

1 VAURIO



Kuva 1. Halkeamia kivisessä välituessa.

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

2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Luonnonkivistä tehty päätytuki.

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 verhouskivi uusitaan SILKO-ohjeen 2.511 mukaan /1/.

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

Siltapaikkaluokka, ulkonäkövaatimukset ja turvallinen käyttö on otettava huomioon korjauksen kiireellisyyttä ja korjausratkaisuja arvioitaessa. Korjauksessa on huomioitava alkuperäiset tekniset ratkaisut niin, että taitorakenteen ulkonäkö ja staattinen rakenne säilyvät alkuperäisen kaltaisena.

Korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi tehtävä rakenteiden kunnan tarkastus tehdään Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimusten /2/ ja Taitorakenteiden tarkastusohjeen /3/ kohtien 4.7, 5 ja 6 mukaisesti.

3 OHJEEN SOVELTAMISALA

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

Korjausalustan esikäsittelyssä sovelletaan tämän ohjeen lisäksi SILKO-ohjetta 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät /6/.

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

Yleiset laatuvaatimukset halkeamien korjaamiselle esitetään SILKO-ohjeessa 1.233 Halkeamien korjaaminen /6/ ja kiviverhouksen teolle sekä saumaukselle SILKO-ohjeessa 1.501 Luonnonkivi

4 LAATUVAATIMUKSET

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

Injektointimenetelmän vaatimukset

Injektoinnin laatuvaatimukset on esitetty SILKO-ohjeessa 1.233 Halkeamien korjaaminen /6/ kohdassa 2.5. Väyläviraston käyttöönsä hyväksymät injektointiaineet ja niiden ominaisuudet on esitetty SILKO-ohjeessa 3.235 /7/.

Injektointilaitteessa on oltava suutinpainetta mittaava mittari, jotta painetasoa voidaan seurata. Tarvittaessa tehdään ennakkokokeita sopivan paineen määrittämiseksi SILKO-ohjeen 1.233 kohdan 7.2 mukaan /6/. Halkeaman sulkuaineen

Sillantarkastuskäsikirjan /4/ taulukossa 13 ja Kiinteiden merimerkkien tarkastuskäsikirjan /5/ taulukossa M9 on esitetty vauriotyyppejä, joiden korjaamiselle sovelletaan tätä ohjetta. Esitetyt vauriotyypit käsittelevät kivirakenteen halkeilua ja saumauksen irtoamista.

Suunnittelija laatii erikoistarkastuksen perusteella korjausvaihtoehdot SILKO-ohjeen 1.501 Luonnonkivi verhouksmateriaalina /6/ kohdan 3.2 mukaan. Korjausvaihtoehtojen pohjalta pääteään yhdessä tilaajan kanssa käytettävät korjausratkaisut ja -menetelmät.

verhouksmateriaalina /6/. Kiviverhouksen saumauksissa sovelletaan SILKO-ohjetta 2.731 Reunapalkin liikuntasauvan sulkeminen /1/. Kivipinnan puhdistuksessa noudatetaan SILKO-ohjetta 2.551 Kivipinnan puhdistus /1/.

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

Työturvallisuutta koskeissa asioissa noudatetaan SILKO-ohjetta 1.111 Työturvallisuus /6/ ja ympäristönsuojelu toteutetaan SILKO-ohjeen 1.112 Ympäristönsuojelu /6/ mukaan.

on kestettävä injektointipaine ja halkeamaan mahdollisesti kohdistuvat liikkeet. Sulkuaine on voitava poistaa kiven pinnasta mahdollisimman helposti.

Injektoinnin onnistuminen varmistetaan kohdassa 5 esitetyn työmenetelmän ja massamenekin avulla.

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

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

Injektointityöstä on pidettävä pöytäkirjaa, jonka malli on SILKO-ohjeen 1.233 /6/ liitteenä.

