa 9 mainittuja muita täydentäviä ohjeita ja laatuvaatimuksia.

Korjaustyöstä on laadittava laaturaportti, jonka sisältö on esitetty kohdassa 6.5.

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

4.2 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.

4.3 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 aallotettujen teräsputkien suunniteluohjeen 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 alaosa 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. Kiinnityspeeriaate 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 tavoiteikänsä (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.

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

Teräksisen korjausosan sisäpinnan lisäsuojaus tehdään aallotettujen teräsputkien suunniteluohjeen mukaan.

4.4 Betonointi

Jos korjattavan putken pohjalle tehdään valittujen työmenetelmien edellyttämä tasausvalu, se on tehtävä betonilla K30/P20 tai Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymällä vakiobetonilla (SILKO 3.211). Tasausvalun paksuuden on oltava putken keskilinjalla noin 50 mm profiiliin 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 Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymää vakiobetonilla (SILKO 3.211) tai itsetiivistyvää 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.

4.5 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin puristuslujuuden on oltava vähintään K35 ja pakkasenkestävyyden P30. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymää vakioruiskubetonia (SILKO 3.211) 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 muoviväliskeisiin. 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.

5 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

5.1 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 kuten esimerkiksi
 - mahdollisen tasausvalun taso
 - työn aikainen tuenta
 - kiinnitykset
 - ruiskubetonin korkeus ja rauditus jne.

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 oltava Tiehallinnon käyttöönsä hyväksyntä tuotteita. 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 jälkiohion ajan vähintään +5 °C. Korkeita lämpötiloja tulee välttää kutistumishalkeiluriskin minimoimiseksi.

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

Mikäli siltaa ruiskubetonoidaan tai sen alaosaan verhoustyyppisellä 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 ruostumisen ja jäljellä olevan käyttöiän aikana tapahtuvien muutosten jälkeen.

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

5.2 Valmistelevat työt

Ennen korjaustöitä on tehtävä seuraavat toimenpiteet:

- Selvitetään mahdollisten kaapeleiden, johdojen 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 *Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä /4/* 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

- työn organisointi: työntekijät, työjärjestys, työkapasiteetit ja aikataulu
- sujutus suunnitelma
- betonin (ja ruiskubetonin) tuoteseloste

5.3 Alustavat ja esikäsittelytyöt

Työskentelytasojen ja sujutus-alustan kaivutöissä noudatetaan ohjetta *TYLT 2000: Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet /5/*.

Ennen varsinaisen korjaustyön aloittamisesta 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

- 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. Vaatimusten mukaisuuden osoittaminen

- ainestodistukset
- betonointipöytäkirjat
- pumppaamaraportit
- 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.

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 puhdistuessa huomioidaan putken mahdolliset repeämät ja varotaan aiheuttamasta vahinkoa putken ympärystyölle.

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

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

5.4 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 soveltuvien osin ohjetta SYL 3.4.4.4.



Kuva 6. Uusi teräsputki sijutetaan vanhan putken sisään vetämällä.



Kuva 7. Sujutusputki on tuettava betonoinnin ajaksi.

5.5 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 soveltuvien osin ohjetta SYL 3.4.4.4.



Kuva 8. Korjausosan tuenta valupainetta vastaan.

5.6 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 ja 1.232 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 ohuempina 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.

Kovattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 64/2023.

6 LAADUNVARMISTUS

6.1 Yleistä

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 (ruiskubetoni) mukaan.

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

Urakoitsija laatii yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman, jonka sisältö on esitetty kohdassa 5.2. Asiakirja voidaan laatia yhteisesti useasta sil-
lasta, jos ne kuuluvat samaan urakkaan.

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

6.2 Teräsosat

Sujutusputken ja uusien teräslevyjen teräslaatu sekä sinkkipinnoitteen ja lisäsuojauksen pak-
suus todetaan materiaalin toimittajan laatu-
asiakirjasta. Työmaalla voidaan lisäksi tehdä
pistokoelonteisia pinnoitepaksuuden mittauk-
sia.

Työmaalla tehtävien pintakäsittelyjen kalvon-
paksuudet on mitattava magneettisella kuiva-
kalvonpaksuusmittarilla ohjeen SYL 4 kohdan
4.5.3.5.4 mukaan. Mittauksen laajuus on 10
mittausaluetta korjausosan eri kohdista. Lisäksi
koko rakenne tarkastetaan silmämääräisesti.

