



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
74/2023

SILKO 2.531

Kivirakenteen injektointi ja saumaus
(sisältö vastaa versiota 1/2020)

siltojen
SILKO
korjaus

2



Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7886/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	SILKO 2.531 Kivirakenteen injektointi ja saumaus (1/2020)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjärühmät
kivirakenteet, injektointi, saumaus	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 2.531 Kivirakenteen injektointi ja saumaus (sisältö vastaa versiota 1/2020)

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:

- Väylävirasto, taitorakenneyksikkö 2020

Konsultti:

- Ramboll Finland Oy

Piirrokset:

- Kuva 3: Ramboll Finland Oy

Valokuvat:

- Kuva 1: VRT Finland Oy
- Kuva 2: Ramboll Finland Oy
- Kuva 4: Timo Repo, Uudenmaan ELY-keskus

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 yhteyshenkilölle (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	OHJEEN SOVELTAMISALA.....	6
3	LAATUVAATIMUKSET.....	6
4	TYÖVAIHEVAATIMUKSET.....	8
4.1	VALMISTELEVAT TYÖT.....	8
4.2	KIVIRAKENTEEEN INJEKTOINTI.....	8
4.3	MASSIIVIRAKENTEEEN SAUMAU.....	9
4.4	KIVIVERHOUKSEN SAUMAU.....	10
5	LAADUNVARMISTUS.....	10
6	TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....	10

1 Vaurio ja korjaustarve

Kivirakenteeseen ja kiviverhoukseen voi syntyä halkeamia yleensä kuormituksen vaikutuksesta. Lisäksi kivien saumat rapautuvat ja lohkeilevat ympäristörasituksen vaikutuksesta. Mikäli kivirakennetta on jälkeen päin levennetty tai korotettu teräsbetoniosalla, voivat rakenteisiin syntyvät pakkovoimat aiheuttaa halkeilua. Myös esimerkiksi perustusten painumat tai siirtymät voivat aiheuttaa vaurioita kivirakenteeseen (kuva 1 [Halkeamia kivisessä välituessa](#)). Vedenalaisissa rakenteissa saumoihin syntyy eroosiovaurioita veden virtauksen ja jäärasituksen vaikutuksesta. Syy vaurioiden syntyyn on selvitettävä rakenteen korjausmenetelmän määrittämiseksi.



Kuva 1. Halkeamia kivisessä välituessa

Korjaustarve on arvioitava vaurion vakavuuden ja laajuuden sekä vaurion mahdollisten kerrannaisvaikutusten perusteella. Usein kivien halkeilu on seurausvaikutus esimerkiksi rakenteen taustan tai perustuksen vaurioista. Kivirakenteen halkeilu poikkeaa betonirakenteessa esiintyvistä halkeamista muun muassa siinä, että halkeama on aina koko rakenteen läpi.

Massiivikiven halkeaman injektointia varten selvitetään vanhoista suunnitelmista tai siltapaikalla tehtävillä tutkimuksilla rakenteen paksuus ja rakentamistapa. Mikäli halkeaman perusteella kivissä on tapahtunut liikkumista, on syy selvitettävä ja huomioitava korjausmenetelmän valinnassa. Injektoinnin lisäksi korjaaminen voi edellyttää esimerkiksi taustamassan vaihtoa tai lujittamista sekä kivien sitomista toisiinsa pulttaamalla.

Kivirakenteen halkeaman injektointia varten tehtävässä erikoistarkastuksessa on selvitettävä vaurion syy ja vaikutus rakenteen toimivuuteen. Haljennut verhoukivi uusitaan ohjeen *SILKO 2.511 Betonin verhoaminen kivellä* mukaisesti.

Kivirakenteen saumauksen korjaussuunnittelua varten on selvitettävä korjattavan saumaustaustin koostumus ja korjausmenetelmä. Korjausmenetelmään vaikuttaa, onko kyseessä vaurioituneen sauman pintaosan uusiminen vai onko tarpeen uusita sauma syvemältä (esim. 100 mm) tai koko sauman syvyydeltä, jolloin samalla voidaan tarvittaessa injektoida taustan tyhjätiloja.



Kuva 2. Luonnonkivestä tehty päätytuki

2 Ohjeen soveltamisala

Tässä ohjeessa käsitellään sillan tai muun taitorakenteen kivrakenteissa olevien halkeaminen ja saumausten korjaamista. Ohjetta voidaan soveltaa saumauksen osalta myös uudisrakentamisessa.