Saumauksen vaatimukset

Saumauksen on täytettävä InfraRYL osan 3 /8/ luvussa 42141.3 ja suunnitelmassa esitetyt vaatimukset. Väyläviraston käyttöönsä hyväksymien saumausmassojen ominaisuudet on esitetty SILKO-ohjeessa 3.231 Paikkausaineet /7/. Mikäli rakenteen saumauksen yhteydessä injektoidaan samalla kivirakenteen taustan tyhjätiloja, määrittää suunnittelija tapauskohtaisesti käytettävän tuotteen. Saumaukseen käytettävän tuotteen on oltava pakkasenkestävä.

5 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

5.1 Valmistelevat työt

Urakoitsija laatii injektointityötä varten työ- ja laatusuunnitelman SILKO-ohjeen 1.233 halkeamien korjaaminen /6/ kohdan 5.1 mukaan. Työ- ja laatusuunnitelmat toimitetaan tilaajan edustajalle urakan sopimusasiakirjojen mukaisessa aikataulusa. Samaa ohjetta noudatetaan myös saumausta varten tehtävässä työ- ja laatusuunnitelmassa.

Korjattavan alueen laajuus määritetään katselmuksessa, johon osallistuvat tilaajan ja urakoitsijan edustajat.

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

Verhouskiven saumausten mittatoleranssit on esitetty SILKO-ohjeessa 1.501 Luonnonkivi verhousmateriaalina kohdassa 6.7 /6/.

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

Saumaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa, jonka malli on SILKO-ohjeen 1.233 /6/ liitteenä.

Työsuunnitelmaa päivitetään tarvittaessa ennakokokoon perusteella.

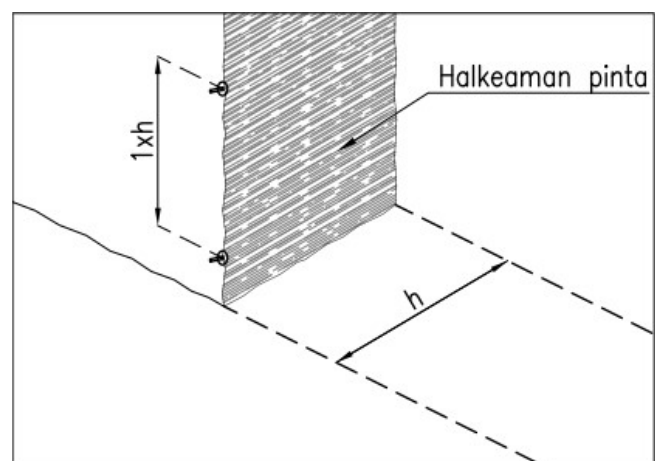
Korjaustyötä varten laaditaan tarvittaessa liikenteenohjaussuunnitelma ohjeiden /9/, /10/ ja /11/ mukaan, joka hyväksytetään tilaajalla. Telineet ja työtasot tehdään rakennustöiden turvallisuudesta annettujen määräysten ja ohjeiden mukaan.

5.2 Kivirakenteen injektointi

Mahdollinen haljenneiden kivien ankkurointi toisiinsa pulttaamalla tehdään ennen injektointityötä.

Ennen injektoinnin aloittamista poistetaan kaikki epäpuhtaudet halkeaman ympäriltä ja sisältä paineilma 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). 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.

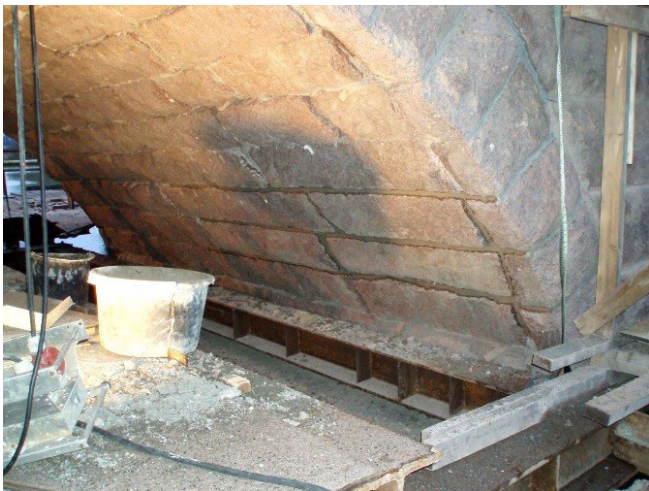
Kun injektointi on tehty, poistetaan tulpat. Sulkuaine poistetaan tarvittaessa mekaanisesti.