Poikkeavuuksista on laadittava dokumentit laa-
turaporttiin.

6.3 Betonointi

Betonin puristuslujuus on määritettävä beto-
nointityön yhteydessä valmistetuista koekappa-
leista SILKO-ohjeen 1.201 kohdan 7.42 mu-
kaan (SFS-EN 12390). Puristuslujuusvaatimus
on 30 MPa.

Betonin ilmapitoisuus on tarkistettava työmaalla
SILKO-ohjeen 1.201 kohdan 7.3 mukaisella
paineilmamenetelmällä (SFS-EN 12350-7). Il-
mamäärän on oltava kaikkien työmäärien jäl-
keen 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 perus-
teella.

Lisäksi joka viidennen levyn alaosa-
sta, putken molemmin puolin, jätetään pultti kiinnittämättä,
kunnes täytyminen voidaan todeta. Tämän jäl-
keen reikä suljetaan joko pultilla tai tulpalla.
Kierresaumattuun putkeen porataan vastaavas-
ti tarkastusreikiä 5 metrin välein. Jos käytetään
itsetiivistyvää betonia, tarkastusreikiä ei tarvita.

Työn valmistuttua betonoinnin onnistuminen ja
levyjen välisen tilan täytyminen on varmistetta-
va koputtelemalla koko rakenne kumivasaralla.

Poikkeavuuksista on laadittava dokumentit laa-
turaporttiin. Poikkeamien korjaamisesta on laa-
dittava korjaussuunnitelma.

6.4 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin puristuslujuus on määritettävä
koelaatasta porattujen lieriöiden avulla SILKO-
ohjeen 1.232 mukaisesti. Puristuslujuusvaati-
mus on ≥ 35 MPa. Jos kelpoisuuskoekappaleil-
la määritetty puristuslujuus alittaa vaatimuksen,
on tehtävä lisäkokeita rakenteesta porattavilla
näytteillä standardin SFS 5441 mukaan.

Ruiskubetonin tartunta alustaan on selvitettävä
vasaralla koputtelemalla koko korjatusta raken-
teesta.

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 SILKO-ohjeen 3.211 mukaista vakioruiskubetonia, pakkasenkestävyyttä ei tarvitse osoittaa.

6.5 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 yhteenvedoraportti
- valokuvat työvaiheista.

Laaturaportti on luovutettava tilaajan edustajalle viimeistään työn vastaanottotarkastuksessa.

7 VIIMEISTELYTYÖT

Korjaustyön aikana syntyneet sinkkipinnoitteen vauriot on korjattava paikkausmaalauksella SILKO-ohjeen 2.354 mukaisesti.

Jos virtaavan veden, aallokon, jään tai jonkun muun kuluttavan voiman aiheuttama eroosio on voimakasta, uoman pohjaan ja luiskiin on tehtävä eroosiosuojaus. Suojaus suunnitellaan SILKO-ohjeessa 1.901 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.

Suojusmenetelmän tai putken alaosan uusimisen jälkeen työpadot 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.

8 TYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuusasiassa on noudatettava lakien ja asetusten ja muiden viranomaismääräysten ja ohjeiden vaatimuksia ja ohjeita sekä päätoimittajan ennen rakennustyön aloittamista laatimaa työmaan turvallisuussuunnitelmaa. Työturvallisuutta käsittelee myös SILKO-ohje 1.111.

9 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

/1/ Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki. Tiehallinto 2006. ISBN 951-803-704-3. TIEH 2000020-06.

/2/ Siltojen korjausohjeet – SILKO. TIEH 2230095–98.

/3/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. SYL 1–4. Helsinki. Tiehallinto 2005.

/4/ Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä. Helsinki. Tiehallinto 2002. ISBN 951-726-872-6. TIEH 2200011-02.

/5/ TYLT 2000: Leikkaukset, kaivannot ja avo-
ojarakenteet. ISBN 951-803-643-8. TIEH
2200042-v-05.

/6/ by 50 Betoninormit 2004. Helsinki. Suomen
Betonyhdistys ry 2004. ISBN 952-5075-60-5.
ISSN 0358-5239.

/7/ B7 Teräsrakenteet. Suomen rakentamis-
määräyskokoelma. Helsinki. Ympäristöministe-
riö 1996.

/8/ Siltojen tukitelineet. Helsinki. Tielaitos 1996.
ISBN 951-726-154-3. TIEL 2170009.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 64/2023.

Korvattu 1.4.2024 Väyläviraston ohjeella 64/2023.