Korjausalustan esikäsittelyssä sovelletaan tämän ohjeen lisäksi ohjetta *SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät*.

Kivirakenteen halkeaman korjaamisessa sovelletaan ohjetta *SILKO 2.236 Halkeamien injektointi voimia siirtäväksi* ja ohjetta *SILKO 2.237 Sementti-injektointi*.

Yleiset laatuvaatimukset halkeamien korjaamiselle esitetään ohjeessa *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* ja kiviverhouksen teolle sekä saumaukselle ohjeessa *SILKO 1.501 Luonnonkivi verhousmateriaalina*. Kiviverhouksen saumauksissa sovelletaan ohjetta *SILKO 2.731 Pienten liikunta- ja kutistumissaumojen korjaus*. Kivipinnan puhdistuksessa noudatetaan ohjetta *SILKO 2.551 Kivipinnan puhdistus*.

Kivirakenteen halkeamien injektointi sekä saumausten teko toteutetaan kohdekohtaisen työsuunnitelman, tämän ohjeen ja muiden korjaussuunnitelmassa mainittujen ohjeiden ja standardien sekä tuotevalmistajien ohjeiden mukaisesti.

Työturvallisuutta koskevissa asioissa noudatetaan ohjetta *SILKO 1.111 Työturvallisuus*, ja ympäristönsuojelu toteutetaan ohjeen *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* mukaisesti.

3 Laatuvaatimukset

Suunnittelijalla sekä urakoitsijalla tulee olla Väyläviraston korjaustyöltä edellyttämä kokemustaso ja pätevyys.

Injektointimenetelmän vaatimukset

Injektoinnin laatuvaatimukset on esitetty ohjeen *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* kohdassa *Injektointityö*. Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävät injektointiaineet ja niiden ominaisuudet on esitetty ohjeessa *SILKO 3.235 Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet*.

Injektointilaitteessa on oltava suutinpainetta mittaava mittari, jotta painetasoa voidaan seurata. Tarvittaessa tehdään ennakkokokeita sopivan paineen määrittämiseksi ohjeen *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* kohdan *Ennakkokoe ja mallityö* mukaisesti. Halkeaman sulkuaineen on kestettävä injektointipaine ja halkeamaan mahdollisesti kohdistuvat liikkeet. Sulkuaine on voitava poistaa kiven pinnasta mahdollisimman helposti.

Injektoinnin onnistuminen varmistetaan kohdassa [4 Työvaihevaatimukset](#) esitetyn työmenetelmän ja massamenekin avulla.

Injektoinnin onnistumista seurataan myös käytettävän injektointitulpan viereisestä injektointitulpasta tulevan massamäärän avulla.

Olosuhteiden on oltava valittujen injektointiaineiden tuotekohtaisten vaatimusten mukaiset. Tarvittaessa on käytettävä sääsuojaa.

Injektointityöstä on pidettävä pöytäkirjaa, jonka malli on ohjeen *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* liitteenä.

Saumauksen vaatimukset

Saumauksen on täytettävä *InfraRYL osan 3* luvussa 42141.3 ja suunnitelmassa esitetyt vaatimukset. Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävien saumausmassojen ominaisuudet on esitetty ohjeessa *SILKO 3.231 Paikkausaineet*. Mikäli rakenteen saumauksen yhteydessä injektoidaan samalla kivrakenteen taustan tyhjätiloja, määrittää suunnittelija tapauskohtaisesti käytettävän tuotteen. Saumaukseen käytettävän tuotteen on oltava pakkasenkestävä.

Olosuhteiden on oltava valittujen aineiden tuotekohtaisten vaatimusten mukaiset. Tarvittaessa on käytettävä sääsuojaa.

Verhouskiven saumausten mittatoleranssit on esitetty ohjeen *SILKO 1.501 Luonnonkivi verhousmateriaalina* kohdassa *Saumaukset*.

Mikäli kiviverhouksen saumaus tehdään elastisena saumana, on käytettävä erillistä alusnauhaa.

Saumaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa, jonka malli on ohjeen *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* liitteenä.

4 Työvaihevaatimukset

4.1 Valmistelevat työt

Urakoitsija laatii injektointityötä varten työ- ja laatusuunnitelman ohjeen *SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen* kohdan *Työ- ja laatusuunnitelma* mukaisesti. Työ- ja laatusuunnitelmat toimitetaan tilaajan edustajalle urakan sopimusasiakirjojen mukaisessa aikataulussa. Samaa ohjetta noudatetaan myös saumausta varten tehtävässä työ- ja laatusuunnitelmassa.