Kuva 3. Injektointitulppien väli on noin rakenteen paksuus

5.3 Massiivikivirakenteen saumaus

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 pumpaamalla ja sauman pinta muotoillaan halutun näköiseksi. Saumaus tehdään nykyistä saumaa vastaavalla SILKO-ohjeen 3.231 Paikkausaineet /7/ mukaisella tuotteella. Museosilloissa suunnittelija määrittää käytettävän saumausaineen vanhaa rakennetta vastaavaksi.



Kuva 4. Massiivikivirakenteen saumaus.

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.

5.4 Kiviverhouksen saumaus

Mikäli vain kiviverhouksen saumauksen vaurioitunut pinta uusitaan, tehdään työ vastaavasti kuin kohdassa 5.3. nykyistä saumaa vastaavalla tuotteella.

Kivilaattaverhouksen saumaus on esitetty SILKO-ohjeessa 2.511 kohdassa 5.5 /1/. Kiviverhouksen saumojen mitat ja vaatimukset on esitetty SILKO-ohjeessa 1.501 Luonnonkivi verhouksmateriaalina /6/ kohdassa 6.7.

6 LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistuksella todetaan suunnittelijan laatiman korjaus- tai rakennussuunnitelman toteutuminen laatuvaatimuksiin sekä kohdassa 4. esitettyjen laatuvaatimusten täyttyminen. Laadunvarmistus toteutetaan kohdan 4 mukaisen työ- ja laatusuunnitelman mukaan.

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 /12/ mukaisesti. Myös työmenetelmäkohtaiset pöytäkirjat liitetään korjaustyön laaturaporttiin.

7 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

- /1/ [SILKO 2 Työkohtaiset laatuvaatimukset](#) (päivitettävä sisällysluettelo)
- /2/ Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset - Sillat. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. [Liikenneviraston ohjeita 28/2018](#)
- /3/ Taitorakenteiden tarkastusohje. [Liikenneviraston ohjeita 17/2013](#)
- /4/ Sillantarkastuskäsikirja. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. [Liikenneviraston ohjeita 26/2013](#) sekä täydentävä ohje Sillantarkastuskäsikirjan (luonnos 2019).
- /5/ Kiinteiden merimerkkien tarkastuskäsikirja. Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus. [Liikenneviraston ohjeita 19/2013](#)
- /6/ [SILKO 1 Yleiset laatuvaatimukset](#) (päivitettävä sisällysluettelo).
- /7/ [SILKO 3 Tarviketiedosto](#) Voimassa olevien SILKO-tuotteiden luettelo (päivitettävä sisällysluettelo).
- /8/ InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 3: Sillat ja rakennustekniset osat, Rakennustieto Oy, RT 14–10920. Lisäksi edellistä täydentävät tai päivittävät ohjeet: <https://ryl.rakennustieto.fi/infraryl>
- /9/ Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt. Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus teiden kunnossapitotöissä. [Liikenneviraston ohjeita 3/2015](#)
- /10/ Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset. [Väyläviraston ohjeita 2/2015](#)
- /11/ Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). [Väyläviraston ohjeita 29/2019](#)
- /12/ Sillan laaturaportti. Laatimisohe. Helsinki: Tiehallinto 2006. [TIEH 2200044-v-06](#)

Konsultti	Ramboll Finland Oy
Kuvat	Kuva 1 VRT Finland Oy
	Kuva 4 Timo Repo, Uudenmaan ELY-keskus
	Muut kuvat Ramboll Finland Oy
Taitto	Väylävirasto

OPASTAVAT TIEDOT

TYÖVAIHEET