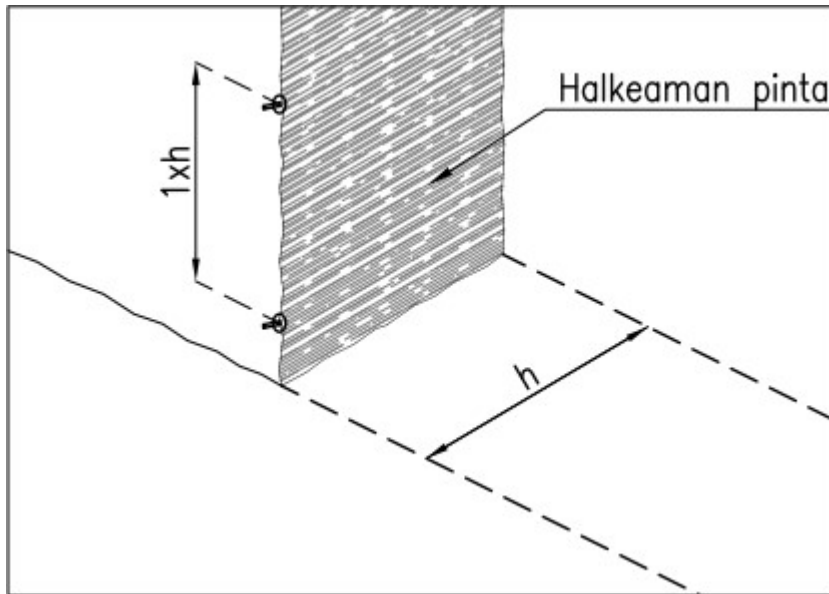
Korjattavan alueen laajuus määritetään katselmuksessa, johon osallistuvat tilaajan ja urakoitsijan edustajat. Työsuunnitelmaa päivitetään tarvittaessa ennakkokokouksen perusteella.

Korjaustyötä varten laaditaan tarvittaessa liikenteenohjaussuunnitelma ohjeiden *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt*, *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset* ja *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)* mukaisesti. Liikenteenohjaussuunnitelma hyväksytetään tilaajalla. Telineet ja työtasot tehdään rakennustöiden turvallisuudesta annettujen määräysten ja ohjeiden mukaisesti.

4.2 Kivirakenteen injektointi

Mahdollinen haljenneiden kivien ankkurointi toisiinsa pulttaamalla tehdään ennen injektointityötä.

Ennen injektoinnin aloittamista poistetaan kaikki epäpuhtaudet halkeaman ympäriltä ja sisältä paineilmalla tai korkeapainepesuna. Puhdistusmenetelmän valinnassa tulee huomioida käytettävän injektointiaineen ominaisuudet. Halkeama suljetaan sulkuaineella, ja injektointia varten asennetaan injektointitulpat suoraan halkeaman kohdalle. Injektointitulppien keskinäinen etäisyys on injektoitavan rakenteen paksuus, mutta tulppia on oltava vähintään 2 kpl, jolloin ne asennetaan noin 100 mm etäisyydelle halkeamien päistä (kuva [3 Injektointitulppien väli on noin rakenteen paksuus](#)). Injektointi tehdään jokaisesta tulpasta järjestyksessä alhaalta ylös tai vaakasuoran halkeaman päästä. Täyttymisastetta seurataan ainemenekillä. Injektoinnin aikana on seurattava injektointipainetta ja mahdollisia kivien siirtymisiä tai sulkuaineen irtoamista.



Kuva 3. Injektointitulppien väli on noin rakenteen paksuus

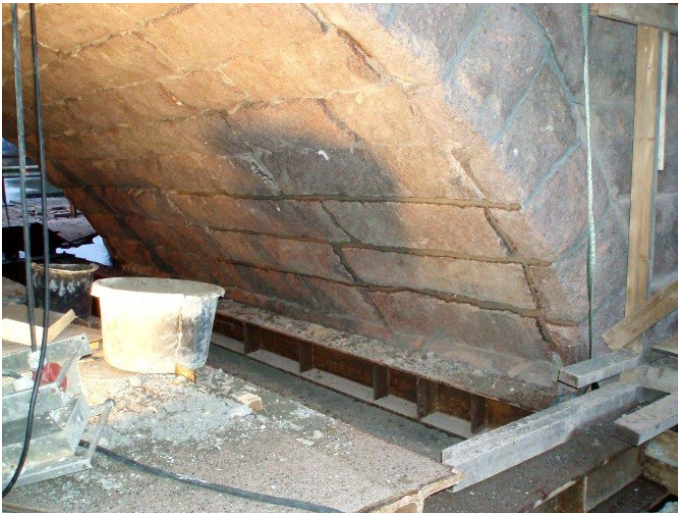
Kun injektointi on tehty, poistetaan tulpat. Sulkuaine poistetaan tarvittaessa mekaanisesti.

4.3 Massiivirakenteen sauma

Mikäli saumauksessa uusitaan vain vaurioitunut saumalaasti, poistetaan kaikki irtoaines ja lika ehjään saumaan asti. Puhdistus tehdään mekaanisesti ja suurpainepesuna. Saumattavat alueet kastellaan mattakosteaksi tartunnan parantamiseksi. Saumaus tehdään sullomalla tai pumppaamalla, ja sauman pinta muotoillaan halutun näköiseksi. Saumaus tehdään nykyistä saumaa vastaavalla, ohjeen *SILKO 3.231 Paikkausaineet* mukaisella tuotteella. Museosilloissa suunnittelija määrittää käytettävän saumausaineen vanhaa rakennetta vastaavaksi.

Jos kivirakenne saumataan uudestaan ja samalla mahdollisia taustan tyhjätiloja injektoidaan, poistetaan vanha saumaus kokonaan mekaanisesti ja suurpainepesuna. Kiilakiviä ei saa poistaa. Ennen saumausta on kivirakenteen kuivuttava mattakosteaksi. Laasti pumpataan rakenteen reunasta ja, mikäli mahdollista, taustasta alkaen. Saumausta jatketaan, kunnes laasti pursuaa saumoista. Sauman pinta muotoillaan halutun näköiseksi.

Sauma jälkihoidetaan vesikasteluna valmistajan ohjeiden mukaisesti.



Kuva 4. Massiivikivirakenteen saumaus

4.4 Kiviverhouksen saumaus

Mikäli vain kiviverhouksen saumauksen vaurioitunut pinta uusitaan, tehdään työ vastaavasti kuin kohdassa [4.3 Massiivirakenteen saumaus](#) nykyistä saumaa vastaavalla tuotteella.

Kivilaattaverhouksen saumaus on esitetty ohjeen *SILKO 2.511 Betonin verhoaminen kivellä* kohdassa *Kiviverhouksen saumaus*. Kiviverhouksen saumojen mitat ja vaatimukset on esitetty ohjeen *SILKO 1.501 Luonnonkivi verhouksmateriaalina* kohdassa *Saumaukset*.

5 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksella todetaan suunnittelijan laatiman korjaus- tai rakennussuunnitelman toteutuminen laatuvaatimuksineen sekä kohdassa [3 Laatuvaatimukset](#) esitettyjen laatuvaatimusten täyttyminen. Laadunvarmistus toteutetaan kohdan [3 Laatuvaatimukset](#) mukaisen työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti.

Työn valmistuttua varmistetaan, että sulkuaine ja muut epäpuhtaudet on puhdistettu suunnitelmassa esitettyjen laatuvaatimusten mukaisesti.

Saumauksen valmistuttua varmistetaan että valu- ja saumausjäljet sekä muut epäpuhtaudet on puhdistettu rakenteen pinnasta. Työn onnistuminen tarkastetaan valmiista, puhdistetusta pinnasta silmämääräisesti.

Kaikista työvaiheista otetaan valokuvia työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti liitettäväksi korjaustyön laaturaporttiin, joka laaditaan ohjeen *Sillan laaturaportti – Laatimisohe* mukaisesti. Myös työmenetelmäkohtaiset pöytäkirjat liitetään korjaustyön laaturaporttiin.

6 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

- SILKO 1 Yleiset laatuvaatimukset (päivitettävä sisällysluettelo)
- SILKO 2 Työkohtaiset laatuvaatimukset (päivitettävä sisällysluettelo)
- SILKO 3 Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo (Tarviketiedosto) (päivitettävä sisällysluettelo)
- *Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat*
- *Sillantarkastuskäsikirja*
- *Taitorakenteiden tarkastusohje*
- *Sillan laaturaportti – Laatimisohe*
- *Kiinteiden merimerkkien tarkastuskäsikirja*
- *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt*
- *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset*
- *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)*

Muut ohjeet

- InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. RT 14-10920. Rakennustieto Oy. Helsinki 2008.



Väylävirasto
Trafikledsverket

